



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°/SNV/2019

THÈSE

Présenté par

GUISSOUS Mokhtar

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière: AGRONOMIE

Spécialité: PRODUCTION VÉGÉTALE

Soutenue publiquement le : 23/07/2019

THÈME

**La filière oléicole en petite Kabylie: quelles innovations pour un
développement durable?**

DEVANT LE JURY

Président	DJENANE Abdelmadjid	Pr. UFA Sétif 1
Directeur	MADANI Toufik	Pr. UFA Sétif 1
Examineurs	CHAKOUR Saïd Chaouki	Pr. UMSB de Jijel
	AISSAOUI ZITOUN Ouarda	MCA. (INATAA) Constantine
	HADJOU Lamara	MCA. U.M.M.Tizi Ouzou

لم تتوقف شعبة الزيتون في الجزائر عن التنمية منذ انطلاق المخطط الوطني للتنمية الفلاحية في سنة 2000. إلى غاية يومنا هذا, بدأت تتوسع نحو الجنوب لتكتسح أراضي جديدة بعيدا عن منطقة القبائل المعروفة منذ القديم بهذه الشعبة. في منطقة القبائل الصغرى هناك أقاليم هشة و مهمشة تعتمد أساسا على مادة زيت الزيتون في معاشها اليومي. لكن مع تنامي شعبة زيت الزيتون في مزارع صناعية كبرى في الجنوب التي بإمكانها إنتاج منتج ذو جودة و بأثمان زهيدة و هذا ما يؤدي إلى ترقية ثقافة المستهلك الذي يصبح يستهلك زيت الزيتون البكر الممتاز. وهذا ما يؤثر سلبا على شعبة زيت الزيتون في منطقة القبائل بل على كل مناطق الشمال المنتجة لزيت الزيتون رديئة الجودة. و على هذا يجب أخذ الحيطة والحذر من مغبة وفرة هذا المنتج ورفع التحدي و إحداث تغييرات مفصلية من أجل إستحضار خصوصيات المنطقة التي من المحتمل أن توفر فرصا للتنمية المستدامة و الرفع من القيمة المضافة للمنتوج.

الكلمات الدالة: زيت الزيتون ، منطقة القبائل الصغيرة ، قطاع الزيتون ، التنمية المستدامة ، الجودة.

RESUME

La filière oléicole algérienne n'a cessé de se développer depuis le lancement du Plan National de Développement Agricole « PNDA » en 2000. À ce jour, elle a commencé à s'étendre vers le sud pour acquérir des nouvelles terres en dehors de la zone de Kabylie connue depuis l'antiquité par cette filière. Dans la région de la petite Kabylie, il existe des régions fragiles et marginalisées qui dépendent principalement de l'huile d'olive dans leur économie quotidienne. En revanche, la croissance de la filière d'huile d'olive dans les grandes exploitations industrielles dans le sud peut générer un produit de qualité et à bas prix et donc affecter le développement de la culture de consommation chez le consommateur qui commence à consommer l'huile d'olive extra vierge. Et cela affecte négativement la filière oléicole non seulement dans la région de la Kabylie, mais aussi dans toutes les régions du nord productrices de l'huile d'olive de mauvaise qualité. Par conséquent, la disponibilité de ce produit doit être l'objet de beaucoup de précautions, ce qui soulève le défi et entraîne des changements significatifs afin d'évoquer les spécificités de la région susceptibles d'offrir des opportunités de développement durable et d'augmenter la valeur ajoutée du produit.

Mots clefs : huile d'olive, petite Kabylie, filière oléicole, développement durable, qualité.

ABSTRACT

Since the launch of the National Agricultural Development Plan in 2000, the Algerian olive sector has been growing steadily. To date, it has begun to extend to the south to acquire new land outside the area of Kabylie which is known since antiquity by this sector. In the region of small Kabylia, there are fragile and marginalized areas that depend mainly on olive oil in their daily economy. On the other hand, the growth of the olive oil sector in the large industrial farms in the south can generate a product of good quality and low-cost. Consequently, it affects the development of the consumption culture which begins to consume the extra virgin olive oil. The olive sector is negatively affected not only in the region of Kabylia, but also in all the northern regions producing low quality olive oil. As a result, the availability of this product must be cautious, which raises the challenge and brings about significant changes in order to evoke the specificities of the region likely to offer opportunities for sustainable development and increase the added value of the product.

Key words: olive oil, small Kabylie, olive sector, sustainable development, quality.

REMERCIEMENT

Même si cette thèse est un travail personnel, je souhaite ici rendre hommage et exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation et à son aboutissement.

Je souhaite remercier en premier lieu mon directeur de thèse, MADANI Toufik, Professeur à l'université FERHAT Abbas, pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail. Tout au long de ce travail, il a su m'apporter un soutien constant, une disponibilité, une écoute, une confiance et des conseils précieux et avisés à la hauteur de ses compétences et de ses réelles qualités humaines. J'ai beaucoup appris à ses côtés et je lui adresse ma gratitude pour tout cela.

Qu'il me soit permis de témoigner ma profonde reconnaissance à monsieur *DJENANE Abdelmadjid*, Professeur et recteur de l'université FERHAT Abbas, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury.

A Monsieur CHAKOUR Saïd Chaouki, Professeur à l'université Mohammed Seddik Ben Yahia Jijel, pour avoir accepté de faire partie de mon jury et de juger ce travail.

A Madame AISSAOUI ZITOUN Ouarda, Maître de conférence « A » à l'université de Constantine (INATAA), qui a bien voulu juger ce travail.

A Monsieur HADJOU Lamara, Maître de conférence « A » à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, qui a bien voulu juger ce travail.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance, et mon profond respect.

J'adresse de sincères remerciements aux professeurs Nathalie Dupuy et Jacques Artaud, Gabriel Beltran ainsi que mon ami le dégustateur Christian Pinatel pour m'avoir accueilli chaleureusement au sein de leurs laboratoires : « Chimie de l'environnement » en France, « centre de recherches, IFAPA » en Espagne et l'Association Française Interprofessionnelle de l'Olive, respectivement.

Je remercie vivement docteurs Grati-Kamoun et Lazzez Aida pour m'avoir accueillie dans l'unité de recherche de Technologie et Qualité, au niveau de l'institut d'olivier -Tunisie- et de m'avoir permis de travailler dans d'aussi bonnes conditions.

Je témoigne aussi toute ma reconnaissance, pour remercier les propriétaires des vergers oléicoles qui ont collaboré volontairement, particulièrement dans la phase d'échantillonnage à savoir monsieur BEN BETKA Mohamed Seghir (La miséricorde de

dieu), ZEGAGH Ali, Akbache Abd Esselam, Ferhat Guemraoui, et Guittari Kamel, Lahlou de Chekbou et la huilerie Zamite d'Adrar Sidi Idir.

Je témoigne toute ma reconnaissance à l'ingénieur de laboratoire de la faculté SNVSTU -Bordj Bou Arreridj » MAKHOUKH Nacer Eddine, et Sebai Zahir l'Ingénieur de l'Institut Technique de l'Arboriculture fruitière et de la Vigne à Sidi Aïch « Bejaia ».

Je tiens à remercier les Directions des Services agricoles, l'équipe de la radio de Bordj Bou Arreridj particulièrement monsieur Khababa Tarek ainsi que la journaliste madame Sofia Choubane pour leur aide et leur bonne humeur.

Je désire en outre remercier tous les étudiants et les personnes qui ont collaboré de près ou de loin dans les séances de dégustation des huiles d'olive. J'ai eu beaucoup de plaisir à travailler avec eux. Le cadre de travail était idéal. Je désire grandement remercier mon frère Bouarissa Chaabane, m'avoir fait confiance tout au long de mon travail sur cette thèse. Ses remarques pertinentes, son ouverture d'esprit, sa franchise, sa gentillesse. Je le remercie pour tout cela.

Je remercie également madame Takarli Annie et mon ami Soulaïmane pour m'avoir supporté et soutenu ainsi notre imbattable caméraman Mouaad.

DÉDICACE

A

Ma chère mère ;

Ma chère épouse ;

Mes chères enfants : Dhiaa eddine, Imad eddine et Thiziri ;

Mes chères sœurs.

LISTE DES ACRONYMES

<i>Ab.</i>	Aberkane
<i>ACP</i>	Analyse en composantes principales
<i>AFIDOL</i>	Association Française Interprofessionnelle de l'Olive a été créée en 1999
<i>AFNOR</i>	Association française de normalisation
<i>AG</i>	Acides Gras
<i>Ag.</i>	Aguentaou
<i>AGMI</i>	Acides gras mono-insaturés
<i>AGPI</i>	Acides gras polyinsaturés
<i>AGS</i>	Acides gras saturés
<i>Ah.</i>	Aharoun
<i>Ai.</i>	Aimel
<i>AOC</i>	Appellation d'Origine Contrôlée
<i>AOP</i>	Appellation d'Origine Protégée
<i>Bk.</i>	Bouchouk Guergour
<i>Bt.</i>	Bouichret
<i>BY</i>	Rendement biologique
<i>CCLS</i>	Coopératives de céréales et des légumes secs
<i>CDARS</i>	Commissariat au Développement de l'Agriculture en Régions Sahariennes
<i>CDO</i>	Climat-data.org
<i>CGC</i>	Chaîne Globale de Commodité
<i>CGV</i>	Chaîne Globale de Valeur
<i>Ch.</i>	Chemlal
<i>COI</i>	Conseil Oléicole International
<i>DAD</i>	Détecteur photodiode de matrice
<i>DN</i>	Largeur du Noyau
<i>DO</i>	Largeur d'olive
<i>DSA</i>	Direction des services agricoles
<i>ECN</i>	Le nombre équivalent de carbone souvent défini comme $CN-2n$, où CN
<i>Eq.</i>	Equation
<i>FAME</i>	Esters méthyliques d'acides gras
<i>FAO</i>	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture
<i>Fc</i>	Critère de Fisher
<i>FLD</i>	Fluorescence Detectors
<i>FNRDA</i>	Fonds National de Régulation et Développement Agricole
<i>ha</i>	Hectare
<i>HPLC</i>	Chromatographie en phase liquide à haute performance
<i>IA</i>	Indice d'acidité (acide oléique / 100 g d'huile d'olive)
<i>IF</i>	Largeur de la feuille

IG	Indications Géographiques
IM	Indice de maturité
ITAFv	l'Institut Technique des Arbres Fruitiers et de la vigne
LC	Liquide Chromatographie
LF	Longueur de la feuille
LLL	Linoléique, Linoléique et Linoléique
LN	Langueur de noyau
LO	Langueur d'olive
LOO	Linoléique, Oléique et Oléique +
m	Moyenne des minimas des températures du mois le plus froid en Kelvin
M	Moyenne des maximas des températures du mois le plus chaud en Kelvin
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
Me	Médiane
MUFA	Valeurs en acides gras mono-insaturés
MUFA	Acide gras mono-insaturé
N_c	Nombre d'échantillons affecté correctement
N_{cal. set}	Nombre d'échantillons étalonné
N_{test set}	Nombre de test dans l'ensemble d'échantillons
OFA	Acides gras impairs
OLL	Oléique, Linoléique et Linoléique
OLLn	Oléique, Linoléique et Linoléique et Linoléique
OOL	Dioléolinoléine ; Oléique, Oléique et Linoléique
OOLn	Oléique, Oléique et Linoléique
OOO	Trioléine ; oléique, oléique et oléique
OOP	Dioléopalmitine ; Oléique, Oléique et Palmitique
P	Cumule annuelles des précipitations
PLL	Palmitique, Linoléique et Linoléique
PLLn	Palmitique, Linoléique et Linoléique
PLnP	Palmitique, Linoléique et Palmitique
PLO	Palmitique, Linoléique et Oléique
PLP	Palmitique, Linoléique et Palmitique
PN	Poids du noyau
PNDA	Plan National de Développement Agricole
PNDAR	Plan National de Développement Agricole et Rural
PO	Poids d'olive
POA	Palmitique, Oléique et Arachidique
POL	Palmitooléolinoléine ; Palmitique, Oléique et Linoléique
PoLL	Palmitoléique, Linoléique et Linoléique
POLn	Palmitique, Oléique et Linoléique
POO	Palmitique, Oléique et Oléique
PoOO	Palmitoléique, Oléique et Oléique

<i>PoOP</i>	Palmitoléique, Oléique et Palmitique
<i>POP</i>	Palmitique, Oléique et Palmitique
<i>POS</i>	Palmitique, Oléique et Stéarique
<i>PUFA</i>	Acide gras poly- insaturé
<i>PV</i>	Valeur du peroxyde meqO ₂ / kg
<i>Q</i>	Quotient d'Emberger
<i>QDA</i>	Analyse descriptive quantitative
<i>QFP</i>	Quantitative Flavour Profiling
<i>RID</i>	Refractive Index Detector
<i>SAU</i>	Surface Agricole Utile
<i>SD</i>	Ecart-type
<i>SFA</i>	Acide gras saturé
<i>Si.</i>	Sigoise
<i>SIMCA</i>	La modélisation indépendante de l'analogie des classes
<i>SLL</i>	Stéarique, Linoléique et Linoléique
<i>SOL</i>	Stéarique, Oléique et Linoléique
<i>SOO</i>	Stéarique, Oléique et Oléique
<i>Syal</i>	Système Agroalimentaire Localisé
<i>TAG</i>	Compositions en triacylglycérols
<i>TM</i>	La méthode Spectrum
<i>UE</i>	Union Européenne
<i>USDA</i>	United States Department of Agriculture
<i>UV</i>	Absorption spécifique (K232 et K270)
<i>VOO</i>	Vierge Olive Oil
<i>αT</i>	Alpha tocophérol
<i>βT</i>	Béta tocophérol
<i>γT</i>	Gamma tocophérol

LISTE DES FIGURES

<i>Figure n°01: Diffusion géographique des aires oléicoles dans le monde.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure n°02: La répartition de la superficie oléicole mondiale (2017) (COI 2018).....</i>	<i>19</i>
<i>Figure n°03: La consommation des huiles végétales au niveau mondial (source USDA 2016).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure n°04: Evolution de la production oléicole en Algérie (1995-2017) (MADR, 2018).....</i>	<i>22</i>
<i>Figure n°05: Répartition de la zone oléicole en Algérie (Guissous et Boulkroune, 2017).....</i>	<i>24</i>
<i>Figure n°06: Evolution des superficies oléicoles en Algérie (2000/2015) (MADR, 2016).....</i>	<i>24</i>
<i>Figure n°07: Coupe longitudinale et transversale d'une olive.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure n°08: Photo d'une laveuse des olives.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure n°09: Photo d'un malaxeur dans une huilerie.....</i>	<i>34</i>
<i>Figure n°10: Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure n°11: Structure des acides gras majeurs de l'huile d'olive, (1) Acide Oléique, (2) Acide Linoléique</i>	<i>38</i>
<i>Figure n°12: Structure de l'Oleuropéine (a) et du Ligstroside (b).....</i>	<i>41</i>
<i>Figure n°13: Vitamine E l'α-tocophérol.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure n°14: Localisation de la zone d'étude</i>	<i>57</i>
<i>Figure n°15: Diagramme d'Emberger des étages bioclimatiques méditerranéen.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure n°16: Diagramme ombrothermique de la zone d'étude 1996-2016.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure n°17: Les différentes formes de la feuille.....</i>	<i>71</i>
<i>Figure n°18: Les différentes formes du fruit.....</i>	<i>72</i>
<i>Figure n°19: Les différentes formes du noyau.....</i>	<i>72</i>
<i>Figure n°20: Le dendrogramme des écotypes selon l'ensemble des caractères étudiés.....</i>	<i>82</i>
<i>Figure n°21: Le dendrogramme des écotypes selon le poids, la forme et le sommet du fruit...</i>	<i>82</i>
<i>Figure n°22: Le pourcentage de la pulpe des olives des différents écotypes étudiés</i>	<i>84</i>
<i>Figure n°23: Diversité des couleurs et le degré de maturité des olives.....</i>	<i>86</i>
<i>Figure n°24: Diagrammes de dispersion.....</i>	<i>103</i>
<i>Figure n°25: Morphotypes des triacylglycérols de huit variétés d'huile d'olive vierge algérienne.....</i>	<i>104</i>
<i>Figure n°26: Morphotypes des acides gras de huit variétés d'huile d'olive vierge algérienne</i>	<i>107</i>
<i>Figure n°27: Tracer les parcelles (a, c) et les parcelles de chargement (b, d) de l'analyse en composantes principales sur les pourcentages de triacylglycérol et d'acides gras et la teneur en squalène.....</i>	<i>107</i>
<i>Figure n°28: La répartition idéale des cuvettes dans une oliverie.....</i>	<i>119</i>
<i>Figure n°29: Pourcentage des huileries de la région d'étude.....</i>	<i>121</i>
<i>Figure n°30: Les lipoprotéines présentes dans l'eau de végétation empêchent la coalescence des gouttes d'huile (COI, 2011).....</i>	<i>123</i>
<i>Figure n°31: La période habituelle de récolte dans notre zone d'étude.....</i>	<i>125</i>

<i>Figure n°32: Evolution de la maturité pour les quatre variétés durant les trois années 2012, 2013 et 2014 dans deux altitudes différentes (300m et 800m).....</i>	128
<i>Figure n°33: Comparaison entre les périodes optimales de récolte durant trois années (2012, 2013,2014) dans deux altitudes différentes (300m et 800m).....</i>	129
<i>Figure n°34: Caractérisation physico-chimique des huiles issues de différents types de cueillettes.....</i>	131
<i>Figure n°35: Variation des teneurs en huiles en fonction des dates de récolte pour quatre variétés algériennes.....</i>	133
<i>Figure n°36: Relation entre l'indice de maturité et la teneur en huile pour quatre variétés locales.....</i>	134
<i>Figure n°37: Période de récolte pour les quatre variétés 2014/2015.....</i>	135
<i>Figure n°38: Période optimale de récolte et les teneurs en huile.....</i>	135
<i>Figure n°39: Variation des paramètres physico-chimiques en fonction de la durée de stockage des olives.....</i>	137
<i>Figure n°40: Caractérisation physico-chimique des huiles issues de différentes étapes de trituration des deux types de système d'extraction.....</i>	139
<i>Figure n°41: Caractérisation de notre échantillonnage selon les tranches d'âge et le sexe.</i>	148
<i>Figure n°42: Fréquences de degré d'agrément des huiles lampantes par les consommateurs.....</i>	150
<i>Figure n°43: Fréquences de degré d'agrément des huiles chômées et moisies par les consommateurs.....</i>	151
<i>Figure n°44: Fréquences de degré d'agrément des huiles vierges (fruit vert et mûr) par les consommateurs.....</i>	151
<i>Figure n°45: Fréquences de degré d'agrément des huiles extra- vierges (fruit vert et mûr) par les consommateurs.....</i>	152
<i>Figure n°46: Représentation graphique en boîte à moustaches des degrés d'agrément des huiles de la région d'étude.....</i>	152
<i>Figure n°47: La zone de différence des préférences des consommateurs selon leurs taux de consommations annuelles.....</i>	153
<i>Figure n°48: La zone de différence des préférences des consommateurs selon leurs âges...</i>	154
<i>Figure n°49: Comparaison des degrés d'agrément des différentes catégories d'huiles d'olive entre les deux tests.....</i>	155
<i>Figure n°50: Comparaison des médianes des degrés d'agrément par le diagramme de boîte à moustache entre les deux tests.....</i>	156

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau n° 01: Evolution de la consommation et moyenne annuelle d'huile d'olive par habitant dans quelques pays consommateurs (1980-2014) (COI (2015)).....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau n° 02: Evolution de la production d'huile d'olive dans les principaux pays producteurs (en milliers de tonnes) (COI, 2015).....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau n° 03: Composition du fruit de l'olivier</i>	<i>30</i>
<i>Tableau n° 04: Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau n° 05: Composition de l'huile d'olive en acide gras (COI, 2009).....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau n° 06: Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau n° 07: Critères de qualité des huiles d'olives (COI, 2008).....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau n° 08: Récapitulatif des superficies oléicoles dans la zone d'étude.....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau n° 09: Les moyennes des températures et précipitations des trois wilayas (1996-2016).....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau n° 10: Les moyennes des températures et des précipitations par commune (1996-2016).....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau n° 11: Comparaison des moyennes des paramètres climatiques de la zone d'étude.</i>	<i>60</i>
<i>Tableau n° 12: Les valeurs moyennes mensuelles des températures et précipitations 1996-2016.....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau n°13: Critères de distinction entre les variétés d'olivier par les oléiculteurs.....</i>	<i>67</i>
<i>Tableau n° 14: Les caractères et les paramètres liés à la caractérisation morphologique</i>	<i>70</i>
<i>Tableau n° 15: Dénombrement des écotypes selon la nature du port de l'arbre.....</i>	<i>73</i>
<i>Tableau n° 16: Dénombrement des écotypes selon la densité du feuillage.....</i>	<i>74</i>
<i>Tableau n° 17: Dénombrement des écotypes selon la forme de la feuille.....</i>	<i>75</i>
<i>Tableau n° 18: Dénombrement des écotypes selon la forme du fruit.....</i>	<i>75</i>
<i>Tableau n° 19: Dénombrement des écotypes selon le poids du fruit.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau n° 20: Dénombrement des écotypes selon le poids de l'endocarpe.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau n° 21: Dénombrement des écotypes selon la forme d'endocarpe.....</i>	<i>77</i>
<i>Tableau n° 22: Dénombrement des écotypes selon la longueur des entre-nœuds.....</i>	<i>77</i>
<i>Tableau n° 23: Dénombrement des écotypes selon la forme du sommet du fruit.....</i>	<i>78</i>
<i>Tableau n° 24: Les groupes des écotypes les plus homogènes.....</i>	<i>79</i>
<i>Tableau n° 25: Identification variétale des écotypes étudiés selon les différents paramètres morphologiques.....</i>	<i>80</i>
<i>Tableau n°26: Exemples de la dénomination officielle de quelques variétés et les appellations correspondantes qui leurs sont attribuées par les oléiculteurs de la région d'étude.....</i>	<i>81</i>
<i>Tableau n° 27: Les principales caractéristiques agronomiques des variétés oléicoles présentes dans la région d'étude.....</i>	<i>83</i>

<i>Tableau n° 28: Caractères agronomiques et caractéristiques physico-chimiques des huit variétés d'huile d'olive algérienne et échantillonnées en petite Kabylie.....</i>	<i>98</i>
<i>Tableau n° 29: Le taux des triacylglycérols des huit variétés d'huile d'olive échantillonnées en petite Kabylie.....</i>	<i>99</i>
<i>Tableau n° 30: Le taux des acides gras en (%), squalène (g kg⁻¹) et tocophérol de huit variétés d'huile d'olive Algérienne.....</i>	<i>100</i>
<i>Tableau n° 31: Pourcentages des classifications correctes (% CC) des huit modèles variétaux pour trois classifications SIMC avec les pourcentages en triacylglycérols et en acides gras et la teneur en squalène.....</i>	<i>108</i>
<i>Tableau n° 32: Types des tailleurs au niveau de la zone d'étude.....</i>	<i>117</i>
<i>Tableau n° 33: Les huileries échantillonnées dans la région d'étude.....</i>	<i>120</i>
<i>Tableau n° 34: Les types des huiles d'olive de la région d'étude selon les paramètres physico-chimiques (2011/2013).....</i>	<i>121</i>
<i>Tableau n° 35: Récapitulatif sur la qualité des huiles échantillonnée (2011/2012).....</i>	<i>122</i>
<i>Tableau n° 36: Codification des échantillons d'huiles d'olive.....</i>	<i>144</i>
<i>Tableau n° 37: Caractéristiques des consommateurs enquêtés selon le sexe.....</i>	<i>147</i>
<i>Tableau n° 38: Caractéristiques des 600 consommateurs enquêtés selon l'âge.....</i>	<i>147</i>
<i>Tableau n°39: Corrélation de Pearson pour la distribution du sexe.....</i>	<i>148</i>
<i>Tableau n°40 : Récapitulatif statistique des différents paramètres étudiés.....</i>	<i>149</i>

RESUME

REMERCIEMENT

DEDICACE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE 1

PREMIERE PARTIE

Concepts théoriques

Introduction à la première partie..... 9

CHAPITRE 01

1. Le terroir..... 10

1.1. La notion du terroir 10

1.2. Terroir et territoire 11

1.3. Le terroir entre nature et culture 11

1.4. Entre terroir, territoire et finage 12

1.5. Le produit de terroir et construction sociale de la qualité..... 12

2. La filière 12

2.1. Notion de la filière..... 12

2.2. La filière et les transformations des systèmes productifs..... 13

2.3. De la filière à la chaîne globale de valeur 13

2.4. De la filière à la chaîne d'approvisionnement..... 14

3. La filière oléicole dans le monde..... 15

3.1. L'oléiculture face aux changements de la modernité 16

3.2. L'oléiculture de la méditerranée au mondiale 16

3.3. L'oléiculture : production et consommation mondiales..... 18

3.4. L'oléiculture en Algérie 21

3.5. Principales variétés algériennes d'oliviers 24

CHAPITRE 02

1. L'olivier 26

1.2. Description botanique 26

1.3.	Origines	26
1.4.	Systématique de l'olivier.....	27
1.5.	Morphologie de l'olivier	27
1.6.	Physiologie de l'olivier.....	28
2.	<i>Le fruit d'olive</i>	28
2.1.	Structure	29
2.2.	Types d'olives.....	30
2.3.	Les compositions d'olive	30
3.	<i>Huile d'olive</i>	30
3.1.	Définition	30
3.2.	Les types d'huile d'olive	31
4.	<i>Les procédés technologiques d'extraction de l'huile d'olive</i>	31
4.1.	Récolte des olives	31
4.2.	Transport des olives	32
4.3.	Réception et stockage des olives	32
4.4.	Trituration des olives.....	33
4.4.1.	<i>Effeillage</i>	33
4.4.2.	<i>Lavage</i>	33
4.4.3.	<i>Broyage</i>	33
4.4.4.	<i>Malaxage</i>	34
5.	<i>Méthodes d'extraction</i>	34
5.1.	Procédés en discontinu ou système à presse	34
5.2.	Procédés en continu ou par centrifugation	35
5.2.1.	<i>Le système à trois phases</i>	35
5.2.2.	<i>Le système à deux phases</i>	35
6.	<i>Composition chimique de l'huile d'olive</i>	37
6.1.	Fraction saponifiable.....	37
6.1.1.	Triglycérides.....	37
6.1.2.	Acides gras	38
6.1.2.1.	<i>Acides gras saturés</i>	38
6.1.2.2.	<i>Acides gras mono-insaturés</i>	38
6.1.2.3.	<i>Acides gras polyinsaturés</i>	38
6.2.	Fraction insaponifiable (Composants mineurs).....	39
6.2.1	Le stérols.....	40

6.2.2.	Les alcools.....	40
6.2.2.1.	<i>Les dialcools tri terpéniques</i>	40
6.2.2.2.	<i>Les Alcools terpéniques</i>	40
6.2.3.	Les composés phénoliques	40
6.2.4.	Tocophérols.....	41
6.2.5.	Les hydrocarbures	41
6.2.6.	Les pigments colorants	41
6.2.6.1.	Les pigments caroténoïdes	42
6.2.6.2.	La chlorophylle	42
7.	Aspect qualitatif de l'huile d'olive	42
7.1.	Caractères physico-chimiques.....	42
7.1.1.	Indice d'acidité.....	42
7.1.2.	Indice de peroxyde	43
7.1.3.	Spectre en lumière ultra-violette	43
7.2.	Les facteurs influençant sur la qualité de l'huile d'olive	43
7.3.	Critères de qualité des huiles d'olive	45
7.4.	Caractérisation organoleptique (sensorielle).....	45
7.4.1.	Sens et sensations	47
7.4.2.	Les méthodes sensorielles pour mesurer la diversité organoleptique des produits	47
7.4.2.1.	La méthode d'analyse descriptive quantitative (panel professionnel).....	48
7.4.2.2.	La méthode du profil quantitatif de flaveur.....	48
7.4.2.3.	La méthode du profil de texture	48
7.4.2.4.	La méthode du profil libre choix.....	49
7.4.2.5.	La méthode du profil flash	49
7.4.2.6.	La méthode SpectrumTM.....	49
7.4.3.	Les consommateurs face à la diversité des produits.....	49
7.4.3.1.	Les méthodes pour évaluer les préférences des consommateurs.....	49
7.4.4.	Comment choisir les consommateurs.....	51
7.4.5.	L'impact d'une information sur la préférence des consommateurs	51
	Conclusion.....	52

DEUXIEME PARTIE

Introduction.....	54
-------------------	----

CHAPITRE 02

Introduction.....	56
-------------------	----

1. Caractérisation de la zone d'étude.....	57
--	----

1.1. Caractérisation géographique de la zone d'étude :.....	57
---	----

1.2. Caractérisation pédoclimatique de la zone d'étude :.....	58
---	----

1.2.1. Caractérisation pédoclimatique :.....	58
--	----

1.2.2. Températures et précipitations de la zone d'étude	59
--	----

1.2.3. L'étages bioclimatiques de la zone d'étude	60
---	----

Conclusion.....	64
-----------------	----

CHAPITRE 04

Introduction.....	65
-------------------	----

1. Caractérisation morphologique et pomologique.....	67
--	----

1.1. La démarche déductive :	67
------------------------------------	----

1.2. La démarche empirique :.....	68
-----------------------------------	----

1.2.1. Matériel végétal.....	68
------------------------------	----

1.2.2. Méthodes d'échantillonnage.....	68
--	----

1.2.3. Les normes de référence pour l'analyse biométrique des variétés d'oliviers.....	70
--	----

1.2.3.1. Les caractères de la feuille :	70
---	----

1.2.3.4. Les caractères du fruit :	71
--	----

1.2.3.5. Les caractères du noyau	72
--	----

1.2.4. Méthodes d'analyse des résultats	73
---	----

2. Etude et analyse des caractères morphologiques et pomologiques	73
---	----

2.1. La nature du port de l'arbre.....	73
--	----

2.2. La densité du feuillage	74
------------------------------------	----

2.3. La forme de la feuille	74
-----------------------------------	----

2.4. La forme du fruit	75
------------------------------	----

2.5. Le poids du fruit	75
------------------------------	----

2.6. Le poids de l'endocarpe	76
------------------------------------	----

2.7. La forme de l'endocarpe	76
------------------------------------	----

2.8. Longueur des entre-nœuds	77
-------------------------------------	----

2.9. La forme du sommet du fruit.....	77
---------------------------------------	----

3. Description des différents états morphologiques des écotypes étudiés selon le catalogue de l'ITAFv	78
4. Caractérisation biochimique et moléculaire	85
4.1. Échantillonnage des huiles d'olive	85
4.1.1. Indice de maturité des olives :	86
4.1.2. Indice de maturité et caractéristique des olives :	87
4.2. Caractères agronomiques.....	87
4.3. Caractérisation physico-chimique.....	88
4.3.1. Compositions des triglycérides	88
4.3.2. Compositions d'acides gras et de squalène.....	88
4.3.3. Les tocophérols	90
4.4. Analyse des principaux composants.....	91
4.4.1. Modélisation indépendante de la classification analogique des classes	92
4.5. Résultats et discussion.....	94
4.5.1. Caractères agronomiques	94
4.5.2. Caractérisations physico-chimique.....	94
4.5.3. Compositions en triglycérides	94
4.5.4. Compositions en acides gras	96
4.5.5. Influence de la maturation sur la composition en triglycérides.....	101
4.5.5.1. TAG et acides gras	101
4.5.5.2. Morphotypes.....	101
4.5.5.3. Les teneurs en squalène.....	102
4.5.5.4. Les tocophérols	104
4.5.6. Analyse de la composante principale (ACP).....	106
4.5.7. Classification de l'origine variétale par SIMCA.....	109
Conclusion.....	110

CHAPITRE 05

Introduction.....	112
8. Déroulement de l'enquête et méthodes d'analyse des données.....	114
8.1. Déroulement général de l'enquête.....	114
8.2. Méthodes et techniques d'analyse des résultats :	115
9. Les caractérisations et les innovations apportées sur des pratiques oléicoles de la zone d'étude	116
9.1. La taille des oliviers	116

9.2.	Le labour	117
9.3.	Caractérisation des huiles et huileries de la zone d'étude :	120
9.4.	La période de récolte optimale :	122
9.4.1.	La période habituelle de récolte :	124
9.4.2.	Indice de maturité des olives et période optimale de récolte.....	126
9.5.	Matériel végétale utilisé dans l'étude du processus d'évolution de l'indice de maturité	127
9.5.1.	Calcul de l'indice de maturité (IM) des olives :	127
9.6.	Les pratiques de cueillette :	130
9.6.1.	Acidité	130
9.6.2.	Indice de peroxyde	131
9.6.3.	L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm)	131
9.6.4.	La teneur en huile	132
9.7.	Etude de l'effet du stockage sur la qualité de l'huile d'olive	135
9.7.1.	L'indice d'acidité	136
9.7.2.	Indice de peroxyde :	136
9.7.3.	L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm) :	136
9.8.	La trituration des olives.....	137
9.8.1.	L'acidité	138
9.8.2.	Indice de peroxyde	138
9.8.3.	L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm)	138
Conclusion.....		140

CHAPITRE 06

Introduction de sixième chapitre :.....		142
<i>I. Habitudes et préférences du consommateur</i>		143
1.1.	Détermination des préférences et habitudes des consommateurs :	143
1.2.	Protocole expérimental de la séance de dégustation « Test hédonique ».....	144
1.2.1.	Objectif.....	144
1.2.2.	Sujets	145
1.2.3.	Préparation des échantillons	145
1.2.4.	Préparation de la salle d'évaluation.....	145
1.2.5.	Accessoires.....	145
1.3.	Dégustateurs: règles générales de conduite.....	146
1.3.1.	Technique de dégustation.....	146
1.3.2.	Utilisation de la feuille de profil par le dégustateur	147

1.4.	Analyse et discussion des résultats de la dégustation :.....	147
1.4.1.	Caractérisation de l'échantillonnage :	147
1.4.2.	Préférences du consommateur en général	149
1.4.3.	Préférences des consommateurs par rapport à leurs taux de consommation :.....	153
1.4.4.	Préférences des consommateurs par rapport à leurs âges :.....	154
1.5.	Détermination de l'évolution des préférences et des habitudes des consommateurs :.....	155
	Conclusion.....	158
	CONCLUSION GENERALE.....	160
	Références bibliographique	
	Annexes	

INTRODUCTION
GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'huile d'olive est un produit qui bénéficie d'une image positive de par ses bienfaits sur le plan de la nutrition et de la santé. Enracinée dans la culture alimentaire méditerranéenne depuis plusieurs siècles, elle possède une dimension patrimoniale, une valeur marchande et une valeur d'usage étroitement liée aux foyers de domestication et aux modèles de développement économique (Serra, 2009; Terral et al., 2009).

Certains auteurs qui ont exploré le concept de la région d'origine comme critères de différenciation (Dekhili, 2010; Fort, Couderc, 2001), ont montré qu'il s'agit d'un actif spécifique qui a un effet sur la préférence des produits. L'aire d'origine est l'une des ressources spécifiques qui permet de se différencier de la concurrence. Autrement dit, l'origine des produits doit inclure pour le consommateur un ensemble de savoirs partagés par des producteurs et reconnues par les consommateurs en tant que tel (Valceschini, 2000).

Le savoir-faire et la bonne notoriété sont reconnus aujourd'hui comme un patrimoine à conserver, à mettre en valeur, voire à réinventer. Ils sont au cœur des politiques de relance des produits de terroir (Bérard, et al., 2004). Ces mêmes auteurs ajoutent que l'intérêt porté au savoir faire tient aussi au fait que la valorisation des produits locaux à travers une procédure de qualité, génère une dynamique des territoires ruraux, permet le maintien des emplois ruraux et met en valeur des compétences locales.

Les produits de terroirs, représentent un marché très porteur qui n'est malheureusement pas développé dans certains pays. L'Algérie est l'un des pays où la notion du terroir et l'aire d'origine sont encore à leur début, qui souffrent entre autres d'un manque d'organisation et de structuration, y figure l'oléiculture considérée comme une des filières stratégiques. La nécessité de redynamiser cette filière est ainsi devenue un objectif majeur. Par ailleurs, l'intérêt d'une analyse du secteur oléicole provient également du fait que la filière oléicole connaît un essor économique.

L'oléiculture en Algérie fonde le paysage et la culture des populations de certaines régions productrices comme la petite et la grande Kabylie. Des régions à vocation agricole sont réparties au plan spatial, en zones de montagne, zones de piémonts, zones de plaines et la vallée de la Soummam. Les populations des zones de montagne ont développé des produits «génériques» assurant leur alimentation de base, mais elles ont développé aussi des produits

«spécifiques» élaborés à partir d'une interaction entre savoir-faire locaux et ressources naturelles particulières (sol, climat...) (**Sahli, 2009**).

L'oléiculture est maintenue depuis longtemps dans ces régions montagneuses sous forme d'une culture vivrière. Sa valorisation est susceptible de redonner une dynamique de développement socioéconomique. La culture de l'olivier, le savoir-faire dans ce domaine, mais aussi, les structures d'appui font défaut de façon dramatique. L'absence de laboratoires spécialisés, d'unités de conditionnement, mais également la non maîtrise du processus complet, font que l'huile d'Algérie ne peut rivaliser avec les productions des pays concurrents malgré sa qualité indéniable (**Bensemmane, 2009**).

La filière oléicole algérienne montre, depuis des décennies, des signes de crise; caractérisant un système traditionnel peu compétitif en raison des conditions géomorphologiques (dans les zones de montagne) et institutionnelles (faible soutien). La faible organisation de la filière traditionnelle, qui produit l'essentiel de l'huile d'olive, se conjugue avec des structures de production peu compétitives, morcelées et faiblement entretenues.

Les signes officiels de qualité et les labels sont, actuellement, peu connus et les habitudes de consommation locale et nationale ne favorisent pas l'adoption d'une huile dont le goût serait standardisé en fonction des normes internationales. L'origine géographique exerce une influence sur les préférences du consommateur et sur ses décisions d'achat (**Van der Lans, et al., 2001**). Pour (**Bérard, et Marchenay, 2000**), les produits de terroir croisent l'espace, le temps et reposent sur des savoirs et des pratiques partagés.

En effet, l'huile de Kabylie est très acide, ce qui correspond au goût des consommateurs nationaux, mais ne correspond pas aux normes établies à l'international (**Lamani, et Ilbert, 2016**). En faite, la qualité de l'huile d'olive produite est altérée par les procédés de transformation archaïques et les mauvaises conditions de récolte (gaulage) et de stockage (**Hajou, 2013**).

C'est dans ce contexte que nous avons inscrit ce travail de recherche. Notre sujet de thèse se situe dans un champ de réflexion assez vaste qui a des implications aux niveaux conceptuels, pratiques et méthodologiques. A travers notre diagnostic et analyse approfondie du fonctionnement de la filière oléicole dans une zone de montagne marginale, on met en

exergue les potentialités de la zone afin de valoriser les différenciations territoriales, les typicités variétales et le savoir faire aux profils des habitants locaux et l'économie nationale.

Le choix de cette thématique est également justifié par l'objectif d'organiser, fédérer et mobiliser les énergies autour d'un projet commun et d'une démarche collective pour un développement rural intégré basé sur la valorisation des produits de terroirs : en effet nombreux sont les travaux qui ont montré le rôle positif des politiques d'origine et de qualité (Allaire, et Dupeuble, 2002 ; Allaire, 2004 ; Allaire, et al., 2009; Sylvander, 1997, 2002, 2004). L'analyse du cadre théorique relatif à la différenciation et aux stratégies de développement, via les marques ou les Indications Géographiques (IG), la caractérisation des huiles d'olive produites dans la région d'étude ainsi que le lien au terroir et à la culture ancestrale des populations montagnardes influent sur la qualité des huiles et sur le choix des préférences du consommateur. L'analyse ainsi décrite nous permet de répondre aux questions de recherche suivantes :

- Est-ce-que la qualité du produit actuel répond aux normes de l'extérieur ?
- Quelles sont les préférences du consommateur local ?
- Est-ce-que le consommateur est fidèle à ces habitudes de consommation ?
- Quelles sont les démarches susceptibles d'offrir des opportunités pour valoriser l'huile d'olive dans la région d'étude ?

Rares sont les travaux ou les études qui ont analysé la démarche empirique et descriptive sur les différents segments de la filière oléicole et sur la caractérisation variétale dans notre zone d'étude. Alors qu'aucune étude n'a entamé l'analyse hédonique sur les préférences et les habitudes du consommateur en matière de l'huile d'olive vis-à-vis l'introduction d'une nouvelle gamme de qualité dans le marché local. C'est un sujet très peu défriché par les chercheurs en Algérie et ce champ d'analyse est encore naissant en raison de la nouveauté de la thématique.

Cette problématique de recherche, repose sur les hypothèses suivantes :

Hypothèse 01 : Les préférences et les habitudes du consommateur d'huile d'olive :

L'évolution de la culture du consommateur nécessite incontestablement des changements de pratiques et traditions oléicoles.

Répondre aux attentes des consommateurs est l'un des facteurs susceptible, de générer de la valeur ajoutée.

La recherche d'une valorisation et d'une différenciation d'un produit, repose selon un certain nombre d'auteurs, à l'instar d'**Allaire en 2009, Ilbert et petit en 2009** ou (**Türkekul, et al 2010**), sur l'association de l'origine géographique et de la qualité du produit. L'origine géographique exerce une influence sur les préférences du consommateur et sur ses décisions d'achat. Ainsi, cette influence peut être indirecte justifiée par la qualité du produit, voire de façon directe en mettant en avant le sentiment d'appartenance à la région de production et d'autres aspects affectifs tel que se conformer à des règles éthiques ou normatives (**Van der Lans, 2001**). Il est nécessaire d'identifier les attentes des consommateurs en termes de qualité intrinsèque du produit et autres critères. Les produits de terroir sont liés aux modes de production et de transformation, mais dépendent aussi du consommateur et du distributeur (**Bérard, et Marchenay, 2000**). La logique qui mène les produits de terroir à s'imposer, auprès des consommateurs, se base essentiellement sur une construction de réputation d'image, de lien au territoire et /ou d'identification particulière (**Perrier-Cornet, 2000**).

En 2000 on a vu le retour du soutien de l'Etat dans les zones abandonnées. Deux nouveaux plans ont été lancés pour moderniser l'agriculture algérienne, à savoir le PNDA (Plan National de Développement Agricole) durant les cinq premières années et le PNDAR (Plan National de Développement Agricole et Rural) à partir des années 2005. La nouvelle stratégie de ces programmes repose sur la démarche participative, l'implication des populations locales et la valorisation des ressources du milieu rural. La nécessité de redynamiser la filière oléicole est ainsi devenue un objectif majeur. Pour ce faire, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) a initié et financé de nombreuses actions par le Fonds National de Régulation et Développement Agricole (FNRDA) pour les zones traditionnelles du nord, et les zones arides (une filière stratégique en développement dans le sud du pays).

L'Algérie a décidé en 2006 de lancer un programme de plantation de 500.000 ha d'oliviers à travers une quinzaine de wilayas de sud. Il s'agit, en fait, d'un programme très ambitieux dont l'objectif principal est de hisser la filière oléicole au rang des grands pays producteurs d'olive et d'huile d'olive (**MADR, 2006**).

La culture de l'olivier n'a pas cessé de s'intensifier, d'une année à une autre, à travers le sud du pays, malgré les contraintes édapho-climatiques du milieu, qui handicapent son

développement, selon le Commissariat au Développement de l'Agriculture en Régions Sahariennes (CDARS, Ouargla). La superficie oléicole commençait, depuis plus d'une quinzaine d'années, à évoluer à la faveur des réformes qu'a connues le secteur de l'agriculture, en plus de l'engouement des agriculteurs pour cette filière stratégique, ce qui a permis d'atteindre, en 2017, une superficie de 49.793 hectares qui représente environ 10 % de la superficie oléicole nationale sous forme de grandes exploitations industrielles réparties sur le territoire de différentes wilayas du sud.

L'Etat a consenti de gros efforts pour développer la filière oléicole par le choix des plants d'olivier adaptés aux zones arides et l'utilisation du système d'irrigation économiseur d'eau (goutte-à-goutte), en plus de la mécanisation de la filière et la modernisation de l'industrie oléicole (les équipements de transformation), pour obtenir un produit de qualité, qui répond aux exigences des consommateurs sur les marchés nationaux et internationaux.

En effet, la majorité des huiles produites au sud sont considérées comme des huiles standard et par fois issues des variétés étrangères et dépourvues de la notoriété nationale. Vu la compétitivité des prix des huiles étrangères, et en attendant de développer les réseaux commerciaux, probablement toute la production du sud sera versée dans le marché local. La disponibilité de cette matière sur le marché national peut engendrer une augmentation de la consommation nationale qui est actuellement au tour de 01 litre par habitant par an. Dans ce contexte, on peut poser la question de recherche et de réflexion suivante :

Les huiles d'olives extra vierges parvenues de sud peuvent-elles- influencer le niveau de la culture de consommation des consommateurs au nord du pays ?

Hypothèse 02 : La qualité d'huile d'olive et la filière oléicole en Kabylie :

L'introduction d'une nouvelle qualité d'huile sur le marché local à des prix compétitifs a un impact sur le fonctionnement de la filière dans notre zone d'étude.

Hypothèse 03 : Le développement et l'innovation dans la filière oléicole en petite Kabylie :

Il y a des possibilités de développement et d'innovation dans la filière afin de mieux rentabiliser les pratiques et les traditions oléicoles ainsi que de mettre en place un mécanisme de compétitivité face aux fléaux nationaux et internationaux.

Hypothèse 04 : La valorisation et la différenciation des l'huiles d'olive de la petite Kabylie :

Il y a des spécificités et des différenciations d'origine, de typicité variétale et de savoir faire à mettre en exergue dans le cadre de la mise en valeur d'un produit de niche à haute valeur ajoutée.

Hypothèse 05 : La labellisation et la qualité prescrite par les instances internationales :

La qualité telle qu'elle est homologuée et prescrite par les instances internationales peut correspondre aux attentes locales et ne pas accroître les coûts.

L'introduction de nouvelles contraintes organisationnelles peut déstabiliser la structure actuelle de l'offre et de la demande locale.

Afin de vérifier ces hypothèses et répondre à nos interrogations, nous avons travaillé sur un objet empirique délimité, à la fois objet d'une caractérisation et diagnostic des différentes étapes de la filière oléicole et la possibilité de mettre en valeur les potentialités de la zone d'étude. Notre étude de cas porte sur la caractérisation des huiles d'olive de la région de la petite Kabylie, située entre les wilayas de Bejaia, Bordj Bou Arréridj et Sétif, où les conditions de production sont rudes, en raison de la géomorphologie de ce territoire au relief montagneux très accentué. Notre zone d'étude est caractérisée par un processus de production d'huile d'olive assez traditionnel, à l'exception de quelques cas, ainsi que par la dominance des petites exploitations agricoles subsistant dans des conditions difficiles (taille foncière exigüe, zone montagneuse etc.).

L'étude de cas est une démarche pertinente, car notre objectif est la compréhension de processus et non la généralisation des résultats : «Le design d'étude met alors l'accent sur l'optimisation de la compréhension d'un phénomène plutôt que sur la généralisation des résultats » **Bardin (1986)** cité par **(Gagnon, 2005)**. L'étude de cas est la principale méthode de recherche. Cette méthode permet de donner l'accès à une compréhension profonde des phénomènes, des processus qui les composent et des acteurs qui en sont les parties prenantes. L'étude de cas selon **(Yin, 2009)** est appropriée pour trois types de recherche : exploratoire, descriptive ou explicative.

En ce qui nous concerne, nous avons réalisé plusieurs études de cas, et notre approche est exploratrice, descriptive et explicative, puisque nous cherchons à déterminer les potentialités et les caractéristiques principales participant dans le développement et la

revitalisation des régions marginales. Notre problématique nous a conduit dans une première étape, à nous baser sur les approches terroir et savoir-faire, (travaux de **(Letablier, et Nicolas, 1994), (Bérard, et Marchenay, 2000, 2004, 2007)**), permettant d'identifier les atouts spécifiques du terroir et du produit en terme de qualité spécifique, favorisant sa différenciation (travaux de **(Valceschini, 2000, 2002), (Sylvander, 2004), (Ilbert, et Coord, 2005, 2009)**). Cette étape descriptive nous a permis d'identifier et de décrire les spécificités d'un terroir, d'une région bien déterminée, dans le but de faire ressortir les stratégies et les outils de valorisation existants, y compris la possibilité ou non de la mise en place d'indications géographiques ou autres signes de qualité. L'étude de cas a porté sur la filière oléicole au niveau de notre zone d'étude, située entre les montagnes des Babors, des Bibans et de Djurdjura en Kabylie à 150 km à l'est d'Alger (Algérie). Nous justifierons plus loin le choix de cette région d'étude.

Plan et structuration de la thèse

Notre document est organisé en deux parties :

La première partie est scindée en deux chapitres, le premier porte sur les concepts théoriques sur le terroir et la filière, comme étant l'une des ressources spécifiques, des généralités sur l'oléiculture, alors que le deuxième est consacré aux différents paramètres physico-chimiques organoleptiques et à la dégustation hédonique.

La deuxième partie entame l'aspect empirique et est composée de quatre chapitres: le troisième chapitre porte sur la caractérisation géomorphologique et pédoclimatique ainsi la délimitation territoriale de la région d'étude. Le quatrième chapitre concerne la production oléicole ainsi que la description du patrimoine oléicole local et la caractérisation morphologique, pomologique et moléculaire des variétés réparties sur notre région d'étude. Le cinquième chapitre s'intéresse à la description des différentes étapes de la filière oléicole accompagnée par plusieurs études de cas pour chaque étape afin de mettre les points forts et les points faibles de la filière ainsi que la manière envisagée pour les changements et la mise en valeur des potentialités locales. Le dernier chapitre est consacré à une étude hédonique exhaustive visant à connaître les habitudes et les préférences du consommateur au niveau de la zone urbaine limitrophe de notre zone d'étude. Cette étude hédonique nous permet d'identifier les critères de préférence et les attentes des consommateurs d'huile d'olive. Enfin, une conclusion générale qui restitue les principaux résultats obtenus, leurs implications économiques et les apports de cette recherche. Elle aborde également les limites de certaines

Introduction Générale.....

approches dans le cadre de la recherche appliquée dans notre région d'étude ainsi que les perspectives de notre travail. Enfin, On termine par une conclusion générale et perspective.

PREMIÈRE PARTIE

Synthèse Bibliographique

-Etat de l'art-

Introduction

Notre travail sur la filière oléicole au niveau de la petite Kabylie nous a conduit à mettre le point sur plusieurs notions théoriques afin d'expliquer notre problématique. Cette première partie est organisée en deux chapitres :

Le premier chapitre consiste à l'étude des fondements théoriques et conceptuels des notions principales, particulièrement celles relatives au concept de terroir, de territoire et de filière. Au cours de ce chapitre, nous avons décortiqué et éclairé l'ambiguïté habituellement réputée sur le sens donné aux notions de terroir et du territoire. Pour construire une stratégie de développement territoriale il est nécessaire d'évaluer la position du territoire dans ses différents contextes : économique, écologique, humain. En outre, nous avons mis en lumière le concept de la filière dans sa dimension internationale et professionnelle, selon les auteurs, cette notion est définie comme *«un objet complexe qui appelle une analyse nécessairement multidisciplinaire pour déboucher sur des validations empiriques robustes. Ce foisonnement, à la fois sémantique, paradigmatique et instrumental, conduit, encore aujourd'hui, à l'absence d'une méthode d'analyse de filière unifiée et reconnue dans le monde académique »* (**Bencharif et Rastoin, 2007**). Par la suite, nous nous sommes intéressés en particulier à l'étude de la filière oléicole au niveau mondiale du point de vue production et consommation ainsi que sa diffusion au niveau mondial. Puis on a traité la notion de l'oléiculture à l'échelle nationale depuis l'indépendance en passant par le lancement des programmes de développement agricole et rural aux années 2000. Enfin, nous illustrons l'évolution de la filière oléicole au fil du temps, la répartition géographique du patrimoine oléicole national et les variétés nouvellement introduites.

Le second chapitre est centré sur l'olivier et l'olive à savoir son historique, sa systématique botanique, sa caractérisation morphologique et pomologique. Ainsi, nous sommes intéressés par l'étude de la qualité physico-chimique et organoleptique, les différentes étapes et procédés technologiques d'extraction de l'huile d'olive. Enfin, nous avons caractérisé la composition chimique d'huile d'olive en étudiant les différents facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive.

Chapitre 01

Concepts théorique

1. Le terroir

1.1. La notion du terroir

Un terroir désigne une région naturelle homogène qui représente un espace concret, tangible et cartographiable, à travers de multiples facteurs géo-climatiques ainsi qu'à travers les ressources et productions qu'il est susceptible d'apporter par sa spécialisation agricole. Le mot « terroir¹ » semble ne pas avoir d'équivalent dans les autres langues européennes, anglo-saxonnes notamment, et se confond alors souvent avec la notion de territoire (**Bérard, 2011**).

Le concept de terroir englobe une dimension culturelle qui reflète directement la société humaine qui l'exploite et son histoire. Une autre de ses dimensions relève de la typicité du milieu et de ses productions agricoles (**Casabianca, 2011**). La conception du terroir comme lien entre diversités des milieux, des cultures, des agricultures et des alimentations. Leur définition dépend étroitement des caractères de la civilisation qui occupe les terres. Ainsi, dans un même espace, avec des potentialités et des contraintes physiques identiques, des sociétés humaines différentes sont susceptibles de développer des terroirs distincts (**Rastoin et Gherzi, 2010**).

Le terme de « terroir » s'emploie indifféremment pour désigner un espace terrestre, une unité physique, un « territoire » aménagé par l'homme. En géographie rurale, on le définira comme une portion d'espace agricole homogène présentant des aptitudes agronomiques particulières et des qualités spécifiques, mais approprié, aménagé et valorisé par un groupe social, notamment sous l'angle de savoir-faire reconnu par des usages et capables d'exprimer ces potentialités naturelles à travers un produit, en particulier un aliment dont la typicité et l'origine sont reconnues collectivement. Le terroir est un système complexe, constitué d'une chaîne de facteurs (naturels et sociaux), allant jusqu'au produit final ou « produit de terroir » (**Cartier, 2004**).

Les limites de ces territoires correspondent souvent à des frontières naturelles (exemple : cours d'eau, littoraux, changement de socle géologique) (**Bérard, 2011**).

¹- Un travail collectif (INRA-INAO-UNESCO, cité dans la charte Terroirs & Cultures, 2005) a abouti à : « Un terroir est un espace géographique délimité défini à partir d'une communauté humaine qui construit au cours de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs et de pratiques, fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains. Les savoir-faire mis en jeu révèlent une originalité, confèrent une typicité et permettent une reconnaissance pour les produits ou services originaires de cet espace et donc pour les hommes qui y vivent. Les terroirs sont des espaces vivants et innovants qui ne peuvent être assimilés à la seule tradition ».

1.2. Terroir et territoire

Le terme territoire est souvent confondu avec le mot terroir, mais pratiquement les deux concepts sont complètement différents. En fait, le territoire regroupe généralement un ensemble de terroirs qui représentent différentes spéculations agricoles. (*Claire et Lefort, 2011*).

Quant aux géographes et économistes le concept du territoire est préféré car il permet de ne pas délimiter la ressource territoriale à la seule perspective de développement agricole (*Giraut, 2008*). Alors que les agronomes ont introduit le concept de système agroalimentaire localisé (*Syal*) : terroir (*Muchniketal., 2008*), afin d'éviter la confusion entre le lien avec la production agricole et l'espace de projet d'une communauté humaine (*Prévost, 2011*).

1.3. Le terroir entre nature et culture

Depuis longtemps le terme terroir désigne d'une part, une étendue de terre assez limitée, ce qui amène à utiliser des termes comme « territoire » ou comme « finage » d'une communauté. D'autre part une terre avec ses qualités ou ses aptitudes agricoles, éventuellement modifiées par l'action anthropique selon les techniques utilisées au cours des temps. Pourtant, dès 1949, M. Derruau élargit la notion au territoire aménagé par l'homme en désignant « un territoire cultivé se distinguant de ses voisins par des caractères particuliers d'ordre physique ou d'ordre humain : un relief particulier, un microclimat ou, si l'on préfère, un climat local, un sol, et une utilisation culturelle ». Le concept est pris dans toute sa complexité entre nature et culture, sans minimiser l'une ou l'autre dimension (*Pilleboue, 1999 ; Bérard et al., 2004 ; Rouvellac, 2005*).

Une deuxième approche, d'une tendance socioculturelle, s'appuyant sur le savoir-faire et les pratiques, et autres inscrits dans le terroir construit par un groupe d'individus qui exerce certains pouvoirs et partage des représentations sociales, une relation intime avec ces « lieux » qui façonnent son identité. Marqueurs identitaires avec un projet de valorisation qui permet de les penser, les terroirs sont parfois issus d'une action collective et deviennent l'objet d'une appropriation intentionnelle. En outre, dans une autre approche systémique assez large, les agro-systèmes qualifient le terroir et le territoire comme deux concepts pouvant s'inclure mutuellement et être construits dans des dynamiques interactives, révélant des stratégies complexes d'organisation, de domination et d'exclusion, de gouvernance, de perceptions et de représentations construites localement (*Cartier, 2004*).

1.4. Entre terroir, territoire et finage

Les géographes restent prudents face à la standardisation du concept de terroir et veillent à ne pas négliger la question des échelles. A petite ou moyenne échelle, la notion du terroir relève plus d'une géographie sociale : c'est une combinaison ou association de terroirs juxtaposés, qui s'impose généralement dans le cas de la reconnaissance de biens spécifiques ou de la « territorialisation » de la qualité d'une production. Face à la croissance démographique et dans le contexte d'essor des systèmes commerciaux, de proximité ou « agro-industriels », une « transition foncière » s'opère avec des stratégies d'accaparement et de délimitation précise des exploitations : on peut alors glisser du terroir au finage (**Pélissier, 1995**).

1.5. Le produit de terroir et construction sociale de la qualité

Les produits de terroir sont des biens qui, par leurs spécificités reconnues, permettent de marquer un territoire bien délimité, à l'intérieur duquel ils sont obtenus (produits et/ou transformés, et/ou élaborés) de façon homogène, avec des savoir-faire transmis reliés à des biens communs. Un produit peut être désigné par le nom du territoire ou d'un lieu de son élaboration et systématiquement gagne son identification, voire sa qualité. Cependant, certaines productions présentant des spécificités sanitaires, nutritionnelles ou organoleptiques, fondées sur des normes précises et contrôlées, on peut leur attribuer le signe aliments sous label, ne sont pas liées à des terroirs particuliers. Par contre, l'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) ou Appellation d'Origine Protégée (AOP) et l'Indication Géographique Protégée (IGP), désignent des productions agricoles de qualité entretenant des relations privilégiées avec les territoires où elles sont obtenues (**Scheffer, 2002 ; Cartier, 2004 ; Durbiano et Moustier, 2007**).

2. La filière

2.1. Définition du concept de filière

Le concept de filière, en fournissant un cadre de représentation des relations méso économiques en termes des relations verticales entre agents, propose de réintroduire ces déterminants spatio-temporels et technico-économiques dans les décisions économiques. Pourtant, on observe une dilution de ces travaux alors que d'autres terminologies, chaîne de valeur (*value chain*), chaîne globale de valeur (*global value chain*) et chaîne d'approvisionnement (*supply chain*), se multiplient (**Temple et al. 2009**).

2.2. La filière et les transformations des systèmes productifs

Selon les travaux de **Milhau** en **1954** sur la « liaison verticale des marchés agricoles », il est considéré que la contribution de l'économie rurale à l'élaboration du concept de filière est primordiale. Au début des années 60, le terme de la filière se diffuse et apparaît dans des outils de comptabilité mobilisés dans la formulation des politiques industrielles. Le concept de la filière est devenue le synonyme de la notion de branche ou de secteur qui propose de découper le système productif afin de mieux comprendre les dynamiques d'émergence, le déclin et la reconfiguration de ses composantes (**Malassis, 1973**). Comme les produits agricoles frais (lait, fruits, légumes, viandes) sont caractérisés par leurs sensibilités, les travaux se sont orientés vers les processus de coordination entre les différents acteurs afin d'optimiser la gestion de la qualité, du risque et des flux tout au long de la filière (**Lauret et Pérez, 1992**).

Les politiques de l'organisation des filières dans les pays en voie de développement posent, d'une part les problèmes de maîtrise de la transformation des systèmes productifs, et d'une autre part l'absence de mécanisme d'articulation entre l'agriculture et le reste de l'économie. En fait, la filière est devenue un outil privilégié d'aide à la décision publique, au moment où les données statistiques sont insuffisantes et peu fiables (**Griffon, 2002**). Le concept de filière est en particulier mobilisé pour analyser la forte croissance des marchés alimentaires urbains et les modalités d'insertion des agricultures vivrières dans l'économie marchande et l'articulation d'espaces hétérogènes (**Lançon, 1989**). Elle permet aussi d'appréhender la globalisation des processus de production et de consommation (**Daviron et Gibbon, 2002**).

Cependant, à partir de la fin des années 80, l'utilisation du concept de filière a été marginalisée car l'analyse de la « transnationalisation » des systèmes productifs privilégie le rôle des firmes au dépend des formes d'intégration et de recomposition des agents économiques. Ainsi, la libéralisation des marchés et de la mondialisation des échanges rendent les questions de politique industrielle moins prégnantes (**Rastoin et Ghersi, 2010**).

2.3. De la filière à la chaîne globale de valeur

Dans les années 90, il apparaît pour la première fois aux Etats-Unis un nouveau concept de la filière, qui est « la chaîne globale de commodité (CGC) », dont l'appellation évoluera plus récemment vers chaîne globale de valeur (CGV) (**Hopkins et Wallerstein, 1977**).

Les sociologues du développement mobilisent la notion de « chaîne de commodité », allant de la collecte de matières premières à la transformation et distribution de produits finis, pour saisir les nouvelles formes d'échange et d'usage des ressources. L'objectif des recherches est devenu la « *commodification* » des processus, c'est-à-dire la marchandisation des différentes étapes de la production et la consommation par laquelle le système capitaliste assure son expansion et cherchent à saisir la manière dont la mondialisation s'organise par la dispersion géographique des différentes étapes de la « chaîne de commodité » (*Appelbaum, et Gereffi, 1994*).

En fait, les « chaînes globales de commodité (CGC)²», consistent en des « réseaux inter-organisationnels reliant des ménages, des firmes et des Etats dans l'économie mondiale» en mobilisant quatre prismes complémentaires : la *structure des inputs-outputs*, la *gouvernance* (rapports de pouvoir et modes de coordination), la *territorialité* (dispersion, concentration spatiale des activités), le *contexte socio-institutionnel* (politiques publiques et conditions culturelles) (*Bair, 2010*).

2.4. De la filière à la chaîne d'approvisionnement

Depuis plusieurs années, des travaux soulignent une transformation des formes de la concurrence en se polarisant sur les systèmes d'offre qui entrent en compétition. Selon les travaux de *Porteren1985*, la chaîne de valeur influence les recherches conduites sur la chaîne d'approvisionnement (supply chain). D'une certaine manière, la chaîne de valeur instrumentalise le concept de filière en vue de créer des outils de pilotage stratégique des entreprises.

La chaîne d'approvisionnement correspond à un ensemble d'activités et d'opérations soutenant les fonctions d'approvisionnement de matières et composants auprès d'un réseau de fournisseurs, de transformation et d'assemblage de ces matières et composants en produits intermédiaires ou finis, puis de distribution aux consommateurs, via des distributeurs. Ainsi, elle se présente comme le niveau pertinent d'analyse d'une compétition industrielle fondée sur une maximisation des revenus et une minimisation des coûts de mise à disposition des produits au consommateur, avec une réduction des délais de réaction. Elle conduit à une

² - La chaîne de valeur désigne l'ensemble des activités productives réalisées par les entreprises en différents lieux géographiques au niveau mondial pour amener un produit ou un service du stade de la conception au stade de la production et de la livraison au consommateur final. Ces activités englobent selon les cas la recherche-développement, la conception, la production, la commercialisation, la distribution, la vente au détail, et parfois même la gestion et le recyclage des déchets. L'intensification de la mondialisation des chaînes de la valeur a entraîné un niveau sans précédent d'interdépendance entre les pays associés aux chaînes d'approvisionnement.

réduction systématique du stock total de matières, d'en-cours et de produits finis, de suppression des goulots d'étranglement et de compression des temps de réponse.

Méthodologiquement, à la différence de la chaîne de valeur, la chaîne d'approvisionnement se concentre sur les interactions entre ses parties prenantes (industriels, distributeurs, prestataires de services logistiques...etc.). L'approche (*supply chain*) cherche ainsi à proposer des solutions directement opérationnelles à des problèmes de management privé et/ou public, améliorer le système de livraison des produits jusqu'aux points de vente de la grande distribution. L'approche (*supply chain*) consiste de fait à mettre au centre de l'analyse le client, intermédiaire ou final, en vue d'augmenter son niveau de satisfaction en termes de coût, de service et de réactivité (*Fulconis et al., 2011*).

3. La filière oléicole dans le monde

L'oléiculture constitue de très loin, la première arboriculture méditerranéenne en surfaces avec 13 millions d'hectares en 2017 selon (*Oreggia et Marinelli, 2018*). Depuis l'antiquité, l'oléiculture représente la principale activité agricole dans le pourtour méditerranéen avec plus de cinq millions d'exploitations oléicoles, des centaines de millions de journées de travail pour les exploitants et les travailleurs saisonniers, des centaines de milliers d'entreprises (moulins, confiseries, unités de conditionnement, commerces...). L'olivier est particulièrement bien adapté au milieu méditerranéen au point que la limite septentrionale de sa culture était utilisée pour définir l'aire du climat méditerranéen. La culture de l'olivier offre ainsi un domaine d'investigation dans lequel la biogéographie et l'étude historique et socio-économique peuvent s'adosser pour saisir la notion de « méditerranéité » symbolisée par cet arbre. En fait, les produits oléicoles étaient consommés dans le seul monde méditerranéen et leur usage ne dépassait guère cette région mais par la suite ces derniers ont été connus, diffusés et répartis dans le reste du monde (*Alexandre et al., 2006*).

Au niveau mondial, la filière oléicole produit environ 04 millions de tonnes d'huile d'olive et 02 millions de tonnes d'olives de table pour une valeur estimée à plus de 20 milliards d'euros et des échanges portant sur plus de 4 millions de tonnes d'huile et d'olives (*COI³a, 2016*). En outre, la sphère économique s'inscrit nécessairement dans des systèmes

³ - Le COI a eu son origine dans l'Accord international sur l'huile d'olive qui a été conclu à Genève le 17 octobre 1955. Après la modification de ce traité et la mise en vigueur de la version modifiée, le COI a été créé en vertu de ce traité en 1959, dont le siège est à Madrid en Espagne. Ce premier accord est resté en vigueur jusqu'en 1963, date à laquelle un deuxième accord a été négocié.

sociaux et politiques tout aussi fondamentaux qu'il convient de prendre en compte dans une vision holiste. Les questions inhérentes à la main-d'œuvre, aux structures sociales (rapports au collectivisme ou l'individualisme, interrelations sociales...) ou à l'encadrement social et politique (choix et mesures politiques, réglementations, attentes sociales et sociétales...). Le domaine d'étude de l'oléiculture s'inscrit donc dans un ensemble où se mêlent étroitement les sphères économiques, sociales et politiques. Cela nécessite une vision à la fois élargie (multiples domaines concernés) et à des échelles variées (du niveau de l'exploitation jusqu'au marché international) (*Alexandre, 2006*).

3.1. L'oléiculture face aux changements de la modernité

Depuis les années 80, l'oléiculture a connu des grands changements contemporains et présents des aspects qui la placent dans une situation pionnière. Ces mutations majeures sont multiples et modifient en profondeur les systèmes oléicoles traditionnels (*Angles, 2000*). Contrairement à l'image réputée d'une oléiculture figée dans le temps, les systèmes oléicoles ont déjà connu dans le passé peu de changements qui s'opéraient très lentement: la mécanisation des pratiques oléicoles et des procédés de transformation était encore peu avancée jusqu'aux années 70 et les nouvelles techniques utilisées n'avaient pas modifié les systèmes productifs (*Alexandre 2006*). L'entretien des sols et la trituration des olives n'ont pas besoin de forces humaines ou animales et pouvait alors s'effectuer grâce à des engins motorisés pour mouvoir les meules et activer les presses. Jusqu'aux années 90 en Afrique du Nord, et aux années 2000 en Algérie, on pouvait encore observer des techniques oléicoles inchangées puisque des tâches arboricoles s'effectuaient encore manuellement (labours, taille, récolte) et les opérations industrielles demeuraient rudimentaires dans les huileries (longue mouture avec des meules mues par des animaux ou de simples moteurs, pressage effectué par des systèmes employant la force humaine). Parallèlement, d'autres activités agricoles méditerranéennes connaissaient des changements rapides avec le développement de la mécanisation, de l'irrigation, de la fertilisation ou de la protection phytosanitaire. L'oléiculture apparaissait ainsi comme un « fossile », le symbole d'une tradition agricole figée, sclérosée au cœur d'un XX^{ème} siècle totalement voué à la modernité et à la technicité (*Angles, 2014*).

3.2. L'oléiculture de la méditerranée au mondiale

Il est montré que l'origine de l'olivier se situe en Asie mineure où il est très abondant. La zone de culture de ce dernier est très étendue allant de la Syrie à la Grèce, bien que

d'autres hypothèses la situent dans la basse Egypte, en Ethiopie, dans les montagnes de l'atlas et dans certaines régions de l'Europe (*Stephane, 2016*). À partir du VI^{ème} siècle avant J-C, la culture de l'olivier s'est étendue sur tout le bassin méditerranéen en passant par l'Algérie, la Tunisie, la Tripolitaine, la Sicile et à l'Italie méridionale.

En effet, la propagation de l'olivier est tenue par les romains dans tout les pays côtiers de la Méditerranée (Espagne, Italie, Grèce...). La culture de l'olivier s'est étalée en dehors du bassin Méditerranée vers l'Amérique. En 1560, la culture de l'olivier s'est diffusée dans le sud au Pérou, en Argentine, au Chili, en Uruguay, et dans le Nord - zones côtières du Mexique et des États-Unis - où il a trouvé son environnement idéal dans l'État de Californie. Au cours des périodes plus récentes, l'olivier a poursuivi son expansion au delà de la Méditerranée, s'implantant dans des régions fortement éloignées de son lieu d'origine comme l'Afrique du Sud, le littoral australien, la Nouvelle-Zélande et la Chine (*Figure 01*) (**COI 2016**).



Figure n° 01 : Diffusion géographique des aires oléicoles dans le monde

Malgré sa propagation sur tout le globe terrestre, le bassin méditerranéen reste toujours la terre de prédilection de l'olivier où il prend toute sa force et sa splendeur (*Migdalas et al., 2004*). L'olivier constitue un élément culturel clé dans la région méditerranéenne du point de vue socio-économique et sa culture est à l'origine de beaucoup de manifestations sociales et culturelles liées à la gastronomie, à l'artisanat, au tourisme, aux traditions des peuples méditerranéens (*COI, 1998*).

Jusqu'aux années 80, l'oléiculture était encore un secteur pour lequel la production, la consommation et les échanges étaient limités au bassin méditerranéen du fait que 97 % de la production d'huile d'olive était consommée par les seuls pays méditerranéens. Les principaux flux concernaient les achats massifs d'huile d'olive par les Italiens dont la production ne pouvait suffire à leur propre consommation et à leurs exportations. Les Etats-Unis constituaient le seul marché notable situé en dehors du bassin méditerranéen mais ces achats demeuraient encore modestes (25 000 tonnes environ en moyenne). Les importations d'Europe du Nord et du Japon étaient très limitées se réduisant à quelques milliers de tonnes. La consommation d'huile d'olive restait une habitude culinaire confinée aux seules sociétés méditerranéennes comme le montre le tableau 01 (*Angles, 2012*).

Tableau 01 : Evolution de la consommation moyenne annuelle d'huile d'olive par habitant dans quelques pays consommateurs (1980-2014) (COI, 2015).

N°	Pays	Consommation en 1980 en Kg/habitant-an	Consommation en 2014 en Kg/habitant-an
01	Grèce	18	21
02	Italie	09	12
03	Espagne	09	11
04	Portugal	04	7,1
05	Maroc	1,2	3,9
06	Tunisie	1,5	3,7
07	Jordanie	2	3,0
08	Turquie	0,8	2,0
09	France	0,4	1,8
10	Suisse	0,5	1,7
11	Algérie	0,7	1,0
12	Royaume-Uni	0,1	1,0
13	Etats-Unis	0,1	0,8

3.3. L'oléiculture : production et consommation mondiales

La production mondiale de l'huile d'olive a connu une tendance clairement à la hausse. En effet au cours de la période 1990/2017, la production mondiale a atteint 2,86 millions de tonnes en moyenne, alors qu'elle était de 1,863 millions de tonnes au cours de la décennie 80/90. Exceptionnellement, la campagne 2013/2014, représente l'année de la plus forte production en huile (3,25 millions de tonnes) enregistrée durant l'histoire de l'oléiculture selon le *COI* en **2016** le tableau 2 montre l'évolution de la production d'huile d'olive dans les principaux producteurs dont les quatre pays producteurs, à savoir : l'Espagne, la Turquie, le Maroc et la Syrie ont enregistré les plus fortes progressions parmi les autres pays producteurs d'huile d'olive dans le monde.

L'union européenne est l'acteur principal du marché mondial de l'huile d'olive. La production des trois pays (Espagne, Italie et Grèce) représente environ 97 % de l'ensemble de l'union européenne. Actuellement, l'Espagne est en tête avec 62 % de la production totale de l'UE et 40 à 45 % de la production mondiale, suivant les années (*Oreggia et Marinelli, 2017*). En outre, la Tunisie est le 2^{ème} producteur de l'huile d'olive suivie de la Turquie et du Maroc (Figure 02).

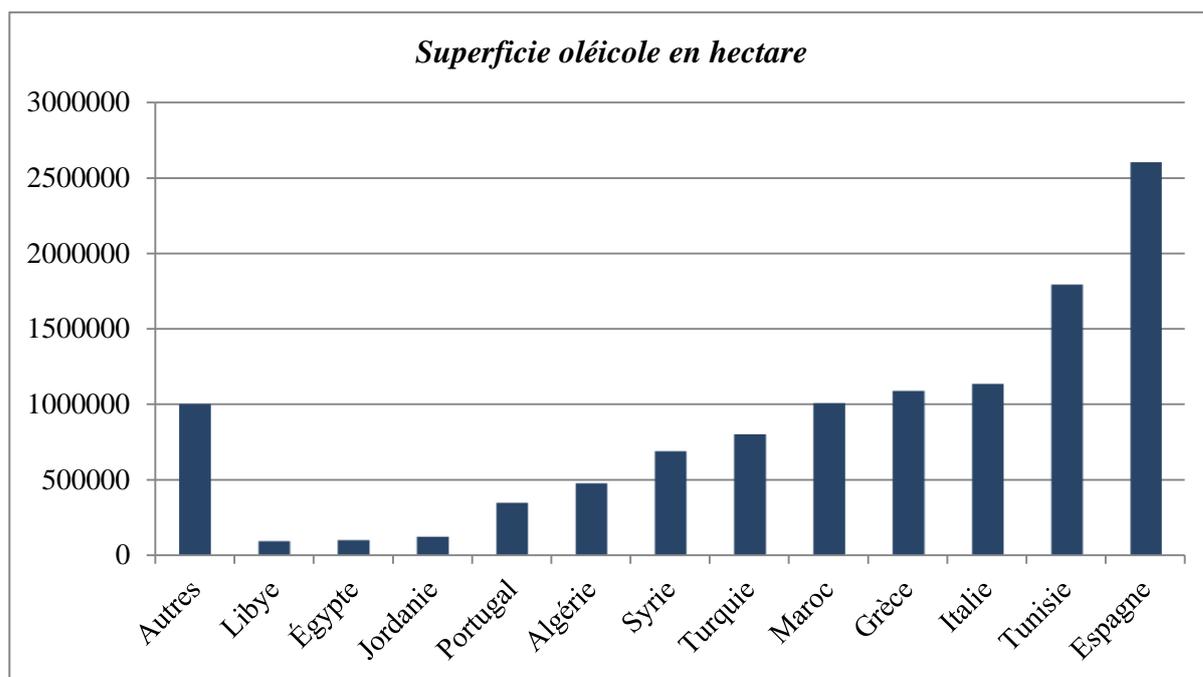


Figure 02 : La répartition de la superficie oléicole mondiale (2017) (COI, 2018).

Citons enfin d'autres producteurs émergents, comme l'Afrique du Sud, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Iran et les Etats unis (*COI, 2016*).

Par ailleurs, l'augmentation de la production est principalement due à une croissance importante des superficies plantées en oliviers et aussi à la modernisation mécanique de l'oléiculture (*Thabet, 2004*).

La culture de l'olivier recouvre de nos jours plus de 11 382 383hectares dans 47 pays des cinq continents. Toutefois, 98% de la production mondiale est concentrée dans le bassin Méditerranéen (*Oreggia et Marinelli, 2018*).

Même si la production et la consommation mondiales ont sensiblement augmenté, l'huile d'olive continue à n'occuper qu'une petite place sur le marché mondial des huiles végétales liquides: 1,4 % (*données USDA 2018*). C'est un pourcentage qui peut paraître aujourd'hui insignifiant vu la place qu'occupait l'huile d'olive à l'époque de l'empire romain

ou des croisades. Autre information qui ressort de cette étude de marché est que la part de l'huile d'olive dans la consommation des huiles végétales, qui est déjà faible, diminue. Donc, le taux de consommation mondiale en huile d'olive est passé de 2,2% en 2007, à 2% en 2012, pour finir par un pourcentage de 1,4% en 2018 (Figure 03) (*données USDA 2018*).

Tableau 02 : Evolution de la production d'huile d'olive dans les principaux pays producteurs (en milliers de tonnes) (COI 2015).

Pays	Moyenne 1990-95	Moyenne 1996-02	Moyenne 2003-08	Moyenne 2009-14	% production mondiale	Evolution 90-95/09-14
Espagne	574,1	961,6 1	1101,0	1274,9	43,8 %	+ 122,1 %
Italie	476,8	561,2	623,4	395,1	13,6 %	-17,1 %
Grèce	311,5	408,6	361,5	284,3	9,8 %	-8,7 %
Tunisie	156,7	146,4	186,7	180,3	6,2 %	+15,1 %
Turquie	74,0	122,9	117,2	166,3	5,7 %	+124,7 %
Syrie	73,7	116,1	128,2	164,7	5,7 %	+123,5 %
Maroc	40,7	60,1	78,3	123,3	4,2 %	+202,9 %
Portugal	35,3	37,0	39,8	68,9	2,4 %	+95,2 %
Algérie	26,5	31,5	40,3	52,1	1,8 %	+96,6 %
Total	1769,3	1445,4	2676,4	2709,9	93,2%	83,81%

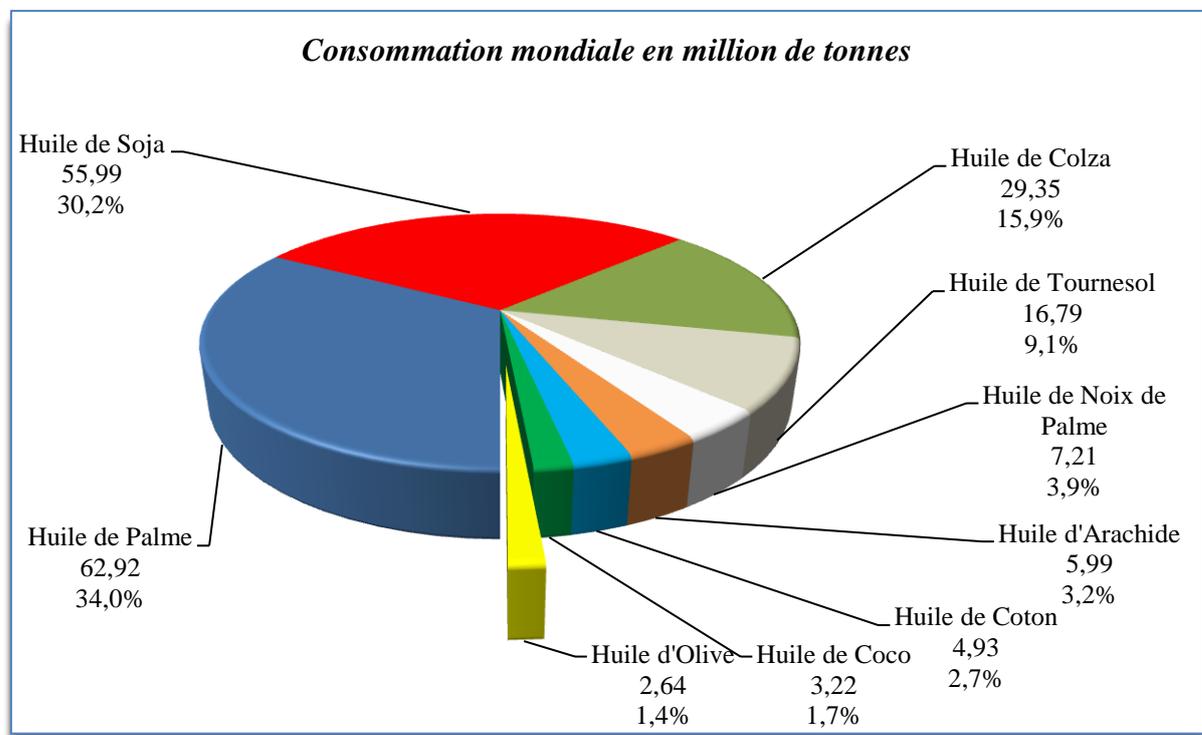


Figure 03: La consommation des huiles végétales au niveau mondial (source : USDA 2018).

C'est pourquoi, dans l'esprit des consommateurs, familles comme restaurateurs, y compris ceux vivant dans les pays producteurs, l'huile d'olive peut facilement être remplacée par les huiles de cuisine et, à table, par du beurre.

L'introduction des techniques agronomiques innovatrices et la mise en œuvre de plans de développement du secteur, programmés pour rénover des plantations âgées ou pour développer une oléiculture plus rémunératrice, ont donné lieu à une forte expansion de la surface oléicole mondiale qui a atteint 11 382 383 hectares en 2017. Cette tendance s'est confirmée et accentuée au cours des vingt dernières années avec une croissance moyenne de plus de 30% de superficie sur l'ensemble des pays producteurs (données du *COI en 2018*).

Actuellement, l'oléiculture « *traditionnelle* », qui est encore aujourd'hui la plus diffusée (50 % de la superficie oléicole totale) et qui fournit 40 % de la production, a fait l'objet d'interventions légères et ponctuelles de rajeunissement des plants. Le nombre d'arbres a augmenté pour atteindre 1 460 000 000 pieds et les oliveraies ont été adaptées aux techniques culturales modernes. En effet, l'Espagne se classe en premier lieu en matière de superficie oléicole (2.605.131 ha) suivie par la Tunisie (1.800.000 ha), alors en troisième position vient se classer l'Italie (1.147.877 ha) (Figure 02) (*Oreggia et Marinelli, 2018*).

3.4. L'oléiculture en Algérie

La culture de l'olivier en Algérie est une activité ancestrale depuis son introduction par les phéniciens en Afrique du nord et particulièrement en Algérie. En effet, les pressoirs d'olive existants au niveau des hauts-plateaux représentent des témoins de cette ancienne activité durant l'époque romaine (*Mendil et Sebai, 2006*).

L'oléiculture représente la culture fruitière la plus répandue, elle compte dans notre pays près de 34.739.080 pieds en occupant 5.72 % de la surface agricole utile (SAU). Selon les données du Ministère de l'agriculture, les surfaces oléicoles cultivées en Algérie ont augmenté presque trois fois plus depuis dix sept ans: de 170 000 hectares en 2000 à 487.000 hectares en 2017 (*Oreggia et Marinelli, 2018*).

La production d'huile d'olive n'a pas suivi l'augmentation des surfaces cultivées et a enregistré une allure assez aléatoire en raison des conditions climatiques fluctuantes ainsi que les nouveaux arbres ne sont pas encore entrés en production. Durant la campagne oléicole 2003/2004, le pic de production a ainsi été atteint avec près de 69 500 tonnes d'huile d'olive, ensuite la production baisse jusqu'à atteindre 21 500 tonnes en 2006/2007. Globalement, la

production moyenne d’huile d’olive en Algérie atteignait 31.200 tonnes au cours de la décennie 1990/2000. Cependant, au cours de la période entre 2000 et 2017, la production s’est élevée en moyenne à 41.500 tonnes et a même atteint les 83.000 tonnes en 2015/2016 (Figure 4).

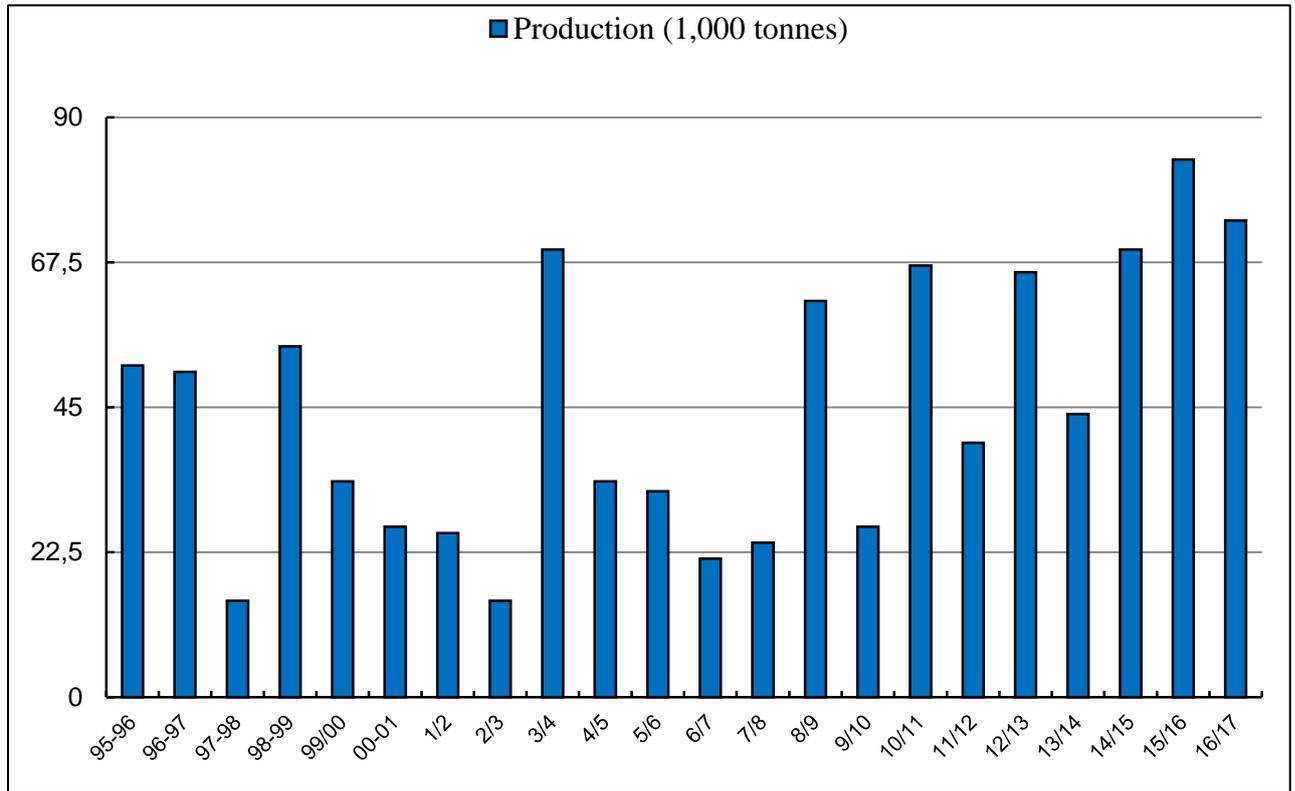


Figure 04 : Evolution de la production oléicole en Algérie (1995-2017) (MADR, 2018)

La faiblesse de la production s’explique par plusieurs facteurs liés au climat, aux apports en amendements, au labour régulier, à l’irrigation, à la taille de formation (qui augmente l’ampleur de l’arbre) et de fructification (élimine les branches inutiles) et à la protection contre les parasites et insectes (*Lazzari, 2009*).

Par conséquent, l’Algérie a une production assez faible par rapport aux autres pays de la Méditerranée, et est classée en 7^{ème} position après l’union européenne, la Grèce, la Tunisie, la Turquie, la Syrie, le Maroc, (2,1% de la production mondiale et 2% de la consommation mondiale) (Tableau 01) (*COI, 2017*).

La superficie oléicole est répartie essentiellement dans la partie nord du pays en 2017. A l’Est, on recense principalement et par ordre d’importance les wilayas suivantes: Jijel, Skikda, Mila, Batna et Guelma. Alors qu’au centre du pays sont réparties essentiellement les wilayas : Bejaia, Tizi Ouzou, Bouira, Bordj Bou Arréridj, Sétif, M’sila et Boumerdès.

L'Ouest est représenté par les wilayas oléicoles suivantes: Mascara, Tlemcen, Djelfa, Relizane, Mostaganem et Sidi Bel Abbes (Figure 05) (*MADR, 2017*).

En général, le système de production oléicole est caractérisé par des petites exploitations à caractère privé, morcelés, dans l'indivision et la surface moyenne par exploitation oléicole est très réduite. Cependant, les grandes exploitations oléicoles sont situées vers le centre et le sud, et plus précisément dans les haut-plateaux. Le secteur oléicole en Algérie, fait fonctionner un tissu industriel renfermant 1992 huileries (maâssara, système de presse et système de centrifugation à trois phases).

Au lendemain, de l'indépendance nationale en 1962, le patrimoine oléicole est constitué de 11.500.000 oliviers qui occupe une superficie d'environ 100.000ha (*Alloum, 1974*). Depuis cette époque, la filière a très lentement évolué à raison de 2000 ha/an en montrant des signes de crise en raison des conditions géomorphologiques (dans les zones de montagne) et institutionnelles (faible soutien) et la pratique en système traditionnel peu compétitif (*Hadjou, et al., 2013*). En 2000, la surface oléicole nationale a atteint environ 168.080 ha et est concentrée dans la région de la Kabylie (80 %) délimitée entre la capitale et la wilaya de Skikda passant par les wilayas suivantes : Boumerdes, Tizi Ouzou, Bouira, Bejaia, Bordj Bou Arréridj, Sétif, Jijel et Skikda (Figure 06). Et c'est à partir du lancement du programme national de développement agricole (PNDA) que la surface oléicole a connu une augmentation dans plusieurs wilayas à travers tout le pays et plus particulièrement dans le sud.

Donc, la surface a triplé pendant 15 ans à raison d'une moyenne 20.000 ha par an. En faite, des nouvelles wilayas qui n'étaient pas considérées comme des zones oléicoles, ont émergés et sont devenues actuellement des régions potentielles comme : Djelfa, M'sila, Batna, Mila, Tlemcen (Figure 06) (*MADR, 2015*).

Malgré l'augmentation ces dernières années des surfaces oléicoles, la production et les rendements sont toujours bas. Cela est dû à plusieurs facteurs voir essentiellement : La faible organisation de la filière oléicole, les structures de production peu compétitives, la superficie oléicole morcelée et les exploitations faiblement entretenues (*Hadjou, et al., 2013*).



Figure 05 : Répartition de la zone oléicole en Algérie (Guissous et Boulkroune, 2017).

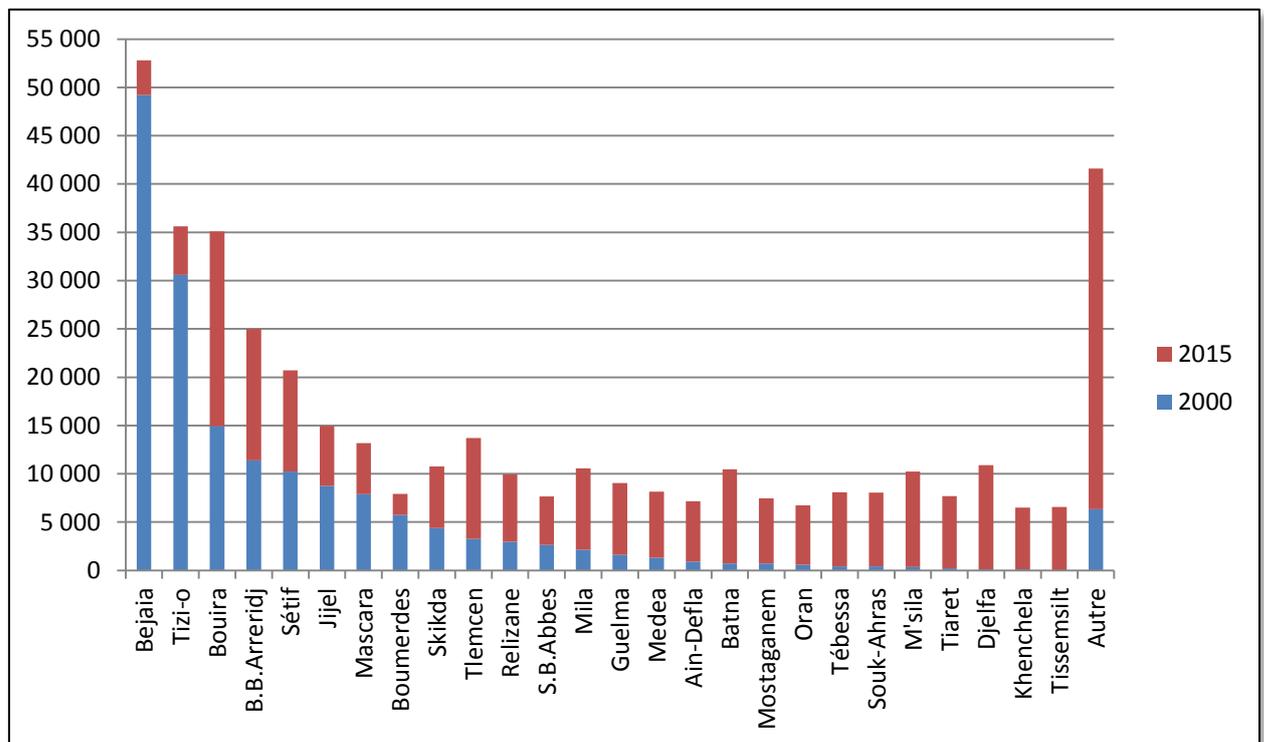


Figure 06 : Evolution des superficies oléicoles en Algérie (2000/2015) (MADR, 2016)

3.5. Principales variétés algériennes d'olivier

Les variétés d'oliviers constituent un élément distinctif déterminant pour différencier les qualités gustatives des produits oléicoles (Fiorino, 1996 ; Moutier et al., 2004 ; Moutier et al., 2011). Le patrimoine variétal oléicole algérien est très riche, l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne a répertorié 72 variétés autochtones dont 36 sont

homologuées, le reste est en cours de réalisation (*Mendil et Sebai, 2006*). Les variétés d'oliviers les plus fréquentes en Algérie offrent la meilleure valorisation et cela concerne particulièrement les cultivars Adjeraz, Chemlal et Sigoise bénéficient d'une bonne appréciation qui occupent à eux seuls près de 400.000 hectares soit les 3/4 de l'olivieraie nationale.

La variété Chemlal est la plus dominante en occupant plus de 45% de la superficie oléicole nationale. L'arbre est dur et robuste. Il se trouve principalement dans toute la Kabylie du littoral au Sud de M'Chedallah et le Sud de Beni Ourtilane, en traversant la vallée de la Soummam. La variété Sigoise destinée essentiellement pour la production des olives de table est classée en deuxième position en occupant 25% de la superficie oléicole, elle est concentrée dans l'ouest du pays particulièrement la région de Sig (Mascara). La variété Azeradj vient en troisième position en occupant environ 10% de la superficie oléicole et se trouve au niveau de la vallée de la Soummam accompagné de la variété Chemlal. D'autres variétés moins fréquentes existent au niveau de la Kabylie, à savoir : Aberkane, Bouchouk Lafayette, Bouchouk Soummam, Aguenou, Ayemel...etc. (*Mendil et Sebai, 2006*).

Il existe aussi d'autres variétés étrangères introduites dans toute la méditerranée durant l'époque coloniale telles que les variétés françaises (Aglандаu, Picholine, Lucque), des variétés espagnoles (Sevillane, Arbosana, Cornicabra) et des variétés italiennes (Frontoio, Leccino) (*Mendil et Sebai, 2006*). Dans le cadre des programmes de développement agricole algérien des années 2000, de nombreux investisseurs ont importé des espèces d'oliviers étrangères particulièrement d'origine tunisienne et espagnole (Arbequina et Picual) afin de couvrir le manque flagrant en plants d'oliviers, et les zones bénéficiaires sont situées dans le sud du pays.

L'analyse phylogénétique et de la structure des populations divise les accessions des oliviers algériens en deux principaux groupes correspondant aux oliviers traditionnels tel que (Chemlal, Azeradj et Limli) et des hybrides entre l'oléastre et les variétés traditionnelles (*Boucheffa et al, 2016*).

Chapitre 02

Généralités sur l'olivier et l'huile d'olive

1. L'olivier

L'olivier (*Olea europaea*) est un arbre fruitier de la méditerranée. Symbole de vie et de pérennité, il constitue également une allégorie de la paix. Il peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur et vivre très longtemps, parfois jusqu'à 1.000 ans ou plus. L'olivier craint le gel, l'humidité et les excès d'arrosage. Pour les arbres jeunes, les températures ne doivent pas descendre en dessous de -10 °C. Les arbres plus âgés bénéficiant d'une terre drainée, peuvent survivre jusqu'à -20°C. L'olivier supporte très bien la chaleur jusqu'à 40 °C. Par contre, au-dessus de cette température, il commence à perdre ses fruits. Pour avoir une bonne fructification, il faut un bon ensoleillement estival. L'olivier préfère les sols légers qui filtrent l'eau rapidement. Il aime les sols pauvres, caillouteux et un peu calcaires. Le tronc a souvent un aspect « torturé »⁴ (*Connor et Fereres, 2004*).

1.1. Description botanique

Très rameux, il dispose d'un tronc noueux et d'une écorce brune crevassée. Ses feuilles, persistantes en hiver, sont opposées, ovales, allongées, portées par un court pétiole, coriaces, entières, enroulées sur les bords, d'un vert foncé luisant sur la face supérieure et d'un vert clair argenté avec une nervure médiane saillante sur la face inférieure. Ses fleurs printanières, regroupées en petites grappes, sont blanches avec un calice, deux étamines, une corolle à quatre pétales ovales et un ovaire de forme arrondie. Ses fruits, les olives, d'abord verts, deviennent noirs à maturité complète.

1.2. Origines

L'olivier sauvage existait au Sahara, il y a environ 11.000 ans avant notre ère et sa domestication remonterait à 3.000 à 4.000 avant J.-C. Selon une légende, c'est en tenant un

⁴ - L'olivier, vu par Mouloud Mammeri. *Voici un extrait de lettre de Mouloud Mammeri en réponse à Jean Pélégri qui lui demandait quel était son arbre préféré.* "L'arbre de mon climat à moi c'est l'olivier ; il est fraternel et, à notre exacte image. Il ne fuse pas d'un élan vers le ciel comme vos arbres gavés d'eau. Il est noueux, rugueux, il est rude. Il oppose une écorce fissurée mais dense, aux caprices d'un ciel qui passe, en quelques jours, des gelées d'un hiver furieux, aux canicules sans tendresse. A ce prix, il a traversé les siècles. Certains vieux troncs, comme les pierres des chemins, comme les galets de la rivière, dont ils ont la dureté, sont aussi immémoriaux et impavides aux épisodes de l'histoire ; ils ont vu naître, vivre et mourir nos pères et les pères de nos pères. L'olivier, comme nous, aime les joies profondes, celles qui vont par delà la surface des fauxsemblants et des bonheurs d'apparat. Comme nous, il répugne à la facilité. Contre toute logique, c'est en hiver qu'il porte ses fruits quand la froidure condamne à la mort tous les autres arbres. C'est alors que les hommes s'arment et les femmes se parent pour aller célébrer avec lui les noces rudes de la cueillette. Il pleut souvent, il neige, quelquefois il gèle. Pour aller jusqu'à lui, il faut traverser la rivière et la rivière en hiver se gonfle. Elle emporte les pierres, les arbres et quelquefois les traverseurs. Mais qu'importe ! Cela ne nous a jamais arrêtés ; c'est le prix qu'il faut payer pour être de la fête. Le souvenir que je garde de ces noces avec les oliviers de l'autre côté de la rivière -mère ou marâtre selon les heures - ne s'effacera de ma mémoire qu'avec les jours de ma vie..." (Source : "Culture savante, culture vécue" Édité par l'association culturelle et scientifique "TALA" en 1991.)

rameau d'olivier dans son bec qu'une colombe serait apparue dans le ciel pour annoncer la fin du déluge. Cette espèce provient d'Europe méridionale et du Proche-Orient.

1.3. Systématique de l'olivier

L'olivier appartient à la famille des Oléacées, le genre est appelé *Olea* qui est constitué de 30 espèces différentes comme le troène, le lilas, le frêne et le forsythia. L'oléastre a toujours été considéré comme l'ancêtre de l'olivier cultivé (**Breton et al, 2006**).

La classification botanique de l'olivier selon Breton (2006) est comme suit:

Embranchement : Magnoliophyta

Sous embranchement : Magnoliophytina

Classe : Magnoliopsida

Sousclasse : Asteridae

Ordre : Scrophulariales

Famille : Oleaceae

Genre : *Olea*

Espèces : *Olea europaea L.*

L'espèce *Olea europaea L.* se subdivise en fonction de la forme des feuilles et des fruits en deux sous-espèces:

✿ *Olea europaea sylvestris* : L'olivier sauvage ou oléastre poussant spontanément dans la garrigue.

✿ *Olea europaea sativa* : L'olivier cultivé qui possède de nombreuses espèces.

1.4. Morphologie de l'olivier

Son système racinaire est un chevelu très dense, il a ainsi un ancrage solide dans le sol qui lui permet de résister aux vents, à la sécheresse, à l'érosion par exemple. Parfois il présente de gros renflements qui sont des réserves lui permettant de faire face aux variations climatiques.

Son système aérien est composé :

- ✿ Un tronc plus ou moins haut de (50 centimètres à un mètre) chez les arbres taillés et cultivés pour que le ramassage soit plus aisé ;
- ✿ Branches principales au nombre de 3 à 8 : celles-ci donnent sa forme à l'arbre.
- ✿ Branches secondaires ;
- ✿ Rameaux porteurs qui assurent la fructification de l'année en cours ;
- ✿ Brogeons ou rejets ou éclats qui se développent à partir du collet et qui peuvent donner un nouvel arbre ;

1.5. Physiologie de l'olivier.

Le jeune fruit multiplie ses cellules jusque fin juin, date à laquelle le noyau se durcit. Le fruit continue alors de grossir jusqu'à la véraison (c'est-à-dire le changement de couleur par la biosynthèse des pigments).

Du début juillet jusqu'à la récolte, c'est-à-dire aux environs de novembre ou décembre, le fruit est le siège de transformations biochimiques qui permettent la synthèse de l'huile à maturité.

2. Le fruit d'olive

L'olive est le fruit de l'olivier, drupe ovoïde ou ellipsoïde. Elle est constituée d'un épicarpe, mésocarpe, et d'un endocarpe. L'olive est à maturité en six mois (**Maillard, 1975**).

- Une olive est constituée de 35 à 45 % d'eau, 15 à 29 % d'huile, le reste est des substances végétales (extraits secs).
- Lorsque l'olive est à maturité, elle devient fragile : une forte précipitation peut lui être préjudiciable en affectant les composés phénoliques si importants pour son vieillissement et sa qualité organoleptique.
- La croissance du noyau se termine en général au mois d'août.
- Plus l'olive approche de sa maturité optimale, plus elle est sensible aux précipitations.

- Le noyau d'une olive met deux ans avant de germer, seule germe rapidement une olive qui a été ingérée par les oiseaux.
- Les olives qui tombent sur le sol n'ont quasiment aucune chance de germer : elles se décomposent, l'amande est détruite ce qui anéantit tout espoir de germination.

2.1. Structure

- **L'épicarpe** qui est en fait la peau d'olive. Elle est recouverte d'une matière cireuse, la cuticule, qui est imperméable à l'eau.
- **Le mésocarpe** est la pulpe de fruit. Elle est constituée de cellules dans lesquelles vont être stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive.
- **L'endocarpe** est le noyau. Il est formé de deux sortes de cellule :
 - L'enveloppe qui se scarifie l'été à partir de fin juillet.
 - L'amande à l'intérieur de noyau qui contient deux ovaires dont l'un n'est pas fonctionnel et donc stérile. Le deuxième produit un embryon qui, en situation favorable d'humidité et de chaleur d'environnement, donnera peut-être un jour, un nouvel olivier (Figure 07).

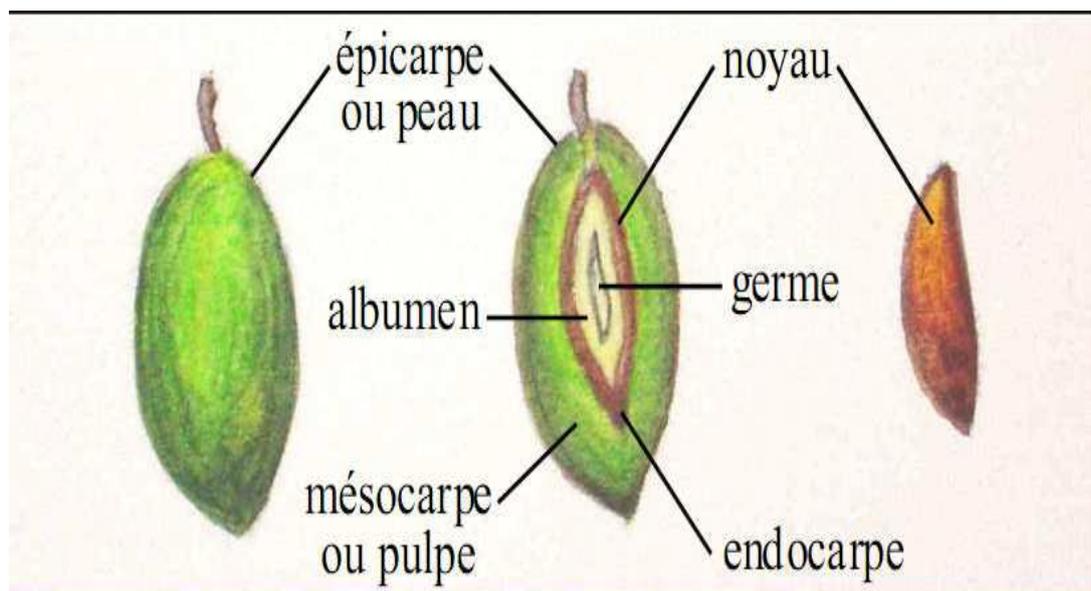


Figure 07 : Coupe longitudinale et transversale d'une olive (Maillard, 1975).

2.2. Types d'olives

a) Olives vertes

Fruits de couleur vert-foncé à vert-jaune, brillant ou pruine, récoltés au moment où ils ont atteint leur développement complet mais nettement avant la véraison.

b) Olives tournantes

Fruits cueillis à la véraison et avant complète maturité, encore peu riches en huile, et une teinte légèrement rosé clair à violet.

c) Olives noires mûres

Fruits cueillis à maturité, riches en huile, ayant acquis une teinte noire brillante ou mate, ou noir violacé ou brun noir, non seulement sur la peau mais dans l'épaisseur de la chair.

2.3. Les compositions d'olive

Tableau 3: Composition du fruit de l'olivier (Maillard, 1975).

Partie anatomique	Constitutions				
	Eau (%)	Lipides (%)	Protides (%)	Glucides (%)	Cendres (%)
Pulpe (épicarpe + Mésocarpe)	24,2	56,40	6,8	9,9	2,66
Coque du noyau	4,2	5,25	15,6	70,3	4,16
Amande	6,2	12,26	13,8	65,6	2,16

Les vitamines A, B1, B2, PP et E sont synthétisées durant la période de maturation du fruit.

3. Huile d'olive

3.1. Définition

L'huile d'olive est tirée du fruit de l'olivier (*Olea europaea*). C'est l'unique huile susceptible d'être consommée directement telle qu'elle sort du fruit.

L'huile d'olive occupe parmi les huiles végétales alimentaires une place particulière et ce pour plusieurs raisons:

- Historiquement, elle est la plus ancienne huile connue ;
- Sa production nécessite un équipement spécifique qui ne peut être employé pour la trituration d'aucune autre matière oléagineuse ;
- Sa matière grasse est peu répandue en comparaison aux autres huiles et graisses alimentaires.

Pour toutes ces raisons, l'huile d'olive et l'arbre dont elle provient font l'objet d'un traitement particulier de divers organismes actifs au niveau international.

3.2. Les types d'huile d'olive

Comme il y a un grand nombre de variétés d'olives, il existe donc, plusieurs types d'huiles d'olive ;

- **L'huile d'olive extra vierge** est essentiellement un «fruit pressé», sans aucune modification au niveau de la couleur, du goût, des niveaux nutritionnels, ni des vitamines. Grâce à l'intégrité du produit et à ces propriétés anti oxydantes, l'huile d'olive a une durée de conservation bien plus longue que celles d'autres huiles végétales.
- **L'huile d'olive vierge** est obtenue à partir du fruit de l'olivier par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dont les conditions thermiques, notamment, n'entraînent pas l'altération de l'huile. Cette huile est propre à la consommation à l'état naturel.
- **L'huile d'olive raffinée** est obtenue à partir de l'huile d'olive vierge.

4. Les procédés technologiques d'extraction de l'huile d'olive

4.1. Récolte des olives

La récolte des fruits est la première étape qui doit être faite soigneusement en respectant la période et la méthode de la cueillette (*Amouretti et Comet, 1985*).

4.2. Transport des olives

Il est nécessaire de transporter immédiatement les olives vers les moulins. Les moyens les plus appropriés pour le transport des olives sont les caisses à claire-voie en bois, voire en matière plastique, permettant la circulation de l'air et évitant des réchauffements préjudiciables causés par l'activité catabolique des fruits. Ces caisses limitent la couche d'olives et réduisent donc le danger d'écrasement, tout en représentant un moyen idéal pour le stockage en attendant la mouture. Par contre, le transport des olives dans des sacs en jute est peu adapté, car cette modalité provoque inévitablement des lésions aux drupes, surtout si elles sont très mûres. Elles sont à l'origine du déclenchement de processus biologiques d'altération de la qualité de l'huile (*Argenson et al., 1999*).

4.3. Réception et stockage des olives

Le stockage s'impose quand la cadence de réception est supérieure à la capacité de trituration. Au cours du stockage, les olives subissent des altérations plus ou moins profondes selon la durée et les conditions. Ces altérations sont dues à l'activité enzymatique propre à la matière elle-même (lipolyse) : on assiste à une augmentation de l'acidité, de l'indice de peroxyde et à une détérioration des propriétés organoleptique de l'huile. Pour atténuer ces altérations, on peut opérer des stockages en silos ventilés ou greniers à olives, en bacs superposés en matière plastique, avec utilisation de fongicides, en saumures, en atmosphère contrôlée, sous froid. La seule manière de limiter l'altération des olives est de réduire la durée de stockage au minimum possible, 2 à 5 jours (*Chimi, 2006*).

La durée du stockage non respectée peut causer les altérations suivantes:

- ✓ L'hydrolyse spontanée vu l'activité d'eau élevée des olives ;
- ✓ L'action défavorable de la lipolyse enzymatique ;
- ✓ Le stockage inadéquat a aussi l'inconvénient d'affecter négativement les caractéristiques organoleptiques de l'huile (*Ouaouich et Chimi., 2007*).

4.4. Trituration des olives

4.4.1. Effeillage

Cette opération peut être effectuée manuellement ou par un système d'aspiration pour l'élimination des feuilles. L'effeuillage est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile.

4.4.2. Lavage

C'est une opération essentielle pour la qualité et l'hygiène de l'huile produite et donc qui permet d'éviter plusieurs problèmes comme : l'interférence de la terre avec la couleur et les caractères organoleptiques, une conservation réduite de l'huile étant donné que certaines traces métalliques dans les terres sont des catalyseurs de l'oxydation de l'huile (CUELLAR, 1990).



Figure n°08 : Photo d'une laveuse des olives.

4.4.3. Broyage

Le broyage constitue la première phase de l'extraction proprement dite. Les olives sont soumises à des actions mécaniques qui provoquent la rupture des parois cellulaires et des membranes entraînant la libération des sucres cellulaires et de l'huile.

Les systèmes utilisés sont fondamentalement de deux types :

- ✓ **Broyeurs à meules lents** : système qui ne favorise pas les émulsions et ne réchauffe pas la pâte. (Amouretti et al., 1985).
- ✓ **Broyeurs à marteaux**: système qui est caractérisé par une vitesse de rotation élevée, ce qui produit une émulsion et un chauffage de la pâte (Roger, 1974 ; Boskou, 2006).

4.4.4. Malaxage

Cette opération doit être réalisée pendant 20 à 40 min et à une température ne devant pas dépasser 25°C (Figure 09). Le but principal du malaxage est :

- Homogénéiser la pâte et détacher les cellules lipidiques ;
- Augmenter le pourcentage d'huile libre et la réunion des gouttelettes d'huiles. (Boskou, 2006).



Figure n°09 : Photo d'un malaxeur dans une huilerie.

5. Méthodes d'extraction

5.1. Procédés en discontinu ou système à presse

Ce sont les systèmes classiques par pression avec broyeurs. Le broyage des olives suivi du malaxage se font sous des meules. Une pâte est obtenue au bout d'une demi-heure environ. Le malaxage est composé de grignon et un moût contenant l'huile et les margines.

La pâte est ensuite empilée sur les scourtins à raison de 2 à 3 Kg/scourtin et l'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive.

La séparation des deux phases solide-liquide se fait par simple pression alors que l'huile est séparée des margines par décantation naturelle. Actuellement, l'extraction de l'huile d'olive par pression peut être mise en œuvre à l'aide de trois types de matériel : presses à disques ou scourtins, presses continues à vis et presses continues à bande. (Foinetal, et al., 2002)

Les unités de trituration qui sont équipées en presse sont classées selon la pression exercée :

- Unités traditionnelles « maasra » dont la pression est de l'ordre de 100 kg/cm^2 .
- Unités semi-modernes dont la pression est aux environs de 200 kg/cm^2 .
- Les unités modernes équipées en super-presses pouvant développer une pression de 400 kg/cm^2 .

5.2. Procédés en continu ou par centrifugation

Le progrès technologique a permis le développement de systèmes automatisés et moins fastidieux que les presses, il s'agit des centrifugeuses horizontales.

La pâte d'huile est soumise à une centrifugation dans un tambour conique tournant sur un axe horizontal (décanteur). Sous l'effet des différences de poids spécifique, la centrifugation sépare deux ou trois phases.

5.2.1. Le système à trois phases

Les centrifugeuses horizontales à 3 phases ont été les premières à être développées. La pâte obtenue après broyage des olives se compose de solide, d'huile et d'eau de végétation. La pâte, une fois malaxée, modérément fluidifiée avec de l'eau tiède, passe dans une centrifugeuse horizontale où s'effectue la séparation entre l'huile, la phase aqueuse et les grignons. Ces centrifugeuses sont dites à trois phases car elles séparent :

- ✦ Les grignons
- ✦ L'huile
- ✦ Les margines

Pour une bonne séparation huile-eau et margine- huile, la phase huileuse et la phase aqueuse subissent chacune une centrifugation verticale (*El Hajjouji, et al., 2007*).

5.2.2. Le système à deux phases

Ce présent procédé d'extraction d'huile d'olive fonctionne avec un nouveau décanteur avec centrifugation à deux phases (huile et grignons d'olives humides) qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant des grignons et les margines.

Ce décanteur à deux phases permet l'obtention de rendements en huile légèrement plus élevés que ceux obtenus par le décanteur conventionnel à trois phases et le système de presse. En outre, il ne procède pas à l'augmentation du volume des margines (*Chimi, 2006*).

Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions

Plusieurs types d'extraction d'huile d'olive disponibles dans le monde, chacun présente des avantages et des inconvénients. Tout dépend de la capacité de trituration, le coût d'investissement, la qualité d'huile d'olive et la quantité d'eau utilisée...etc. (Tableau 04).

La figure10 présente les différentes étapes d'extraction d'huile d'olive (*AGGOUNE, 2016*).

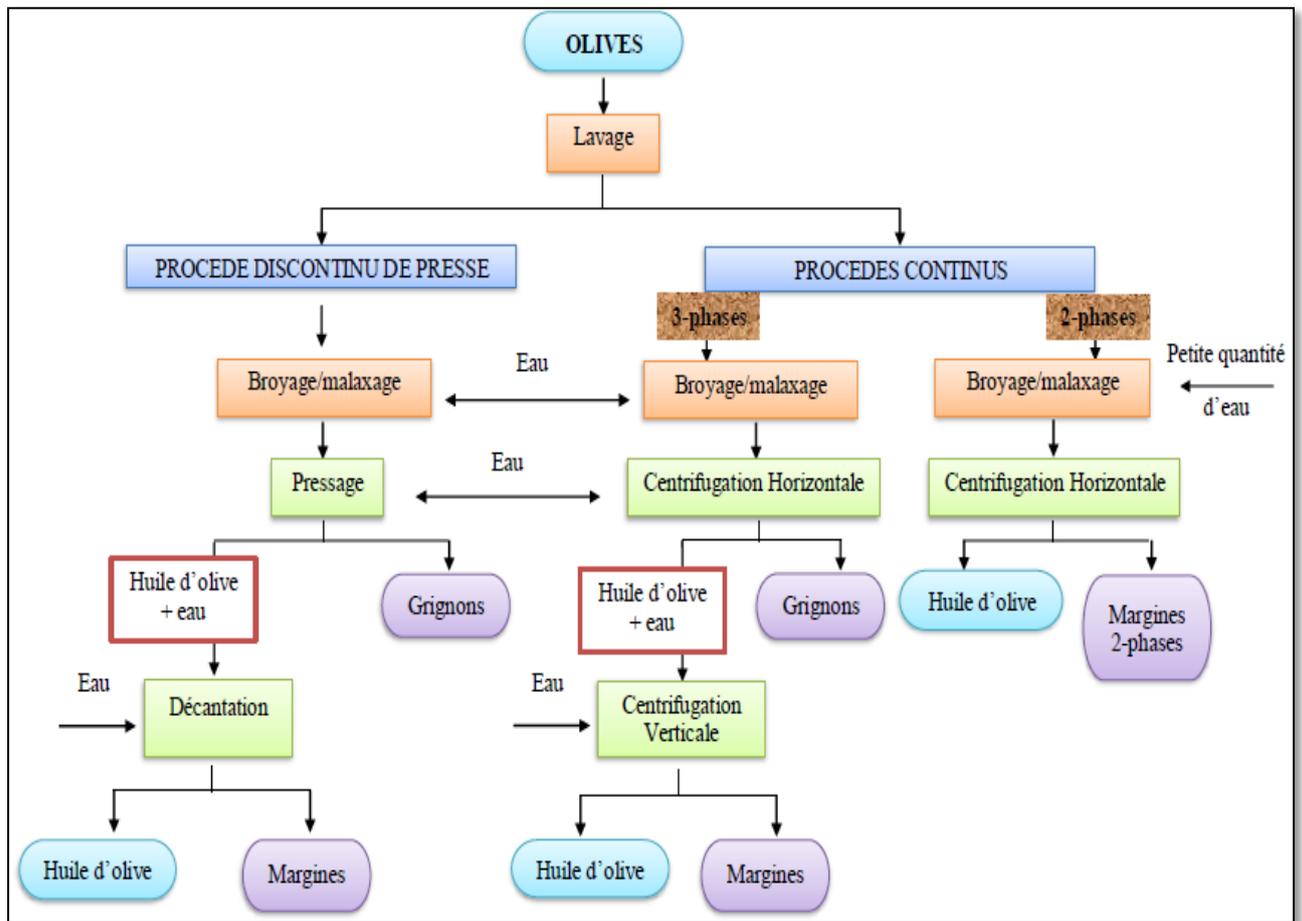


Figure10 : Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive.

Tableau 04 : Les avantages et les inconvénients des systèmes d'extractions.

<i>Méthodes d'extractions</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<p>Système discontinu d'extraction d'huile par presse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur rendement en huile ; • Faible consommation d'eau et d'énergie ; • Moindre quantité d'eau de végétation à éliminer. • Faible coût d'investissement • Faible capacité de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts de main d'œuvre élevés ; • Charges liées à la difficulté de nettoyage des scourtins ; • Fonctionnement en cycle discontinu ; • Risques de dégradation de la qualité en cas de défaut de propreté des scourtins • Difficultés, à extraire l'huile des pâtes à haute teneur en eau (début de saison) ;
<p>Système continu d'extraction à trois phases Et Système continu d'extraction à deux phases</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grande capacité de traitement ; • Moindre besoin de main d'œuvre; • Faible degré d'oxydation et à la facilité de nettoyage ; • Encombrement limité des installations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation énergétique élevée ; • Consommation d'eau élevée ; • Coûts d'élimination des effluents du fait de la quantité d'eau de végétation produite plus élevée ; • Les polyphénols, et les tocophérols et le β carotène étant relativement hydrosoluble passent partiellement dans les margines.

6. Composition chimique d'huile d'olive

6.1. Fraction saponifiable

6.1.1. Triglycérides

Cette fraction représente 98 % de l'huile d'olive. Elle est composée essentiellement de triglycérides et d'acides gras (AG) (*Lazzezet al. 2006*). La composition en acide gras et triglycérides de l'huile d'olive dépend du climat, de la variété, de la latitude et du degré de maturité des olives. Le pourcentage des deux acides gras insaturés majoritaires de l'huile d'olive sont respectivement de 55 à 83 % et de 3,5 à 21 % pour les acides oléiques et linoléiques (*Velasco et Dobarganes, 2002; COI, 2009*).

6.1.2. Acides gras

Les acides gras appartiennent à la famille des lipides. Ils ont un goût aigre et une odeur prononcée. Ils peuvent se présenter à l'état saturé, mono-insaturé ou poly-insaturé.

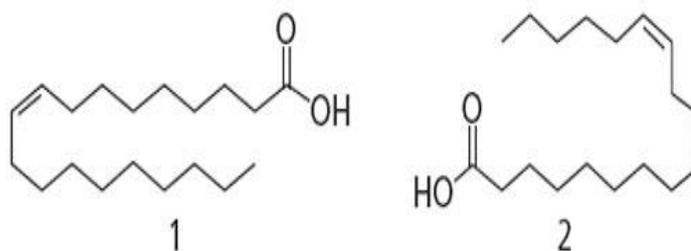


Figure n° 11: Structure des acides gras majeurs de l'huile d'olive, (1) Acide Oléique, (2) Acide Linoléique (Amanda et al, 2010).

6.1.2.1. Acides gras saturés

Ils représentent 12 à 18% (selon les productions) des lipides totaux de l'huile d'olive. Exemple: L'acide palmitique ($\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$) et l'acide stéarique

($\text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$) (Visioli et al., 2001).

6.1.2.2. Acides gras mono-insaturés

Ils représentent 72% des lipides totaux. Parmi les acides gras mono-insaturés, nous citons deux exemples (Figure 11) :

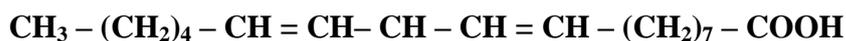
L'acide Oléique: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

L'acide Palmitoléique: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

6.1.2.3. Acides gras polyinsaturés

Ils constituent 7 à 13 % (selon les productions) de la teneur en lipides de l'huile d'olive. On distingue deux familles selon la place de la première double liaison sur la chaîne carbonée:

L'acide linoléique qui est un AGPI composé de 18 atomes de carbone et qui compte deux double liaisons, dont la première en position 6 d'où le nom de cette famille «ω6»:



L'acide α Linoléique qui est un AGPI composé de 18 atomes de carbone et qui comprend trois double liaisons, dont la première en position 3 d'où le nom de cette famille « ω 3» : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

Tableau 05: Composition de l'huile d'olive en acide gras (COI, 2009).

Acides gras	formule brute	Composition en (%)
Acide Myristique	14:0	<0,05
Acide Palmitique	16:0	7,5-20,0
Acide Palmitoleique	16:1	0,3-3,5
Acide Heptadécanoïque	17:0	< 0,3
Acide Heptadécénoïque	17:1	< 0,3
Acide Stéarique	18:0	0,5-5,0
Acide Oléique	18:1	55,0-83,0
Acide Linoléique	18:2	3,5- 21,0
Acide Linoléinique	18:3	< 1,0
Acide Arachidique	20:0	< 0,6
Acide Gadoléique	20:1	< 0,4
Acide Behénique	22:0	< 0,2
Acide Lignocerique	24:0	< 0,2

6.2.Fraction insaponifiable (Composants mineurs)

Les substances insaponifiables représentent l'ensemble des constituants (naturels) qui ne réagissent pas avec un hydroxyde alcalin pour donner des savons et qui, après saponification restent solubles dans des solvants classiques des corps gras (hydrocarbures saturés, éthers diéthylique...etc.). On peut séparer les composants mineurs de l'huile d'olive en tocophérols, phénols, composés aromatiques, hydrocarbures et stérols (Ollivier et al, 2007).

6.2.1. Les stérols

Les stérols sont des constituants essentiels des membranes cellulaires. On les trouve aussi bien chez les animaux que dans les végétaux. Tous les stérols ont en commun le même noyau (noyau stérol) et ils diffèrent par leur chaîne latérale. A présent, il a été identifié plus de 40 Phytostérols (*Velasco et Dobarganes, 2002*). L'huile d'olive est la seule qui contient un taux particulièrement élevé de β -sitostérol (substance qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol) et le Campestérol et le Stigmastérol (*Osland, 2002*).

Parmi les facteurs qui influent cette teneur, figurent la variété des olives et leur degré de maturité (*Gutierrez et al, 1999*). Dans l'huile d'olive, le principal stérol est le β -sitostérol.

6.2.2. Les alcools

6.2.2.1. Les dialcools tri terpéniques

La fraction insaponifiable de l'huile d'olive contient deux composés alcooliques. Ces derniers peuvent être utiles pour la détection de l'huile de grignon dans l'huile d'olive vierge (*Sánchez Casas, et al, 2004*).

6.2.2.2. Les Alcools terpéniques

La présence d'alcools cycliques dans l'huile d'olive se limite à des taux très faibles (généralement inférieur à 05 ppb). Ils sont présents à l'état libre ou bien estérifiés avec les acides gras. Parmi eux, le Cycloarténol revêt un intérêt particulier: il augmente l'excrétion des acides biliaires, favorisant ainsi l'élimination fécale du cholestérol.

6.2.3. Les composés phénoliques

La classe des phénols regroupe des composés phénoliques simples comme l'acide vanillique, l'acide gallique, l'acide coumarique, l'acide caféique, le tyrosol et l'hydroxytyrosol. En moyenne, ces phénols simples sont présents à la concentration de 4,2mg/100g dans l'huile d'olive extra vierge et de 0,47mg/100g dans l'huile raffinée. Par ailleurs, l'huile d'olive contient des Sécoiridoïdes comme l'Oleuropéine et le ligstroside (respectivement 2,8mg/100g dans l'huile vierge extra et 0,93mg/100g dans l'huile raffinée), ou des molécules plus complexes comme des lignanes (4,15mg/100g dans l'huile vierge extra et 0,73mg/100g dans l'huile raffinée) et des flavonoïdes comme l'apigénine ou la lutéoline

(Owenet *al*, 2000). La teneur de l'huile en composés phénoliques est fonction de la variété des olives et de leur maturité au moment de la récolte.

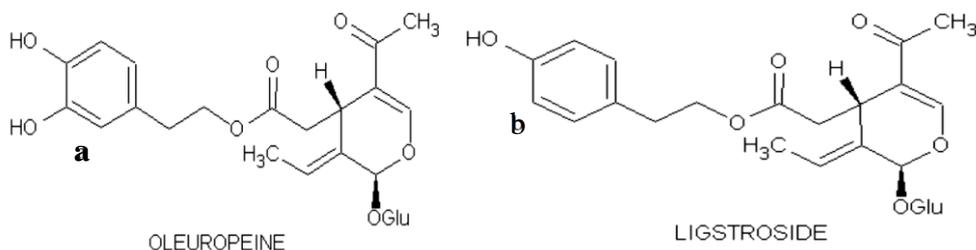


Figure n°12: Structure de l'Oleuropéine (a) et du Ligstroside (b).

6.2.4. Tocophérols

L'huile d'olive contient l' α -tocophérol qui est le tocophérol doté de la plus forte activité vitaminique E, à des teneurs variant de 1,2 à 43mg/100g '(Kiritsakis *et Markakis*, 1987). Sa teneur moyenne dans l'huile d'olive est d'environ 12 à 25mg/100g (Psomiadou *et al*, 2000). D'autres recherches ont abouti à des valeurs encore plus élevées, de 24 à 43 mg/100g (Gutierrez *et al*, 1999) les tocophérols constituent le groupe d'antioxydants lipophiles, ils sont remarquables pour leur protection contre le rancissement de toutes les huiles végétales.

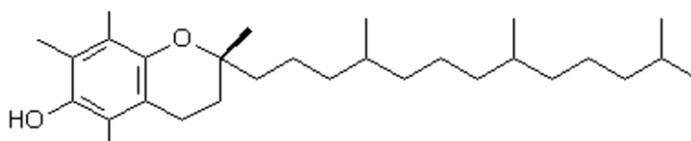


Figure n°13: Vitamine E l' α -tocophérol.

6.2.5. Les hydrocarbures

Le principal hydrocarbure de l'huile d'olive est le squalène. Celui-ci apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol) (Samaniego-Sanchez *et al*, 2010). L'huile d'olive extra vierge contient du squalène à raison d'environ 400 – 450mg/100g ; tandis que l'huile d'olive raffinée en contient 25% de moins. L'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures: le β -carotène (une provitamine A), mais en très faibles quantités (0,03 – 0,36mg/100g) (Kiritsakis *et Markakis*, 1987).

6.2.6. Les pigments colorants

La coloration de l'huile d'olive vierge est due essentiellement à la présence des pigments colorants appartenant à la famille des caroténoïdes et chlorophylle.

6.2.6.1. Les pigments caroténoïdes

Les pigments caroténoïdes surtout présents dans l'huile d'olive est le β -carotène (provitamine A), La provitamine A se transforme en vitamine A au cours de l'absorption intestinale (1mg de carotène = 0,5 mg de vitamine A) (*Kataja-Tuomola. M., 2008*)

Le β -carotène présente une action vitaminique et antioxydante. Certains auteurs ont noté que les facteurs biologiques et technologiques, le système d'extraction, le mode et la durée de conservation et particulièrement la maturation du fruit influent sur la composition en pigments caroténoïdes de l'huile d'olive (*Nieves Criado et al, 2008*).

6.2.6.2. La chlorophylle

La chlorophylle est présente dans l'huile d'olive sous ses formes dégradées comme la phéophytine. La composition d'huile d'olive en chlorophylle dépend du stade de la maturation des olives qui diminue continuellement du début jusqu'à la fin de la récolte. En présence de la lumière, la chlorophylle et ses dérivés sont dotées d'un pouvoir photosensibilisateur, alors qu'à l'obscurité elle possède une activité antioxydante (Stéphanie, 2003). C'est l'une des raisons pour lesquelles il est conseillé de conserver l'huile d'olive à l'abri de la lumière.

7. Aspect qualitatif de l'huile d'olive

Le Conseil Oléicole International (*COI, 1990*) et le règlement de la Conformité Européenne (*CE, 1991*) ont défini la qualité d'huile d'olive, basée sur les paramètres qui incluent le pourcentage d'acide gras libre, la teneur en indice de peroxyde, le coefficient de l'extinction spécifique K232 et K270, ainsi que les caractéristiques sensorielles.

7.1. Caractères physico-chimiques

7.1.1. Indice d'acidité

L'indice d'acidité est un indicateur qui permet d'évaluer l'altération de la matière grasse, consécutive à de mauvais traitement ou à une mauvaise conservation. Il est exprimé en pourcentage (%) d'acide oléique et est mesuré par la quantité de potasse nécessaire à la neutralisation des acides gras libres contenus dans un gramme de corps gras (*Chimi, 2006*). Des huiles d'olive ayant une acidité supérieure à 3.3% ne sont pas comestibles, et doivent être raffinées (*Mahjoubet al, 2006*).

7.1.2. Indice de peroxyde

L'altération chimique des corps gras provoquée par l'oxygène de l'air débute par la formation d'un peroxyde. La détermination de cet indice est basée sur l'oxydation des iodures en iode par l'oxygène actif du peroxyde. Les résultats sont exprimés en milliéquivalents d'oxygène actif par Kg de corps gras. La norme internationale recommandée pour les huiles d'olive (*COI, 2003*), fixe le minimum de cet indice à 20meq d'oxygène actif par Kg d'huile.

7.1.3. Spectre en lumière ultra-violette

La spectrophotométrie UV est utilisée pour déceler les composés oxydés dans une huile d'olive vierge. Cette huile accuse un pic d'absorption à 203-208nm et est transparente au-delà de 210nm. Les composés provenant de l'oxydation de l'huile présentent des absorptions pour les radiations de longueur d'onde suivantes:

- 232 nm pour les hydroperoxydes.
- 270 nm pour les composés carbonylés.
- 260, 268, 280 nm pour les triènes conjugués.

Ces trois paramètres permettent d'évaluer le degré de dégradation de l'huile d'olive.

7.2. Les facteurs influençant sur la qualité de l'huile d'olive

La culture de l'olivier est très sensible aux facteurs pédoclimatiques, agricole, techniques culturales et le procédé de trituration comme il est montré dans le tableau 06.

Tableau 06 : Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive.

	<i>les facteurs</i>	<i>L'influence</i>
<i>pédoclimatiq</i>	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Sol ☛ Climat et altitude ☛ Irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Les terres grises produisent comparativement des huiles aromatiques ; ☛ Le climat influence sur la maturation des fruits et donc sur la composition chimique ; ☛ Les olives mûrissent plus vite à des altitudes >700m ; ☛ Influence la composition chimique et les caractéristiques sensorielles ;
<i>Agricole</i>	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Maturation ☛ Variété ☛ Maladies et ravageurs 	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Influence la synthèse des substances organiques (triglycérides) et d'autres activités enzymatiques ; ☛ Une chute prématurée des fruits attaqués ; ☛ Diminution de la qualité de la pulpe ;
<i>Techniques culturale</i>	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Récolte ☛ Moyens de récolte ☛ Le stockage ☛ Durée du stockage 	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Au stade vert (maturité précoce) les olives sont peu riches en huile et donnent un produit fini très susceptible à l'oxydation ; ☛ Au stade noir (maturité complète) il y'a une influence sur le taux des composés mineurs de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) ; ☛ La cueillette à la main, c'est l'opération qui donne la meilleure qualité de l'huile ; ☛ Le gaulage provoque la chute des brindilles qui doivent porter la fructification de l'année suivante ; ☛ Les olives subissent des altérations selon la durée et les conditions de stockage (lipolyse) mais également au développement microbien durant la période de stockage ; ☛ L'allongement de la durée de stockage crée une augmentation de l'acidité, de l'indice du peroxyde et à une détérioration des propriétés organoleptiques de l'huile ;
<i>Trituration</i>	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Effeuilage ☛ Lavage ☛ Broyage et malaxage ☛ Centrifugation ☛ Stockage 	<ul style="list-style-type: none"> ☛ Une interférence des terres avec la couleur et les autres propriétés organoleptiques (odeur, goût) d'huile ; ☛ Un prolongement du broyage induit les polyphénols inhibiteurs de l'oxydation ; ☛ Le système d'extraction à deux phases produit des huiles riches en polyphénols totaux et en o-diphénols que les autres systèmes ; ☛ La lumière, la température et le type des matériaux induisent le rancissement de l'huile dû à l'oxydation qui entraîne la dégradation nutritionnelle de l'huile ;

7.3. Critères de qualité des huiles d'olive

Les caractéristiques d'identification constituant les critères de pureté et de qualité sont applicables aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. Les limites établies pour chaque critère et chaque dénomination comportent les marges d'erreur de la méthode recommandée (tableau 07).

Tableau 07 : Critère de qualité des huiles d'olives (COI, 2008).

	<i>Huile d'olive extra vierge</i>	<i>Huile d'olive vierge</i>	<i>Huile d'olive vierge courante</i>	<i>Huile d'olive vierge lampante</i>
Caractéristiques organoleptique				
Odeur	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	Défectueuse
Gout	Irréprochable	Irréprochable	Bonne	Défectueuse
Couleur	Jaune à vert	Jaune à vert	Jaune à vert	
Médiane « fruité »	>0	>0	=0	
Médiane « défaut »	Me=0	0<Me<2,5	2,5<Me<6	Me>6
Acidité libre (% d'acide Oléique).	≤0,8	≤2	≤3,3	>3,3
Indice de peroxyde (meqO₂/Kg)	≤20	≤20	≤20	Non limité
Extinction spécifique(UV)				
-270nm	≤0,22	≤0,25	≤0,30	-
-232nm	≤2,5	≤2,6	-	-

Me :Médiane.

7.4. Caractérisation organoleptique (sensorielle).

Les analyses physico-chimiques deviennent insuffisantes pour déterminer la qualité d'une huile d'olive. Généralement, les procédés de fabrication de l'huile et son stockage sont responsables d'engendrer des composés volatiles en modifiant l'odeur et la saveur de cette dernière. Pour cela une analyse sensorielle codifiée et détaillée a été développée par le **C.O.I en 2007**.

Par définition, les propriétés organoleptiques d'un produit sont considérées comme un ensemble de ses caractéristiques perçues et évaluées par les sens du consommateur ou par ceux d'un expert. Les propriétés organoleptiques d'un produit jouent un rôle très important dans sa perception avant usage ou consommation et dans son appréciation lorsqu'il est consommé ou utilisé. Par conséquent, un profil sensoriel peut être établi à partir d'une analyse sensorielle. L'être humain est devenu l'instrument de mesure des méthodes d'analyse sensorielle pour caractériser et évaluer des produits.

Les attributs sensoriels d'une huile ont été classés en deux catégories : les attributs positifs et négatifs (défauts).

Il existe trois grands attributs positifs (*COI, 2007*) :

- **Amer** : Il est défini comme le goût élémentaire caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison.
- **Fruité** : Ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, perçues par voie directe ou rétro-nasale. Le fruité vert correspond aux caractéristiques rappelant les fruits verts à l'inverse du fruité mûr qui témoigne d'une récolte des olives plus tardive.
- **Piquant** : Sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne, principalement à partir d'olives encore vertes, pouvant être perçue dans toute la cavité buccale, en particulier dans la gorge.

Hors de ces trois attributs positifs, il sera perçu comme un défaut de l'huile. Il est à noter que pour être classée comme « huile d'olive vierge extra », l'huile ne doit présenter aucun défaut.

Les principaux défauts sont :

- **Chômé/lies** : Flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées et se trouvent finalement dans un état avancé de fermentation anaérobie. Il en résulte aussi d'un contact de l'huile avec les « boues » de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves.
- **Moisi/humide** : Flaveur caractéristique d'une huile obtenue suite à une attaque des olives par des moisissures et des levures durant leurs stockage durant plusieurs jours dans l'humidité.

- **Vineux/vinaigré ou acide/aigre** : Flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre. Elle est dû à une fermentation aérobie des olives et/ou des restes de pâte d'olive dans des courtins mal lavés en formant l'acide acétique, l'acétate d'éthyle et l'éthanol.
- **Métallique** : Flaveur qui rappelle les métaux résultant d'un contact avec des surfaces métalliques, au cours du procédé de broyage, de malaxage, de pression ou de stockage.
- **Rance** : Flaveur des huiles ayant subi un processus d'oxydation avancé.

D'autres attributs négatifs moins courants ont également été décrits par le Conseil Oléicole International. Parmi ceux-ci le cuit ou brûlé qui sont dû à un réchauffement excessif et prolongé de la pâte lors du malaxage (*Sébastien, 2010*).

7.4.1. Sens et sensations

L'examen des attributs organoleptiques d'un produit par les sens cible principalement le goût, l'odorat et la vue.

- **Le goût** : dû à la perception des saveurs par la langue au cours de la dégustation.
- **L'odorat** : dû à la perception des molécules odorantes ou odeurs soit par inhalation directe soit au cours de la mastication (rétro-nasale).
- **La vue** : fait référence à la perception de la lumière, des couleurs et des formes.

Une sensation est une réaction spécifique produisant une perception provoquée par la suite d'une stimulation physiologique (externe ou interne).

Les trois composantes d'une sensation

- **La qualité** : fait référence à la qualification de la description de la sensation.
- **L'intensité** : de la sensation est fonction de la concentration du stimulus.
- **L'hédonisme**: est liée au caractère agréable/désagréable de la sensation.

7.4.2. Les méthodes sensorielles pour mesurer la diversité organoleptique des produits

Il existe plusieurs méthodes de description sensorielle dont l'objectif principal est d'établir une carte d'identité sensorielle d'un produit en déterminant le degré et la nature des différences entre des produits alimentaires. Ces méthodes utilisent généralement un groupe de sujets sélectionnés et entraînés à quantifier leurs perceptions sensorielles.

7.4.2.1. La méthode d'analyse descriptive quantitative (panel professionnel)

La méthode d'analyse descriptive quantitative ou méthode QDA® a été développée par **Stone et al. (1974)** et améliorée en 1980 par ces mêmes auteurs. Elle consiste à établir un profil sensoriel des produits par la suite d'une quantification individuelle de la sensation perçue pour chacun des descripteurs par des juges entraînés. La démarche est la suivante :

- Le panel est entraîné pour une seule gamme de produit ;
- Toutes les caractéristiques sensorielles du produit sont évaluées (aspect, texture, odeur et flaveur) ;
- La mise en place de la liste de descripteurs est réalisée par consensus du panel avec l'aide des produits de la gamme (références internes) ;
- Le panel est entraîné à quantifier la sensation perçue pour chaque descripteur à partir de la gamme de produit à évaluer ;
- L'évaluation de chaque descripteur est recueillie sur une échelle d'intensité ;
- Trois à six répétitions sont réalisées ;
- Les performances des sujets et les résultats finaux sont obtenus à la suite du traitement statistique des données par l'analyse de variance et par des techniques d'analyses multidimensionnelles comme l'analyse en composante principale (ACP).

7.4.2.2. La méthode du profil quantitatif de flaveur

La méthode du profil quantitatif de flaveur ou méthode QFP (Quantitative Flavour Profiling) a été décrite par **Cairncross et Sjöström (1950)** et développée sous sa forme utilisée actuellement par **Stampanoni (1993)**. Cette méthode dérive directement de la méthode QDA®.

7.4.2.3. La méthode du profil de texture

La méthode du profil de texture a été développée par la société General Food Corporation (**Brandt et al., 1963 ; Szczesniak, 1963**). Cette méthode vise à définir et quantifier les sensations perçues relatives à la texture d'un produit alimentaire. Cette technique étudiait les sensations en surface des produits (**Nogueira-Terrones, 2006**), les

caractéristiques mécaniques, géométriques et d'autres caractéristiques comme l'humidité ou le caractère gras des aliments solides, voir même les caractéristiques des produits semi-solides (*Civille et Szczesniak, 1973 ; Civille et Liska, 1975*).

7.4.2.4. La méthode du profil libre choix

La méthode du profil libre choix (Free choice profiling) a été développée par **Williams et Langron (1984)**. Son principe repose sur la variabilité interculturelle des sujets dégustateurs qui ont choisi puis utilisé leurs propres descripteurs pour caractériser un groupe de produit (*Barthélémy, 1988*).

7.4.2.5. La méthode du profil flash

La méthode du profil flash a été développée par **Sieffermann (2000)**. Et est dérivé de la méthode du profil libre choix en se différenciant seulement par le mode de présentation et d'évaluation des produits. Selon le protocole, les produits sont présentés simultanément aux sujets (mode comparatif) et les sujets vont classer l'ensemble des produits pour chacun des descripteurs qu'ils ont choisis.

7.4.2.6. La méthode Spectrum TM

La méthode Spectrum TM a été développée par **Civille et al. (1999)**. Elle a pour objectif de fournir un outil descriptif universel basé sur l'utilisation de références absolues valables pour tout type de produits (**Montet, 2001**).

7.4.3. Les consommateurs face à la diversité des produits

7.4.3.1. Les méthodes pour évaluer les préférences des consommateurs

Les différentes méthodes d'évaluation des préférences des consommateurs ont été décrites par **Köster (1998)**.

A. L'épreuve par paire

Cette méthode consiste à présenter simultanément les produits en paire, afin que les consommateurs indiquent lequel des deux ils préfèrent. La limite maximale de produits à présenter à chaque consommateur est de 6 paires et le nombre minimum de consommateurs est de 60 (**ACTIA, 1999**). Le choix entre les deux produits peut être forcé ou non forcé. Les produits sont présentés de façon anonyme.

B. L'épreuve par classement

Cette méthode consiste à ranger par ordre de préférence les produits présentés simultanément aux consommateurs. Cette méthode est facile et n'essaie pas d'estimer l'importance des différences puisqu'elle évalue une préférence momentanée relative à l'ensemble des produits dégustés (**ACTIA, 1999**). La limite du nombre de produits à présenter à chaque consommateur est de 07 produits pour ne pas leur imposer une tâche trop lourde (**Köster, 1998**). Les produits sont présentés de façon anonyme. Le nombre minimum de consommateurs est de 60.

C. L'évaluation hédonique

Cette méthode consiste à évaluer sur une échelle le caractère agréable des produits présentés aux sujets. Les produits sont présentés de façon monadique (les uns après les autres) et évalués généralement sur une échelle de cotation ou sur une échelle non structurée comportant des items d'impression hédonique. Les consommateurs doivent être naïfs c'est-à-dire très peu familiarisés avec les méthodes sensorielles afin de ne pas introduire de biais. Le nombre de consommateurs interrogés doit être d'au moins 60 par groupe d'individus (**ACTIA, 1999**). Le nombre d'échantillons à évaluer au cours d'une séance dépend du type de produit mais ne doit pas dépasser 20 produits (**Köster, 1988**). Les produits sont présentés de façon anonyme.

Cette méthode permet d'évaluer un grand nombre de produits au cours de la même séance. Cependant, il faut faire attention à ne pas induire une fatigue sensorielle chez les consommateurs lors de l'évaluation de certains produits (produits gras ou acides). Par ailleurs, cette méthode est bien adaptée pour comparer l'appréciation hédonique de différents groupes de sujets sur les mêmes produits (**Köster, 1988**). De plus, elle permet de quantifier l'appréciation hédonique des sujets.

La dégustation hédoniste repose principalement sur le plaisir. En fait, elle permet d'étudier le comportement du consommateur vis à vis sa satisfaction et ses préférences. Parmi les principaux caractères de ce type de dégustation on cite :

- A partir des sensations perçues, elle permet de répondre sur une question bien précise à savoir : j'aime ou je n'aime pas.
- Ne présente aucune question sur la qualité ou l'intensité des sensations perçues ;
- Elle est pratiquée par des consommateurs naïfs.

7.4.3.2. Comment choisir les consommateurs

L'objectif de l'étude détermine le type des consommateurs participant à un test. Selon la norme **AFNOR** en **2000**, l'échantillonnage des consommateurs pour la réalisation d'une étude consommateur peut se faire selon différents critères comme la fréquence d'utilisation ou de consommation du produit, la marque du produit habituellement utilisé, la description du produit, le lieu d'achat, les habitudes d'utilisation ou de consommation, l'âge, le sexe, la catégorie socio-professionnelle ou la situation géographique. Suite à la réponse sur les différentes questions, on peut établir une base de données qui sert à choisir les consommateurs adéquats répondant aux critères fixés par l'étude.

7.4.3.3. L'impact d'une information sur la préférence des consommateurs

Il existe certaines stratégies qui peuvent faire évaluer l'impact d'une information sur la préférence des consommateurs. La première stratégie consiste à comparer la notation hédonique du produit en aveugle (sans information) à la notation hédonique du produit avec l'information réalisée dans un deuxième temps par les mêmes consommateurs, ce qui revient à mesurer une déviation hédonique (*Di Monaco et al., 2005 ; Giraud et Lebecque, 2000 ; Solheim, 1992*). Une autre stratégie consiste dans un premier temps à réaliser une mesure hédonique en aveugle du produit, puis les mêmes consommateurs évaluent sur une échelle hédonique l'attente induite par la présentation unique de l'information que l'on veut tester, puis ces consommateurs réalisent une mesure hédonique en information complète (le produit associé à l'information qui lui correspond) (*Caporale et Monteleone, 2004 ; Caporale et Monteleone, 2001 ; Siret et Issanchou, 2000*).

Conclusion

Cette première partie a été structurée en deux chapitres. Le premier a été consacré d'une manière générale aux courants théoriques et conceptuels qui portent sur les notions de terroir, territoire et les acteurs de filière. Il en ressort que le terroir, est à la fois un système productif, culturel local et lieu de mobilisation des acteurs. Malgré la confusion entre les termes "terroir" et "territoire", mais les deux concepts sont assez différents. En fait, le territoire emboîte un ensemble de terroirs représentant différentes spéculations agricoles.

Le développement durable, à l'instar du terroir, souffre de la complexité engendrée par son caractère transdisciplinaire. Des études ont montré que le terroir présente trois atouts pour un développement durable :

- Par sa délimitation, il est possible d'identifier les composantes du système et de le modéliser par une démarche pluridisciplinaire;
- Il englobe les dimensions écologique, technologique, économique, sociale et culturelle d'un socio-écosystème;
- Il permet de construire des apprentissages qui ne sont pas seulement scientifiques, mais qui prennent en compte la dimension subjective de l'action humaine (***Prévost et Lallemand, 2009***).

Face aux dynamiques d'émergence de nouvelles terminologies, (chaîne globale de valeur, chaîne d'approvisionnement, transnationalisation et les firmes... etc.), ainsi les problèmes de maîtrise de la transformation des systèmes productifs, et l'absence de mécanisme d'articulation entre l'agriculture et le reste de l'économie dans les pays sous développés. Le concept de la filière est le synonyme de la notion de branche ou de secteur qui propose de découper le système productif afin de mieux comprendre les dynamiques d'émergence, et est devenue un outil privilégié d'aide à la décision publique, au moment où les données statistiques sont insuffisantes et peu fiables.

Quand à la filière oléicole algérienne et particulièrement kabyle montre des signes de crise en raison des conditions géomorphologiques et institutionnelles et la lenteur dans la gestion administrative. Dans toutes ces conditions défavorables la tâche est assumée sur le dos des oléiculteurs afin de changer la situation pour valoriser leurs produits.

Conclusion de la première partie.....

Ainsi, le deuxième chapitre de cette partie a mis en exergue l'importance de la norme internationale de la qualité physico-chimique et organoleptique sur la composition d'huile d'olive et les pratiques oléicoles afin de pouvoir proposer une stratégie intégrée qui répond aux exigences du marché local et international et de remédier la situation sociale et financière des oléiculteurs qui constituent l'objectif de la partie pratique.

Partie pratique

« Qui laboure ses oliviers, les prie de donner du fruit ; qui les fume, le demande ; qui les taille, l'exige. »

(Ancien proverbe provençal)

Introduction

La partie pratique comprend les résultats des enquêtes effectuées avec les oléiculteurs et oléifacteurs de la région d'étude. Les études menées sur terrain concernent l'évaluation de la biodiversité de l'olivier et les pratiques des acteurs, ainsi que la caractérisation de l'huile d'olive et les résultats des tests de dégustation hédonique effectués auprès des villageois de la région de Kabylie et de la ville de BBA, nous avons cherché à déterminer, à travers les investigations réalisées, à développer une démarche méthodologique adaptée aux pratiques des acteurs et aux conditions naturelles et systèmes de production complexes de la région ; ensuite, évaluer la pertinence des pratiques et développer des propositions de leur modification. Nous avons affaire à des pratiques et conceptions généralement ancestrales, qui ont conditionné le fonctionnement des systèmes de productions oléicoles de la petite Kabylie. Ensuite, pour se rapprocher des bonnes pratiques, nos propositions doivent être adaptées aux exigences des systèmes de productions mis en place et des moyens disponibles chez les acteurs, sans avoir à chambouler leur système de connaissance et de pratiques qui sont issus de la technique culturelle ancestrale très prégnante dans les systèmes de production en cours; nous partons de l'hypothèse que pour développer des systèmes de culture et de production ayant peu évolué, les innovations les plus efficaces sont celles qui s'adaptent à la culture technique et qui soient les moins coûteuses pour les paysans oléiculteurs et oléifacteurs, tout en prenant comme référence les normes de qualité internationales d'une part et les traditions culturelles et sociales locales du secteur oléicole en Algérie.

Il faut noter que les habitudes de consommation ont construit les préférences des consommateurs, qui à leur tour constituent le fondement des stratégies des acteurs de la filière oléicole en Algérie ; cette dernière est caractérisée par des systèmes de production extensifs et conduisant à une production faible à l'hectare, mais potentiellement de qualité élevée, dont la destination orientée vers la consommation locale qui est aussi faible comparativement à la consommation de la région méditerranéenne ; la consommation en Algérie est de l'ordre de 1,2 litre par personne par an en 2014 au cours des dix dernières années, toutefois des différences régionales en termes quantitatifs et de types de produits existent (*COI 2015*).

Afin de bien développer notre problématique et de répondre d'une manière précise aux questions posées, nous avons envisagé de partager cette partie en quatre chapitres, organisés comme suit :

Chapitre 03 : Caractérisation géographique et pédoclimatique de la région d'étude;

Chapitre 04 : Caractérisation de la diversité variétale de la zone d'étude ;

Chapitre 05: Caractérisation des pratiques de conduite oléicoles locales;

Chapitre 06: La consommation d'huiles d'olive : les habitudes et les préférences des consommateurs de la région.

Chapitre 03 :

***Caractérisation de la zone d'étude et
pratiques oléicoles locales***

Introduction

La caractérisation de la zone d'étude est primordiale afin de mieux cerner notre problématique car les caractéristiques du milieu déterminent les pratiques et les systèmes de production. Aussi, l'influence de la situation géographique et des paramètres pédoclimatiques, sur la qualité et la typicité d'huile d'olive en tant que produit d'un processus biotechnique d'élaboration spécifique est évidente. Dans cette étude nous n'avons pas pris en considération les limites administratives du territoire, mais nous avons considéré le territoire dans son unité et harmonie socioéconomique, culturelle et géographique. La région d'étude englobe les trois pôles où se concentrent le potentiel oléicole de trois wilayas, Bejaia à travers la Daïra d'Akbou, Seddouk et Beni Maouche, la wilaya de Bordj Bou Arreridj via la Daïra de Djaafra et Sétif en considérant la Daïra de Beni Ourtilane et de Guenzet. La zone sélectionnée pour cette étude est une région homogène et a vocation oléicole par excellence au cœur de la (petite Kabylie)⁵ et l'olivier bénéficie d'une considération sociale et identitaire lointaine. Ce territoire est réputé par son parfaite harmonie socioéconomique entre les villages répartis sur les trois wilayas. Depuis longtemps la population de la région s'approvisionne dans trois marchés hebdomadaires importants, on cite : Souk El-Djemâa de Sétif chaque vendredi à Beni Ourtilane, Souk Tansaout de Bejaïa chaque jeudi et souk El Main de Bordj Bou Arreridj chaque lundi. Il existe des échanges commerciaux et agricoles denses entre villageois, et une interactivité importante dans ce triangle.

Le travail présenté dans ce premier chapitre est basé essentiellement sur des enquêtes menés sur terrain auprès des services agricoles, des services techniques des communes, des stations météorologiques des trois wilayas afin de délimiter géographiquement la zone d'étude et de déterminer les potentialités pédoclimatiques de cette dernière.

⁵ - La distinction entre « grande » et « petite » Kabylie, est créée pendant la période de l'empire colonial français, après la conquête de l'Algérie. La petite Kabylie, par sa superficie, n'est pas plus petite que la grande, mais plus étendue. La petite Kabylie est la partie orientale de la Kabylie, elle est séparée de la Grande Kabylie à l'ouest par la vallée de la Soummam, bordée au sud par la chaîne des Bibans, remontant à l'est sur les Babors. Le territoire de la grande Kabylie recouvre la wilaya de Tizi Ouzou et une partie de celle de Bouira. Le parlé kabyle régional est quelque peu différent de celui de la grande Kabylie.

1. Caractérisation de la zone d'étude

Notre zone d'étude est dans sa totalité une zone montagneuse avec une pente de 100 à 200 % et atteint parfois jusqu'au 300 % d'inclinaison, la quasi-totalité des terrains se situe à une altitude supérieure à 400 m sauf la région limitrophe au barrage Tichy-haf qui est située entre 280 et 400 m.

Cette zone constitue un ensemble d'entités homogènes formées chacune de terres hautes, de plateaux, de vallées profondes et de hauts piémonts.

1.1. Caractérisation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est délimitée à l'est par la région de Bougâa et Bou-sellam, à l'ouest par Kalaâ n'Ath Abbas et Oued Guelaa, au nord par la région d'Akbou et Oued Soummam et au sud par la région de Zemmourah et Oued mhadjer.

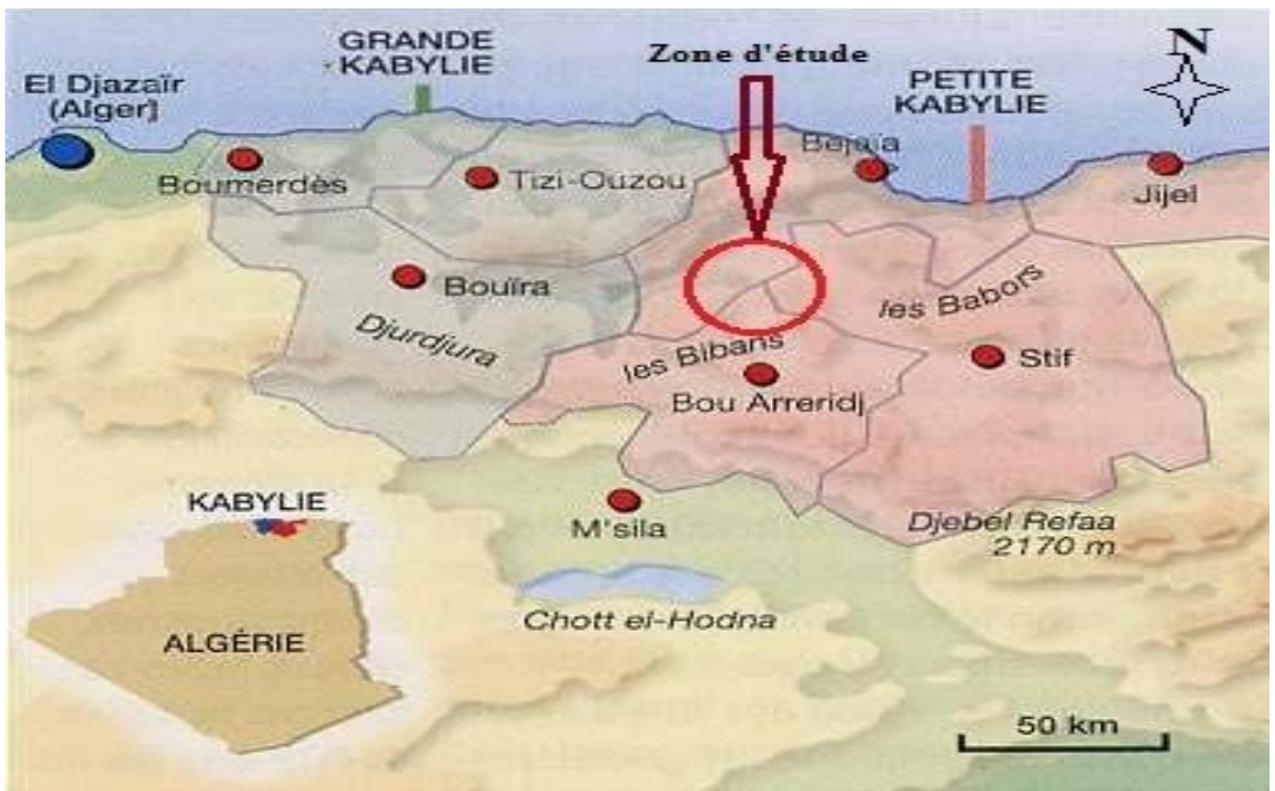


Figure 14: Localisation de la zone d'étude (Didier, 2014).

Notre zone d'étude s'étend sur un périmètre de 640 Km² et regroupe 09 communes : Beni Ourtilane, Beni Maouche, Bouhamza, Colla, Djaafra, El Maïn, Guenzet, Tamokra et Tefreg (tableau 08). Le choix de la zone d'étude est justifié par sa vocation oléicole. Les 09 communes enquêtées réunissent environ 30% de la superficie oléicole des trois wilayas, qui

s'étale sur une superficie de 28062 ha (Figure 14). En effet cette étendue représente environ 06% de la superficie oléicole nationale. La densité des oliveries varie d'une commune à une autre entre 72 et 94 plants à l'hectare avec une moyenne de 86 arbres par hectare, l'oléiculture est ainsi dans ce territoire pratiquée en extensif (*Donnés d'enquête, 2011*).

Plus de 80 000 habitants se répartissent sur un réseau de montagnes assez enchevêtrées de 900 à 1300 mètres d'altitude en moyenne. Notre zone d'étude s'étale autour d'un point culminant, visible de presque toute la région, le pic de Djaafra (1460 m). Et le point le plus bas qui se situe au niveau de la digue du barrage de Tichy-haf (230 m) (*Google Earth, 2018*).

Tableau 08 : Récapitulatif des superficies oléicoles dans la zone d'étude.

<i>Commune</i>	<i>Superficie totale ha</i>	<i>Superficie oléicole ha</i>	<i>%</i>	<i>Nbr. d'oliviers</i>	<i>Nbr. d'oliviers par ha</i>
<i>Beni Maouche</i>	94 86	3019	31,8	268691	89
<i>Beni Ourtilane</i>	7300	5600	76,7	509600	91
<i>Bouhamza</i>	7786	2927	37,6	257576	88
<i>Colla</i>	5000	513	10,3	45144	88
<i>Djaafra</i>	7058	3392	48,1	274752	81
<i>El Main</i>	7172	3289	45,9	279565	85
<i>Guenzet</i>	6900	2500	36,2	180000	72
<i>Tamokra</i>	6840	5168	75,6	485792	94
<i>Tefreg</i>	6370	1654	26,0	150514	91
Total	63912	28062	43,9	272403,8	86,6

Source : DSA de Bejaia, Bordj Bou Arreridj et Sétif

La région est insérée autour des vallées de Beni Yadel, Beni Yala et la Soummam. Le territoire d'étude est situé au bout des extrémités des trois wilayas en petite Kabylie : Bejaïa, Bordj Bou Arreridj et Sétif et enclavée d'une couronne de montagnes enchevêtrées. La région a connu une période noire au cours de la révolution algérienne, son passé historique révolutionnaire est peut-être l'un des plus importants, et des plus marquants de l'Algérie (*Robin, 1901; Rinn, 1891 ; Kadache, 2000*).

1.2. Caractérisation pédoclimatique de la zone d'étude :

1.2.1. Caractérisation pédoclimatique :

Notre zone d'étude est dominée par un sol constitué des marnes schisteux et de phyllade alternés avec les calcaires gris et noirs. En outre, les données pédologiques que l'on possède sur la région sont assez maigres et résultent pour leur grande partie d'une « carte des

sols d'Algérie » élaborée par **Durand (1954)**. En effet, la majorité des sols de montagnes sont des sols calcaires, insaturés, gris ou bruns, peu épais, de type rendzine, bien différenciés par rapport à la roche mère sous-jacente (**Peillon, 1978**).

1.2.2. Températures et précipitations de la zone d'étude

Notre zone d'étude se situe en épiceutre des trois wilayas et comme la zone d'étude ne dispose pas d'une station météorologique, nous avons procédé à deux étapes de calcul afin de se rapprocher de la réalité : la première étape consiste à établir une moyenne des paramètres climatiques des trois stations météorologiques, celle de Gouraya à Bejaïa, de Boumergued à Bordj Bou Arreridj et d'Ain-Arnat à Sétif, (Tableau 9).

Tableau n° 9: Les moyennes des températures et précipitations des trois wilayas (1996-2016).

<i>Paramètres</i>	<i>Bejaïa</i>	<i>Bordj Bou Arreridj</i>	<i>Sétif</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Température C°</i>	17,1	14,7	12,9	14,9
<i>Précipitation mm</i>	866	424	492	594

Source : Les trois stations météorologiques

Afin d'apporter plus de précision, la deuxième étape consiste à récolter le maximum d'informations climatiques sur la zone d'étude à l'aide du site officiel « climat- data.org » (CDO). Les moyennes des températures et les cumuls de précipitations de toutes les communes sont cités dans le tableau n°10. La comparaison entre les moyennes obtenues pour les deux étapes montre une différence insignifiante entre les deux relevés comme le montre le tableau n°11.

Tableau n° 10 : Les moyennes des températures et des précipitations par commune (1996-2016)

<i>Communes</i>	<i>Température C°</i>	<i>Précipitation en mm</i>
<i>Djaafra</i>	12,6	686
<i>Tafreg</i>	14,6	538
<i>El Maïn</i>	14,4	603
<i>Colla</i>	14,6	536
<i>Tamoukra</i>	15,9	597
<i>Bouhamza</i>	16,1	626
<i>Beni Ouartilane</i>	13,7	656
<i>Beni Maouche</i>	13,6	730
<i>Guenzet</i>	14,1	635
<i>Moyenne</i>	14,4± 1,1	623±63, 8

Source : Climate-data.org (CDO)⁶

⁶ Les moyenne relevées par le site « Climate-data.org » (<https://fr.climate-data.org/country/164/>)

Tableau 11 : Comparaison des moyennes des paramètres climatiques de la zone d'étude.

Paramètres	Moyenne des trois wilayas (I)	Moyenne des neuf communes selon (CDO) (II)	(I-II)	%
Température C°	14,9	14,4	0,5	-3,47%
Précipitation mm	594	623	-29	+4,88%

1.2.3. Les étages bioclimatiques de la zone d'étude

Pour déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude, nous avons opté au calcul du quotient d'Emberger (Q) qui nécessite systématiquement les valeurs moyennes des minimas et des maximas des températures pour chaque mois de l'année pour les vingt dernières années. Le tableau n° 12 contient les valeurs moyennes des températures et des précipitations pour toutes les communes de la zone d'étude.

On se base sur les relevés du tableau 12 pour établir le diagramme d'Emberger des étages bioclimatiques méditerranéens (Figure 15) à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = \frac{2000p}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots (I)$$

Q : Quotient d'Emberger ;

P : Cumule annuelles des précipitations ;

M : Moyenne des maximas des températures du mois le plus chaud en Kelvin ;

m : Moyenne des minimas des températures du mois le plus froid en Kelvin.

Tableau 12 : Les valeurs moyennes mensuelles des températures et précipitations 1996-2016

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Température moyenne (°C)	6,6	7,6	9,0	11,9	15,6	19,9	24,1	24,3	20,8	15,6	10,4	7,3	14,4
Température minimale moyenne (°C)	3,2	3,8	4,3	6,4	9,7	13,4	17,4	17,7	15,1	11,0	6,3	3,7	9,3
Température maximale (°C)	9,9	11,3	13,7	17,3	21,4	26,3	30,8	30,9	26,5	20,1	14,5	10,9	19,5
Précipitations (mm)	93	65	71	59	50	23	7	11	44	49	76	75	623/12

La valeur du (Q) calculé à partir du tableau 12 indique que le climat de la région a une tendance continentale subhumide comme il est montré dans la figure 15. Il est caractérisé essentiellement par un été chaud et sec et un hiver froid et humide. Les moyennes établies dans le tableau 11 indiquent que la région d'étude reçoit annuellement en moyenne 623 mm de pluie mais irrégulière et agressive parfois ; elle est aussi exposée à des températures moyennes de l'ordre de 14,4 C°. Le gel persiste généralement pendant 34 jours en moyenne entre le mois de décembre et mars. La neige est très fréquente dans la région, elle se manifeste à partir de décembre jusque mars.

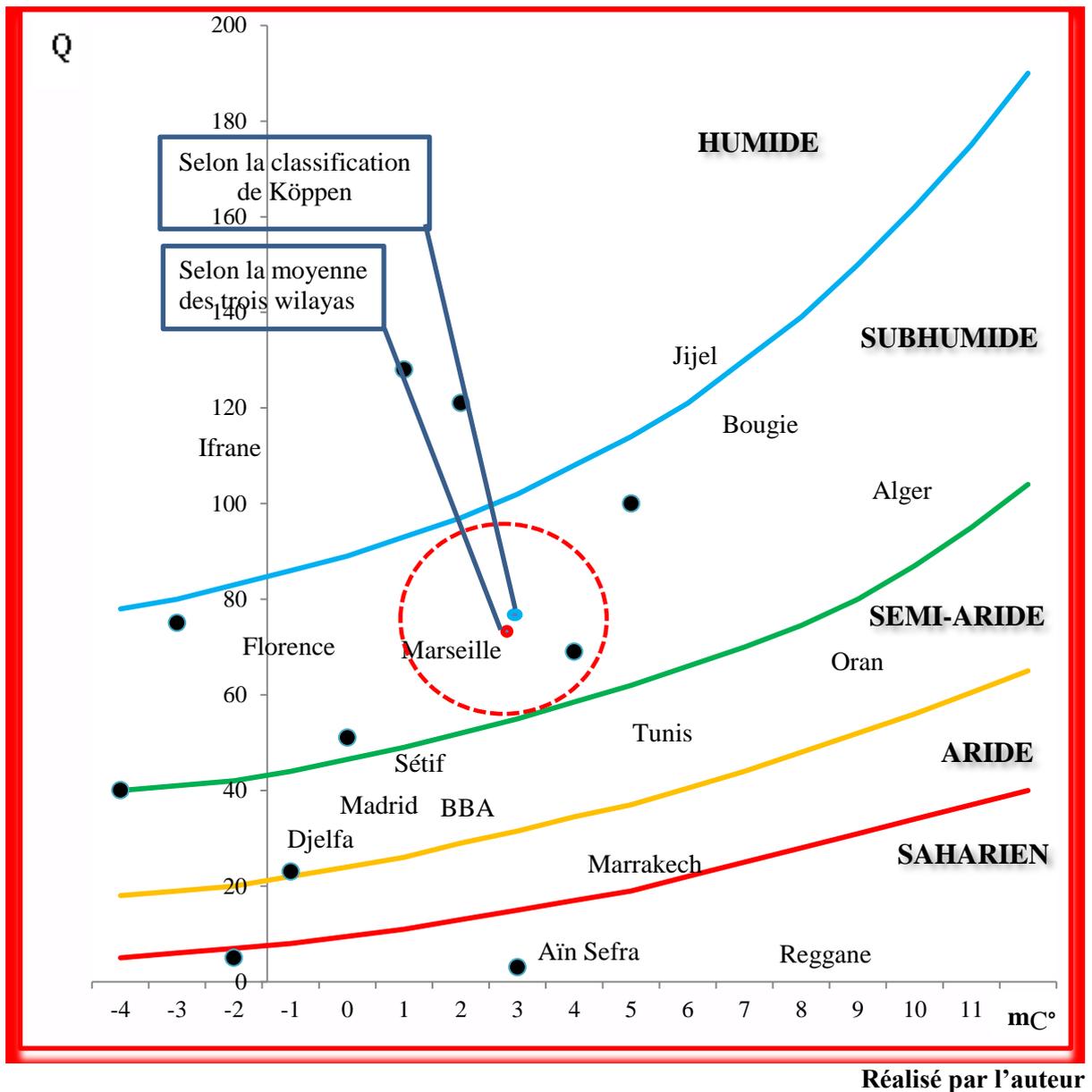


Figure 15 : Diagramme d'Emberger des étages bioclimatiques méditerranéens

La région bénéficie réellement de plusieurs caractéristiques climatiques contrastées, vu le caractère montagneux complexe, la diversité des altitudes et des plans d'exposition. Selon la classification de Köppen⁷ on peut distinguer trois microclimats en allant du semi-aride au subhumide.

Le premier microclimat englobe des périmètres de basses altitudes situés entre 230 et 500 m qui sont caractérisés par un climat continental chaud en été et doux en hiver : c'est la région de Sahel tout au long de oued Mhadjer, oued Bouselam et oued n'Ath Abbas. Cette région est exploitée en maraîchage, arboriculture et essentiellement en oléiculture.

Le deuxième microclimat représente l'intermédiaire en matière d'altitude, s'étalant entre 500 et 800 m, il est de type subhumide et la région appartenant à ce microclimat se caractérise par le potentiel oléicole le plus important. Le troisième microclimat caractérise les sommets des montagnes dépassant 800 m d'altitude. Ce dernier représente environ 20 % de périmètre d'étude et est caractérisé par un été doux et sec et un hiver froid et humide.

Selon le diagramme ombrothermique, la période de sécheresse s'étale entre le mois de juin et août, durant laquelle les précipitations ne dépassent pas 41 mm (voir tableau 12). En comparaison avec les régions du sud tel que M'Sila, Laghouat, Biskra et El Oued où l'olivier commence à acquiescer de l'espace, la période de sécheresse est de 08 à 12 mois (**annexe 01**). Dans notre zone d'étude la pluie tombe surtout en hiver, mais relativement peu en été. L'apport hivernal permet au sol d'emmagasiner des quantités suffisantes en eau qui seraient exploitées ultérieurement en été par l'olivier. A la fin de la période de sécheresse qui coïncide idéalement entre la véraison des olives, l'augmentation des précipitations et la baisse des températures (le début de l'automne) favorise le maintien de l'olivier sans avoir besoin de des apports complémentaires en eau.

⁷ - La classification de Köppen est une classification des climats fondée sur les précipitations et les températures. C'est le botaniste Wladimir Peter Köppen qui l'a inventée en 1900 en combinant la carte mondiale de la végétation publiée en 1866 par Griesbach et la division du climat en cinq zones par Candolle. C'est la plus courante des classifications climatiques dans sa version présentée par Rudolf Geiger en 1961. Un très grand nombre d'études climatiques et de publications ont adopté une des versions de ce système. La carte de Köppen-Geiger reste aujourd'hui une référence, grâce à ses mises à jour fréquentes, tant dans les domaines de l'hydrologie, de la géographie, de l'agriculture, de la biologie, la climatologie à travers ses recherches sur l'évolution des climats.

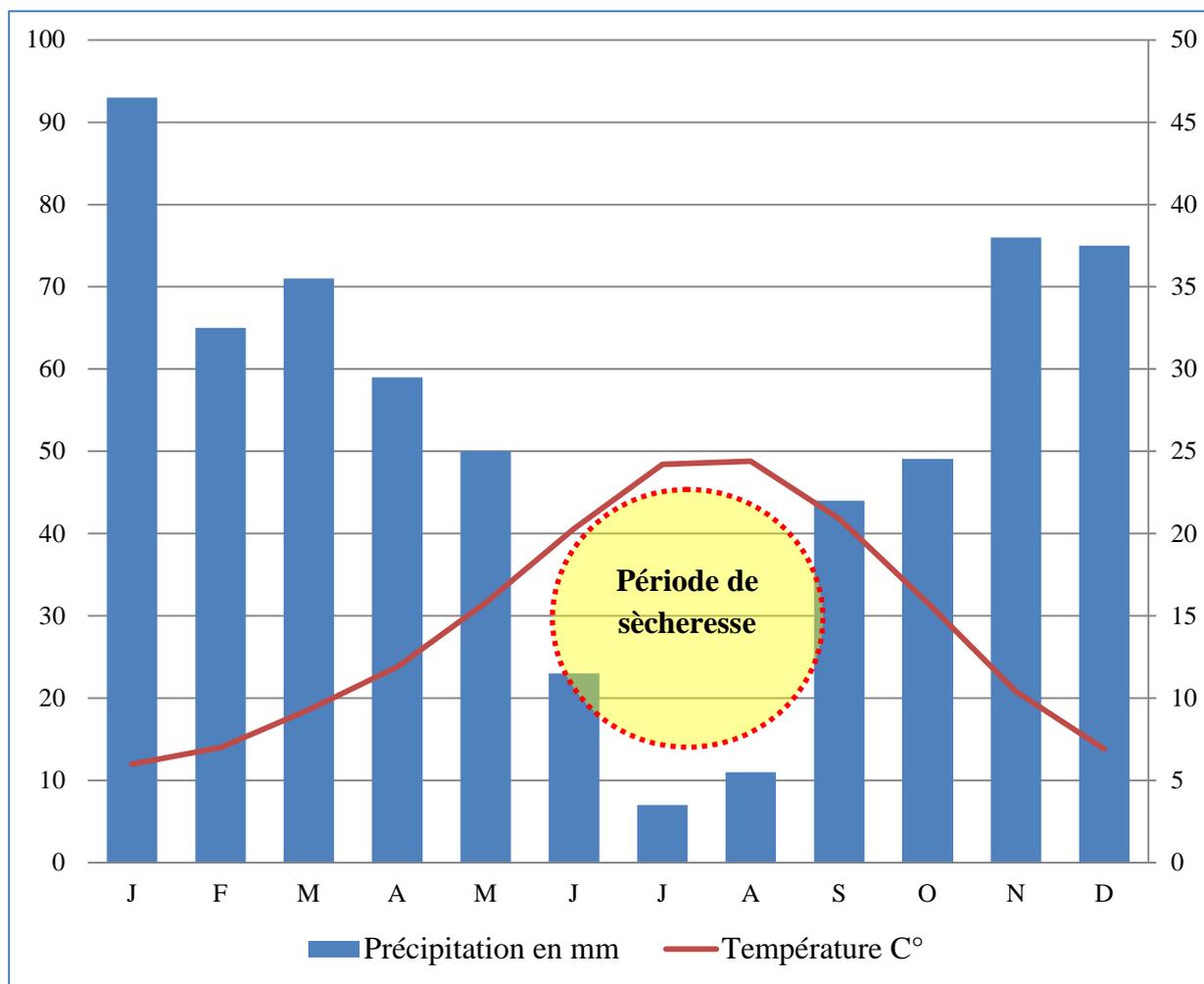


Figure 16 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude 1996-2016.

Conclusion

Notre zone d'étude se situe à 45 Km à vole d'oiseau de la mer méditerranéenne entre les altitudes 230 (barrage Tichy-haf) et 1460 m (pic de Djaafra).

La région d'étude bénéficie d'un climat sub-humide avec des apports d'eaux en moyenne de 623 mm. Les précipitations sont concentrées durant la saison d'hiver, et peu fréquentes en été. La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 86 mm.

Par rapport aux températures, l'estimation moyenne annuelle est de 14.4 °C avec une variation de 17,7 °C enregistrée entre le mois le plus chaud de l'année (Août) et le mois le plus froid (Janvier).

Le sol est calcaire, léger, aéré et retient facilement les apports hydriques considérables de l'hiver, cela permet une bonne adaptation des oliviers au niveau de notre région d'étude.

On peut conclure que toutes les conditions préalablement décrites assurent un bon développement et une bonne stabilité de la production de l'olivier au niveau de notre zone d'étude.

Chapitre 04

***Caractérisation variétale de la zone
d'étude***

Introduction

Le verger oléicole algérien comprend une diversité variétale répartie sur ses différentes régions oléicoles, particulièrement dans les zones côtières montagneuses (Kabylie, 55 %) (*Hadjou, al., 2013*). D'après les travaux réalisés par **Hauvill (1953)**, Il existe 150 variétés d'olivier plus au moins abondantes en Algérie. Ce nombre peut être plus élevé, alors que le catalogue de l'Institut Technique des Arbres Fruitières et des vignes (**ITAFv⁸, 2006**) ne décrit que 36 variétés, dont seulement cinq variétés principales, qui sont inscrites dans le catalogue mondial des variétés d'oliviers à savoir : Azeradj, Blanquette de Guelma, Chemlal de Kabylie, Limli, Sigoise (**COI, 2000**). Bien que le patrimoine oléicole soit riche en variétés, notre oléiculture traditionnelle a été axée sur trois variétés principales : les variétés Chemlal et Azeradj sont situés dans le centre et l'est du pays (Kabylie) alors que la Sigoise prédomine à l'ouest. Les autres variétés, dites secondaires, ont une localisation plus restreinte ou sont parfois même représentées par des pieds disséminés dans les oliveraies. La majorité des zones oléicoles nationales est plantée de trois variétés: Chemlal, Azeradj et Sigoise (**Louadj et Giuffre, 2010**).

En dépit de cette richesse, seules quelques données sur la composition chimique de l'huile d'olive algérienne sont disponibles et elles sont souvent incomplètes ou fausses, très peu d'études pomologiques ont été entreprises pour la caractérisation de ces variétés, surtout pour les variétés dites secondaires ou diffuses qui peuvent être potentiellement intéressantes. Ce qui exige un travail de recherche sur la caractérisation variétale et sur ses produits. C'est pourquoi nous procédons, dans ce travail, à une étude de caractérisation pomologique et de la composition chimique des huiles des variétés cultivées dans les champs des exploitations oléicoles. Certaines études fournissent des informations sur les indices de qualité, les compositions en acides gras, les composés phénoliques et les tocophérols pour les variétés Aghenfas, Azeradj, Bouichret, Chemlal, Grosse de Hamma, Limli, Sigoise, Tahesrit, et pour quatre populations d'oléastres (**Moussaoui et al., 2008 ; Louadj, Giuffre, 2010 ; Douzane et al., 2012; Bakhouche et al., 2015; Bouarroudj et al., 2016; Lincer et al., 2016**). Les pigments (chlorophylles et caroténoïdes) ont été déterminés dans trois variétés: Chemlal, Sigoise, et Tabelout (**Zegane et al. 2015**). Les stérols, les stérols méthyliques et les alcools triterpéniques ont été analysés dans trois variétés de l'est de l'Algérie (**Mezghache et al. 2010**).

⁸ - L'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, créé le 03 novembre 1987. C'est un établissement public national à caractère administratif et à vocation scientifique et technique.

De nombreuses techniques spectrales et physico-chimiques ont été utilisées pour la caractérisation et l'authentification des huiles d'olive (**Wang et al. 2016**). Les techniques spectroscopiques vibrationnels (infrarouge moyen, proche infrarouge et Raman) fournissent une analyse rapide des huiles, même si elles ne permettent pas d'atteindre la qualité de certaines analyses physico-chimiques.

Les indices de qualité (acidité, indice de peroxyde, K232 et K270), la composition en phénols, en pigments et en composés volatiles dépend d'un grand nombre de paramètres tels que le fruit, la maturité, la méthode d'extraction de l'huile ou sa conservation. Par conséquent, il est difficile de les utiliser pour caractériser et authentifier les huiles d'olive. En revanche, les compositions en triacylglycérols (TAG), en acides gras et en squalène des huiles sont stables durant les processus d'extraction et de conservation, permettant ainsi leur utilisation pour caractériser et authentifier les huiles d'olive (**Ollivier, et al., 2003; Ollivier, et al., 2006 ; Laroussi-Mezghani et al. 2015**). En outre, la littérature montre un large éventail des niveaux des tocophérols qui semblent dépendent des cultivars, et les isomères des tocophérols ne sont pas pris en compte dans les études d'authentification.

Dans le cadre de l'organisation de la filière oléicole et l'amélioration de la qualité d'huile d'olive de la région de la petite Kabylie, notre travail a comme objectif de décrire et caractériser les variétés dominantes de la région d'étude. Afin de réaliser notre objectif, nous avons scindé ce chapitre en deux étapes :

La première étape est consacrée à une étude descriptive complète des variétés existantes comportant sur les caractères morphologiques de l'arbre, la frondaison, la feuille et l'inflorescence ainsi que sur les caractères pomologiques : fruit et noyau.

La deuxième étape consiste en une étude biochimique et moléculaire de quelques paramètres qualitatifs des huiles d'olive monovariétales issues des variétés étudiées à savoir : les triacylglycérols (TAG), les acides gras et le squalène. L'étude a pour objectif de rechercher des critères discriminants pouvant exister entre les différents cultivars.

1. Caractérisation morphologique et pomologique⁹

La caractérisation morphologique et pomologique des variétés d'oliviers existantes au niveau de la zone d'étude nécessitent deux démarches primordiales :

1.1. La démarche déductive

C'est une enquête par le biais d'interviews libres auprès des oléiculteurs sur terrain dans plusieurs sites envisagés afin de dénombrer l'ensemble des variétés réputées au niveau de toute la zone, pour ensuite caractériser chaque variété et ses potentialités. Dans cette démarche, nous avons interrogé 112 oléiculteurs répartis sur 44 villages des 09 communes de la zone d'étude durant une période de vingt jours allant du 2 au 22 novembre 2011. Durant notre investigation avec les oléiculteurs, nous avons remarqué l'incapacité de ces derniers de distinguer entre les différentes variétés d'oliviers qui se ressemblent.

En effet, la majorité des paysans classent les oliviers en deux catégories à savoir : Chemlal et Adjerez. Ils attribuent le nom Chemlal pour toutes les variétés d'olives de petit calibre et Adjerez pour toutes les variétés de gros calibre et ils attribuent le nom Chemlal pour toute variété d'olive de faibles petits calibres, et Adjerez pour toute variété de gros calibre. Alors qu'une minorité d'exploitants peuvent faire la distinction entre quelques variétés qui se diffèrent entre elles par la forme et le calibre du fruit ainsi que par la condensation, la forme et la couleur des feuilles de l'arbre. Parmi les appellations données par cette minorité, on cite: Chemlal, Aberkane, Adjerez, Aguentaou, Bouchouk, Aimel, Aguechrane, Aidel, Blestey, Aakarma et Aboutefah.

Nous avons conclu qu'il existe une diversité variétale, mais aussi une grande ambiguïté de distinction entre les variétés par les oléiculteurs, qui donnent soit plusieurs noms à la même variété, ou bien le même nom pour plusieurs variétés.

Tableau n°13 : Critères de distinction entre les variétés d'olivier par les oléiculteurs

<i>Caractères de distinction</i>	<i>Nombre d'individus sur 112</i>	<i>%</i>
<i>Selon le poids du fruit</i>	112	100
<i>Selon la forme du fruit</i>	90	80,4
<i>Selon le sommet du fruit</i>	84	75
<i>Selon la condensation des feuilles de l'arbre</i>	38	33,9
<i>Selon la couleur de l'arbre</i>	23	20,5
<i>Selon la forme de l'arbre</i>	8	7,1

⁹ - La pomologie (du latin *pomus* = fruit ou de Pomone, la divinité des fruits) est une branche de l'arboriculture fruitière qui traite de la connaissance (description, identification, classification, ...) des fruits.

Nous avons recensé six critères sur la base desquels les oléiculteurs distinguent entre les différentes variétés. La quasi-totalité des paysans différencient entre les variétés d'oliviers selon le poids et la forme du fruit. Selon le poids, les paysans classent généralement le fruit en trois catégories à savoir : le poids réduit, moyen et élevé ; alors que selon la forme ces derniers les classent en deux catégories à savoir: allongé et sphérique. En second lieu, vient le critère de condensation des feuilles de l'arbre. Seul 07 % des paysans peuvent distinguer entre quelques formes d'arbres différents comme le montre le tableau 13.

1.2. La démarche empirique

Notre travail porte sur l'étude de la diversité variétale de l'olivier (*Olea europaea L.*) dans notre zone d'étude en petite Kabylie par une caractérisation morphologique et pomologique des principales variétés rencontrées. Nous avons recensé 11 appellations principales.

La méthodologie suivie pour l'échantillonnage et la caractérisation morphologique et pomologique est celle proposée par le Conseil Oléicole International (09 caractères parmi ceux proposés par ce dernier) ; ces caractères ont fait l'objet d'une étude statistique. Alors que les résultats de l'identification des variétés ainsi recensées ont été comparés au catalogue réalisé par l'ITAFv (2006).

1.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de 17 écotypes repérés selon les orientations des oléiculteurs et notre propre investigation sur terrain. 204 arbres étaient échantillonnés d'une manière aléatoire à raison de 12 arbres par variété. Les vergers dans lesquels nous avons effectué notre pratique sont dépourvus de tout système d'irrigation.

Les mesures effectuées sur les caractères sélectionnés (la longueur et la largeur des feuilles, la longueur et le diamètre des fruits et ceux de l'endocarpe) ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Concernant le poids de chaque fruit et de chaque noyau, ils ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (0,01g),

1.2.2. Méthodes d'échantillonnage

Le protocole d'échantillonnage que nous avons poursuivi est celui établi par le (C.O.I, 2000), pour la caractérisation initiale des variétés d'oliviers.

a) Arbre

Sur la base de l'aspect morphologique, de la forme et de la frondaison de l'arbre, on distingue :

- **Port** : Ce caractère décrit la distribution naturelle des charpentières et des rameaux.
- **Densité du feuillage** : Ce paramètre fait référence à l'abondance de végétation de la frondaison qui peut être mesurée par la possibilité de pénétration de la lumière. L'observation des arbres a été faite durant la période allant du 15 au 25 décembre 2011, et l'identification finale a été faite sur 12 arbres par écotype.

b) Feuille

Nous avons prélevé un échantillon de 40 feuilles adultes par arbre de la partie médiane des pousses d'une année choisie parmi les plus représentatives situées sur la partie de l'arbre orientée vers le sud à hauteur de l'homme. Les prélèvements ont été faits durant la période allant du 15 au 25 décembre 2011.

c) Fruit

Nous avons prélevé un échantillon de 40 fruits par arbre, choisis parmi les plus représentatifs et situés sur la partie de l'arbre orientée vers le sud, à hauteur d'homme. Les prélèvements ont été effectués en pleine maturité c'est à dire que les fruits sont complètement noirs et facilement détachables. Ces derniers ont été prélevés durant la période allant du 15 au 25 décembre 2011.

d) Noyau

Les caractères des noyaux ont été évalués sur un échantillon de 40 fruits dépulés avec une solution de soude à une concentration de 01 pour mille puis rincés à l'eau courante.

Le tableau 14 représente les différents organes et caractères étudiés.

Tableau n° 14: Les caractères et les paramètres liés à la caractérisation morphologique.

<i>Organes</i>	<i>Paramètres</i>	<i>Caractères quantitatifs</i>
<i>Arbre</i>	Port	Retombant Étalé Dressé
	Densité du feuillage	Lâche Moyenne Compacte
<i>Feuille</i>	Forme	Elliptique Elliptique-lancéolée Lancéolée
<i>Fruit</i>	Poids	Réduit Moyen Élevé Très élevé
	Forme	Sphérique Ovoïde Allongée
	Sommet	Arrondie Pointu
<i>Noyau</i>	Poids	Réduit Moyen Élevé
	Forme	Sphérique Ovoïde Elliptique Allongée
<i>Entre-nœuds</i>	Longueur	Courte Moyenne Élevé

1.2.3. Les normes de référence pour l'analyse biométrique des variétés d'olivier

1.2.3.1. Les caractères de la feuille

Longueur :

Réduite : LF < 50mm

Moyenne : 50mm < LF < 70mm

Élevée : LF >70mm

Largeur :

Réduite : IF < 10mm

Moyenne : 10mm < IF < 15mm

Élevée : IF >15mm

La forme :

Elle est déterminée par le rapport entre la longueur (LF) et la largeur (IF)

Elliptique : $LF/IF < 4$

Elliptique-lancéolée : $4 < LF/IF < 6$

Lancéolée : $LF/IF > 6$

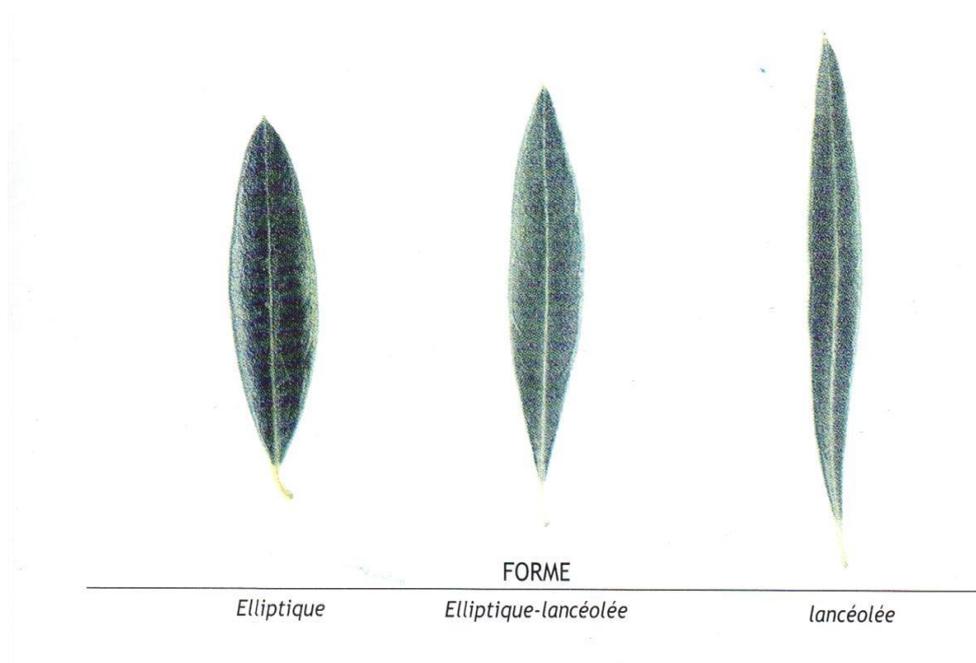


Figure n°17 : Les différentes formes de la feuille

1.2.3.4. Les caractères du fruit :

La forme :

Elle est déterminée par le rapport entre la longueur (LO) et la largeur (DO)

Sphérique: $LO/DO < 1,25$

Ovoïde: $1,25 < LO/DO < 1,45$

Allongée: $LO/DO > 1,45$

Le poids :

Réduit : $PO < 2g$

Moyen : $2g < PO < 4g$

Elevé : $4g < PO < 6g$

Très élevé : $PO > 6g$

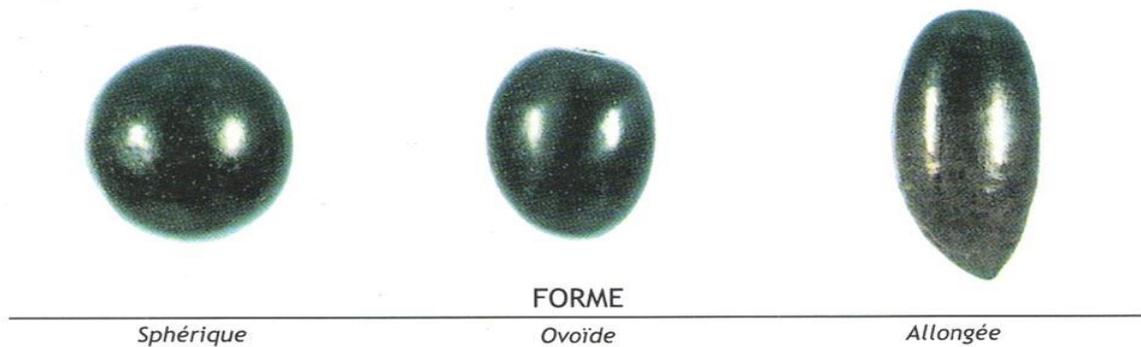


Figure n°18 : Les différentes formes du fruit.

1.2.3.5. Les caractères du noyau

La forme :

Elle est déterminée par le rapport entre la longueur (LN) et la largeur (DN)

Sphérique : $LN/DN < 1,4$

Ovoïde : $1,4 < LN/DN < 1,8$

Elliptique : $1,8 < LN/DN < 2,2$

Allongé : $LN/DN > 2,2$

Le poids :

Réduit : $PN < 0,3g$

Moyen : $0,3g < PN < 0,45g$

Elevé : $PN > 0,45g$

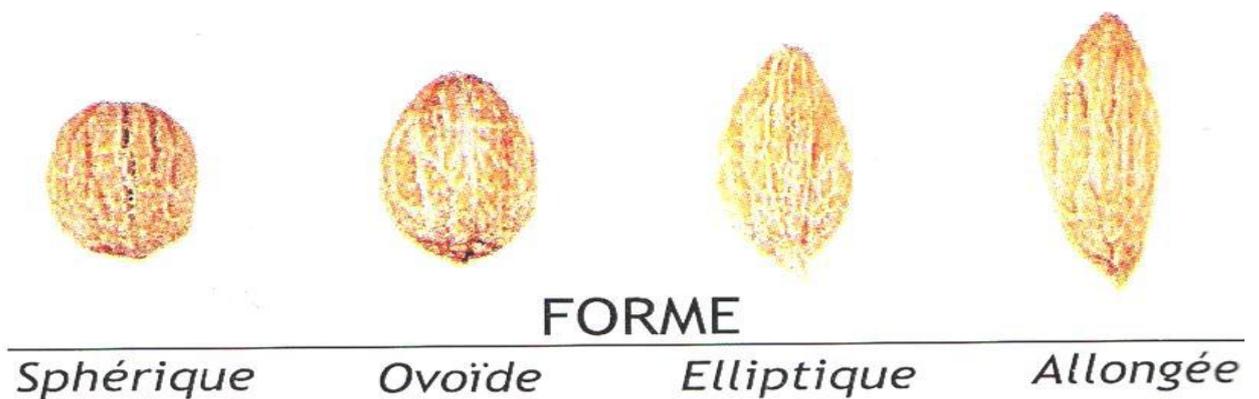


Figure n°19 : Les différentes formes du noyau.

1.2.4. Méthodes d'analyse des résultats

Dans notre analyse, nous avons procédé à une analyse descriptive graphique qui consiste à établir le phénogramme variétale (arbre généalogique) pour tous les écotypes étudiés afin de mesurer le degré de ressemblance entre les variétés. Les phénotypes engendrés par la combinaison des différentes (28) catégories ou états des 09 descripteurs morphologiques ont fait l'objet d'un traitement statistique. La méthode d'analyse qui a été adoptée est la Classification Hiérarchique basée sur la distance euclidienne et l'algorithme de Ward. Cette analyse est réalisée par le logiciel IBM SPSS statistique (version 22.0, 2013) afin d'étudier la similarité entre les différentes accessions analysées, ainsi que de visualiser les groupes homogènes dans ce territoire.

La réalisation d'une Classification ascendante hiérarchique passe par plusieurs étapes.

- Calcul de la matrice de distance (ou de ressemblance) et le choix de la métrique ;
- Choix du critère d'agrégation ;
- Construction de la matrice de distance ultramétrique ;
- Saut minimal ou plus petite distance ;
- Distance moyenne ;
- Représentation graphique : le dendrogramme.

2. Etude et analyse des caractères morphologiques et pomologiques

2.1. La nature du port de l'arbre

Tableau n°15: Dénombrement des écotypes selon la nature du port de l'arbre

	<i>Port</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Arbre</i>	Retombant	00
	Etalé	10
	Dressé	07

La caractérisation des écotypes selon la nature du port de l'arbre, mentionnée dans le tableau ci-dessus, montre que 10 variétés sont caractérisées par une ramification à allure initiale vers l'extérieur. Par la suite, le poids de la frondaison et/ou de la récolte oblige le rameau à s'incliner et se diriger vers la source de lumière. En effet, 07 variétés sur 17 ont un aspect vigoureux et possèdent des branches croissants avec une tendance à la verticalité ce qui donne une forte dominance apicale. On remarque l'absence des variétés à caractère retombant.

2.2. La densité du feuillage

La moitié des écotypes ont une densité de feuillage moyenne, la longueur des entrenœuds et la croissance laissent des creux à l'intérieur du feuillage où se produit l'effet de pénombre (tableau 15).

D'après les résultats, on enregistre 05 /17 écotypes, ont une densité faible (Lâche) et sont normalement associés à des cultivars à croissance rapide, présentant des entre nœuds longs, ce qui engendre l'existence de soupiraux permettant l'entrée de la lumière. Ainsi, seulement 4/17 écotypes ont une frondaison compactée et ombragée caractérisée par une courte distance entre les nœuds et qui sont très feuillus et présentant une ramification abondante.

Tableau n°16: Dénombrement des écotypes selon la densité du feuillage.

	<i>Densité du feuillage</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Arbre</i>	Lâche	05
	Moyenne	08
	Compacté	04

2.3. La forme de la feuille

La taille et la couleur de la feuille peuvent varier selon les variétés, à savoir : des variétés avec des feuilles de couleur vertes brillantes, alors que d'autres sont de tonalités plus foncées ; par contre la taille varie entre 3 et 8 cm de longueur et 1 à 2,5 de largeur (**Loussert et Brousse, 1978**). En fait, environ deux tiers (2/3) des écotypes étudiés ont une forme de feuille elliptique-lancéolée alors que le reste (1/3) est de forme lancéolée. De ce fait, la

première catégorie correspondant à la forme elliptique est absente totalement dans notre échantionnage (tableau 17).

Tableau n°17: Dénombrement des écotypes selon la forme de la feuille.

	<i>Forme</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Feuille</i>	Elliptique	00
	Elliptique-lancéolée	10
	Lancéolée	07

2.4.La forme du fruit

Le fruit d'olive est considéré comme un critère déterminant pour la distinction entre les variétés par les oléiculteurs. Dans le tableau ci-dessous, 75% des variétés ont une forme allongée, dont deux variétés contiennent des fruits de forme sphérique. Selon la caractérisation variétale établie par le (COI, 2000) on a pu identifier trois types de fruits selon leur forme comme il est montré dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°18: Dénombrement des écotypes selon la forme du fruit.

	<i>Forme</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Fruit</i>	Sphérique	2
	Ovoïde	2
	Allongée	13

2.5.Le poids du fruit

Concernant le poids du fruit, le protocole du COI a divisé ce caractère en quatre catégories, selon la pesée du fruit allant d'un poids faible (*inferieur à 02 g*) à un poids très élevé (*supérieur à 06 g*). A l'œil nu, on ne peut pas faire la distinction entre les deux classes intermédiaires à savoir : les poids moyen et élevé ce qui exige l'utilisation de la balance de précision ainsi que l'application de répétitions. Selon les résultats montrés dans le tableau 19, il existe environ trois sur quatre (3/4) écotypes caractérisés par un poids moyen à élevé. En effet, en pratique, il est très difficile pour les oléiculteurs de faire la distinction entre le poids moyen et élevé des olives.

Tableau n°19. Dénombrement des écotypes selon le poids du fruit

	Poids	Ecotypes/17
Fruit	Réduit	03
	Moyen	05
	Elevé	07
	Très élevé	02

2.6. Le poids de l'endocarpe

Les résultats obtenus montrent une corrélation positive parfaite entre le poids de l'endocarpe et celui du fruit. (Voir les tableaux n°19 et 20). En effet, le poids de l'endocarpe est déterminant pour sélectionner les variétés à huile et les variétés à table. En effet, plus le rapport pulpe/noyau est élevé plus la variété est destinée à la conserve est vis versa. Dans notre cas, le poids de l'endocarpe est sensiblement élevé par rapport au fruit car les olives sont issues des parcelles non irriguées.

Tableau n° 20: Dénombrement des écotypes selon le poids de l'endocarpe.

	Poids	Ecotypes/17
Endocarpe	Réduit	02
	Moyen	05
	Elevé	10

2.7. La forme de l'endocarpe

La forme de l'endocarpe varie largement en fonction de la variété. Ainsi la morphologie du noyau permet de caractériser et d'identifier les cultivars de l'olivier (*Loussert et Brousse, 1978*). Les longueurs du fruit et du noyau sont les caractères les plus héréditaires selon *Fantanazza et Baldini (1990)*. En effet, la majorité des études traitant la caractérisation morphologique ont mis en évidence, pour des variétés (cultivars) données, des caractères de l'endocarpe. Ces caractères étant plus stables que ceux du fruit ou de la feuille (*Barietal, 2002*). Dans notre cas, seuls deux sur onze (2/11) caractères caractérisant l'endocarpe et décrits par le COI ont été étudiés. Selon le tableau 21, on note que plus de la moitié des

cultivars étudiés possèdent une forme allongée, alors qu'aucun écotype ne contient la forme sphérique.

Tableau n°21: Dénombrement des écotypes selon la forme d'endocarpe.

	<i>Forme</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Endocarpe</i>	Sphérique	00
	Ovoïde	03
	Elliptique	05
	Allongée	09

2.8. Longueur des entre-nœuds

Ce paramètre indique la vitesse de croissance de l'arbre et on peut distinguer trois états de longueur à savoir : courte, moyenne et élevée. Dans notre étude, nous n'avons enregistré aucune variété avec une longueur d'entre-nœuds élevée. L'ensemble des échantillons montrent une vitesse de croissance des longueurs des entre-nœuds allant du faible à moyenne et par conséquent, on peut dire que nos écotypes sont caractérisés par une croissance moyenne voir faible (tableau n°22).

Tableau n°22: Dénombrement des écotypes selon la longueur des entre-nœuds.

	<i>Longueur</i>	<i>Ecotypes/17</i>
<i>Entre-nœuds</i>	Courte	08
	Moyenne	09
	Elevée	00

2.9. La forme du sommet du fruit

Le sommet du fruit peut avoir deux aspects : pointu ou arrondi. Plus de deux tiers des variétés possèdent des fruits avec une forme pointue du sommet comme il est montré dans le tableau ci-dessous (Tableau n°23).

Tableau n°23: Dénombrement des écotypes selon la forme de sommet du fruit.

	Forme	Ecotypes/17
Sommet du fruit	Pointue	12
	Arrondie	05

3. Description des différents états morphologiques des écotypes étudiés selon le catalogue de l'ITAFv

Selon les résultats obtenus pour chaque paramètre morphologique et ou pomologique étudié, et en comparaison avec les variétés décrites dans le catalogue des variétés algériennes (ITAFv, 2006), nous avons déterminé les dénominations des écotypes étudiées comme il est montré dans le tableau ci-dessous (tableau 25).

La caractérisation morphologique de 204 accessions étudiées a mis en évidence un polymorphisme morphologique important (Figure 18). Parmi les 28 états possibles de l'ensemble des caractères étudiés, quatre seulement n'ont pas été observés qui sont: l'état retombant du port de l'arbre, la forme elliptique de la feuille, la forme sphérique de l'endocarpe et la longueur élevée des entre-nœuds. On a pu enregistrer certains états minoritaires dont la fréquence est inférieure à 15 %, à savoir : la forme sphérique et ovoïde du fruit, le poids très élevé du fruit et le poids faible de l'endocarpe.

L'analyse du dendrogramme (Figure 20) pour une distance de 10, a permis d'identifier 05 groupes. Chacun de ces groupes est constitué d'une accession morphologique proche.

Groupe 01 : Est le plus important en matière de nombre, il contient un tiers de la population échantillonnée. En effet, ce premier groupe renferme seulement deux caractères en commun. En revanche, le sous groupe qui est constitué des trois cultivars : Aghchren El Ousseur, Azeradj et Bouchouk Guergour sont caractérisés par une homogénéité élevée, et se ressemblent par sept (07) caractères sur neuf (09) (tableau 18 et figure 20) ;

Groupe 02 : La forme du fruit est le caractère principal en commun entre les variétés de ce groupe. C'est le sous groupe constitué de la variété Bouichret et Souidi qui est caractérisé par une ressemblance élevée et les cultivars possèdent 8/9 caractères

en commun et c'est principalement le caractère du sommet du fruit qui fait la différence ;

Groupe 03 : C'est le groupe le plus important en matière de nombre, il représente environ 36% du patrimoine oléicole de la région. Il rassemble des variétés très semblables du point de vue morphologique à savoir : Chemlal, Limli et Aimel. En effet, la grande ressemblance entre ces variétés est dans la forme, le poids et le sommet du fruit, cela induit les oléiculteurs à attribuer l'appellation de Chemlal pour l'ensemble des variétés de ce groupe (voire tableau n° 24) ;

Groupe 04 : Ce groupe contient deux écotypes très remarquables par le volume important du fruit et c'est la forme du fruit qui fait la distinction entre eux ; la variété Aguentaou est ovoïde alors que la variété Tefah est totalement sphérique ;

Groupe 05 : Inclue une seule variété qui est Aghchren Titest de la région de Titest de Guenzet ; la forme est sphérique et le poids du fruit est moyen, Cette variété est souvent confondue par l'oléiculteur avec la variété Aguentaou.

Tableau n°24: Les groupes des écotypes les plus homogènes.

Groupe	Nbr. de variétés	La dénomination des variétés	Les caractères en commun
01	06	Bouchouk Lafayette, Aharoun, Bouchouk Guergour, Aghchren El Ousseur, Azeradj, Sigoise	<ul style="list-style-type: none"> • La forme de la feuille • Le sommet du fruit
02	05	Souidi, Bouichret, Akerma, Aberkane, Aghenfas	<ul style="list-style-type: none"> • Forme du fruit • Poids de l'endocarpe • Forme de l'endocarpe
03	03	Aimel, Chemlal, Limli	<ul style="list-style-type: none"> • Forme du fruit • Poids du fruit • Sommet du fruit • Poids de l'endocarpe
04	02	Aguentaou, Tefah	<ul style="list-style-type: none"> • Densité du feuillage • Poids du fruit • Sommet du fruit • Forme de l'endocarpe
05	01	Aghchren Titest	//

Tableau n°25 : Identification variétales des écotypes étudiés selon les différents paramètres morphologiques.

N°	Ecotypes	Port de l'arbre	Densité du feuillage	Forme de la feuille	Forme du fruit	Poids du fruit	Poids de l'endocarpe	Forme de l'endocarpe	Distance entre nœuds	Sommet du fruit
01	<i>Aimel</i>	Dressé	Lâche	Lancéolée	Allongée	Réduit	Moyen	Elliptique	Moyen	Pointu
02	<i>Chemlal</i>	Dressé	Moyenne	Elliptique-lancéolée	Allongée	Réduit	Moyen	Elliptique	Moyen	Pointu
03	<i>Limli</i>	Etalé	Moyenne	Elliptique-lancéolée	Allongée	Réduit	Moyen	Allongée	Court	Pointu
04	<i>Souidi</i>	Dressé	Lâche	Lancéolée	Allongée	Moyen	Elevé	Allongée	Court	Arrondi
05	<i>Bouichret</i>	Dressé	Lâche	Lancéolée	Allongée	Moyen	Elevé	Allongée	Court	Pointu
06	<i>Bouchouk Lafayette</i>	Etalé	Moyenne	Elliptique-lancéolée	Allongée	Moyen	Elevé	Allongée	Moyen	Pointu
07	<i>Aharoun</i>	Etalé	Compactée	Elliptique-lancéolée	Allongée	Moyen	Moyen	Allongée	Moyen	Pointu
08	<i>Aghchren Titest</i>	Etalé	Lâche	Lancéolée	Sphérique	Moyen	Réduit	Ovoïde	Court	Arrondi
09	<i>Akerma</i>	Etalé	Lâche	Elliptique-lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Allongée	Court	Pointu
10	<i>Aberkane</i>	Dressé	Moyenne	Lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Allongée	Moyen	Arrondi
11	<i>Aghenfas</i>	Etalé	Moyenne	Lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Elliptique	Court	Pointu
12	<i>Bouchouk Guergour</i>	Etalé	Compactée	Elliptique-lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Allongée	Court	Pointu
13	<i>Aghchren El Ousseur</i>	Etalé	Compactée	Elliptique-lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Allongée	Moyen	Pointu
14	<i>Azeradj</i>	Etalé	Compactée	Elliptique-lancéolée	Allongée	Elevé	Elevé	Elliptique	Moyen	Pointu
15	<i>Sigoise</i>	Dressé	Moyenne	Elliptique-lancéolée	Ovoïde	Elevé	Moyen	Elliptique	Moyen	Pointu
16	<i>Aguentaou</i>	Etalé	Moyenne	Lancéolée	Ovoïde	Très élevé	Très élevé	Ovoïde	Court	Arrondi
17	<i>Tefah</i>	Dressé	Moyenne	Elliptique-lancéolée	Sphérique	Très élevé	Elevé	Ovoïde	Moyen	Arrondi

Les oléiculteurs de la région identifient leurs oliviers selon des critères anciens et reconnus par leur communauté en se basant sur: le poids, la forme et le sommet du fruit (tableau 24). Le dendrogramme montré dans la figure 19, classe les variétés en quatre groupes sur la base des critères adoptés par les oléiculteurs, et traduisent des appellations spécifiques pour chaque groupe et réputées dans le milieu des oléiculteurs de la région (tableau 26). La toponymie des variétés d'oliviers dans notre région d'étude est connue sous des appellations locales spécifiques ; à titre d'exemple : la dénomination Bouchouk est attribuée à des écotypes de grand calibre avec mamelon sans prendre en compte d'autres critères, et de ce fait et en dépit de toute cette diversité morphologique, on note que plusieurs variétés peuvent posséder une seule dénomination par les oléiculteurs. En revanche, d'autres appellations mentionnées dans le catalogue de l'ITAFv (l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne) sont inconnues par les habitants de la région, à savoir: Guergour, El Ousseur, Sigoise, Aghenfas, Souidi, Bouichret, Lafayette Aharoun et Limli.

Tableau n°26: Exemples de la dénomination officielle de quelques variétés et les appellations correspondantes qui leur sont attribuées par les oléiculteurs de la région d'étude.

<i>Groupes</i>	<i>Nbr. de variétés</i>	<i>La dénomination des variétés</i>	<i>L'appellation par les oléiculteurs selon les régions</i>
01	06	Bouchouk Guergour, Aghchren El Ousseur, Azeradj, Sigoise Akerma, Aghenfas	<ul style="list-style-type: none"> • Azeradj • Bouchouk • Aghchren
02	05	Souidi, Bouichret, Aberkane, Bouchouk Lafayette, Aharoun,	<ul style="list-style-type: none"> • Aberkane • Bouchouk
03	03	Aimel, Chemlal, Limli	<ul style="list-style-type: none"> • Aimel • Chemlal
04	02	Aguentaou, Tefah, Aghchren Titest	<ul style="list-style-type: none"> • Aguentaou • Aghchren

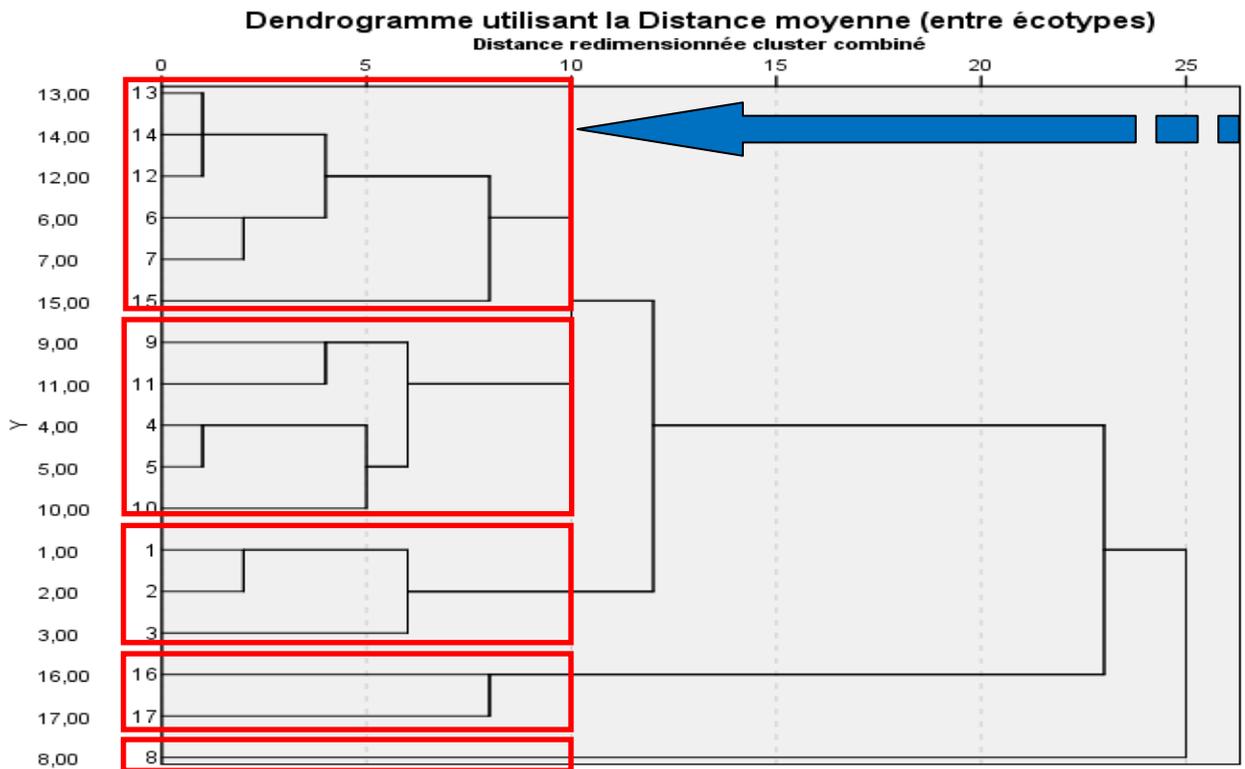
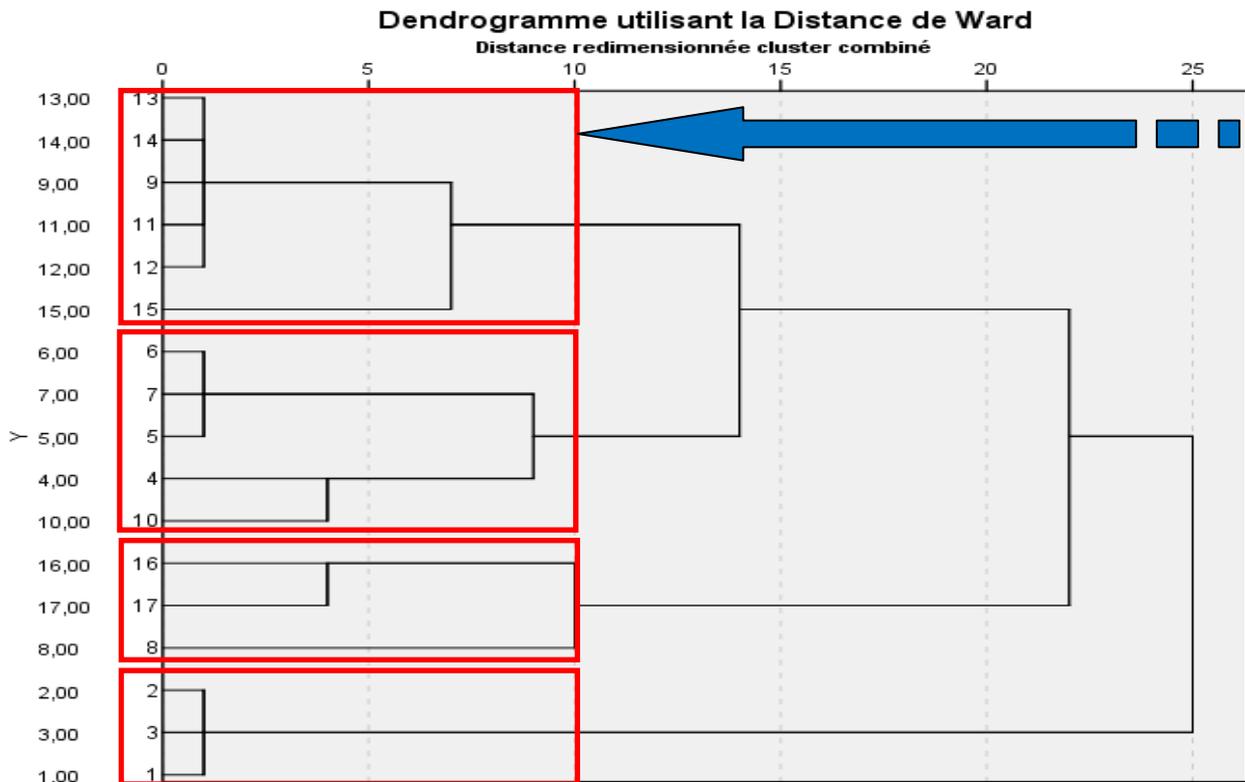


Figure n° 20: Le dendrogramme des écotypes selon l'ensemble des caractères étudiés.



01 Chemlal, 02 Azeradj, 03 Aberkane, 04 Aguentaou, 05 Aimel, 06 Bouchouk Guergour, 07 Aghenfas, 08 Bouichret, 09 Aharoun, 10 Sigoise, 11 Souidi, 12 Bouchouk Lafayette, 13 Limli, 14 Akerma, 15 Aghchren d'El Ousseur, 16 Aghchren de Titest, 17 Tefah.

Figure n°21: Le dendrogramme des écotypes selon le poids, la forme et le sommet du fruit.

Tableau 27 : Les principales caractéristiques agronomiques des variétés oléicoles présentes dans la région d'étude.

Variété	Répartition au niveau de la zone d'étude (%)	Rendement moyen (litre/ quintal)	L'utilisation	Poids moyen du fruit	Rapport pulpe noyaux	% de la pulpe
<i>Chemlal</i>	26	20	A huile	2,83	7,08	85,87
<i>Azeradj</i>	18	30	Double fin	4,23	9,06	88,96
<i>Aberkane</i>	17	32	A huile	4,79	10,64	90,61
<i>Aguentaou</i>	8	32	A huile	4,65	7,15	86,02
<i>Aimel</i>	8	25	A huile	1,34	4,47	77,61
<i>Bouchouk Guergour</i>	6	34	A huile	3,95	5,72	82,53
<i>Limli</i>	5	20	A huile	1,90	5,76	82,63
<i>Aghenfas</i>	3	27	Double fin	4,35	8,88	88,74
<i>Bouichret</i>	3	24	A huile	2,53	5,50	81,82
<i>Aharoun</i>	1	22	A huile	2,74	6,09	83,58
<i>Aghchren de Titest</i>	1	22	A huile	3,42	9,72	89,72
<i>Sigoise</i>	1	22	Double fin	2,23	7,43	86,55
<i>Bouchouk Lafayette</i>	1	28	A huile	2,69	5,27	81,04
<i>Souidi</i>	<1	18	A huile	1,52	6,61	84,87
<i>Akerma</i>	<1	26	A huile	5,30	8,55	88,30
<i>Aghchren d'El Ousseur</i>	<1	20	A huile	4,83	7,92	87,37
<i>Tefah</i>	<1	23	Double fin	6,76	9,63	89,62

L'analyse de ce tableau permet de faire ressortir les caractéristiques spécifiques des oliveraies étudiées dans notre travail. Les investigations faites montrent que 61 % de la superficie totale est occupée par trois principales variétés, à savoir : Chemlal, Azeradj et Aberkane. En deuxième lieu viennent les variétés : Aguentaou, Aimel, Bouchouk Guergour et Limli pour occuper une superficie totale estimée de 27 %.

En termes de potentiel productif, 50 % des oliveraies de la zone d'étude est constituée des variétés à rendement supérieur à 28 litres par quintal. Ce rendement élevé est lié principalement au facteur variétal et aux conditions pédoclimatiques.

En outre, notre zone d'étude est caractérisée par une richesse variétale élevée, elle possède environ 43 % des variétés reconnues existantes à l'échelle nationale par le catalogue réalisé par l'ITAFv en 2006.

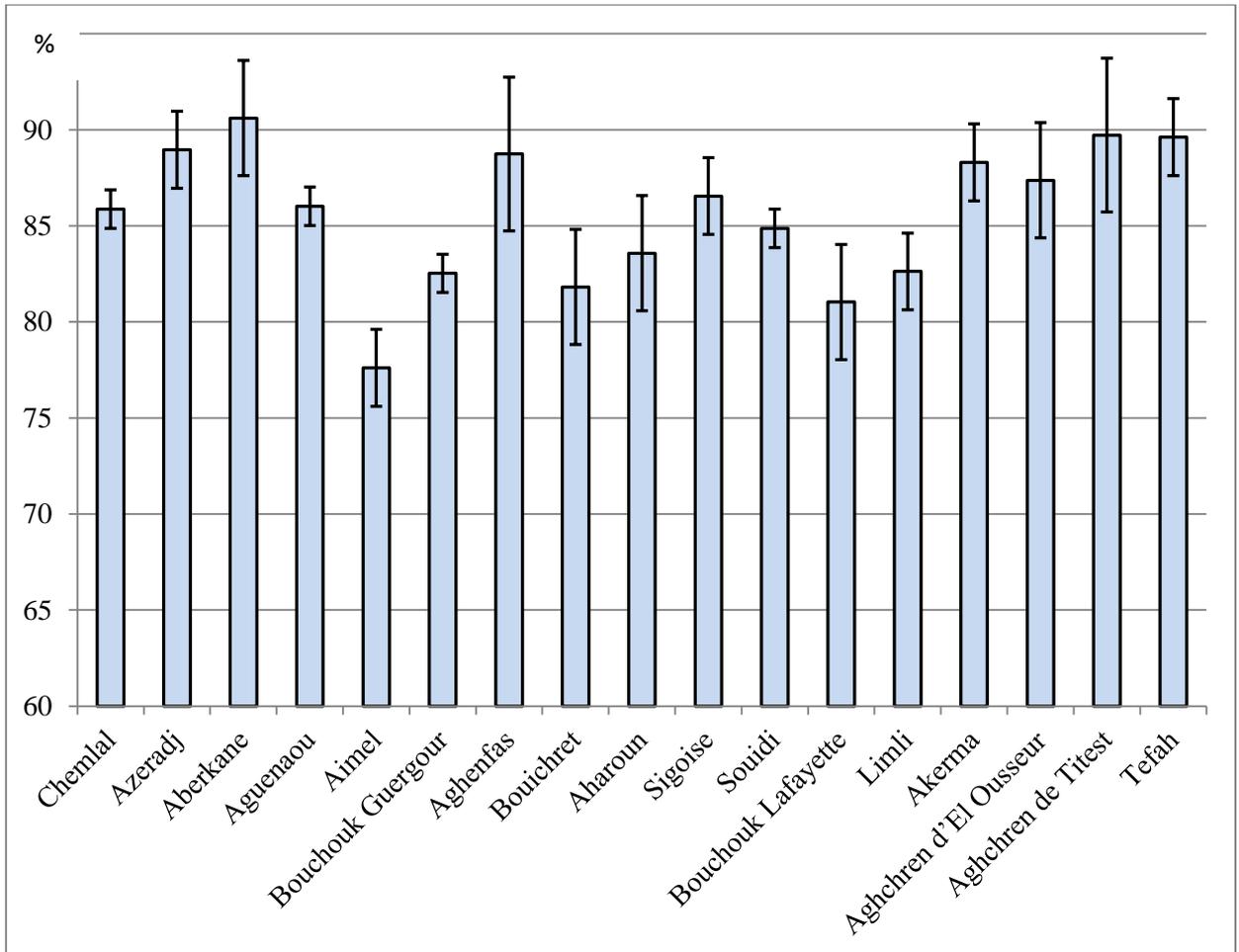


Figure n° 22 : Le pourcentage de la pulpe des olives des différents écotypes étudiés.

On enregistre 10/17 variétés, occupant 76 % de la superficie oléicole totale de la région d'étude. Elles sont caractérisées par un taux de pulpe supérieur à 85 %, ce qui explique d'avantage le rendement élevé en huile dans cette région. Le taux le plus élevé a été enregistré chez la variété Aberkane (90.61 %) alors que le taux plus faible a été noté au niveau de la variété Aimel (77.61 %).

4. Caractérisation biochimique et moléculaire

D'après la caractérisation et l'identification variétale étudiée ci dessus, nous avons convenu par la suite à sélectionner 08 cultivars parmi les plus fréquents et répartis sur toute la zone d'étude. Ensuite, nous avons fait passer les huiles issues des variétés ainsi choisies par des analyses biochimiques et moléculaires approfondies pour une caractérisation fine des caractéristiques du produit de la diversité génétique identifiée en vue de réaliser une discrimination et authentification de nos variétés locales.

A partir des résultats de la caractérisation morphologique et pomologique des variétés existantes dans la région d'étude, nous avons retenu huit écotypes (Aberkane, Aguentaou, Aharoun, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouichret, Chemlal et Sigoise), dont six ne sont pas encore inscrites dans le catalogue mondial des variétés oléicoles. L'étude menée sur les caractéristiques du produit de chaque variété a fait l'objet d'une caractérisation biochimique et moléculaire de quelques paramètres qualitatifs des huiles d'olive monovariétales à savoir : leur composition en TAG, acides gras ainsi que leurs teneurs en squalène et en tocophérol, qui sont les principaux indicateurs stables et généralement utilisés dans l'authentification des origines des huiles d'olive.

4.1. Échantillonnage des huiles d'olive

Des échantillons d'huile d'olive monovariétale ont été extraits de huit variétés d'olives dans les vergers mono-variétaux situés dans la vallée d'Oued Mhadjer, Boussem et Soumman, situés en Petite Kabylie, au nord-est de l'Algérie (36.3408 N, 4.7753 E). Les vergers sont situés à une altitude comprise entre 360 et 600 m. L'échantillonnage de chaque variété a été réalisé à partir des olives cueillies à la main (environ 3 kg chacune), et récoltées durant la campagne oléicole 2015-2016. La cueillette a été réalisée sur les mêmes arbres à quatre dates successives (30 septembre, 15 octobre, 1^{er} novembre et 16 novembre) pour être sûr que l'indice de maturation n'influence pas l'authentification variétale. Les huiles d'olive étaient obtenues en utilisant un système d'extraction de laboratoire (**MC2 Ingenieria y Sistemas S. L., Séville, Espagne**) appelé Oléodoseur, composé de concasseur, malaxeur vertical, et centrifugeuse. Le temps de stockage des olives était inférieur à 24 h. Les échantillons d'huile obtenus ont été conservés après filtration à 04 °C dans des flacons complètement remplis. Au total, 127 échantillons d'huile d'olive provenant de huit variétés ont été obtenus (Aberkane (Ab), n = 16; Aguentaou (Ag), n = 16; Aharoun (Ah), n = 16; Aimel

(Ai.), n = 16; Bouchouk Guergour (Bk.), n = 16; Bouichret (Bt.), n = 16; Chemlal (Ch.), n = 16; Sigoise (Si), n = 15).

4.1.1. Indice de maturité et caractéristiques des olives :

Le processus de maturation peut être apprécié visuellement sur les variétés d'oliviers par le degré de maturité des olives, à savoir le changement de la couleur ; ainsi le péricarpe passe successivement du vert foncé au violacé puis au noir (Figure23). Des prélèvements périodiques sur terrain permettent en effet de déterminer et de connaître le moment optimal pour commencer la récolte sur une base analytique. Après le durcissement du noyau d'olive débute ensuite la formation biologique de l'huile dans le fruit ; son volume augmente au fur et à mesure du développement végétatif du fruit. Dans des conditions climatiques normales, la teneur en huile rapportée à la matière sèche augmente dans le temps (COI, 2011).

Systématiquement la pleine maturité est atteinte lorsqu'aucun fruit vert ne se trouve sur l'arbre. A ce stade, la teneur en huile est maximale. L'huile atteint également le point maximum des constituants phénoliques et volatils (Fontanazza, 1988).



Figure n°23 : Diversité des couleurs et le degré de maturité des olives.

4.1.2. Le calcul de l'Indice de maturité

L'indice de maturité est déterminé sur la base de l'appréciation de la coloration de 100 olives qui sont prélevées au hasard sur un échantillon de 1,5 kg. Ces olives sont réparties en 8 classes allant des olives à épiderme vert foncé jusqu'aux olives à épiderme noir et pulpe entièrement foncée. L'indice de maturité (IM) des olives est le résultat de la formule suivante:

$$IM = \left(\frac{(0 \times n0) + (1 \times n1) + (2 \times n2) + (3 \times n3) + (4 \times n4) + (5 \times n5) + (6 \times n6) + (7 \times n7)}{100} \right)$$

n0, n1,....., n7: le nombre de fruits des classes suivantes:

- *Classe 0* : Peau verte intense
- *Classe 1* : Peau verte jaunâtre
- *Classe 2* : Peau verte avec des taches rougeâtres sur moins de la moitié : début de la véraison
- *Classe 3* : Peau rougeâtre ou violette sur plus de la moitié du fruit : fin de la véraison
- *Classe 4* : Peau noire et pulpe blanche
- *Classe 5* : Peau noire et pulpe violette sans atteindre le centre de la pulpe
- *Classe 6* : Peau noire et pulpe violette sans atteindre le noyau
- *Classe 7* : Peau noire et pulpe violette sur toute la pulpe jusqu'au noyau

4.2. Caractères agronomiques

Le poids moyen des olives (g) a été déterminé par la pesée de 120 olives. La teneur totale en huile (%), en matière sèche exempte d'huile (%) et en l'humidité (%) ont été déterminées en fonction du guide pour la détermination des caractéristiques des olives oléagineuses (*Conseil oléicole international, 2011*). Le rendement biologique (BY) est le rapport entre la teneur en huile et la teneur en matière sèche. Ce ratio, utilisé par l'Association Française Interprofessionnelle de l'Olive (**AFIDOL, Aix-en- Provence, France**), mesure la capacité d'élaborer de l'huile par le fruit d'une variété donnée. Cela permet de comparer les

variétés: plus ce rapport est élevé, plus la variété est capable de produire de l'huile (*Moutier et al., 2004*).

4.3. Caractérisation physico-chimique

L'acidité libre (A) (acide oléique / 100 g d'huile d'olive), la valeur du peroxyde (PV) (meqO₂ / kg) et l'absorption spécifique aux UV (K232 et K270) ont été déterminées selon les normes internationales du **COI** en **2015**.

4.3.1. Compositions des triglycérides

Les TAG ont été analysés par HPLC avec un LC Agilent 1200 système de série (Agilent, Santa Clara, Californie, États-Unis), exploité avec le logiciel Chemstation (Agilent, Santa Clara, Californie, USA), équipé d'un échantillonneur automatique, d'un quaternaire pompe, un module de chauffage de colonne (28 °C), un détecteur RID (Agilent, Santa Clara, Californie, États-Unis), et un Merck RP- 18 Colonne de Supersphere 100 (250 x 4 mm i.d., 4 µm) (Merck KGaA, Darmstadt, Allemagne). La phase mobile était propionitrile (ACRÕS Organics, Geel, Belgique) avec un gradient linéaire de débit (0,5-1,0 mL min⁻¹) pendant 47 min.

On prépare des échantillons constitués chacun de 10 µL d'huile mélangé avec du propionitrile (5 %, poids / volume). Cette solution est injectée par la suite les triglycérides (TAG) dans les huiles d'olive ont été séparés selon le nombre équivalent de carbone (ECN), souvent défini comme CN-2n, où CN est le nombre de carbone et n est le nombre de doubles liaisons (*Ollivier et al., 2006*).

4.3.2. Compositions d'acides gras et de squalène

L'équivalent de 0,120 g des huiles d'olive (pesés avec précision ± 0,001 g) est mis dans du 2,2,4-triméthylpentane (isooctane, 2 ml) transméthylée avec une solution froide de KOH (2 M, 200 µl) selon la norme européenne (*NF EN ISO 12966-2, 2011*).

Des analyses d'esters méthyliques d'acides gras (FAME) ont été effectuées sur un chromatographe en phase gazeuse Agilent Technology 7890A (Agilent, Santa Clara, Californie, États-Unis) (GC) équipé d'un injecteur split / sans split (T = 250 °C) et ionisation de flamme détecteur (FID) (T = 250 °C). Une colonne capillaire en silice (60 m × 0,25 mm i.d., 0,25 µm d'épaisseur de film) recouvert de polyéthylèneglycol (Supelcowax, Supelco,

Bellefonte, Pennsylvanie, USA) a été utilisé. Le gaz porteur était de l'hydrogène (colonne débit 1 ml min⁻¹), et le rapport de séparation était de 1:60. La température du four a été programmée comme suit: 20 min à 210 ° C, de 210 à 245 ° C à 6 ° C / min, 20 min à 245 ° C. L'identification des acides gras a été réalisée dans un précédent travail (*Ollivier et al., 2003*). Les pourcentages des acides gras ont été déterminés par normalisation interne sans tenir compte des facteurs de réponse de masse. Les coefficients de variation en pourcentages des acides gras étaient inférieurs à 5 % pour les acides gras majeurs (FAME) et inférieurs à 10 % pour acides gras mineurs.

Le squalène a été analysé par chromatographie en phase gazeuse, en même temps avec les esters méthyliques d'acides gras. La méthode de quantification est facile à mettre en œuvre et ne nécessite pas de la préparation des échantillons. Le squalène est bien séparé de l'acide lignocérique (24: 0) (temps de rétention 38,48 et 37,55 min, respectivement). Il a été déterminé avec les acides gras en utilisant une courbe d'étalonnage standard externe (squalène isooctane: 0,041-0,612 mg ml⁻¹; Eq. 1). $S = 193,73 CS + 0,58 (1)$ où S est la surface du pic de squalène et CS est la concentration exprimée en mg ml⁻¹ (linéarité 0,030-0,62 mg ml⁻¹, R² = 0,999). Les résultats finaux, calculés sur la base des poids des huiles analysées, ont été exprimés en mg kg⁻¹ avec un coefficient de variation égal à 1,5 % selon l'erreur expérimentale.

a) Les indices moyens des acides gras

Les quatre indices caractérisant les acides gras des huiles d'olive vierges ont été calculés pour faciliter la comparaison entre les échantillons. Ces indices sont comme suit:

- Les acides gras saturés (AGS) ;
- Les acides gras mono-insaturés (AGMI) ;
- Les acides gras polyinsaturés (AGPI) ;
- Les acides gras impairs (OFA) à savoir le 17: 0 à le 17: 1ω8. Cet indice fournit des informations précises sur la teneur en acides gras impairs qui ne sont pas accessibles avec les indices classiquement utilisés.

b) Les morphogrammes et les morphotypes

Le morphogramme des variables d'acides gras ou de TAG est optimisé par la représentation radiale graphique de la composition de 14 acides gras ou 19 TAG d'un échantillon donné d'huile d'olive; c'est un outil qui permet la reconnaissance rapide de son origine variétale sur la base des différences entre les valeurs de TAG ou d'acides gras obtenues de cet échantillon par rapport à la moyenne de la même variable d'une base de données construite avec plus de 3500 échantillons de divers sources recueillies au cours de 15 campagnes agricoles, regroupées par variété et origine (**Pinatel, et al., 2014**). Chaque axe illustre une variable. Notez que 0% correspond au centre de sa plage de variation dans la base des données; c'est le tronqué moyenne (calculée à partir de 25% des valeurs positionnées positivement et négativement autour de la médiane) à laquelle l'absolu de la différence entre la moyenne et la médiane a été ajoutée, afin de prendre en compte la dissymétrie naturelle de la base des échantillons (**Pinatel et al., 2014**). Le bas et le haut des limites (c'est-à-dire $\pm 100\%$) ont été calculées respectivement en soustrayant ou en ajoutant deux fois l'écart-type SD à cette valeur centrale. La valeur d'une variable pour un échantillon spécifique est le rapport entre son écart de la valeur centrale et la valeur absolue de la déviation maximale de la valeur centrale dans la base des données.

Les morphotypes se développent de la même manière que les morphogrammes avec les valeurs des acides gras ou TAG d'au moins cinq échantillons d'huile ($n \geq 5$) de la même variété. Par conséquent, la ligne de plan décrit les valeurs médianes de TAG individuel et des acides gras alors que les lignes pointillées représentent les premiers et troisième quartiles.

Les morphogrammes (empreinte digitale de l'échantillon) et les morphotypes (empreinte digitale de la variété) ont été réalisées avec une feuille de calcul Excel 2003 (Microsoft Corporation).

4.3.3. Les tocophérols

La détermination des tocophérols était basée sur l'analyse par HPLC en phase normale des échantillons d'huile avec une optimisation de la méthode standard (**Norme européenne NF EN ISO 9936, 2006**). Une quantité pesée d'échantillon d'huile d'olive vierge ($0,700 \pm 0,001$ g) a été dissoute dans une fiole jaugée de 5 ml avec hexane / 2-propanol (99/1, v / v) et 20 μ L ont été injectés dans un système LC Agilent série 1200, exploité avec Chemstation logiciel, équipé d'un échantillonneur automatique, un quaternaire pompe, module de

chauffage de colonne (25 °C), et un détecteur photodiode de matrice (DAD) connecté en série avec un détecteur de fluorescence multi-longueur d'onde (FLD). La séparation a été réalisée sur une colonne Li Chrospher-Si 60 (250 x 4 mm i. d., 5 µm) (Merk, KGaA, Darmstadt, Allemagne) avec l'hexane / Phase mobile de 2-propanol (99/1, v / v) à un débit de 1 ml min⁻¹. La longueur d'onde de détection UV a été programmée à 292 nm et la détection de fluorescence a été réalisée à l'excitation à des longueurs d'onde d'émission de 295 et 330 nm, respectivement. L'identification des constituants était basée sur la comparaison des temps de rétention avec ceux des étalons (tocophérols mélangé, Sigma-Aldrich, Steichein, Allemagne). Comme l' α -tocophérol est beaucoup plus abondant dans les échantillons que β et γ tocophérols, et comme le FLD est beaucoup plus sensible que le DAD, deux plages d'étalonnage ont été utilisées pour exprimer les teneurs en α , β et γ tocophérol en mg équivalents à α -tocophérol kg⁻¹ provenant de la même injection d'échantillon. La teneur en α -tocophérol a été déterminée en utilisant les courbes d'étalonnage standard externe (Eq.1):

$$A_d = 8612C + 8..... (1)$$

A_d est la surface de pic d' α -tocophérol mesurée sur le signal DAD et C représente sa concentration exprimée en mg mL⁻¹ (linéarité 0,010-0,055 mg mL⁻¹, R² = 0,996). Les teneurs en β et γ -tocophérol ont été déterminées en utilisant la courbe d'étalonnage standard externe de l' α -tocophérol mesuré sur le signal FLD (Eq.3):

$$A_f = 246\ 233C - 28..... (3)$$

A_f : est la surface du pic d' α -tocophérol mesurée sur le signal FLD et C représente sa concentration exprimée en mg mL⁻¹ (linéarité 0,0004 à 0,0035 mg / ml, R² = 0,997).

Les résultats finaux ont été calculés avec la surface α -tocophérol mesurée sur le signal DAD et Eq. 2, les surfaces β - et γ -tocophérol mesurées sur le signal FLD et Eq. 3 et le poids de l'huile ont été exprimées en mg équiv. α -tocophérol / kg d'huile avec un coefficient de variation égal à 1,5 % selon l'erreur expérimentale.

4.4. Analyse des principaux composants

L'analyse en composantes principales (ACP) est un outil d'apprentissage non supervisé, par exemple, l'extraction des informations directement à partir de table multidimensionnelle sans faire référence à des classes connues (**Jolliffe, 2002**). Pour trouver ces sources de variations, la matrice de données originale est décomposée dans l'espace

d'échantillon, l'espace variable et la matrice d'erreur. L'ACP est la transformation des variables corrélées en nouvelles variables (appelées Composants principales [CP]) non corrélés entre elles. Les modèles d'ACP conduisent à des coordonnées vecteurs propres (loading) et des coordonnées des individus sur les axes. Les coordonnées vecteurs propres sont les coefficients de corrélation des variables originales avec la composante principale (CP) alors que coordonnées des individus sur les axes représente les coordonnées des échantillons dans le système des axes de la composante principale. L'erreur matricielle représente la variation non expliquée par les extractions précédentes de la composante principale, et elle dépend de la définition du problème.

La composante principale décrit en ordre décroissant les variations les plus élevées entre les objets, et comme elles sont calculées de manière qu'elles soient orthogonales l'une à l'autre, chaque (CP) peut être interprétée indépendamment des autres.

Cela permet d'avoir une vue d'ensemble de la structure des données en révélant les relations entre les objets ainsi qu'en détectant la déviation des objets. Les modèles de l'analyse de la composante principale (ACP) des pourcentages des TAG et des acides gras, ainsi que du contenu en squalène et tocophérol ont été calculés avec des données normalisées. La représentation graphique de la variance expliquée en fonction de CP est similaire à un graphique d'éboullis de Cattell. L'endroit où l'augmentation progressive semble être égalisé est le critère utilisé pour que les composants principaux soient conservés afin d'analyser les données.

4.4.1. Modélisation indépendante de la classification analogique des classes

La modélisation indépendante de l'analogie des classe (SIMCA) est l'une des méthodes supervisée de classification multivariées la plus utilisée pour affecter des échantillons inconnus à la classe la plus probable (*Wold, et Sjöström, 1977*). SIMCA est basé sur la création d'un modèle d'ACP, dans un ensemble d'étalonnage défini des échantillons connus, pour chaque classe et qui décrit la structure de cette classe aussi bien que possible.

Une phase de test utilise des tests de signification pour classer les nouveaux échantillons; c'est le cas des échantillons inconnus qui sont comparés à des modèles de classes et affectés à des classes en fonction de leur proximité aux échantillons d'entraînement. SIMCA est connue comme une méthode supervisée de reconnaissance de modèle en tant que modèles d'ACP individuels définissant les règles de classification. La règle de décision de

classification est basée sur une approche statistique classique. Si un échantillon appartient à une classe, il devrait avoir une petite distance au modèle de classe (la situation idéale étant "distance = 0"). Pour cet échantillon inconnu, le but est de comparer sa distance à un modèle particulier et déterminer si cette distance est comprise dans l'appartenance à la classe limite du modèle. Ceci est analogue à la distribution des probabilités des distances objet-modèle autour de zéro.

Une limite de distance du modèle S_{max} calculée pour la classe le modèle "m" comme suit (équation 4). Ce paramètre est utilisé pour la classification des échantillons inconnus:

$$S_{max}(m) = S_0(m) \sqrt{F_c} \dots\dots\dots(4)$$

S_0 : est la distance moyenne dans le modèle ;

F_c (Critère de Fisher) est la valeur critique fournie par le Tableaux Fisher-Snedecor.

L'appartenance à une classe est définie à un niveau de signification de 2,5% de S_{max} . Les résultats de la classification SIMCA sont affichés dans une classification table d'adhésion qui contient autant de colonnes en tant que modèles de classe. Les échantillons "reconnus" en tant que membres d'une classe ont un "1" dans la colonne correspondante. Le pourcentage de classification correcte (% CC) est utilisé comme critère d'évaluation de la qualité de la classification du test ensemble (Eq. 5):

$$\% CC = N_c \cdot 100 / (N_c + N_{ic}) \dots\dots\dots(5)$$

N_c : Est le nombre de classifications correctes.

N_{ic} : Est le nombre de classifications incorrectes.

Deux tiers des échantillons des huit variétés étaient sélectionnés au hasard pour former l'ensemble d'étalonnage pour la séparation de l'ACP. L'ensemble des tests ont été formés avec des échantillons non utilisés dans le jeu de calibrage. Le centrage moyen a été appliqué avant la modélisation. La valeur F_c a été fixée à 5 %.

- **Logiciel**

L'application chimiométrique a été réalisée par le Logiciel de décryptage version 10.3 de CAMO, Computer Modélisation assistée, Trondheim, Norvège.

4.5. Résultats et discussion

4.5.1. Caractères agronomiques

Le tableau 28 donne quelques caractères agronomiques des huiles d'olives vierge issues de huit variétés Algériennes VOO. Aberkane, Aguentaou et Bouchouk Guergour ont des fruits grands et lourds, alors qu'Aharoun, Bouichret, Chemlal et Sigoise ont des fruits de poids moyen et Aimel a de petits fruits. Cependant, cela ne détermine pas le rendement en huile. En effet, Aberkane, qui a de gros fruits, aussi a une grande teneur en huile; en revanche, Aguentaou, qui a les fruits les plus élevés en poids, produit moins d'huile, même si les échantillons avaient en moyenne un indice de maturité proche. De plus, Bouichret, avec le plus grand indice de maturité (état de maturité avancé), a également une faible teneur en huile, contrairement à ce qui est généralement observé. Le rendement biologique (BY) reflète le potentiel d'une variété à produire de l'huile. Aberkane et Bouchouk Guergour sont caractérisés par des BY estimés de 0,95 et 0,91 respectivement, et peuvent être considérés comme des variétés de production d'huile élevée. Par contre Aharoun (BY = 0,72), Aimel (BY = 0,73), Chemlal (BY = 0,65), et Sigoise (BY = 0,76) sont caractérisés par des valeurs en BY semblables avec la majorité des variétés mondiales (*Moutier et al., 2004*). Aguentaou (BY = 0,57) et Bouichret (BY = 0,56) ont les valeurs les plus basses. Enfin, Aguentaou, avec la plus haute teneur en matière sèche (43,71 %), a de gros grains et a donc un mauvais rendement (BY = 0,57).

4.5.2. Caractérisations physico-chimique

Le tableau 28 présente les caractéristiques physico-chimiques utilisées pour classer les huiles en différentes catégories. Ces critères de qualité dépendent de la qualité de l'olive avant l'extraction, la qualité de l'extraction et les conditions de stockage de l'huile. Le tableau 28 ne montre aucune différence significative dans les paramètres de qualité entre les huit variétés. Selon la norme commerciale du Conseil oléicole international (2015) pour ces critères, tous les échantillons d'huile ont été classés dans la catégorie des huiles d'olive vierge, ce qui montre l'importance du potentiel en qualité physico-chimique au sien de la biodiversité oléicole de la région d'étude.

4.5.3. Compositions en triglycérides

Les TAG composent environ 98 % de l'huile d'olive, ce qui fait que la composition en TAG a une grande importance dans la caractérisation et l'authentification des huiles d'olive

vierge. La composition des 127 échantillons d'huile d'olive vierge appartenant aux huit variétés algériennes a été déterminée par la chromatographie liquide en utilisant du propionitrile comme phase mobile permettant une meilleure résolution entre les TAG (*Ollivier et al., 2003*), comparativement au solvant acétone / acétonitrile recommandé par la méthode IUPAC (*Union internationale des sciences pures et appliquées, Chemistry, 1987*). L'identification des TAG a été effectuée en se basant sur un travail précédent (*Ollivier et al., 2003*). Le tableau 29 donne des plages de variation et des valeurs moyennes de 19 variables relatives aux TAG pour chaque cultivar.

Comme toutes les huiles d'olive vierge, nos 127 échantillons étudiés contiennent quatre TAG principales, représentant plus de 70 % du contenu total des TAG, mais avec une variabilité plus ou moins grande selon les variétés.

Pour les huit variétés, la trioléine (OOO) est la plus abondante et varie entre 20,76 et 40,94 %. Les autres TAG se trouvent avec des pourcentages plus faibles et on cite parmi lesquels: le 1,2-dioléoyl- 3-palmitoyl-glycérol (POO) dont le pourcentage varie entre 16,44 et 29,91 %, le 1,3-dioléoyl-2-linoléoyl-glycérol (LOO) entre 8,15 et 22,66 % et le 1-palmitoléoyl-2-linoléoyl-3-oléoyl-glycérol (OLP) entre 5,47 et 12,14 %.

En outre, sur la base du contenu moyen de ces principaux TAG, les échantillons sont classés en trois groupes : (i) les cultivars Aharoun, Bouchouk Guergour, et Bouichret se caractérisent par de faibles teneurs en POO et un contenu élevé en LOO + PLnP et PLO + SLL. (ii) Les cultivars Aberkane et Sigoise ont montré une teneur élevée en OOO, des faibles teneurs en POO et en PLO + SLL, et teneur moyenne en LOO + PLnP. (iii) Alors que Aguentaou, Aimel et Chemlal possèdent une teneur moyenne en OOO et en PLO + SLL, un contenu élevé en POO, et un faible contenu en LOO + PLnP.

Comparativement à l'ensemble des TAG, la Sigoise est caractérisée par le pourcentage les plus élevés en TAG, avec le fragment stéroïde¹⁰ et le pourcentage le plus bas en TAG avec le fragment palmitoyl¹¹ En outre les échantillons d'Aharoun, Bouchouk Guergour et

10 - Les **stéroïdes** sont un groupe de lipides dérivant de triterpénoïdes (lipides à 30 atomes de carbones), majoritairement le squalène. Ils se caractérisent par un *noyau cyclopentanophénanthréniq*ue (stérane) hydrophobe partiellement ou totalement hydrogéné. Habituellement, les carbones C₁₀, C₁₃ sont liés à un groupe méthyle -CH₃ et le carbone C₁₇ à un groupe alkyle. Par extension, les stéroïdes incluent également les lipides dont le noyau cyclopentanophénanthrénique a été modifié par scission d'une liaison et l'ajout ou la délétion d'un carbone.

11 - Radical de l'acide palmitique lié au métabolisme des acides gras

Bouichret sont caractérisés par les quantités les plus élevées en TAG avec le groupe linoléoylé, qui est à l'origine de leur distinction des autres variétés.

Comme la séparation chromatographique du TAG a montré quelques co-élutions, la détermination de la composition en acide gras paraît être nécessaire.

4.5.4. Compositions en acides gras

La composition en acides gras a toujours eu une grande importance dans la caractérisation et l'authentification des huiles d'olive et la détection d'adultération (*Ollivier, et al., 2003; Pinatel, et al., 2014*). Quatorze (14) acides gras ont été identifiés et quantifiés pour les 127 échantillons des huiles d'olive algériennes en mesurant leurs esters méthyliques par chromatographie en phase gazeuse. Le tableau 30, montre pour chaque variété, la moyenne, le minimum et le pourcentage maximal de chaque acide gras. Tous les échantillons ont montré des niveaux en acides gras conformes à la norme du COI (*Conseil oléicole international, 2015*) sauf pour l'échantillon relatif au cultivar (Bouichret), dont les teneurs en 17: 1 ω 8 sont plutôt élevée ($\geq 0,3$ %) par rapport à la norme.

Comme toutes les huiles d'olive vierge, les 127 échantillons contiennent les cinq principaux acides gras de l'huile d'olive, à savoir : 16: 0, 18: 0, 18: 1-9, 18: 1 ω 7 et 18: 2 ω 6. Les autres acides gras sont considérés comme des acides gras mineurs (<1 %). Habituellement, la teneur globale en acides gras 18: 1 et 16: 1 est évaluée sans distinction entre les deux isomères structurels.

Cependant, les acides gras mineurs, 16: 1 ω 9 et 16: 1 ω 7 constituent deux critères importants pour la distinction entre les cultivars (*Pinatel et al., 2014*). Ils varient de façon significative avec la variété. Les valeurs des acides gras saturés (SFA) sont corrélées avec l'acide palmitique et stéarique. Aberkane, Bouchouk, Guergour et Sigoise présentent les pourcentages les plus faibles en acides gras saturés (15,53-16,85 %), ce qui est recherché en huiles d'olive extra vierge. Les autres cultivars ont des pourcentages en acides gras saturés supérieurs à 18 %.

Les valeurs en acides gras mono-insaturés (MUFA) sont corrélées principalement avec l'acide oléique, la plus abondante et caractéristique de l'huile d'olive. Les huiles d'olive vierge d'Aberkane et Sigoise présentent en moyenne les pourcentages les plus élevés en AGMI (74,47 % et 72,59 %, respectivement) en raison du contenu élevé en acide gras 18: 1 ω 9 (68,88-72,38 % et 69,76-72,01 %, respectivement),

En revanche, les huiles d'olive vierge d'Aharoun, Bouchouk Guergour et Bouichret, présentent les pourcentages les plus faibles en acides gras mono-insaturés (MUFA) (62,87 %, 64,81 % et 64,45 %, respectivement) en raison de leurs faibles pourcentages en acide gras 18: 1 ω 9.

Les pourcentages moyens en acides gras poly-insaturés (AGPI) les plus faibles sont observés pour les variétés Aimel, Aguentaou et Aberkane (8,55 %, 9,71 % et 9,90 %, respectivement) en raison de leurs faibles pourcentages en acide gras : 18: 2 ω 6 (<10 %). Les autres cultivars à savoir : Chemlal et Sigoise présentent des pourcentages intermédiaires à élevés en acides gras poly-insaturés AGPI (Bouichret, Aharoun et Bouchouk Guergour) qui dépendent fortement des valeurs de l'acide gras 18: 2 ω 6, alors que les pourcentages en acides gras 18: 3 ω 3 sont inférieurs à 1 %.

Les acides gras impairs (OFA) se caractérisent par la présence des acides gras : 17: 0 et 17: 1 ω 8. La variété Bouichret est caractérisée par l'OFA le plus élevé (0,64 %). Alors que Bouchouk Guergour, Aberkane Aharoun et Aguentaou ont des valeurs intermédiaires d'OFA, qui sont estimés respectivement à 0,44 %, 0,36 %, 0,34 %, 0,32 %. Les variétés Chemlal, Aimel et Sigoise sont caractérisées par les valeurs les plus faibles en acides gras impairs et sont estimés respectivement à 0,12 %, 0,11 %, 0,11 %.

Certains acides gras sont des indicateurs spécifiques d'une variété ou d'un groupe de variétés. Ainsi, les pourcentages moyens d'acide gras 16: 0 sont plus élevés pour Aimel et Chemlal (17,51 % et 17,56 %, respectivement), intermédiaire pour Aberkane, Aguentaou, Aharoun, Bouchouk Guergour et Bouichret (12,34 à 15,82 %) et le plus faible est pour Sigoise (10,31 %). Les variétés Aguentaou Aimel et Chemlal sont caractérisées par des pourcentages moyennement élevés en acides gras ω 7 (16: 1 ω 7 + 18: 1 ω 7) estimés respectivement à : 4,74 %, 4,94 % et 6,06 %. Pour ces variétés, le pourcentage moyen de l'acide gras 18: 1 ω 7 est supérieur à l'acide gras 18: 0. L'huile de Sigoise est caractérisée par les pourcentages moyens les plus élevés en acides gras de 18: 0 (4,43 %) et 20: 0 (0,58 %).

En littérature, peu de données sont disponibles sur les huiles d'olive vierge algériennes et ne sont pas suffisamment détaillées concernant la quantification individuelle des acides gras. Par conséquent, ils nous permettent de faire une comparaison de nos résultats avec seulement quelques variétés les plus répondues.

Tableau n°28: Caractères agronomiques et caractéristiques physico-chimiques des huit variétés d'huile d'olive algérienne et échantillonnées en petite Kabylie.

N°	Aberkane (16)			Aguenaou (16)			Aharoun (16)			Aimel (16)			Bouchouk Guergour (16)			Bouichret (16)			Chemlal (16)			Sigoise (15)		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
Indice de maturité	2,62	0,90	5,89	2,57	0,98	4,45	2,40	1,41	3,33	2,52	0,90	4,48	2,71	0,90	4,78	3,83	3,11	4,45	3,03	2,20	3,85	2,13	1,09	3,42
Poids d'olive en (g)	4,79	3,98	5,89	4,65	3,25	6,78	2,74	1,85	3,82	1,34	0,93	1,87	3,95	3,08	5,69	2,53	1,10	3,80	2,83	1,78	4,03	2,23	0,88	3,78
Teneur total en huile (%)	25,32	18,87	33,14	15,68	11,76	21,18	20,14	15,34	24,98	18,78	15,84	22,76	23,37	17,34	36,87	15,42	9,10	20,36	26,79	18,98	28,20	21,73	16,03	24,89
Matière sèche (%)	27,30	23,54	33,13	43,71	40,49	48,19	27,80	35,46	47,34	25,92	23,55	29,32	24,56	24,25	27,48	27,26	26,12	28,56	26,79	18,98	28,20	28,52	27,03	29,27
Humidité (%)	47,38	42,89	51,08	51,81	59,51	56,29	52,06	47,18	57,03	55,31	52,46	57,46	42,56	38,74	55,52	57,32	52,20	64,37	56,09	49,75	60,52	49,75	45,99	55,74
Rendement biologique	0,95	0,58	1,38	0,57	0,39	0,81	0,72	0,55	0,09	0,73	0,54	0,96	0,91	0,64	1,51	0,56	0,34	0,75	0,65	0,44	1,08	0,76	0,57	0,92
Indice d'acidité	0,24	0,18	0,28	0,32	0,20	0,43	0,17	0,10	0,25	0,29	0,19	0,44	0,31	0,18	0,44	0,47	0,39	0,55	0,43	0,37	0,52	0,23	0,18	0,32
K_{232}^a	1,18	0,76	1,63	1,13	0,84	1,36	1,19	1,00	1,36	1,25	1,04	1,43	1,20	1,04	1,53	1,18	0,96	1,42	1,27	1,00	1,54	1,19	1,01	1,34
K_{270}^a	0,10	0,06	0,15	0,12	0,08	0,15	0,11	0,09	0,16	0,10	0,09	0,16	0,12	0,08	0,15	0,11	0,09	0,15	0,10	0,08	0,13	0,11	0,09	0,14
Indice de peroxyde	8,79	6,32	10,43	7,15	5,84	8,62	6,70	5,32	7,96	6,91	5,12	8,97	5,42	4,21	6,51	4,63	3,28	5,84	6,05	4,88	7,83	6,25	5,24	7,72

Campagne 2015-2016

^a Extinction spécifique à 232 et 270 nm.

Tableau n°29 : Le taux des triacylgcérols des huit variétés d'huile d'olive échantillonnées en petite Kabylie.

N°	Aberkane 16	Aguenau 16			Aharoun 16			Aimel 16			Bouchouk Guergour 16			Bouichret 16			Chemlal 16			Sigoise 15				
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
LLL	0,07	0,05	0,1	0,07	0,04	0,19	0,61	0,48	0,94	0,06	0,02	0,14	0,66	0,42	0,91	0,51	0,47	0,55	0,15	0,1	0,19	0,19	0,15	0,21
PLLn	0,26	0,17	0,39	0,25	0,17	0,39	0,45	0,36	0,57	0,17	0,11	0,25	0,65	0,5	0,84	0,45	0,38	0,55	0,27	0,2	0,33	0,28	0,24	0,36
OLLn +PoLL	0,07	0,06	0,09	0,08	0,06	0,13	0,12	0,1	0,16	0,05	0,04	0,07	0,18	0,15	0,24	0,15	0,13	0,16	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06
OLL	1,96	1,63	2,28	1,83	1,2	2,89	6,41	5,84	7,38	1,47	0,88	2,28	6,41	5,11	7,33	5,6	5,52	5,67	2,91	2,46	3,24	3,2	2,93	3,37
OOLn	1,77	1,68	1,87	1,85	1,75	2,24	1,5	1,21	1,74	1,43	1,28	1,64	1,71	1,6	1,76	1,49	1,33	1,63	1,97	1,81	2,09	1,26	1,15	1,62
PLL	0,55	0,47	0,65	0,82	0,59	1,15	2,31	1,76	2,92	0,71	0,35	1,1	2,06	1,69	2,45	2,12	2,06	2,16	1,46	1,19	1,65	0,76	0,68	0,82
POLn	0,83	0,65	1,05	1,06	0,94	1,44	0,85	0,65	1,03	0,86	0,76	1,03	0,98	0,92	1,07	0,99	0,88	1,09	1,08	0,97	1,2	0,46	0,42	0,56
LOO +PLnP	14,55	12,49	15,73	12,3	10,19	15,44	18,25	17,97	18,6	9,87	8,15	11,46	21,05	19,79	22,66	18,4	18,22	18,58	13,15	12,81	13,54	17,32	17,07	17,57
PoOO	1,29	1,09	1,54	2,81	2,3	3,2	1,81	1,7	1,93	3,09	2,55	3,3	1,18	1,07	1,32	1,39	1,33	1,56	3,02	2,9	3,14	1,08	1,03	1,17
PLO + SLL	6,2	5,95	6,65	7,31	6,06	8,79	11,45	10,83	12,14	6,99	5,47	8,29	10,73	10,25	11,18	10,88	10,5	11,18	9,02	8,43	9,42	6,24	5,73	6,47
PoOP	0,66	0,56	0,77	1,42	1,04	1,81	0,83	0,72	0,95	1,59	1,29	1,77	0,44	0,38	0,52	0,71	0,61	0,8	1,69	1,55	1,79	0,2	0,18	0,22
PLP	0,48	0,42	0,56	0,72	0,55	0,91	1,62	1,43	1,84	0,85	0,61	1,14	1,13	1,02	1,24	1,24	1,16	1,31	1,25	1,11	1,36	0,47	0,4	0,51
OOO	38,91	36,54	40,94	32,2	28,32	35,22	22,91	20,76	24,3	30,8	28,23	34,53	25,12	23,58	27,32	24,23	23,78	24,76	27,57	26,39	29,22	37,27	36,1	40,67
SOL	1,05	0,46	1,2	0,65	0,37	0,95	1,3	1,01	1,61	0,57	0,38	0,76	1,56	1,18	1,87	1,6	1,24	1,82	0,59	0,41	0,69	2,48	2,06	2,69
POO	21,37	19,69	24,35	25,7	22,98	27,3	19,8	19,26	20,41	28,37	26,92	29,91	17,91	16,44	19,42	20,03	19,39	20,48	25,55	24,89	26,2	17,71	16,98	18,16
POP	3,89	3,39	4,69	5,38	4,61	6,03	4,84	4,6	5,07	6,66	6,33	7,18	3,75	3,29	4,15	4,55	4,37	4,74	6,16	6,09	6,26	2,63	2,41	2,78
SOO	4,45	4,23	4,72	3,73	3,23	4,2	3,15	2,82	3,59	4,09	3,67	4,78	2,95	2,72	3,1	3,72	3,59	3,93	2,64	2,55	2,79	6,16	5,09	6,59
POS	1,08	0,94	1,3	1,33	1,05	1,46	1,31	1,22	1,44	1,69	1,63	1,79	1,07	0,94	1,21	1,38	1,26	1,46	1,03	0,98	1,11	1,48	1,04	1,69
POA	0,56	0,51	0,65	0,52	0,46	0,59	0,47	0,41	0,52	0,68	0,59	0,81	0,47	0,44	0,51	0,56	0,52	0,61	0,43	0,4	0,46	0,75	0,55	0,84

Tableau n°30 : Le taux des acides gras en (%), squalène (g kg⁻¹) et tocophérol de huit variétés d'huile d'olive Algérienne

N°	Aberkane 16			Aguenaou 16			Aharoun 16			Aimel 16			Bouchouk Guergour 16			Bouichret 16			Chemlal 16			Sigoise 15		
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max
16:0	12,34	11,1	14,42	15,73	13,91	17,22	15,82	15,21	16,55	17,51	16,78	17,94	13,81	13,39	14,18	14,84	14,27	15,18	17,56	17,18	17,79	10,31	9,68	10,56
16:1ω9	0,17	0,13	0,21	0,09	0,06	0,15	0,08	0,07	0,09	0,08	0,07	0,1	0,14	0,12	0,15	0,12	0,1	0,14	0,07	0,07	0,08	0,11	0,09	0,14
16:1ω7	0,74	0,6	0,85	1,69	1,01	2,21	1,34	1,18	1,47	2,02	1,54	2,29	0,7	0,65	0,76	0,86	0,82	0,98	2,37	2,2	2,52	0,42	0,4	0,46
Σ16:1	0,91	0,73	1,06	1,78	1,07	2,36	1,42	2,25	1,56	2,1	1,61	2,39	0,84	0,77	0,91	0,98	0,92	1,12	2,44	2,27	2,6	0,53	0,49	0,6
17:0	0,13	0,12	0,16	0,1	0,03	0,12	0,14	0,12	0,15	0,04	0,04	0,05	0,16	0,15	0,17	0,26	0,21	0,34	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
17:1ω8	0,22	0,2	0,25	0,19	0,05	0,23	0,21	0,17	0,23	0,07	0,06	0,08	0,27	0,24	0,29	0,36	0,3	0,46	0,08	0,08	0,09	0,06	0,05	0,06
18:0	2,74	2,51	2,94	2,39	1,69	2,73	2,71	2,51	3,07	2,77	2,64	2,96	2,58	2,43	2,76	3,05	2,9	3,1	1,92	1,88	1,97	4,43	3,72	4,69
18:1ω9	70,94	68,88	72,38	65,66	63,93	68,16	58,82	56,93	60,31	65,3	62,74	68,13	61,58	60,31	63,46	60,77	60,48	61,29	61,76	60,71	63,14	70,39	69,76	72,01
18:1ω7	2,01	1,68	2,27	3,05	2,82	3,57	2,23	1,93	2,42	2,92	2,66	3,04	2,25	2,14	2,34	1,99	1,9	2,08	3,69	3,58	3,78	1,35	1,28	1,6
Σ18:1	72,95	70,56	74,65	68,71	66,75	71,73	61,05	58,86	62,73	68,85	65,4	71,17	63,83	62,45	65,8	62,76	62,38	63,37	65,45	64,29	66,92	71,74	71,04	73,61
18:2ω6	9,13	8,29	9,81	9,59	7,21	15,09	17,23	16,45	18,43	7,7	5,92	10,07	16,66	15,32	17,74	16,14	15,95	16,31	11,15	10,36	11,84	11,32	10,74	11,67
18:3ω3	0,84	0,76	0,95	0,76	0,62	0,96	0,56	0,51	0,62	0,62	0,54	0,82	0,84	0,78	0,89	0,67	0,59	0,77	0,58	0,53	0,64	0,57	0,52	0,72
20:0	0,41	0,37	0,48	0,39	0,32	0,43	0,46	0,42	0,49	0,51	0,47	0,57	0,47	0,45	0,5	0,5	0,45	0,52	0,36	0,33	0,38	0,58	0,42	0,64
20:1ω9	0,27	0,26	0,28	0,23	0,18	0,28	0,24	0,23	0,25	0,25	0,22	0,28	0,33	0,32	0,35	0,27	0,26	0,29	0,26	0,24	0,28	0,26	0,25	0,28
22:0	0,09	0,08	0,12	0,09	0,07	0,11	0,13	0,1	0,14	0,15	0,13	0,17	0,13	0,12	0,14	0,12	0,1	0,14	0,12	0,1	0,13	0,13	0,09	0,14
24:0	0,05	0,03	0,07	0,04	0,02	0,07	0,03	0,01	0,15	0,06	0,03	0,07	0,07	0,05	0,08	0,04	0,01	0,15	0,03	0,01	0,04	0,03	0,01	0,04
Squalène	3,75	2,61	5,21	6,77	4,94	7,64	3,83	2,77	4,14	9,72	8,07	11,46	7,31	6,02	8,87	2,45	0,964	3,31	3,58	3,12	4,12	9,07	6,53	10,05
SFA ^a	15,64	14,42	17,48	18,91	17,41	19,83	19,34	19,08	19,86	21,03	20,58	21,51	16,85	16,13	17,69	18,75	18,35	19,14	20,05	19,74	20,26	15,53	13,99	16,04
MUFA ^b	74,47	73,17	75,48	71,38	69,01	73,17	62,87	61,17	63,89	70,42	68,38	72,77	64,81	63,35	66,42	64,45	64,02	64,88	68,15	67,37	69,35	72,59	71,88	74,55
PUFA ^c	9,9	9,2	10,47	9,71	7,97	11,75	17,79	17,02	18,97	8,55	6,64	10,63	18,34	16,43	19,87	16,8	16,69	16,9	11,8	10,9	12,37	11,88	11,45	12,21
OFA ^d	0,36	0,32	0,41	0,32	0,24	0,35	0,34	0,3	0,38	0,11	0,1	0,13	0,44	0,4	0,46	0,64	0,51	0,8	0,12	0,12	0,13	0,11	0,1	0,11
αT ^e	271	214	375	179	128	244	170	155	203	170	124	275	230	181	260	184	131	248	211	165	252	146	130	174
βT ^f	5	4	6	3	2	5	3	2	3	3	2	5	3	2	3	4	3	5	4	3	4	2	1	3
γT ^g	10	6	12	9	6	12	13	10	17	4	3	10	16	3	22	8	7	10	9	4	12	6	2	21
ΣT ^h	286	224	393	191	136	261	186	167	223	177	160	218	249	186	285	196	141	263	224	172	268	154	133	198

^a Acide gras saturé ^b Acide gras mono-insaturé ^c Acide gras poly- insaturé ^d Acide gras Odd ^e Alpha tocophérol ^f Béta tocophérol ^g Gamma tocophérol ^h Total tocophérol

4.5.5. Influence de la maturation sur la composition en triglycérides

4.5.5.1. TAG et acides gras

Les variables les plus pertinentes qui sont affectées par la maturation de l'huile d'olive sont les triglycérides : OOO, OLL, LOO et POO et les acides gras 18: 1 ω 9, 18: 2 ω 6 et 16: 0. Le PLnP est co-élué avec LOO mais son contenu est très faible en raison de la faible teneur en Ln. Un nuage de points de chaque triglycéride et ses acides gras constitutifs selon les indices de maturité des échantillons fournissent la direction de la variation des variables pour chaque variété. Comme la figure (24) montre, les variables sont corrélées.

Selon le stade de maturation (indiquée par la valeur de l'indice de maturité (IM) illustré dans la figure 24), les teneurs en triglycéride OOO et acide gras 18: 1 ω 9 augmentent pour Aberkane, Bouichret et Sigoise tandis que ces deux variables diminuent pour Aguenau, Aharoun, Aimel, Bouchouk Guergour et Chemlal (Figure. 24). Les teneurs en triglycérides OLL et LOO restent presque constants pour Bouichret et Sigoise et augmentent pour les autres variétés (Figure. 24 ; b-e).

Ces variations résultent de l'augmentation de 18: 2 ω 6 atténuée par la diminution plus ou moins significative de 18: 1 ω 9. POO diminue pour toutes les variétés; cela résulte de la diminution soit de 16: 0 et/ou de 18: 1 ω 9 (Figure 24 f-g). Ces résultats montrent que la variation des compositions en TAG et en acides gras selon le stade de maturation dépend de la variété.

4.5.5.2. Morphotypes

Il est difficile, à partir des tableaux 29 et 30, d'évaluer les similitudes et les différences entre les variétés étudiées. Par conséquent, les morphotypes des triglycérides et des acides gras (Figure. 25 et Figure. 26), permettant l'établissement visuel des caractéristiques des variétés d'huile (*Pinatel et al., 2014*). Ainsi la caractérisation a été établie pour les huit variétés algériennes étudiées dans ce travail. Les variétés Aharoun, Bouchouk Guergour et Bouichret montrent des morphotypes en triglycérides (Figure. 25), avec proportions similaires en LLL, OLnL, PLnL et LOL. D'un autre côté, les morphotypes des variétés Aguenau et Aimel montrent des valeurs élevées en POP, POO et SOP. Les trois autres cultivars montrent des morphotypes très différents en triglycérides TAG, ce qui permet une caractérisation plus facile. Chaque cultivar montre des morphotypes d'acides gras typiques (Figure 26). Par

exemple, celui de Bouchouk a une forme étalée, alors que celle de Sigoise est très serrée et très différente de tous les autres. Ainsi, l'utilisation des morphotypes d'acides gras est plus pertinente pour réaliser une traçabilité variétale.

4.5.6. Les teneurs en squalène

Le squalène (2,6,10,15,19,23-hexaméthyl-2,6,10,14,18,22-tétracosahexaène), un hydrocarbure triterpénoïde, est le principal composé de l'insaponifiable des huiles d'olive vierge et représente plus de 90 % de la fraction hydrocarbonée. Le squalène est un antioxydant naturel qui contribue à la stabilité de l'huile d'olive sous exposition à la lumière (*Boskou, et al., 2006*).

Comme le montre le tableau 30, les teneurs moyennes en squalène les plus élevées sont enregistrées chez les cultivars Aimel et Sigoise (9,72 et 9,07 g kg⁻¹, respectivement) tandis que les teneurs les plus basses sont observées pour les cultivars de Bouichret et de Chemlal (2,45 et 3,58 g kg⁻¹, respectivement). Ces résultats ne peuvent être confirmés par la littérature, car il n'existe pas encore d'autres études sur la teneur en squalène dans les huiles d'olive algériennes. Cependant, les valeurs obtenues des teneurs en squalène sont conformes à la norme des huiles d'olive extra vierges, à savoir 0,2 à 12 g kg⁻¹ (*Boskou et al., 2006*).

Pour toutes les variétés étudiées, les lignes de tendance de la teneur en squalène dans les huiles indiquent une diminution en fonction de l'indice de maturation; ceci est en accord avec les résultats de 11 variétés italiennes (*De Leonardis, et al., 1998*) et pour deux principales variétés tunisiennes (Chemlali et Chétoui) (*Baccouri et al., 2008*). Cependant, la diminution de la teneur en squalène en fonction de l'indice de maturité n'est pas similaire pour toutes les variétés: inférieure pour Aharoun et Bouichret comparativement aux autres variétés. Le squalène est le précurseur biosynthétique de la voie triterpénique (alcools triterpéniques, méthyl stérols, et stérols). L'augmentation de la teneur en phytostéroïdes explique la diminution de la teneur en squalène avec la maturation (*Sakouhi, et al., 2011*).

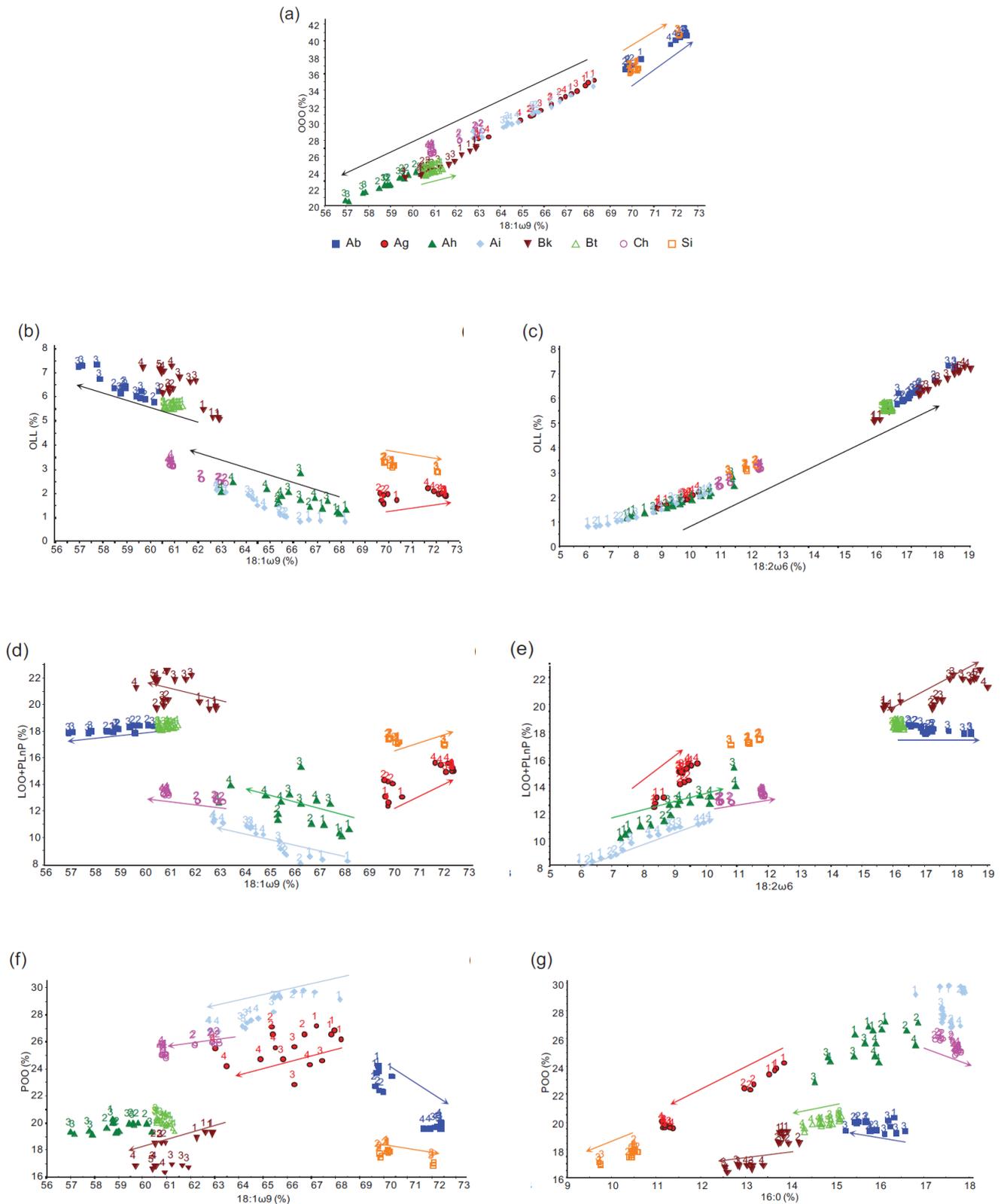
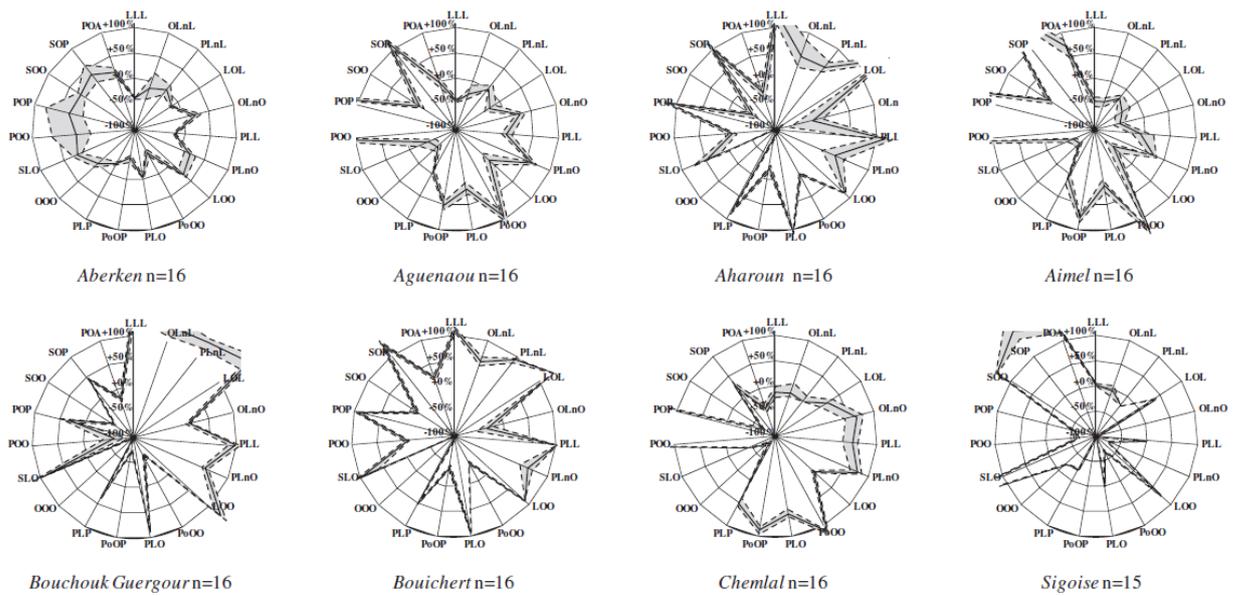


Figure n° 24 : Diagrammes de dispersion de (a) OOO vs. 18: 1ω9, (b) OLL contre 18: 1ω9, (c) OLL contre 18: 2ω6, (d) LOO + PLnP contre 18: 1ω9, (e) LOO + PLnP contre 18: 2ω6, (f) POO contre 18: 1ω9 et (g) POO contre 16: 0. Le nombre sur les parcelles correspond à l'indice de maturité (MI);



Ab: Aberkane; Ag: Aguentaou; Ah: Aharoun; Ai: Aimel; Bk: Bouchouk Guergour; Bt: Bouichret; Ch: Chemlal; Si: Sigoise.

Figure n°25 : Morphotypes des triacylglycérols de huit variétés d'huile d'olive vierge algérienne

4.5.7. Les tocophérols

Les tocophérols sont synthétisés uniquement par des organismes photosynthétiques et sont des composés importants dans les huiles d'olive vierge parce qu'ils exercent une action antioxydante (*DellaPenna et Pogson, 2006*). Trois isomères de tocophérols ont été détectés et quantifiés dans les échantillons d'huile à savoir : l' α -tocophérol, le β -tocophérol et le γ -tocophérol; en revanche le δ -tocophérol n'a pas été détecté dans nos échantillons d'huile. L'absence de δ -tocophérol a été indiquée aussi dans un travail récent sur les huiles d'olive vierge tunisiennes (*Laroussi-Mezghani et al., 2016*).

Le tableau 18 présente les résultats pour tous les échantillons des huit cultivars. L' α -tocophérol est l'isomère principal dans tous les échantillons analysés. Cette prédominance peut être expliquée par le fait que l' α -tocophérol est le principal produit final de la voie de biosynthèse des tocophérols (*DellaPenna & Pogson, 2006*). Des résultats semblables ont été observés par *Beltrán et al. (2010)* des huiles d'olive vierge d'environ 30 cultivars cultivés dans le World Olive Germplasm Bank de Córdoba, en Espagne, et le contenu en tocophérols totaux semble être variable d'une variété à une autre. Pour toutes les variétés étudiées, le contenu en β -tocophérol est inférieur au contenu en γ -tocophérol.

Le contenu moyen le plus élevé des tocophérols totaux était observée chez Aberkane (286 mg kg^{-1}) suivie de Bouchouk Guergour (249 mg kg^{-1}), alors que les huiles Chemlal (224 mg kg^{-1}). Aguentaou, Aharoun et Bouichret ont montré presque la même teneur moyenne en

tocophérols totaux (190 mg kg^{-1}). Les plus faibles teneurs en tocophérols totaux ont été enregistrés chez Aimel et Sigoise (177 et 154 mg kg^{-1} , respectivement). Cependant, la faible action antioxydante induite par la faible contenance en tocophérols devrait être compensée par la présence majeure du squalène, dans ces deux cultivars.

Les teneurs moyennes d' α -tocophérol varient entre 146 (Sigoise) et 271 mg kg^{-1} (Aberkane), en β -tocophérol entre 2 mg kg^{-1} (Sigoise) et 4 mg kg^{-1} (Aimel), alors que les teneurs en γ -tocophérols varient entre 5 mg kg^{-1} (Aberkane), et 16 mg kg^{-1} (Bouchouk Guergour), respectivement. Ces résultats sont conformes avec ceux trouvés par **Douzane et al. (2012)** pour la teneur en α -tocophérol des deux échantillons de Chemlal ($\approx 189,86$ et $180,02 \text{ mg kg}^{-1}$). Lainer et al. (2016) ont déterminé la teneur en α -tocophérol des huiles de 19 variétés d'huile d'olive algérienne. Leurs analyses montrent que le contenu trouvé pour les échantillons des quatre variétés (Aberkane [$220,2 \text{ mg kg}^{-1}$], Aimel [$252,2 \text{ mg kg}^{-1}$], Bouchouk Gergour [$233,9 \text{ mg kg}^{-1}$], et Bouichret [$207,5 \text{ mg kg}^{-1}$]) est comparable à la valeur observée par nous, présentée dans le tableau 18. D'autre part, on peut mentionner même que les teneurs en α -tocophérol des trois échantillons de Chemlal ($204,8$, $263,9$ et $317,4 \text{ mg kg}^{-1}$) et l'échantillon de Sigoise ($384,9 \text{ mg kg}^{-1}$) sont supérieures aux normes établies.

La variation des tocophérols totaux est semblable à celle de l' α -tocophérol car ce dernier est l'isomère principal parmi les trois tocophérols préalablement cités. Aberkane, Aguentaou et Aimel montrent une diminution significative de la teneur en α -tocophérol avec l'avancement de l'indice de maturité (IM). Chemlal se caractérise par une diminution non significative tandis qu'Aharoun, Bouchouk Guergour, Bouichret et Sigoise montrent une légère augmentation. Les données de la littérature confirment des comportements en fonction de la variété. Les teneurs en α -tocophérol de Cornicabra varient légèrement pendant la maturité sans suivre une tendance claire (**Salvador, et al., 2001**). L' α -tocophérol diminue avec l'avancement de maturité pour Cobrançosa, Madural, et Verdeal Transmontana (**Matos et al., 2007**). Les teneurs en α -tocophérol de Chemlal restent pratiquement constants jusqu'à un indice de maturité estimé à 3.5, puis diminuent dans les derniers stades de maturation. Pour les échantillons de Chetoui en Tunisie, obtenus dans un système de culture pluviale, les teneurs en α -tocophérol ne montrent pas une tendance univoque au cours de la maturation des olives (**Baccouri et al., 2008**). Par conséquent, il n'existe pas une tendance générale reflétant la variation de la teneur en α -tocophérol selon la maturation en fonction de la variété.

4.5.8. Analyse de la composante principale (ACP)

Vu le nombre élevé des variables qui ont été obtenus pour chaque échantillon (pourcentages de 19 triglycérides (TAG) et 14 acides gras, et concentrations en squalène et en trois tocophérols), il a été difficile d'obtenir un aperçu sur les relations de similarité entre les variables mesurées au niveau du même échantillon, ou bien comment certains échantillons se différencient entre eux. Plusieurs ACP utilisant les pourcentages TAG et les pourcentages d'acides gras en tant que variables, seuls ou associés ensemble, avec ou sans concentration de squalène et / ou concentrations de tocophérol, ont permis de mettre en évidence des groupes d'échantillons. La figure 26 montre les résultats de l'ACP réalisée en utilisant le TAG, les acides gras et le squalène ensemble. Cette ACP fournit la meilleure distinction entre les échantillons selon leur origine variétale. Mais, l'ajout des variables relatives aux tocophérols n'améliore pas la ségrégation des échantillons.

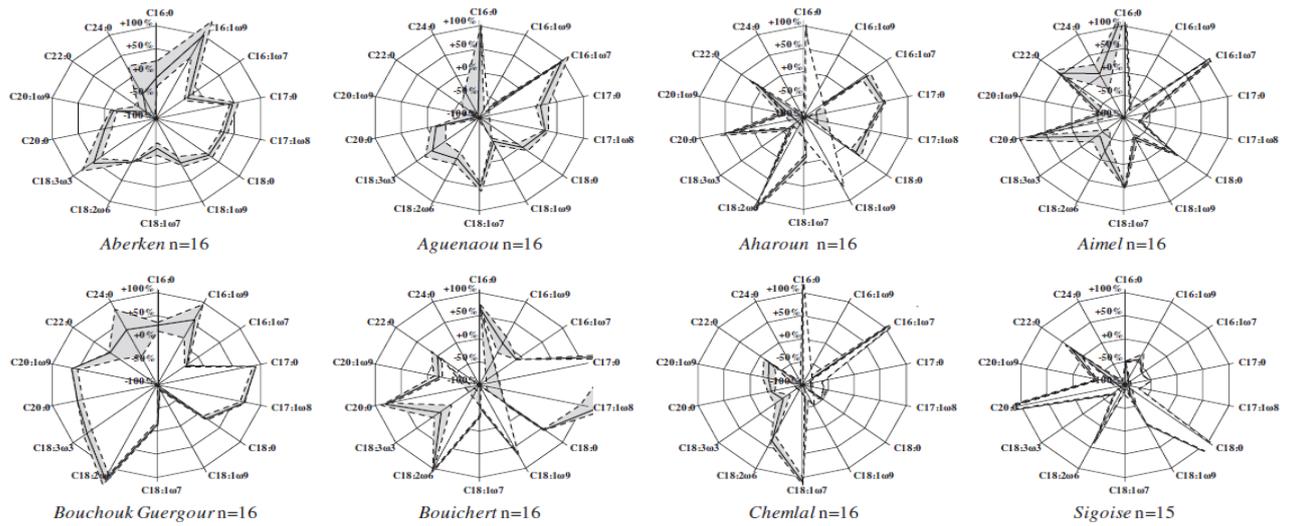
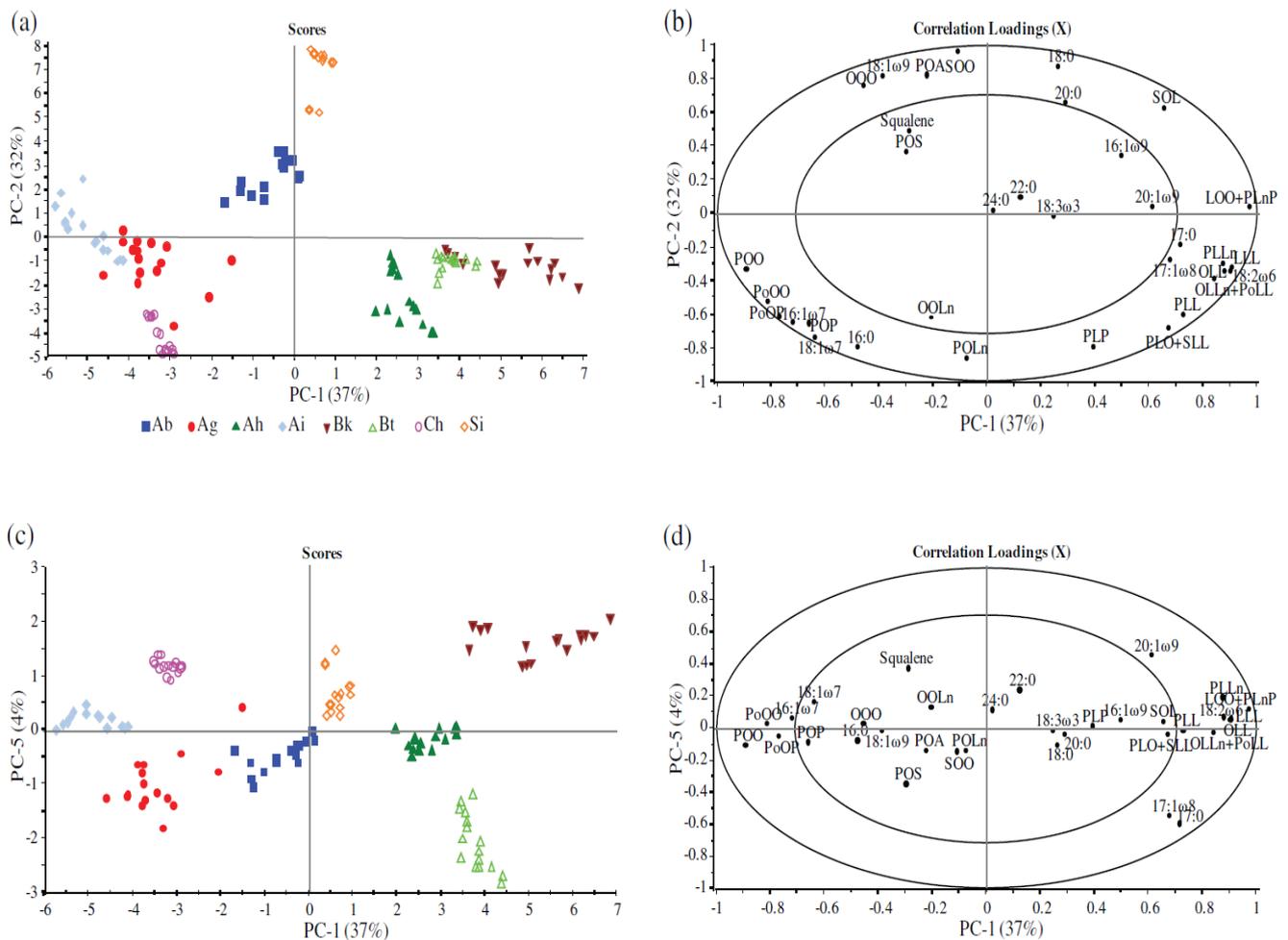


Figure n°26: Morphotypes des acides gras de huit variétés d'huile d'olive vierge algérienne.



Ab: Aberkane; Ag: Aguenau; Ah: Aharoun; Ai: Aimel; Bk: Bouchouk Guergour; Bt: Bouichret; Ch: Chemlal; Si: Sigoise.

Figure n°27 : Tracer les parcelles (a, c) et les parcelles de chargement (b, d) de l'analyse en composantes principales sur les pourcentages de triacylglycérol et d'acides gras et la teneur en squalène.

Tableau n°31 : Pourcentages des classifications correctes (% CC) des huit modèles variétaux pour trois classifications SIMC avec les pourcentages en triacylglycérols et en acides gras et la teneur en squalène

<i>Modèles</i>	<i>Ab</i>	<i>Ag</i>	<i>Ah</i>	<i>Ai</i>	<i>Bk</i>	<i>Bt</i>	<i>Ch</i>	<i>Si</i>	<i>N_{cal. set}</i>	<i>N_{test set}</i>	<i>N_c</i>
≠1	97.7	97.7	100.0	95.3	100.0	97.7	100.0	100.0	84	43	38
≠2	100.0	100.0	97.6	100.0	95.2	97.6	100.0	100.0	85	42	38
≠3	100.0	97.6	97.6	100.0	97.6	95.2	95.2	97.6	85	42	34
Moyenne	99.2	98.4	98.4	98.4	97.6	96.8	98.4	99.2			

Ab: Aberkane ; **Ag:** Aguentaou ; **Ah:** Aharoun; **Ai:** Aimel; **Bk:** Bouchouk Guergour ; **Bt :** Bouichret ; **Ch :** Chemlal ; **N_{cal. set} :** Nombre d'échantillons étalonné ; **N_{test set} :** Nombre de test dans l'ensemble d'échantillons ; **N_c :** Nombre d'échantillons affecté correctement

Le score du croisement des deux premiers axes PC1 / PC2 (Figure 27) explique 23,46% de la variance totale (69 % de la variance totale de l'ensemble des données originales expliqué) et cumulent respectivement 12.58 et 10.88 comme valeurs propres. La figure 27 montre trois grands groupes des échantillons à savoir: Aharoun, Bouchouk Guergour, et Bouichret sur le quadrant inférieur droit, Aguentaou, Aimel et Chemlal sur la partie inférieure gauche et Aberkane et Sigoise sur la partie supérieure. Le premier groupe se distingue par OLL, LLL, PLLn, LOO, et 18: 2ω6 également projeté sur le quadrant inférieur droit des coordonnées vecteurs propres du graphique (figure 27 b). Aguentaou, Aimel et Chemlal sont corrélés avec POO, PoOO, PoOP, POP, 18: 1ω7, 16: 1ω7 et 16: 0 projetés sur la partie inférieure gauche des coordonnées vecteurs propres du graphique. Aberkane et Sigoise sont distinctes des autres sur la base de SOO, POA, OOO, 18: 0 et 18: 1ω9.

PC3 et PC4 ont aussi des valeurs propres supérieures à 01 mais la discrimination sur cette parcelle n'est pas clair (ils ne sont pas présentés). Cependant, PC3 distingue le groupe Aimel des autres groupes sur la base de leur composition en POS. Le diagramme des scores PC1 / PC5 (Figure 27 c) (41% de la variance totale expliquée et, respectivement, 12.58 et 1.36 comme valeurs propres) montre une ségrégation complète de tous les échantillons, à l'exception de trois échantillons d'Aguentaou, parmi huit groupes en fonction de leur origine variétale. Le groupe de Bouichret est différencié des autres (sur le graphique des charges PC1 / PC5) par les variables : 17: 0 et 17: 1ω8, alors que le groupe Aimel est distingué par les variables POO, et Chemlal par le variable 18: 1ω7 (Figure 27 d).

4.5.9. Classification de l'origine variétale par SIMCA12

Comme l'ACP par ses données complètes présente une tendance des échantillons à se regrouper par rapport à leur origine variétale, il a été concevable de constituer des modèles d'ACP individuelles basés sur les jeux d'étalonnage pour chaque variété, et qui constituent par la suite une base de classification SIMCA (Modélisation indépendante souple par analogie de classe)

Comme le nombre d'échantillons était faible, trois classifications SIMCA ont été effectuées pour obtenir une idée sur la variation de la prédiction lorsque la composition de l'ensemble d'étalonnage et de test est changée. Pour chaque classification SIMCA, un ensemble d'étalonnage a été formé avec les deux tiers des échantillons des huit variétés choisies au hasard pour disjoint ACP.

L'ensemble de tests associés a été formé avec des échantillons non utilisés dans le jeu d'étalonnage. Le centrage moyen a été appliqué avant la modélisation. La valeur du critère de Fisher a été fixée à 5 %. Le tableau 31, donne le pourcentage de classification correcte (%CC) des trois ensembles de test différents des trois ensembles d'étalonnage différents pour les huit variétés. Aucun échantillon n'a été reconnu comme appartenant à une variété qui n'est pas la sienne, mais quatre à huit échantillons n'ont été reconnus par aucun des huit modèles variétaux (faux négatifs). Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la deuxième classification SIMCA, avec 38 vs. 42 échantillons bien prévus. Le pourcentage (%) CC moyen a varié de 96,8 à 99,2 %. Ces résultats ne sont pas inattendus: les modèles qui conduisent à une meilleure prédiction sont ceux des variétés les mieux distinguées en utilisant l'ACP (Aberkane et Sigoise), et celui qui a donné le plus faibles niveau de prédiction est celui de la variété la plus difficile à différencier (Bouichret).

¹² - Soft independent modelling by class analogy.

Conclusion

Nos résultats montrent que l'identification et la caractérisation des variétés d'oliviers de la région d'étude en petite Kabylie sont confrontées aux problèmes de confusions régnant au niveau des appellations. Des cas d'homonymie et de synonymie de variétés sont fréquents. En outre, la prédominance des appellations : par exemple, Chemlal pour tous les oliviers qui se ressemblent par le calibre de fruit réduit, et Azeradj pour tous les oliviers qui se ressemblent par un calibre de fruit élevé. Ceci constitue l'exemple le plus frappant de cette situation de confusion au niveau des appellations. Sur cette règle de classification, la majorité des exploitants pensent qu'il n'existe que deux variétés d'oliviers « Azeradj et Chemlal ».

Selon une classification classique et simple par les oléiculteurs on n'arrive jamais à distinguer entre plusieurs variétés qui contiennent peu de variabilité morphologique et pomologique. Par conséquent, il en résulte une influence directe, réductrice et négative sur les estimations de la répartition et la composition du patrimoine oléicole au niveau local voir même national, ainsi sur la production des huiles d'olive monovariétales. Ainsi, cette confusion variétale agit sur toute démarche de préservation de la biodiversité existante et de sa valorisation pour élaborer des produits de qualité de haute valeur ajoutée.

Au cours de ce travail, nous avons contribué à la caractérisation variétale de notre zone d'étude par la description de 204 oliviers locaux en se basant sur 09 descripteurs morphologiques, à savoir : le port de l'arbre, la densité du feuillage, la forme de la feuille, la forme, le poids et le sommet du fruit, le poids et la forme de l'endocarpe ainsi que la longueur des entre-nœuds. En totalité, on a pu détailler 28 états de caractères, ce qui constitue une première pour le patrimoine oléicole de la région d'étude et ouvre la voie à des travaux ultérieurs nécessaires à la valorisation de la richesse en biodiversité agricole dans la région d'étude et en Algérie. Ainsi, cette caractérisation montre d'une part une richesse élevée des ressources génétiques d'oliviers rien que dans la région d'étude, dont on a pu identifier 17 variétés. Huit variétés étudiées parmi celles-ci, dont nous avons étudié la composition des huiles, montre aussi une diversité élevée en constituants chimiques et biochimiques, éléments potentiels pour sélectionner des variétés et produire des huiles de qualité supérieure. Nous pouvons conclure aussi que la région étudiée constitue une zone de richesse en agro biodiversité de l'olivier qu'il faut préserver et gérer. D'autre part, nos travaux ont montré le pouvoir discriminant des descripteurs morphologiques étudiés comme outil d'inventaire et d'identification des variétés d'olivier. Nos résultats affirment par contre que la caractérisation

choisie par les oléiculteurs est très limitée, voir même favorise la confusion par rapport à la différenciation entre les variétés.

Par ailleurs, nos résultats ont permis d'affirmer que certains descripteurs, précisément les compositions chimiques en triglycérides (TAG), en acides gras et en squalène des huit variétés algériennes d'huiles d'olive aident à discriminer leurs huiles et permettent de suivre la traçabilité variétale de leurs produits.

La composition en tocophérols est par contre faiblement discriminante. Une représentation visuelle des compositions en triglycérides (TAG) et en acides gras (morphotypes) permet de caractériser facilement les différentes variétés. Une ACP, basée sur les compositions en triglycérides, en acides gras et en squalène sur plusieurs principaux composants, distingue les groupes en fonction des variétés.

Les acides gras mineurs et le squalène, qui sont rarement pris individuellement en compte dans les études publiées, ont participé activement, dans notre cas, à la différenciation des variétés. La classification par la méthode chimiométrique supervisée (SIMCA) fournit des pourcentages de classification correcte supérieure à 96% pour toutes les variétés. L'approche réalisée dans cette étude peut être utilisée dans des travaux ultérieurs pour l'authentification des huiles d'olive vierges algériennes.

Chapitre 05

*Caractérisation des pratiques des
acteurs de la zone d'étude*

Introduction

L'oléiculture, à l'instar des activités agricoles, implique d'importants impacts sur les espaces qu'elle occupe et qu'elle structure (**Lamani, 2014**). C'est le cas des oliveraies de la Kabylie, des infrastructures et moyens nécessaires pour conduire cette culture et effectuer la transformation des produits, de l'image que l'olivier induit sur les territoires et les paysages qu'il produit, des effets sur les sociétés, sur leurs modes de vie et les cultures locales. Les espaces oléicoles sont ainsi un reflet et une composante du système agricole produit par le paysan et l'olivier. Les inter-relations tissées entre le territoire et les oléiculteurs sont intenses et multiformes.

Dans cette étude, nous avons essayé de comprendre et connaître les pratiques et traditions culturelles oléicoles au niveau de notre zone d'étude. Pour ce la, nous avons réalisé des entretiens auprès des oléiculteurs et des oléifacteurs de la région. Ainsi, nous avons procédé à plusieurs protocoles expérimentaux afin de confirmer ou infirmer quelques hypothèses sur les pratiques oléicoles. Rappelons que notre hypothèse concerne le lien existant entre le produit et son territoire, au sens large, qui peut lui octroyer une typicité de qualité particulière.

Dans ce sens, la rédaction de ce chapitre 05 tente de répondre aux questions suivantes :

- Les techniques et les pratiques de la taille des arbres et de labour nouvellement introduites sont-elles efficaces ?
- La période de récolte convient-elle avec la maturité optimale des olives pour donner une rentabilité optimale à l'échelle de la spéculation agricole?
- Les méthodes de cueillette et la durée de stockage des olives appliquées par les oléiculteurs avant transformation permettent-elles de valoriser au mieux le produit pour avoir des huiles d'olive de bonne qualité ?
- Les infrastructures et les moyens de production sont-ils suffisants pour assurer des prestations convenables dans cette région ?
- Quelle diversité des huiles existe pour nous permettre d'élaborer une typologie des huiles d'olive de la région ?
- Les processus de trituration des olives sont-ils conformes à la norme, ou bien peuvent-ils être améliorés pour garantir un produit de qualité 'acceptable' ?

Notre étude de cas précise les différentes caractéristiques des exploitations et huileries, mais aussi les choix techniques et organisationnels qui constituent des éléments déterminants de l'offre et la qualité des produits issus de la région.

Ainsi, les résultats issus des interviews ne se sont pas limités au simple apport de connaissances formelles mais ont abouti à une production scientifique importante dans le travail de recherche. Les discours n'étaient plus seulement des supports d'information mais se transformaient en objets d'étude (*Dalud-Vincent, 2011*).

1. Déroulement de l'enquête et méthodes d'analyse des données

1.1. Déroulement général de l'enquête

Nous avons procédé à des enquêtes préliminaires en 2010, au cours desquelles nous avons collecté des données et des informations sur le secteur oléicole. On s'est référé à plusieurs documents et sources d'informations comme : les rapports de synthèse, les articles, les revues scientifiques et les journaux nationaux. Ainsi, nous avons effectué plusieurs visites de prospection auprès des directions des services agricoles et subdivisions des trois wilayas concernées. A l'issue de ces résultats, on a pu cerner les objectifs de notre recherche et d'établir le document d'entretien.

Le travail sur terrain a été lancé au mois de novembre 2011 auprès des oléiculteurs et des oléifacteurs, en moyenne quatre entretiens réalisés par jour pendant une période de six mois.

Nous avons travaillé avec les acteurs oléicoles entre les mois de novembre et avril, période durant laquelle nous avons pu assister à toutes les étapes de la transformation, de la cueillette, du transport des olives aux moulins, de stockage et de trituration des olives.

Nous avons travaillé sous contraintes avec un rythme imposé par le climat de l'hiver et les conditions géographiques complexes, éloignement et enclavement, en utilisant nos propres moyens de transport, en traversant les oueds et les zones non carrossables. Ainsi, nous avons rencontré des difficultés de communication avec les acteurs concernés : refus de parler par méfiance, comportement de réticence, occupation par le travail. Par contre, nous avons trouvé des facilités par certains qui nous ont accueillis très chaleureusement et avaient une pleine disponibilité. Cette dernière catégorie de personnes ainsi que la maîtrise de la même langue kabyle de la région, nous ont beaucoup aidés dans la réalisation de la tâche.

Nous avons travaillé avec 270 personnes entre oléiculteurs et oléifacteurs, qui viennent de l'ensemble des communes de la zone d'étude. Nous avons réalisé en moyenne 30 questionnaires par commune. En faite, il existe certaines questions dont les réponses se répètent et par conséquence on s'arrête de les poser (stade de sur-saturation) selon le principe établi par **Thiétart**. Ce principe repose sur le fait que chaque unité d'informations supplémentaires apporte un peu moins d'informations nouvelles que la précédente jusqu'à ne plus rien apporter (*Thiétart, 2002*).

Au cours de la période d'enquête, nous avons effectué plusieurs expériences sur terrain afin de confirmer ou d'infirmer quelques habitudes et traditions connues sur la période de la cueillette, les manières et les techniques de la récolte, la durée de stockage des olives, et les pratiques culturelles afin d'apporter des modifications sur le fonctionnement de la filière entière, et par conséquent d'envisager les modalités de leurs applications.

Le questionnaire est composé de plusieurs questions (*annexe 02*) :

- La superficie et le nombre d'oliviers dans chaque exploitation ;
- Les variétés et leurs proportions ;
- L'âge des oliviers ;
- La période de récolte ;
- L'indice de maturité lors de la récolte des olives ;
- Les quantités d'olive récoltées ;
- Les pratiques de récolte ;
- La durée et les moyens de stockage des olives ;
- Les types des huileries ;
- Les rendements d'olive par hectare et d'huile par quintal ;

1.2. Méthodes et techniques d'analyse des résultats

Dans ce chapitre nous analysons dans le cadre d'une comparaison, l'écart entre les données relatives aux pratiques des agriculteurs, issues de notre enquête, et les données des protocoles expérimentaux reflétant la norme exigée dans les systèmes de culture et de transformation 'maîtrisés'.

De ce fait, les données récoltées sont regroupées et saisies dans une base de données, à l'aide d'un logiciel informatique (IBM SPSS-22), qui permet d'analyser les données qualitatives et quantitatives ainsi que de faire des analyses de description et de corrélation.

Le logiciel permet de résumer la base de données sous forme de graphes et/ou d'histogrammes permettant de simplifier la lecture et l'interprétation des résultats.

2. Les caractérisations et les innovations apportées sur des pratiques oléicoles de la zone d'étude

Notre zone d'étude est connue et réputée par son huile d'olive au niveau de la Kabylie et même national car l'oléiculture constitue la principale spéculation agricole. La zone d'étude est un fief oléicole situé au centre de la plus grande zone potentielle nationale où la spéculation oléicole occupe plus de 90 % de la SAU. Elle englobe les potentialités des trois wilayas, les daïra d'Akbou, de Seddouk et de Beni Maouche pour la wilaya de Bejaïa, la daïra de Djaafra pour la wilaya de Bordj Bou Arréridj et les daïra de Beni Ourtilane et de Guenzet pour la wilaya de Sétif.

A travers les résultats obtenus au moyen de l'enquête menée sur terrain, nous avons pu recueillir des informations sur le déroulement des différentes pratiques et techniques oléicoles adoptées par les oléiculteurs tout en apportant des propositions et des solutions appropriées sans avoir à chambouler l'aspect traditionnel de la pratique et à moindre coût.

2.1. La taille des oliviers

La façon la plus judicieuse de taille des arbres permet un meilleur ensoleillement de toutes les parties de l'arbre, son aération et sa fructification. Un proverbe français dit sur un olivier bien taillé « le petit *oiseau* doit le traverser sans le frôler des ailes ».

Malheureusement, la majorité des paysans (environ 90 %) (Tableau n° 32) pratiquent eux même la taille de leurs oliviers au moment de la cueillette des olives, d'une manière encore assez primitive, et de sorte qu'ils ne font que l'enlèvement des branches sèches est quelques branches qui gênent l'opération du gaulage. En revanche, seulement 10 % des oléiculteurs pratiquant la taille de leurs oliveries en faisant appel à des tailleurs dits professionnels. Cependant, ces dits professionnels ne sont en réalité que des anciens paysans n'ayant aucune relation avec la taille professionnelle fondée sur des bases scientifiques. Donc, l'opération de la taille faite par ces paysans reste aussi loin des normes scientifiques par rapport à la manière et à la période de son application. Par conséquent, la taille ne fait qu'accélérer le phénomène de vieillissement des oliviers. Car la meilleure période pour la taille de l'olivier est vers la fin de l'hiver : mars ou avril selon l'altitude. La taille de l'olivier

est pratiquée pour augmenter la productivité et permettre une fructification précoce, régulière et rentable. La taille vise à empêcher la domination d'une partie de la plante sur les autres et d'optimiser la contribution de chaque partie qui peut apporter un plus à la production et à l'adoption des techniques de culture (COI, 2007). De ce fait, il est nécessaire de former des tailleurs professionnels dans des instituts techniques et professionnels pour permettre un bon développement et une bonne régénération du patrimoine oléicole de la région.

Tableau n° 32 : Types des tailleurs au niveau de la zone d'étude.

<i>Type des tailleurs d'olivier</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
<i>Auto-tailleur</i>	175	90,20
<i>Tailleur dits professionnels</i>	19	9,80
<i>Total</i>	194	100

Source : notre enquête

2.2.Le labour

Depuis l'année 2000, le lancement du programme PNDA (Programme National de Développement Agricole), les agriculteurs bénéficient d'un matériel agricole, à savoir les tracteurs à chenille qui sont considérés comme les engins les plus adaptés aux zones de montagne. Cependant, la majorité des oliveries se situent dans des zones très accidentées avec un degré d'inclinaison de 20 à 60 %, ce qui rend la mission de l'engin dangereuse. Donc pour sécuriser et faciliter le travail le propriétaire du tracteur à chenille a inventé le labour vertical.

En fait, l'utilisation de la charrue à soc peut atteindre des profondeurs de 50 à 60 cm et comme l'olivier développe un système racinaire latéral peu profond de 60 à 100 cm, cette opération devient inadaptée et cause des dégâts énormes aux racines des oliviers. Les coupures et les blessures graves touchant le système racinaire facilitent la transmission des maladies en particulier la tuberculose, et peuvent affaiblir voir même faire tuer l'arbre. Aussi, elles peuvent accélérer l'érosion hydrique et le lessivage des sols, ce qui appauvrit les sols plus rapidement et influe négativement sur le développement des oliviers.

Cette pratique aggrave encore la situation car elle diminue la capacité de rétention de la surface du sol. L'érosion pluviale exporte les particules fines et met en relief les cailloux et

par la suite les pluies intenses provoquent des ruissellements concentrés et des écoulements linéaires plus épais et turbulents, capables de générer dans le sol des incisions linéaires.

Dans le cadre du programme PNDA, pour le développement de la filière oléicole l'Etat a financé des actions et du matériel par le FNRDA à hauteur de 70 % avec une contribution des agriculteurs à hauteur de 30 %. Parmi les actions de ce programme, un cahier des charges pour la confection des cuvettes pour le stockage des eaux hivernales ou des pluies salvatrices.

En dépit de tout ce qui a été dépensé dans la mise en œuvre de cette action, et après une dizaine d'années le résultat de cette opération reste très loin des objectifs tracés par les instances publiques. Des instructions modèles pour la confection des cuvettes doivent être appliquées dont la première concerne le dimensionnement : 2 m de longueur, 50 cm de largeur et 50 cm de profondeur alors que la deuxième concerne l'emplacement vers le côté supérieur éloigné d'un mètre du tronc de l'arbre.

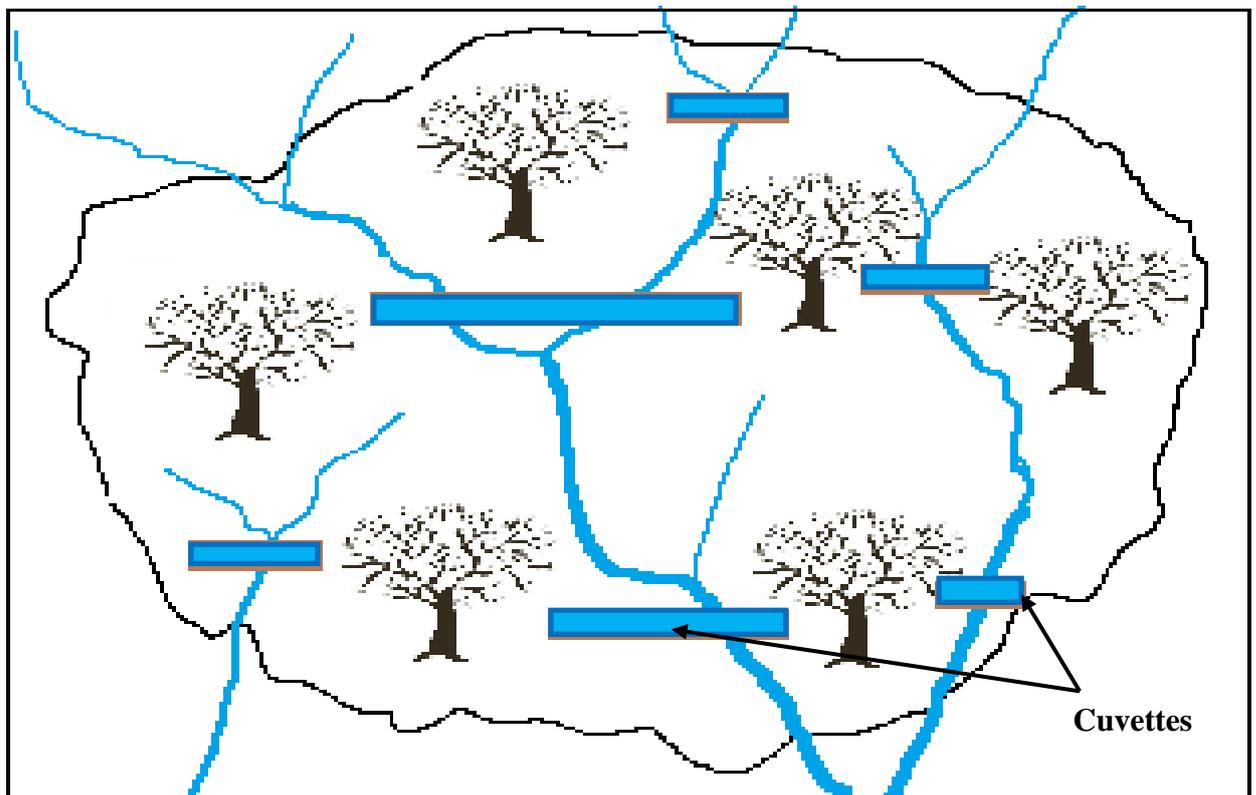
Nous avons remarqué que lors de l'implantation des cuvettes le cahier des charges n'a pas pris en considération la position de la cuvette vis-à-vis des apports en eau, là où il ya des ruissellements connectés avec la cuvette l'arbre se tiendra mieux et il se développera convenablement vu l'efficacité de l'ouvrage. Par contre les arbres qui se trouvent dans des zones élevées, la cuvette reste toute l'année sèche et l'appariation des racines au soleil rend les arbres stressés et leur jaunissement avec le temps montre qu'ils ont mal supporté le travail. On peut dire que l'idée de confectionner une cuvette pour chaque arbre est une innovation mal réfléchie et conçue.

Une enquête menée sur 30 oliveries durant l'année 2012, montre un échec d'une partie des actions (en moyenne : 25 % à 42 % des oliviers), à cause de l'inefficacité des cuvettes. A travers les cas réussis, nous avons développé une nouvelle stratégie que nous avons mise à l'épreuve avec deux exploitations de trois hectares chacune pendant deux années (2013-2014). Cette nouvelle méthode a réussi en assurant une rétention efficace de l'eau et par conséquence une bonne croissance des arbres.

Le protocole s'est basé sur la confection des cuvettes dans deux oliveraies à raison de trois cuvettes par parcelle avec des dimensions et à des emplacements appropriés dont l'objectif est d'augmenter la capacité de rétention de la parcelle et de stocker le maximum de

l'eau des ruissellements du champ lors des pluies intenses. Nous avons réalisé le travail selon les étapes suivantes :

- Examiner la parcelle de près et de loin pour déterminer la direction et l'importance des ruissellements selon le relief;
- Désigner les sites d'implantations des cuvettes en assurant le drainage maximal vers la cuvette de sorte que cette dernière soit éloignée quatre mètres au minimum de l'arbre;
- Confectionner les cuvettes de différentes formes et dimensions selon le débit des ruissellements drainés, la nature du terrain et la répartition des arbres, pour donner une meilleure flexibilité de la réalisation de l'ouvrage, comme le montre la figure suivante :



Source : Elaboré par l'auteur

Figure n° 28: La répartition idéale des cuvettes dans une oliverie.

Cette nouvelle méthode d'implantation des cuvettes selon le modèle montré dans la figure 28 a plusieurs avantages :

- Augmenter la capacité de rétention de la parcelle et emmagasiner le maximum d'eau des ruissellements ;

- Ne pas endommager le système racinaire de l'arbre ;
- Remplacer et gagner les coûts de labour ;
- Diminuer les voies de transmission des maladies.

2.3. Caractérisation des huiles et huileries de la zone d'étude

Les huiles de la région sont connues sous le nom de : huile de Kabylie « Zit Kbayel et/ou Zith Ou Zemour » qui a une caractéristique liée à la variété, aux pratiques de la cueillette et aux systèmes de trituration. Les huiles de la région sont principalement des huiles plurivariétales, issues de plusieurs variétés d'olives, avec des proportions différentes, selon la diversité montrée dans le chapitre précédant.

Au cours de la campagne (2011 /2012) nous avons procédé à une caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles de la région, et nous avons travaillé sur 55 huileries, ce qui représente 50 % de la totalité des huileries réparties sur toute la zone d'étude tout en respectant les catégories des huileries comme il est montré dans le tableau suivant :

Tableau n° 33 : Les huileries échantillonnées dans la région d'étude.

Type d'huile	Nbr. d'huileries totales	Nbr. d'huileries échantillonnées	%
Moderne	24	12	50
Semi moderne	63	32	51
Traditionnelle	23	11	49
Total	110	55	

Source : Enquête sur les pratiques oléicoles de la région d'étude (2011/2012)

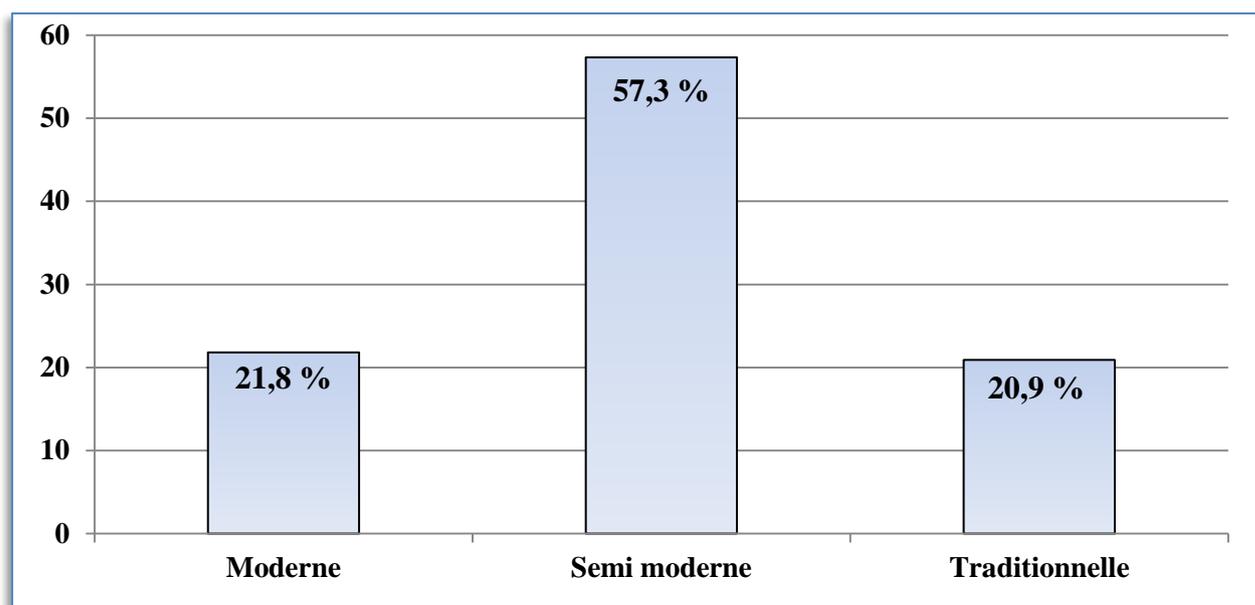


Figure n° 29 : Pourcentage des huileries de la région d'étude.

Dans le cadre de la caractérisation des échantillons d'huile retenues à partir des huileries, nous avons travaillé sur : le taux d'acidité, l'indice de peroxyde et les paramètres sensoriels avec leurs intensités. Les résultats obtenus sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau n° 34: Les types des huiles d'olive de la région d'étude selon les paramètres physico-chimiques (2011/2013).

Paramètre de qualité		Type d'huile					
		Moderne		Semi moderne		Traditionnelle	
		Nbr.	%	Nbr.	%	Nbr.	%
Taux d'acidité	≤ 0,8	2	16,7	1	3,1	0	0,0
] 0,8 - 2]	3	25,0	9	28,1	1	9,1
	> 2	7	58,3	22	68,8	10	90,9
Indice de peroxyde	≤ 20	8	66,7	21	65,6	5	45,5
	>20	4	33,3	11	34,4	6	54,5
Caractéristiques organoleptiques	Fruiter vert	1	8,3	0	0,0	0	0,0
	Fruiter mûr	1	8,3	1	3,1	0	0,0
	Défaut léger	3	25,0	9	28,1	1	9,1
	Défaut prononcé	7	58,3	22	68,8	10	90,9

Source : Enquête sur les pratiques oléicoles de la région d'étude (2011/2012)

Tableau n° 35: Récapitulatif sur la qualité des huiles échantillonnées (2011/2012)

Type d'huile	Type d'huilerie			Total	Taux en %	
	Moderne	Semi moderne	Traditionnelle			
Extra vierge fruitier verte	00	00	00	00	00	00
Extra vierge fruitier mûre						
Vierge fruitier vert	2	2	0	4	7,3	27,3
Vierge fruitier mûre	3	7	1	11	20	
Courante chômé	2	7	4	12	23,6	72,7
Courante moisi	3	6	1	10	18,2	
Lampante	2	10	5	17	30,9	
Total	12	32	11	55	100	

Source : Enquête sur les pratiques oléicoles de la région d'étude (2011/2012)

Selon les résultats du tableau n° 35, aucun échantillon n'appartient à la catégorie des huiles extra vierges. Généralement, trois huiles échantillonnées sur quatre disposent d'un défaut prononcé qui les rend impropres à la consommation selon les normes internationales du (COI, 2011).

En dépit de cette situation critique, le consommateur algérien s'est habitué à la consommation de cette huile et il la demande avec engouement. Par conséquent, les huiles d'olive algériennes se vendent dans des conditions lamentables et à des prix flambants avoisinant 900 DA/l (l'huile la plus chère au monde FAO 2017).

2.4.La période de récolte optimale

L'oléiculture représente la quasi-totalité des cultures pérennes au niveau de la région d'étude. C'est la raison pour laquelle la période de cueillette des olives est considérée comme un événement important, des familles entières, composées de femmes, d'hommes et d'enfants se mobilisent en groupes et en famille pour la cueillette des olives, pratique encore issue et respectant des considérations ancestrales. La cueillette des olives est aussi une occasion pour les villageois de se retrouver. Les olives revêtent une importance socio-économique et culturelle pour les Kabyles tout en constituant un composant essentiel de leur régime

alimentaire. La période de cueillette des olives s'étale du mois de novembre au mois de janvier.

Généralement, la récolte des olives en Kabylie s'accroît à partir de mi décembre à raison que cette dernière coïncide avec les vacances scolaires et les cueilleurs profitent pleinement de cette occasion.

Nous avons constaté que l'énorme quantité récoltée durant cette courte période provoque une sursaturation au niveau des huileries. Ces dernières n'arrivent pas à triturer toute la production à la fois ce qui influe impérativement sur le bon déroulement de la transformation au sein des huileries. Par conséquent, il résulte un phénomène d'encombrement quotidien au niveau des huileries, avec la présence des dunes d'olives mûres et des sacs en plastique entassés et mouillés avec des margines, ce qui aboutit à la dégradation des olives à savoir la fermentation et le pourrissement de la récolte.

En fait, ce phénomène existe depuis l'antiquité au niveau de la région d'étude, voire même toute la Kabylie. Une pratique ancestrale conséquence notamment de l'incapacité des moyens de trituration de transformer l'énorme quantité de récolte en une courte période, ainsi que l'utilisation des outils d'extraction incapables de triturer des olives fraîches.

Par principe, le niveau d'émulsion est directement proportionnel au degré d'humidité. Lorsque les fruits sont cueillis à un niveau d'humidité élevé (en général supérieur à 55 %) et sont broyés immédiatement, les gouttes d'huile qui se libèrent durant le broyage seront immédiatement enveloppées par les

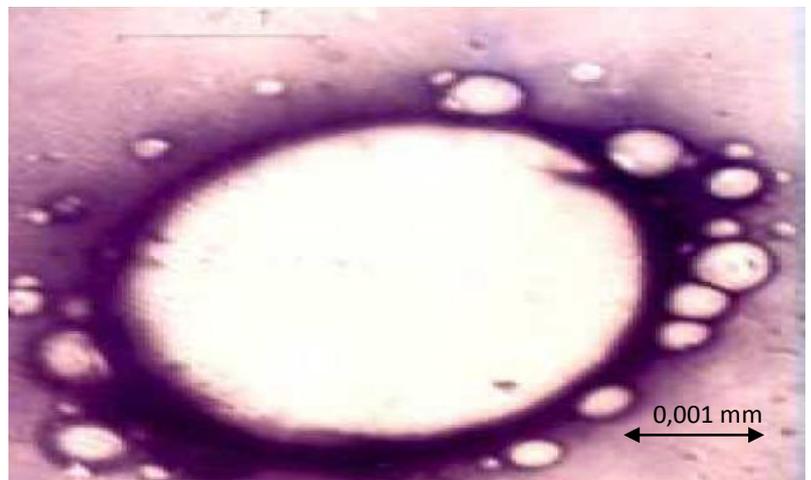


Figure n° 30 : Les lipoprotéines présentes dans l'eau de végétation empêchent la coalescence des gouttes d'huile (COI, 2011).

lipoprotéines (Pectine¹³) présentes dans l'eau de végétation qui empêchent leur coalescence (Figure n° 30). En fait, lorsque ce type d'émulsion se produit dans une pâte d'olives, la pâte est alors dite difficile, émulsionnée. Ces pâtes causent généralement des problèmes dans tous

¹³ - Pectine est une substance exclusivement d'origine végétale. Les pectines sont des polyosides, rattachées aux glucides présentes en grande quantité dans les parois primaires des Dicotylédones, et en particulier dans les parois végétales de nombreux fruits et légumes

les processus de l'élaboration. Par conséquent, la séparation de l'huile devient plus difficile, en donnant un faible rendement industriel, ainsi qu'engendrant des pertes énormes d'huile d'olive dans les grignons (*COI, 2011*).

Afin de résoudre ce problème, les oléifacteurs font volontairement tarder la trituration des olives afin que les olives perdent le maximum d'eau, et deviennent facilement extractibles par ces outils archaïques, tout en essayant de faire véhiculer le message que les meilleures huiles sont celles issues de la trituration des olives en pleine maturation vers la fin d'hiver.

Des études ont été menées pour chercher à réduire voire supprimer la formation d'émulsions sans affecter les caractéristiques de l'huile. Les résultats les plus intéressants ont été obtenus en utilisant du microtalc comme adjuvant technologique dès le début du malaxage, selon la réglementation en vigueur. La dose industrielle est comprise entre 0,5 et 3,0 % selon le niveau d'humidité et la difficulté que présentent les olives (*COI, 2011*).

De ce fait, des paysans se retrouvent dans l'obligation d'attendre leurs tours de trituration des olives, planifié par les oléifacteurs, alors que d'autres font retarder leurs compagnes de récolte jusqu'au fin du mois de février pour pouvoir triturer leur récolte. Malheureusement, cette attente et ce retard influent sur la qualité d'huile d'olive car il provoque le pourrissement et la fermentation des olives en donnant des huiles lampantes (Environ 72 % des huiles de la région d'étude) (Tableau n° 34).

Le travail sur la période de récolte optimale nécessite principalement l'intégration de trois aspects différents, la date habituelle de récolte, l'indice de maturité des fruits d'olives et la durée de stockage des olives avant la trituration.

2.4.1. La période habituelle de récolte

Nous avons consacré une étude à un échantillon de 60 oléiculteurs de différentes communes de la région d'étude pour connaître la date de récolte ; le protocole a concerné la même question répétée sur trois ans, avec les mêmes individus, et les résultats obtenus sont montrés dans la Figure n°31.

La première remarque indique que la période de début de récolte s'étale sur une durée de deux mois et demi à partir de début novembre jusqu'au mi janvier. Selon les résultats montrés, 84,4 % en moyenne de la population échantillonnée commence la cueillette des olives au mois de décembre et 64,4 % entre eux commencent entre le 16 et 31 décembre. Donc, le mois de décembre est considéré par les agriculteurs comme le mois sacré pour l'olivier.

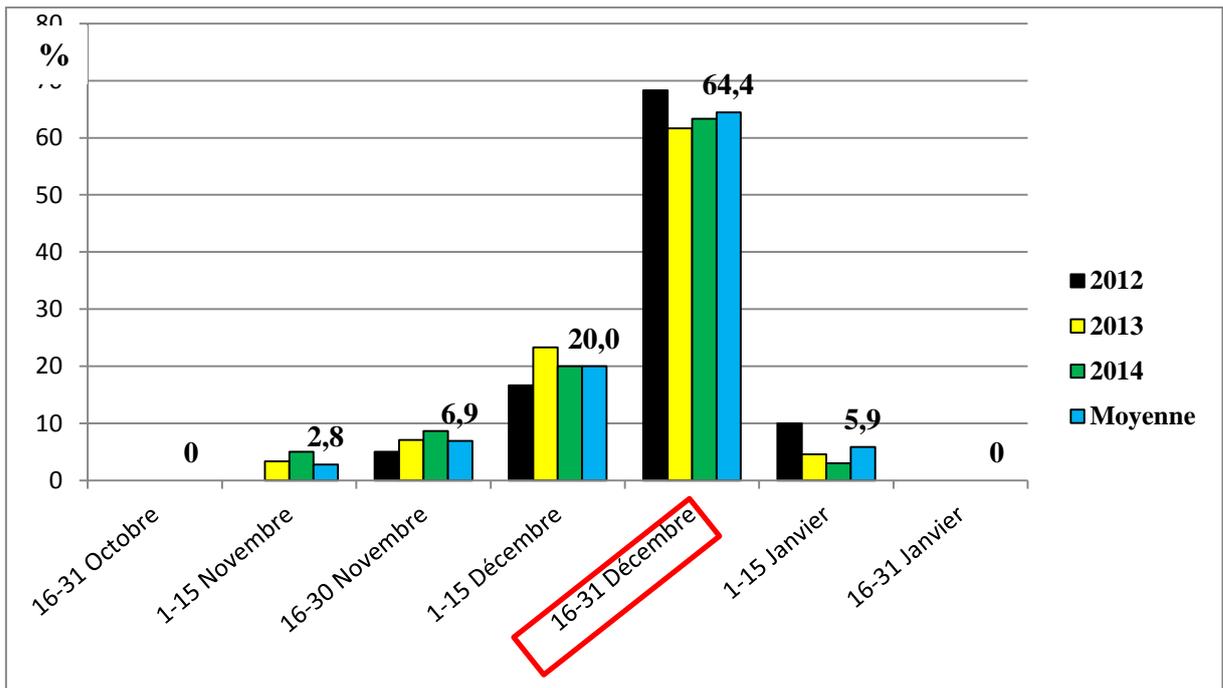


Figure n° 31: La période habituelle de récolte dans notre zone d'étude.

Selon le questionnaire et les interviews effectuées avec les différents acteurs locaux, nous avons relevé plusieurs points essentiels liés au choix du mois de décembre particulièrement pour la cueillette des olives, à savoir :

- L'habitude héritée de père en fils de cueillir les olives en cette période voire même vers la fin du mois. Cette période est connue dans toute la Kabylie depuis l'antiquité et c'est un mythe historique selon lequel le 25 décembre représente le cout d'envoi de la campagne oléicole (début de la cueillette des olives);
- Cette période coïncide avec les vacances scolaires hivernales, pour que les enfants et leurs parents soient disponibles à la cueillette.
- Les olives sont en stade de maturité avancée et les gens croient que plus le fruit est mûr plus il donne de l'huile.
- Les oléifacteurs traditionnels incitent les gens de ne pas cueillir leurs olives en maturité précoces car la trituration des olives sera pénible pour eux, causant des problèmes et des dégâts au niveau du matériel d'extraction;

Alors, les inconvénients du choix de cette période de récolte sont comme suit :

- Cette période est caractérisée par la période journalière la plus courte durant toute l'année ;
- Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très rudes (les températures les plus basses de l'année, fortes précipitation, tombée de neige, gelée...);
- Contrairement à ce qui est fréquent en Kabylie, le rendement n'augmente pas forcément avec la maturation (*COI, 2011*) ;
- Contrairement à ce qui est fréquent en Kabylie, la qualité de l'huile se dégrade, la résistance des huiles au stockage diminue au fur et à mesure de la maturation des fruits. (*COI, 2011*).

En effet, la (Figure n° 31) montre qu'en 2012, la campagne oléicole a commencé à partir de mi novembre avec un pourcentage faible (4 % de l'échantillon). Alors, on remarque que durant les deux années suivantes (2013 et 2014) la campagne a commencé de plus en plus tôt, 9 % en moyenne de l'échantillon a commencé la première semaine de novembre. Cela signifie que les oléiculteurs commencent à avoir la conscience de l'intérêt de la récolte précoce.

Il est probable que notre présence en cette région et notre communication avec les oléiculteurs à beaucoup participé à ce résultat inhabituel pour nous.

2.4.2. Indice de maturité des olives et période optimale de récolte

Le processus de maturation peut être apprécié visuellement sur les olives, à savoir leur changement de couleur et le péricarpe passe évidemment du vert foncé au violacé puis au noir.

En effet, des prélèvements périodiques des échantillons sur terrain et des analyses qualitatives des huiles issues de la région d'étude permettent de déterminer et de connaître la période optimale de récolte. À partir de durcissement du noyau débute la formation biologique de l'huile dans l'olive, son volume augmente au fur et à mesure du développement végétatif du fruit. Dans des conditions climatiques normales, la teneur en huile rapportée à la matière sèche augmente dans le temps (*COI 2011*).

Systématiquement la phase de pleine maturité des olives est obtenue au moment où aucun fruit vert ne se trouve sur l'arbre. A ce stade, la teneur en huile est maximale pour certaines variétés (*Fontanazza, 1988*).

2.4.3. Matériel végétal utilisé dans l'étude du processus d'évolution de l'indice de maturité

Les vergers, objet de cette étude, étaient répartis en deux zones distinctes. Ces vergers sont choisis sur la base de la disponibilité des exploitants volontaires qui ont accepté de faire nos expériences au niveau de leurs parcelles. La première zone se situe entre 350 et 400 m d'altitude et est constituée de trois parcelles avec des superficies estimées de 3 ha, 2.4 ha et 1.5 ha. La deuxième zone se situe entre 800 et 900 m d'altitude et est constituée de quatre parcelles 2.8 ha, 2 ha, 1.5 ha et 1.5 ha. Ces deux zones sont caractérisées par une densité moyenne de plantation de 84 pieds/hectares et implantées par quatre variétés âgées : Aberkane, Aimel, Bouchouk Guergour et Chemlal.

Les prélèvements des échantillons ont été réalisés suivant le protocole du (*COI en 2003*) au cours des trois années consécutives 2012/2013, 2013/2014 et 2014/2015. Les prélèvements ont eu lieu sur quinze arbres homogènes (marqués par la peinture, et étiquetés par des étiquettes résistantes aux intempéries)

Pour assurer la représentativité des échantillons, nous avons prélevé à la main et au hasard des échantillons de (1,5 kg) d'olives autour de chaque arbre. Ce prélèvement se fait en se déplaçant de façon régulière tout autour de l'arbre à hauteur d'homme. Si on n'a pas cueilli la quantité nécessaire d'olives au bout d'un seul tour, on fera un deuxième tour pour le compléter. Les échantillons sont ramenés par la suite au laboratoire en l'attente des analyses. Les pesées et la détermination de l'humidité sont réalisées le même jour du prélèvement (*COI, 2007*).

2.4.4. Calcul de l'indice de maturité (IM) des olives

L'indice de maturité a été déterminé sur la base de l'appréciation de la coloration de 100 olives qui sont prélevées au hasard sur un échantillon de 1,5 kg. Ces olives sont réparties en 08 classes allant des olives à épiderme vert foncé jusqu'aux olives à épiderme noir et pulpe entièrement foncée. Voir la méthode d'évaluation de l'indice de maturité des olives: Chapitre 02.

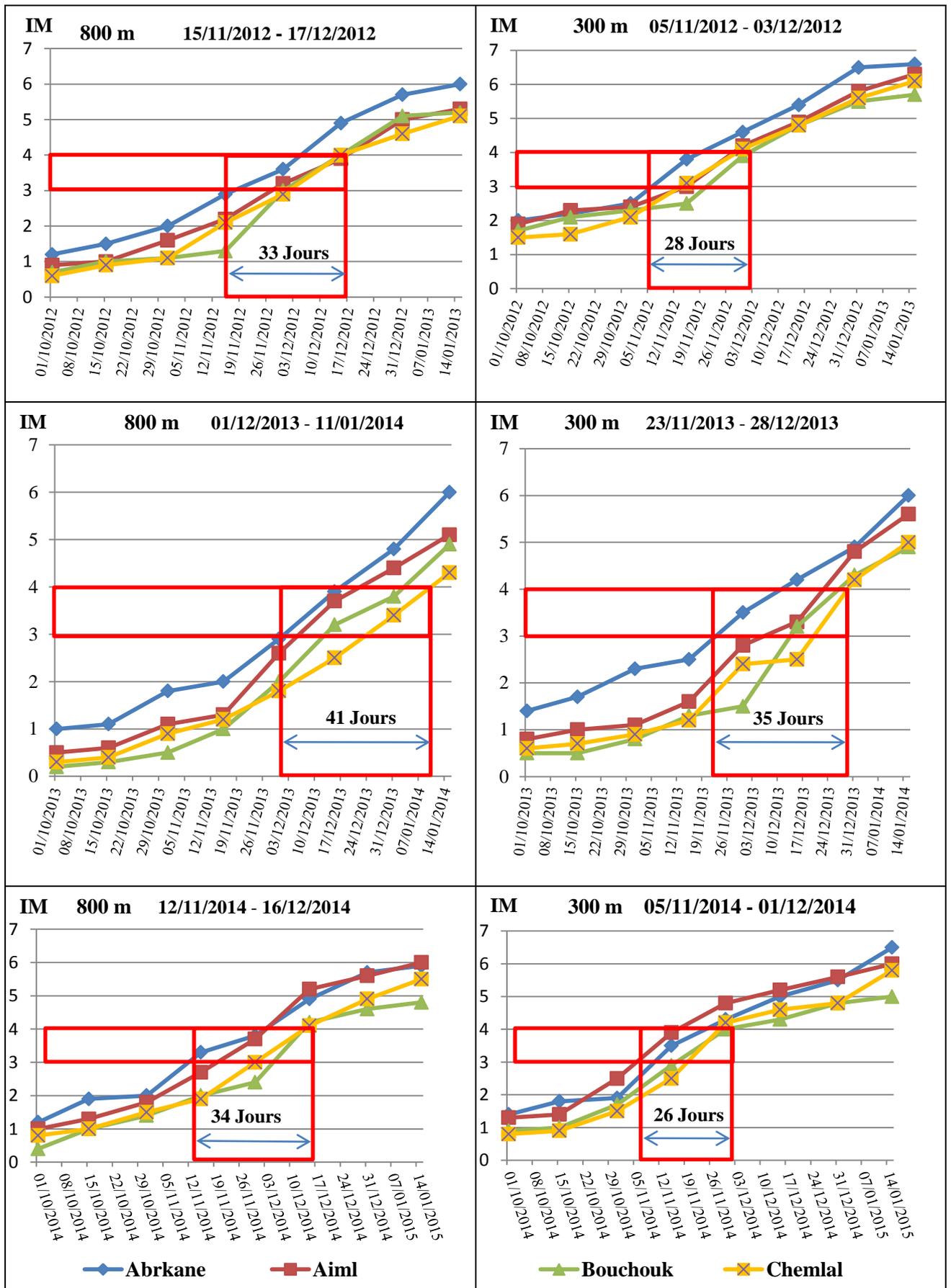


Figure n° 32 : Evolution de la maturité pour les quatre variétés durant les trois années 2012, 2013 et 2014 dans deux altitudes différentes (300m et 800m).

Le suivi de l'indice de maturité (IM) dans les deux altitudes a mis en évidence que la maturité des olives augmente en fonction de l'avancement des dates de prélèvement. En effet, la variété Aberkane s'est montrée plus précoce que les autres cultivars durant les années 2012 et 2013, alors qu'elle avait accusé un retard en matière de maturation en 2014 à cause de la forte production durant cette campagne oléicole.

Nous avons remarqué que la variété Chemlal est la plus tardive, particulièrement dans les hautes altitudes.

En comparant les degrés de maturité des olives dans la même région à deux altitudes différentes, on peut déduire que les variétés qui se trouvent dans les basses altitudes sont plus précoces que celles de la montagne des hauteurs. Cette remarque est pratiquement valable pour tous les cultivars étudiés. Alors, il existe quelques exceptions expliquées par la différence de production entre les deux cultivars (Figure n° 32).

On note que la date et la durée de la période optimale de récolte diffère significativement d'une année à une autre. On enregistre une corrélation négative entre la quantité de production et la précocité de la maturation des olives. Ainsi, l'ensemble des conditions climatiques influencent sur le phénomène de murissement.

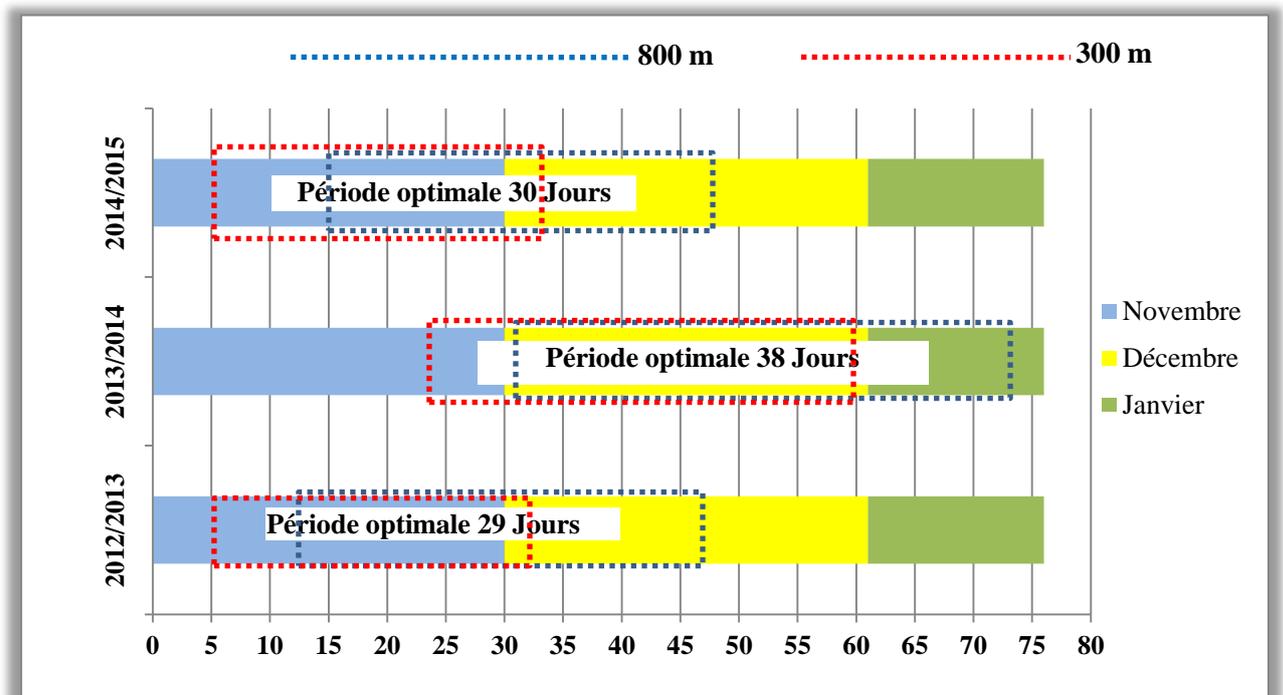


Figure n° 33 : Comparaison entre les périodes optimales de récolte durant trois années (2012, 2013, 2014) dans deux altitudes différentes (300m et 800m).

2.5. Les pratiques de cueillette

La quasi-totalité des oléiculteurs pratiquent le gaulage des oliviers comme moyen de faire tomber les olives de l'arbre, avec des bâtons en bois. Cette pratique engendre des dégâts significativement négatifs sur les oliviers en provoquant la chute des nouvelles poutres, qui sont les rameaux responsables de la production de l'année suivante, et par conséquent les rendements baissent systématiquement par fois jusqu'à la moitié durant la campagne qui suit.

Afin d'étudier l'effet de type de cueillette sur la qualité d'huile des quatre variétés : Aberkane, Bouchouk, Aimel, Chemlal, nous avons réalisé trois types d'échantillons à partir des olives récoltées en phase de véraison:

- Olives cueillies à la main ;
- Olives cueillies par gaulage ;
- Olives ramassées de la terre.

Nous avons réalisé des échantillons à raison de 03 kg par variété et nous avons procédé directement à l'extraction des huiles en utilisant un Oléodoseur au laboratoire. L'ensemble des huiles issues ont subi des analyses physico-chimiques à savoir, l'acidité, l'indice de peroxyde et l'absorbance en ultra-violet.

2.5.1. Acidité

Les résultats de la (Figure n° 34) montrent que les huiles issues de la cueillette à la main de l'ensemble des variétés sont largement inférieures à la norme fixés par le COI et dont la valeur maximale est estimée à 0.18 %. Par ailleurs, les taux d'acidité des huiles issues des olives gaulées étaient compris entre 0.28 % et 0.54 %, largement au dessus des valeurs des huiles issues de la cueillette à la main. Aussi, les valeurs de ce paramètre dans les huiles issues des olives ramassées par terre ont largement dépassé la norme fixée par COI pour la catégorie extra-vierge. Les huiles issues des variétés Bouchouk et Aberkane appartiennent à la catégorie des huiles vierges, alors que les huiles des deux autres variétés Aimel et Chemlal sont déclassées vers les catégories courante et lampante, respectivement.

2.5.2. Indice de peroxyde

On note que toutes les huiles issues des olives ramassées par terre dépassent largement la norme pour l'ensemble des variétés étudiées (20 méqO₂/kg), alors que les indices de peroxyde correspondant aux huiles issues des deux autres types de cueillette (à la main et gaulage) répondent aux normes exigées. Aussi, on note une différence importante des valeurs de l'indice de peroxyde correspondant aux huiles issues des olives cueillies à la main (10.7) et gaulées (16.7) de la variété Chemlal.

2.5.3. L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm)

La figure 34 montre que l'ensemble des valeurs de l'extinction spécifique correspondant aux deux longueurs d'onde 232 nm et 270 nm des huiles issues des olives de l'ensemble des variétés cueillies à la main et gaulées sont au dessous du seuil fixé par la norme.

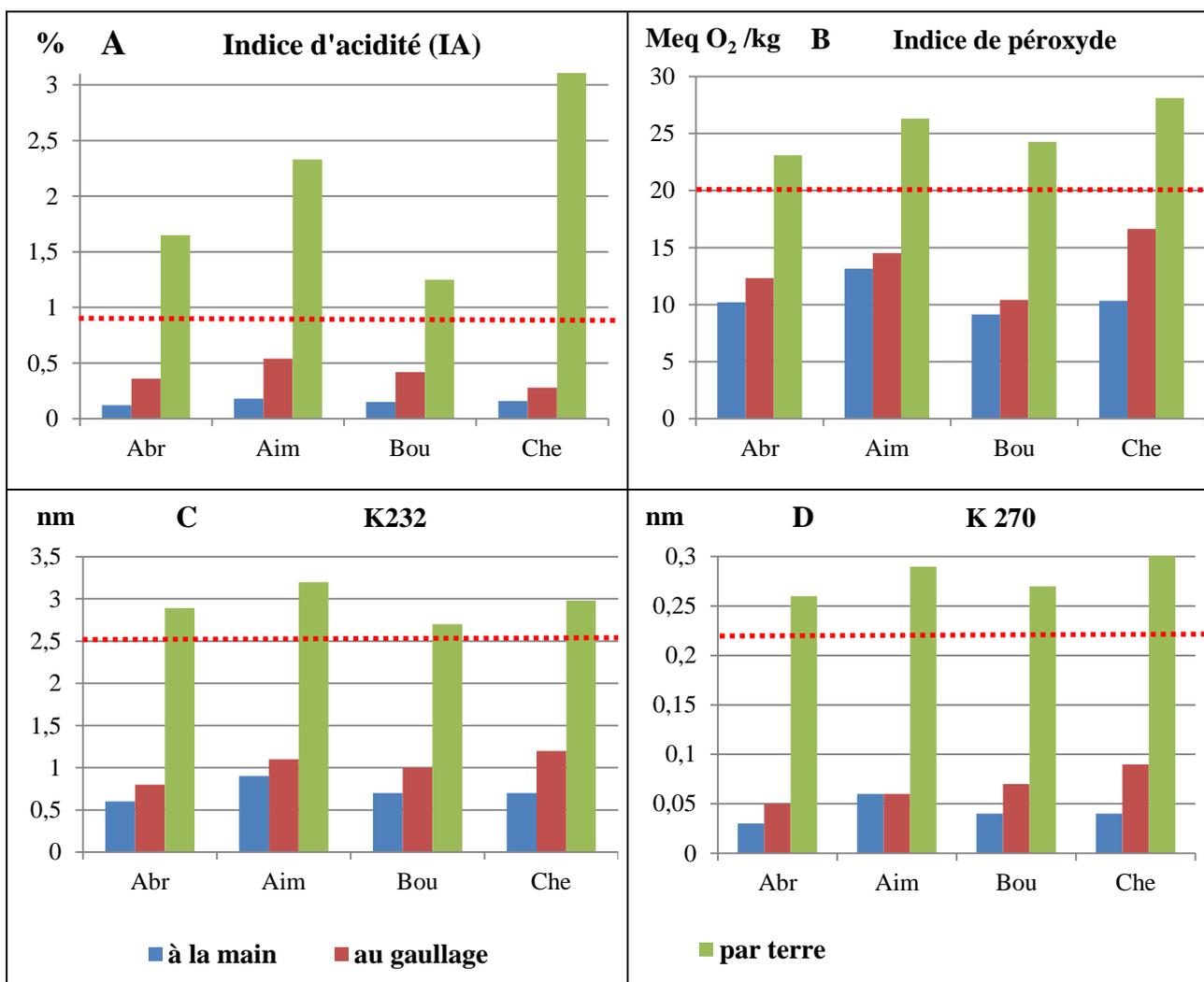


Figure n° 34 : Caractérisation physico-chimique des huiles issues de différents types de cueillette.

Par contre, les huiles issues des olives ramassées par terre de l'ensemble des variétés sont hors normes.

En conclusion, on peut dire que les olives ramassées par terre donnent des huiles de très mauvaise qualité compte tenu des paramètres physico-chimiques analysés. Donc, il est à éviter de mélanger des olives ramassées par terre avec les olives cueillies à la main ou gaulées pour ne pas affecter la qualité de l'huile produite. Aussi, le gaulage induit une légère dégradation de la qualité des huiles comparativement à la cueillette à la main due principalement aux blessures et dommages causés par la gaule.

2.5.4. La teneur en huile

Les fruits récoltés précocement ont un rendement plus bas en huile comparativement aux huiles issues de récolte plus tardives. L'huile produite avec lors de cueillettes précoces est d'un vert franc et très fruité avec un faible degré d'acidité. A ce stade, l'huile est très susceptible à l'oxydation du fait de sa teneur exceptionnellement élevée en chlorophylle, favorisant l'oxydation en présence de lumière. Par contre, si la récolte est retardée, les fruits donnent un rendement supérieur en huile avec une acidité légèrement supérieure, de couleur jaune paille et sont généralement moins fruitée (**Rahmaniet, 1989**). Atouati (**1991**) a rapporté que la teneur en polyphénols totaux est à son maximum au stade semi-noir. Ces composés améliorent la stabilité de l'huile et agissent favorablement sur ses caractéristiques organoleptiques. La question est donc de déterminer l'époque la plus appropriée pour la récolte afin d'optimiser le rapport entre la qualité et le rendement.

Le protocole utilisé est celui établi par le Conseil Oléicole International (**COI, 1997**). Ainsi, une quantité de 70 g d'olives entières broyée, provenant des 100 fruits ayant servi à la détermination de l'indice de maturité, sont mises à sécher à l'étuve réglée à 105°C pendant au moins 42 heures. Après avoir pesé la matière sèche obtenue, les échantillons sont passés dans l'appareil Soxhlet où ils subissent une extraction à l'hexane (300 ml d'hexane par échantillon). Six heures, en général sont suffisantes pour extraire la totalité de l'huile contenue dans chaque échantillon. Ensuite, on évapore l'hexane dans un rotavapor. Notons que cette huile ne sert pas à déterminer la qualité de l'huile d'olive car elle a été traitée à l'hexane.

Les dernières traces du solvant sont éliminées par un séjour de l'huile pendant une nuit dans une étuve réglée à 105°C. Ainsi l'huile récupérée est pesée afin de déterminer la teneur en huile, exprimée en pourcentage, par rapport à la matière sèche et la matière fraîche. Pour

chaque échantillon, trois répétitions ont été effectuées afin de déterminer la teneur moyenne en huile pour chaque variété à chaque date de prélèvement. A l'issue des résultats, il ressort que la teneur en huile évolue différemment d'une variété à une autre, selon la figure n°33.

Les teneurs moyennes en huiles varient généralement entre 12 % et 34 %, et les variétés les plus riches en huile sont Bouchouk et Aberkane alors que les plus pauvres sont les cultivars Aimel et Chemlal. Pratiquement les teneurs en huiles ont une tendance d'augmentation similaire jusqu'à un seuil marqué par une stabilité entre mi-novembre et mi-décembre, voire même on constate une diminution après la période optimale. Par ailleurs, on enregistre une légère augmentation des teneurs en huiles pour les deux autres variétés (Aimel et Chemlal) comme il est montré dans la (Figure n°35). Ainsi, on peut dire que la période optimale de récolte vis à vis la maturité des olives s'étale entre 16 novembre et 20 décembre.

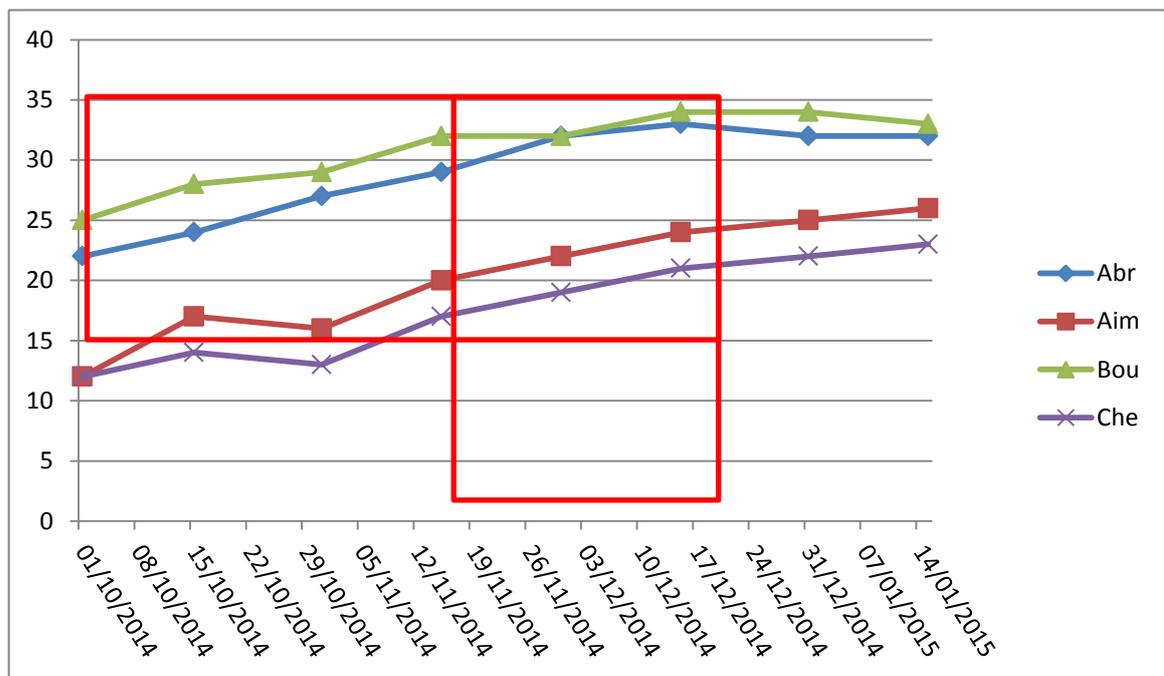


Figure n° 35 : Variation des teneurs en huiles en fonction des dates de récolte pour quatre variétés algériennes.

Selon la figure n° 36 l'étude de l'évolution des teneurs en huiles en fonction de la maturité montre que ces dernières ont connu pratiquement une stabilité à partir de la véraison. La figure n° 38 expose les résultats, et montre que les teneurs en huiles dans les deux variétés Aberkane et Bouchouk baissent avec un pourcentage de 01 % après la période optimale allant de 15/11 jusqu'au 06/12, et de 06/12 jusqu'au 21/12, respectivement. Par contre les teneurs en cette matière grasse dans les variétés Aimel et Chemlal ont connu une augmentation considérable estimé de 14 et 16 %, dans les périodes allant de 21/11 jusqu'au 05/12 et du 7/12

jusqu'au 02/01 respectivement. On peut déduire que la teneur en huile est un caractère variétal, et la synthèse de l'huile persiste dans certains variétés jusqu'au mois de janvier alors qu'elle marque un arrêt pratiquement en mois de novembre dans d'autres variétés.

La figure n° 37 nous permet d'ordonner les périodes de récolte selon la précocité des variétés de manière à aboutir à un meilleur rendement et une bonne qualité d'huile. Pour cela, on peut dire que par rapport à nos variétés, il fallait récolter les variétés ainsi étudiées selon l'ordre suivant : Aberkane, Bouchouk, Aimel et enfin Chemlal.

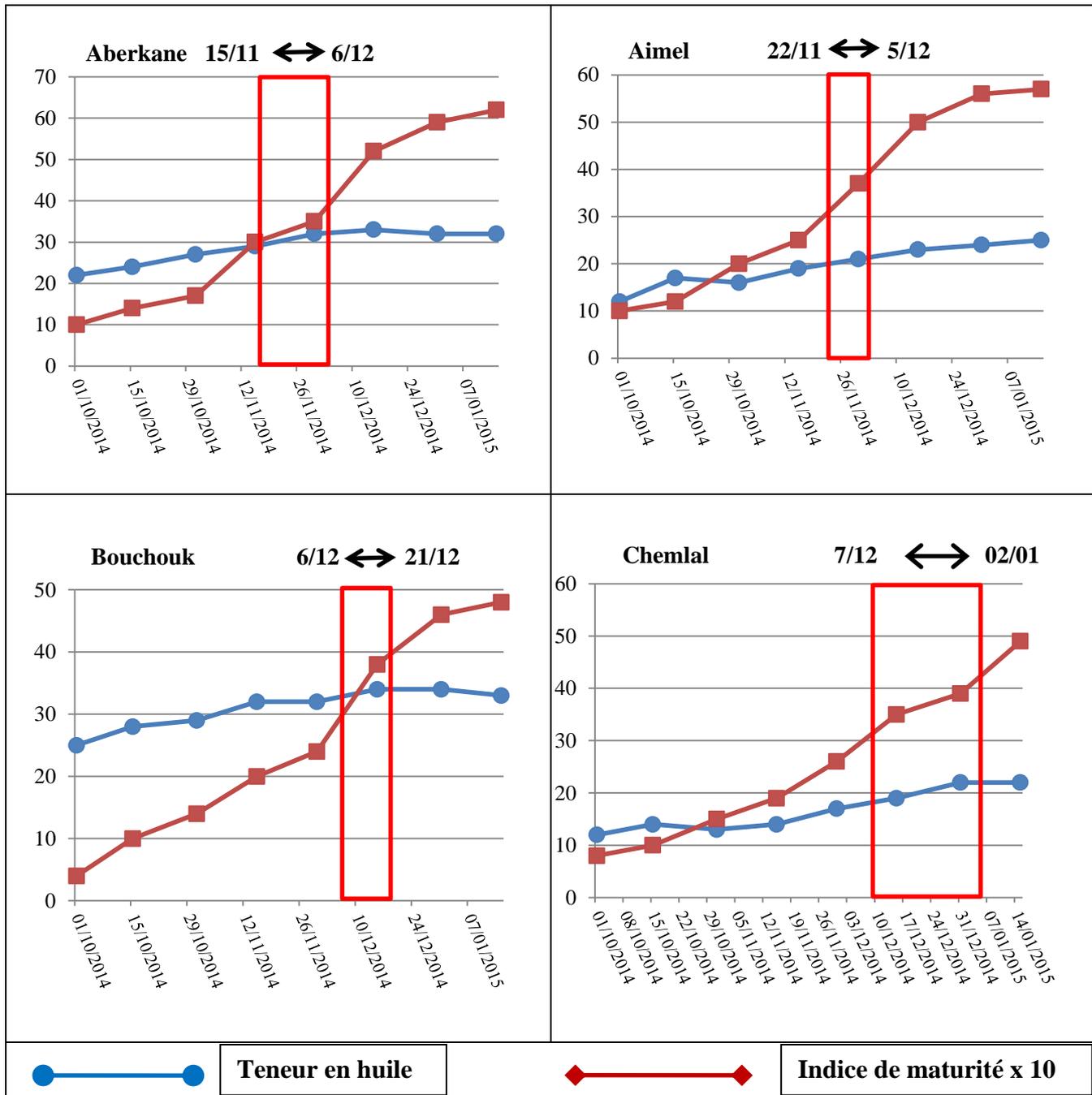


Figure n° 36: Relation entre l'indice de maturité et la teneur en huile pour quatre variétés locales.

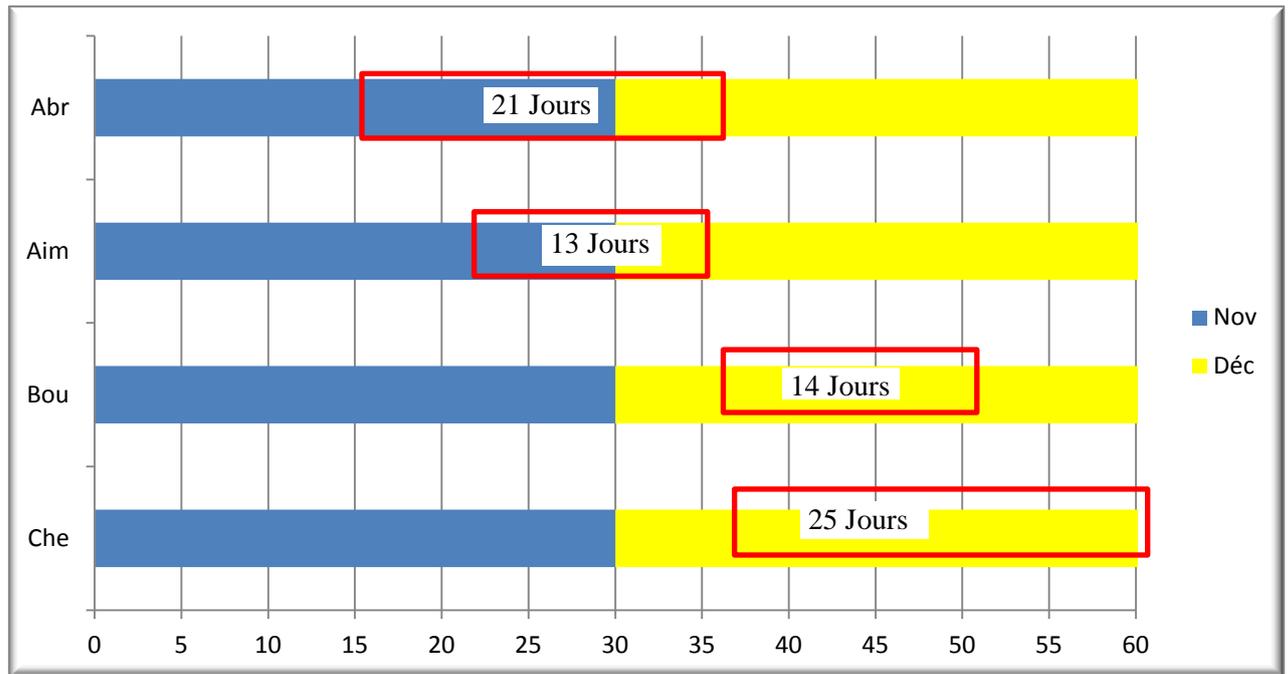


Figure n° 37 : Période de récolte pour les quatre variétés 2014/2015

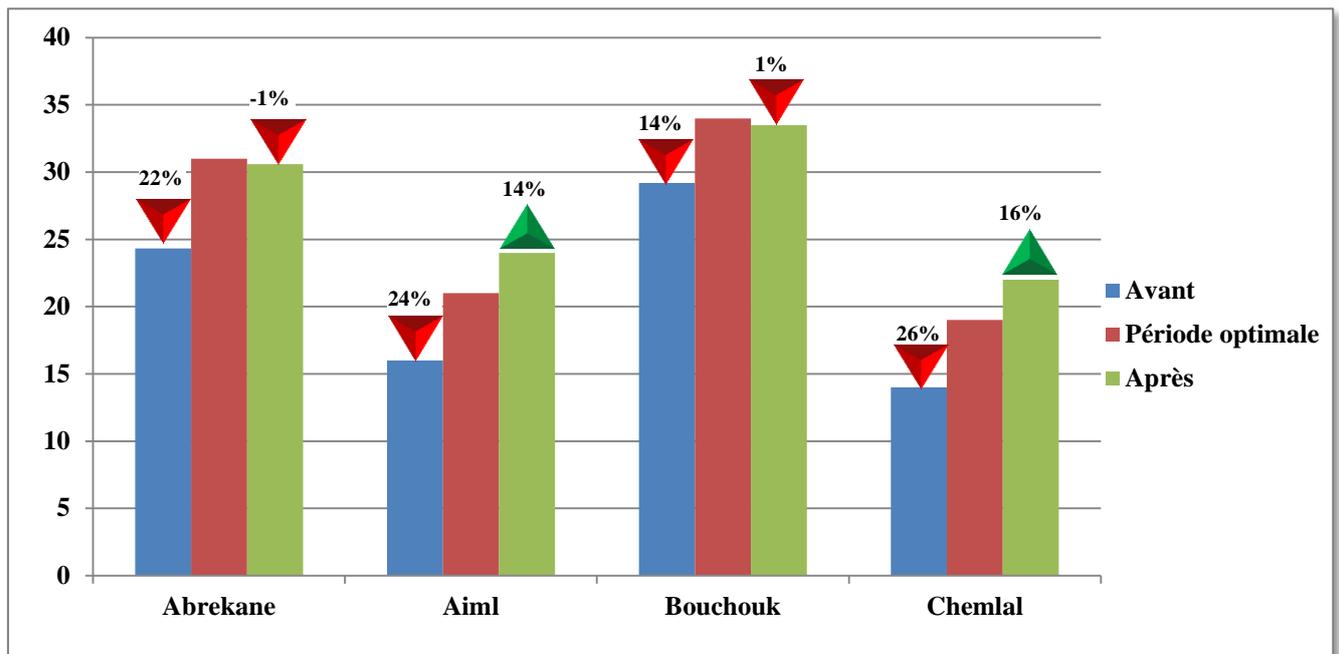


Figure n° 38: Période optimale de récolte et les teneurs en huile.

2.6. Etude de l'effet du stockage sur la qualité de l'huile d'olive

Afin d'étudier l'effet du stockage des olives sur la qualité des huiles récoltés, nous avons pris des échantillons de 30 Kg d'olive sains et frais (cueillis à la main) pour chacune des quatre variétés à des indices de maturité optimale (phase de véraison). Ces échantillons sont mis dans des caisses aérées, à une température ambiante (15°C) et à l'abri de la lumière.

Par la suite, on a procédé à plusieurs opérations de prélèvement (03kg par prélèvement) pendant 28 jours ordonnés comme suit : 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24 et 28 jours.

Nous avons effectué les analyses des principaux paramètres de qualité des échantillons à savoir : l'acidité, l'indice de peroxyde, et l'absorbance en U.V. Les résultats montrent que l'ensemble des paramètres étudiés varient différemment entre l'ensemble des variétés.

2.6.1. L'indice d'acidité

Généralement, l'acidité augmente au fur à mesure de l'avancement du stockage et varie entre 0.12 % (1^{er} jour) et 3.2 % (28^{ème} jour) dans l'ensemble des variétés. La figure n°39 montre que la variété Chemlal est la moins résistante au stockage, les paramètres mesurés ont dépassé la norme établie par le COI (0.8 %) à partir du 4^{ème} jour et a marqué, par la suite, une allure d'augmentation des paramètres très accentuée par rapport aux autres variétés. Par contre, la variété Bouchouk a montré un comportement très résistant vis-à-vis de l'opération de stockage car il n'a dépassé la norme qu'après le 20^{ème} jour. Alors, les allures d'augmentation des deux autres variétés sont intermédiaires, la variété Aberkane a dépassé le seuil exigé à partir du 12^{ème} jour alors qu'Aimel n'a dépassé le seuil qu'après le 15^{ème} jour.

2.6.2. Indice de peroxyde

La (Figure n° 39) montre que les valeurs de l'indice de peroxyde ont commencé à dépasser la norme dans la variété Chemlal à partir du 14^{ème} jour, suivi par la variété Aimel (24 jours) et enfin Aberkane (28 jours). Alors que la variété Bouchouk montre une très grande résistance à la peroxydation et n'a jamais dépassé le seuil au cours de la période d'étude.

2.6.3. L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm)

On enregistre une allure d'augmentation progressive semblable entre l'indice de peroxyde et l'extinction spécifique dans les deux longueurs d'onde (232 et 270nm) dans l'ensemble des variétés. Toujours, la variété Chemlal présente la plus faible résistance par rapport à l'oxydation en dépassant la limite fixée à partir du 21^{ème} jour (232nm) et 20^{ème} jour (270nm). De même, la variété Bouchouk est la plus résistante et ne dépasse guère les limites fixées pour les deux longueurs d'ondes (figure n°39).

En conclusion, il existe des variétés qui tolèrent mieux le stockage des olives récoltées durant la phase de véraison, à savoir : Bouchouk et dans une moindre mesure Aberkane. Ce résultat est très utile pour ordonner la campagne de cueillette des olives en commençant par

la trituration des olives les plus sensibles aux plus résistantes par rapport au phénomène de stockage.

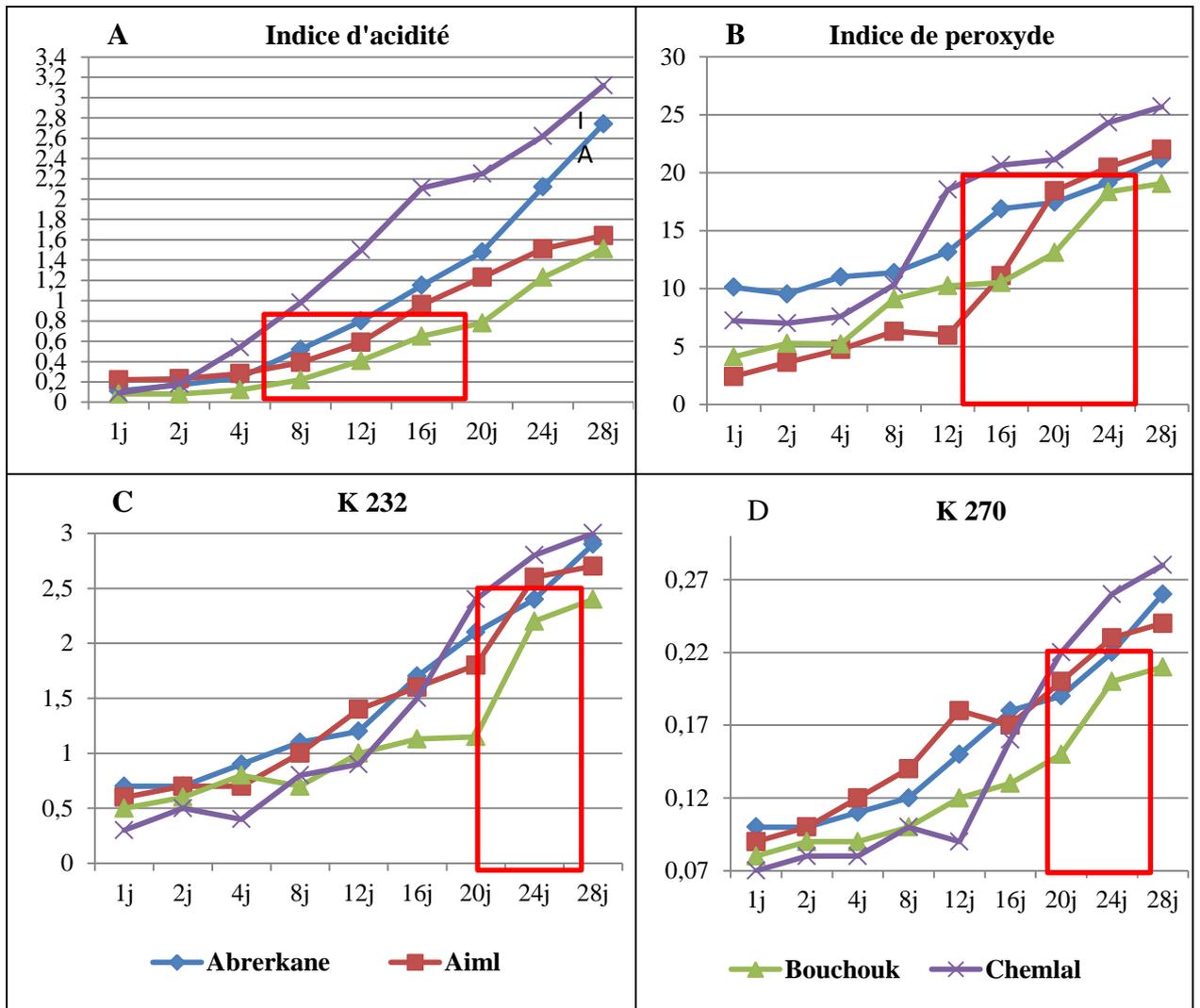


Figure n° 39 : Variation des paramètres physico-chimiques en fonction de la durée de stockage des olives.

2.7.La trituration des olives

Chacun des deux systèmes de trituration étudiés comporte trois étapes successives, à savoir : le broyage, le malaxage et la centrifugation. Nous avons récolté quatre quintaux de la variété Aberkane que nous avons divisée en deux lots égaux (2 quintaux par lot). L'un des lots a été trituré dans une huilerie semi-moderne alors que l'autre a été trituré dans une huilerie moderne. Afin d'étudier l'influence du type d'extraction sur la qualité d'huile d'olive, on a pris des prélèvements au niveau de chacune des étapes de trituration ainsi citées.

2.7.1. L'acidité

On remarque que les taux d'acidité augmentent légèrement au cours du processus de trituration au niveau de l'huilerie moderne et atteint son maximum au niveau de la décantation (0,42 %) tout en restant conforme à la norme. Alors que les taux de ce paramètre sont inférieurs dans l'huilerie semi moderne comparativement à celle moderne durant les deux premières étapes de trituration (Broyage et malaxage) (Figure n°40). Mais, les taux d'acidité deviennent supérieurs au niveau des huileries semi-modernes et dépassent les limites fixées par la norme du COI pour les huiles, qui atteignent parfois à des valeurs supérieures à (0,80%) à la phase finale. Cette augmentation d'acidité au niveau de la dernière étape de l'huilerie semi-moderne est expliquée par trois principaux phénomènes à savoir : l'ajout de l'eau chaude dans les bassins de décantation, le chauffage excessif de la chambre des bassins de décantation et la lenteur de cette opération qui dépassent par fois les trois jours.

2.7.2. Indice de peroxyde

Idem, les valeurs du peroxyde augmentent jusqu'à atteindre des valeurs élevées et très proches du seuil exigé par la norme particulièrement durant la dernière étape dans l'huilerie semi-moderne (la décantation). Cette augmentation est due à l'exposition excessive des huiles à l'air libre et l'eau chaude.

2.7.3. L'extinction en ultraviolet (232 et 270 nm)

On remarque une augmentation dans les extinctions spécifiques aux deux longueurs d'onde (232 nm et 270 nm), et les variations sont similaires à celles de l'indice de peroxyde sans dépasser les normes fixées pour les huiles extra-vierge. Cette augmentation est due aux mêmes conditions citées par rapport à l'indice de peroxyde.

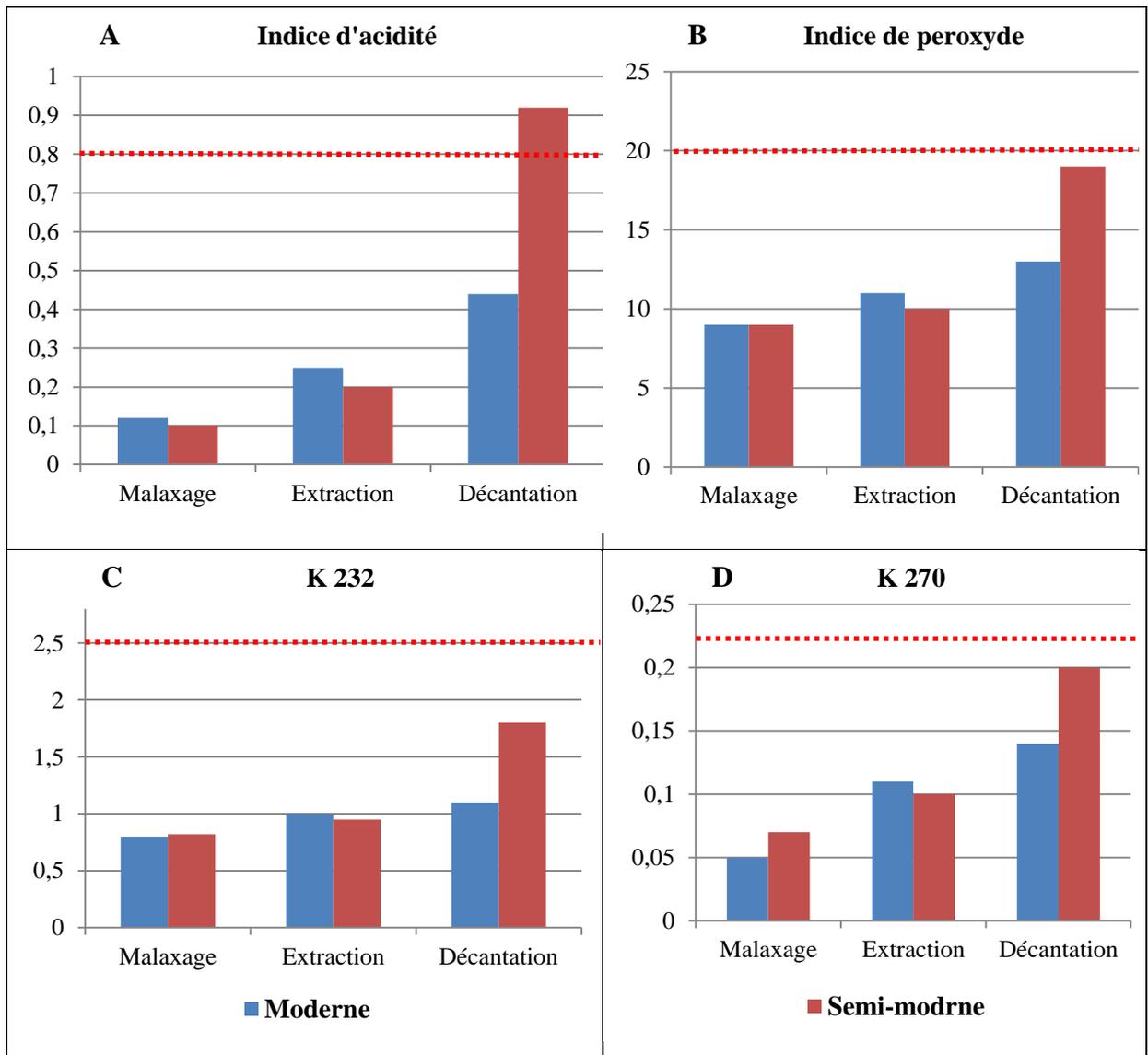


Figure n° 40 : Caractérisation physico-chimique des huiles issues de différentes étapes de trituration des deux types de système d'extraction.

Conclusion

Le présent chapitre a pour objet : l'identification des spécificités de la région, la caractérisation de l'ensemble du processus de transformation du produit ainsi que la description des différentes étapes de la filière oléicole à partir des pratiques oléicoles jusqu'à la commercialisation de l'huile d'olive. Par la suite, nous avons analysé et mis en évidence les modifications et les changements appropriés, qui correspondent aux bonnes pratiques oléicoles pour la région, elles sont sensées répondre aux principales contraintes et pratiques répandues lors du processus conduite, collecte et transformation des olives. Nos propositions visaient à respecter à la fois les critères de valorisation socio-économique, tout en intégrant les aspects culturels, agronomiques et historiques fondés sur le partage et la solidarité familiale propres à la région d'étude.

Allier la modernité avec la tradition dans ce secteur et dans cette région nous semble nécessaire. Du faite de la présence d'un potentiel oléicole important, il nous reste qu'à travailler davantage avec les acteurs locaux en introduisant des nouveautés technologiques dans le domaine. Le résultat recherché n'aboutira que par l'investissement dans l'information, la vulgarisation, le soutien et les encouragements. Ces conditions sont considérées comme des éléments déterminants dans la réussite de la valorisation de ce produit.

Une analyse plus fine de l'ensemble des structures des exploitations et des processus techniques de production et de transformation ainsi que les enquêtes menées auprès des exploitations a montré les fragilités du système entier dans sa compétitivité et dans son positionnement économique et social au niveau national et international.

Les traitements statistiques de l'ensemble des données recueillies dans ce cinquième chapitre lors des enquêtes réalisées avec les oléiculteurs et les oléifacteurs nous ont permis de répondre à plusieurs questions posées au préalable. Cela nous permet d'avancer les suggestions suivantes :

- Instaurer la coordination entre les oléiculteurs, les oléifacteurs et les collectivités locales afin que tous les acteurs participent dans l'élaboration du planning de la campagne oléicole pour mieux maîtriser les pratiques et l'organisation nécessaires aux conditions de prestation et à l'amélioration de la qualité de l'huile produite ;

Pour mieux rentabiliser tous le système de production et pour assurer une bonne conduite, nous suggérons les innovations suivantes :

- Avancer la période de récolte selon les conditions vers le moi de novembre, toute en respectent l'ordre de maturité des variétés ;
- Adapter de nouvelles techniques appropriées, telles que les cuvettes de rétention d'eau avec sa nouvelle conception proposée dans notre étude vue l'inefficacité des pratiques de mécanisation de labour (labour vertical par des tracteurs à chenilles) nouvellement introduites dans la région d'étude, du fait de la nature accidentée des reliefs.
- Travailler avec des olives saines afin d'obtenir des huiles de qualité conforme aux normes internationales;
- Abaisser les températures de décantation et éliminer le contact avec l'eau et minimiser le contact avec l'air en cette étape sensible dans les deux types d'huileries (semi-moderne et traditionnel)
- Cueillir à la main, la pratique de gaulage est à éviter de mélanger les olives ramassées par terre (pourries).
- Minimiser la durée de stockage des olives au maximum particulièrement celles issues du gaulage.
- Laisser la trituration des olives pourries en dernier lieu afin d'éviter la contamination d'autres lots d'olive relativement sains.

Malheureusement, aucun échantillon d'huile extra vierge n'a été rencontré lors de notre opération d'échantillonnage au niveau de toute la région d'étude. Nous avons retenu 80% des échantillons sont de catégorie courante à lampante ; ce phénomène est dû principalement à la récolte tardive et les conditions de stockage des olives, le mélange des olives ramassés par terre et la non maîtrise de l'étape de décantation pour les huileries semi-modernes et traditionnelles.

Chapitre 06

*La consommation des huiles d'olive,
habitudes et préférences des
consommateurs de la région*

Introduction

Les préférences des consommateurs sont déterminantes en Algérie plus qu'ailleurs, du fait du poids de la consommation nationale et des habitudes anciennes de consommation. La majeure partie de l'huile d'olive est écoulée sur le marché intérieur et les entreprises privées n'exportent qu'une faible partie de la production, principalement destinée à la diaspora algérienne à l'étranger (**Lamani, 2014**).

Dans ce chapitre, l'analyse a porté dans un premier temps sur le comportement des consommateurs afin de comprendre les fréquences et les habitudes de la consommation d'huile d'olive et afin d'identifier par la suite les critères de préférence d'achat de l'huile d'olive pour mieux guider les acteurs de la filière huile d'olive en termes d'orientations des stratégies de développement.

Des éléments d'analyse seront exploités, avec ceux des résultats des autres chapitres afin de pouvoir répondre à notre problématique, infirmer ou confirmer nos hypothèses.

Afin de déterminer la durabilité de la filière oléicole dans ce territoire et ses perspectives à long terme, nous avons posé la question suivante : les oléiculteurs continuent-ils de produire la même qualité d'huile et de la même façon ?

Pour répondre à cette question, nous devons d'abord connaître les préférences et les habitudes du consommateur local et des régions environnantes.

1. Habitudes et préférences du consommateur

Afin de déterminer les préférences des consommateurs en matière d'huile d'olive, ainsi que l'évolution de ses préférences au fil du temps, nous avons scindé notre protocole expérimental en deux étapes :

1.1. Détermination des préférences et habitudes des consommateurs

Durant une période de deux mois allant du 05 février au 08 avril 2015, nous avons effectué 12 opérations de dégustation hédoniques¹⁴ auprès de 600 individus qui sont des habitants de la zone urbaine de la wilaya de Bordj Bou Arréridj « chef lieu de la wilaya » ainsi que la région nord de la wilaya. Environ 40 à 60 sujets participent dans chaque opération de dégustation selon l'espace alloué, les moyens disponibles et le nombre de personnes volontaires.

Un ensemble de séances de dégustation ainsi que plusieurs journées de vulgarisation et de sensibilisation ont été organisés en collaboration avec la direction des services agricoles (DSA-BBA), la chambre d'agriculture de la wilaya.

Après la caractérisation des différentes huiles d'olive produites, leurs origines variétales ainsi que leurs fréquences de répartition dans la région d'étude, nous avons exploité les résultats montrés précédemment dans le chapitre quatre (04), qui consiste en une typologie globale sur les différentes huiles produites et consommées ainsi que les différentes huileries implantées dans le périmètre d'étude.

Cette partie de notre travail consiste à étudier l'appréciation et les préférences du consommateur au niveau de la région d'étude et les régions limitrophes. Nous avons élaboré au niveau du laboratoire 07 échantillons d'huiles d'olive correspondant à ceux principalement trouvées dans la région d'étude et qui sont par ordre d'importance comme suit :

- Courante avec un goût moisi et lampante ;
- Courante avec un goût chôme ;
- Courante avec un goût moisi ;
- Vierge fruité mûre ;

¹⁴ - Dégustation hédoniste : La dégustation hédoniste est fondée sur le plaisir, l'appréciation d'un produit par nos sens, Qui permet d'étudier le comportement du consommateur : sa satisfaction, ses préférences.

- Traitent uniquement de la partie hédonique (c'est-à-dire j'aime/ je n'aime pas).des sensation perçues.
- Aucune question sur la qualité ou l'intensité des sensations perçues.
- Font appel à des consommateurs naïfs (tout le monde est capable de dire s'il aime ou non un produit).

- Vierge fruité vert ;
- Extra vierge fruité mûre ;
- Extra vierge fruité vert.

On a organisé des séances de dégustation hédonique en collaboration avec les différentes classes de la société au niveau des villages de la région d'étude et au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj dont cette dernière est considérée comme le point de chute de la production des riverains. Le test hédonique a été réalisé auprès de 600 sujets répartis sur plusieurs groupes de 40 à 60 personnes. Ces séances ont été organisées à l'aide des étudiants de deuxième année master « spécialité : contrôle de la qualité des denrées alimentaires » afin d'assurer le bon déroulement du travail.

2. Protocole expérimental de la séance de dégustation « Test hédonique ».

La notion de plaisir est la base de la dégustation hédoniste, elle permet au travers de nos sens de savourer un produit.

2.1.Objectif

Ce test consiste à évaluer le niveau d'appréciation (préférences), et d'acceptabilité de 07 échantillons d'huiles d'olive codés aléatoirement (tableau 36) par plusieurs groupes de consommateurs naïfs.¹⁵

Tableau n° 36 : Codification des échantillons d'huiles d'olive.

N°	Catégorie d'huile d'olive échantillonné	Code
01	Extra vierge fruité vert	ABC
02	Extra vierge fruité mûre	ACD
03	Vierge fruité vert	DRT
04	Vierge fruité mûre	MSK
05	Courante avec un goût moisi	BHM
06	Courante avec un goût chôme	LMT
07	Courante avec un goût moisi et la lampante	DER

¹⁵ - Consommateur naïf est l'appellation réservée aux consommateurs non professionnels participant à des tests d'évaluation produit de type test d'analyse sensorielle (hédonique).

2.2. Sujets

Les testes hédoniques de nos échantillons d'huile d'olive ont été réalisés au niveau de plusieurs localités précédemment citées. L'ensemble des séances de dégustation se déroulent généralement le matin de 09h :00 à 11h :30 selon (*Köster, 1998*) ; (*ACTIA, 1999*). Le nombre des candidats effectuant ce test varie entre 40 et 60 sujets volontaires, naïfs de différents niveaux, habitudes et préférences de consommation d'huile d'olive.

2.3. Préparation des échantillons

Les bouteilles codées contenant les huiles d'olive sont couvertes par un papier d'aluminium afin d'éviter l'entrée de la lumière. L'échantillon à analyser est versé dans des gobelets en plastique (14 à 16 ml d'huile d'olive par gobelet) et doit être maintenu à une température ambiante durant tout l'essai.

2.4. Préparation de la salle d'évaluation

La salle de dégustation utilisée pour la réalisation de notre étude se situe au niveau de plusieurs localités : CCLS-BBA, la maison de la culture de BBA, chambre d'agriculture BBA, en plein marché public BBA, Faculté SNVSTU université de BBA, maison de la culture - commune El Colla, commune El Maïne et le village Achabou. Elle a été sélectionnée et aménagée d'une manière qu'elle assure les conditions nécessaires de succès de cette opération (bonne luminosité, température ambiante, absence de bruit, absence de courant d'air et d'odeur étrangères) (*COI, 2007*).

2.5. Accessoires

Chaque table doit être munie des accessoires nécessaires et à la portée de dégustateur afin de lui permettre de remplir convenablement sa tâche, à savoir:

- Verres contenant les échantillons, codés, et maintenus à 28° C + 2° C;
- Feuille de profil (*Annexe 03*) ;
- Crayon ou stylo ;
- Plateau avec des tranches de pomme et de pain.
- Verre d'eau à la température ambiante.
- Crachoirs (*COI, 2015*).

3. Dégustateurs: règles générales de conduite

Dans un essai organoleptique, le dégustateur doit être en mesure de l'effectuer et est tenu au respect des règles ci-après :

- La disponibilité durant toute la période de l'essai ;
- S'abstenir de fumer et de boire du café pendant au moins 30 minutes avant l'heure fixée pour l'essai ;
- Ne pas avoir utilisé un parfum, un cosmétique ou un savon dont l'odeur pourrait persister au moment de l'essai ;
- Ne rien manger pendant au moins une heure avant la dégustation ;
- S'il se trouve sous le coup d'un effet psychologique quelconque qui l'empêcherait de se concentrer, il s'abstiendra de déguster ;
- Le dégustateur doit s'installer d'une manière ordonnée et silencieuse.

3.1. Technique de dégustation

Le dégustateur doit prendre le verre, il le fera tourner entièrement afin d'en mouiller le plus possible la surface intérieure ;

Après cette opération, il doit flairer l'échantillon par des inspirations, lentes et profondes. La durée de l'olfaction ne devrait pas dépasser les 30 secondes ;

Une fois l'essai olfactif terminé, il doit procéder à l'évaluation des sensations buccales. Pour le faire, il doit prendre une petite gorgée d'huile, d'environ 3 ml et l'étaler sur toute la cavité buccale ;

Des aspirations brèves et successives, en faisant pénétrer de l'air par la bouche, permettent de répandre l'échantillon sur toute la cavité buccale ;

Étant donné que les dégustations successives sont affectées par la fatigue ou par la perte d'acuité, causées par les précédentes, il est nécessaire d'utiliser un produit capable d'éliminer de la bouche les restes d'huile. Il est recommandé d'utiliser un petit morceau de pain après la mastication d'un morceau de pomme d'environ 15 g. Par la suite, se rincer la bouche avec un peu d'eau à la température ambiante, qui peut être jetée dans le crachoir. Laisser passer au moins 10 minutes avant de procéder à l'échantillon suivant.

3.2. Utilisation de la feuille de profil par le dégustateur

Chaque dégustateur doit sentir, puis déguster l'huile soumise à l'examen, afin d'analyser les sensations olfactives, gustatives; il doit ensuite porter sur la feuille de profil qui est à sa disposition, une seule note qui peut aller de 1 à 9 (le moins agréable au plus agréable) pour chacun des échantillons.

4. Analyse et discussion des résultats de la dégustation

Dans cette analyse, nous avons retenu trois (03) principaux paramètres liés au consommateur et influençant l'évolution des préférences et des habitudes de ce dernier par rapport aux différentes catégories d'huile d'olive dans la région d'étude, à savoir : le sexe, l'âge et la consommation annuelle par habitant. Ainsi, nous avons projeté les paramètres étudiés sur les différentes catégories d'huile d'olive dans la région d'étude afin de mesurer les préférences et les habitudes de consommation. Nous avons essayé au maximum de rassembler un échantillon équilibré entre les deux sexes.

4.1. Caractérisation de l'échantillonnage

Tableau n° 37 : Caractéristiques des consommateurs enquêtés selon le sexe.

	<i>Sexe</i>		<i>Total</i>
	<i>Féminin</i>	<i>Masculin</i>	
<i>Effectif</i>	240	360	600
<i>%</i>	40	60	100

Tableau n° 38 : Caractéristiques des 600 consommateurs enquêtés selon l'âge.

<i>Âge</i>	<i>17 - 26</i>	<i>27 - 36</i>	<i>37 - 46</i>	<i>> 46</i>
<i>Effectif</i>	240	168	110	82
<i>%</i>	40	28	18	14

Dans notre échantillon le taux des participants à la dégustation du sexe masculin est nettement supérieur par rapport à la catégorie féminine et à la moyenne nationale qui est de l'ordre de 48 % (tableau n°37). Cet écart est expliqué par la nature collective de la dégustation sous forme de groupe de personnes qui se réunissent publiquement dans un même espace et en même temps. Ce genre de réunion est difficile à réaliser par une femme dans un monde conservateur rural.

Cependant, on constate la présence intense des participants du sexe féminin dans les séances de dégustation réalisées au niveau de l'université « Mohamed El Bachir El Ibrahimi-BBA » à la faculté SNV. Pour cela, on note environ 50 % des femmes se trouvent dans la tranche d'âge variant entre 17 et 26 ans (tableau 38).

D'un autre coté, on enregistre la prédominance de la catégorie jeune (70 %) et dont leurs âge est inférieur à 36 ans. Ce résultat aide à l'analyse de l'évolution des préférences du consommateur dans le futur. Le but recherché dans cette étude est d'identifier l'intervalle d'acceptabilité des consommateurs par rapport à différentes catégorie d'huiles d'olives qui circulent dans le marché.

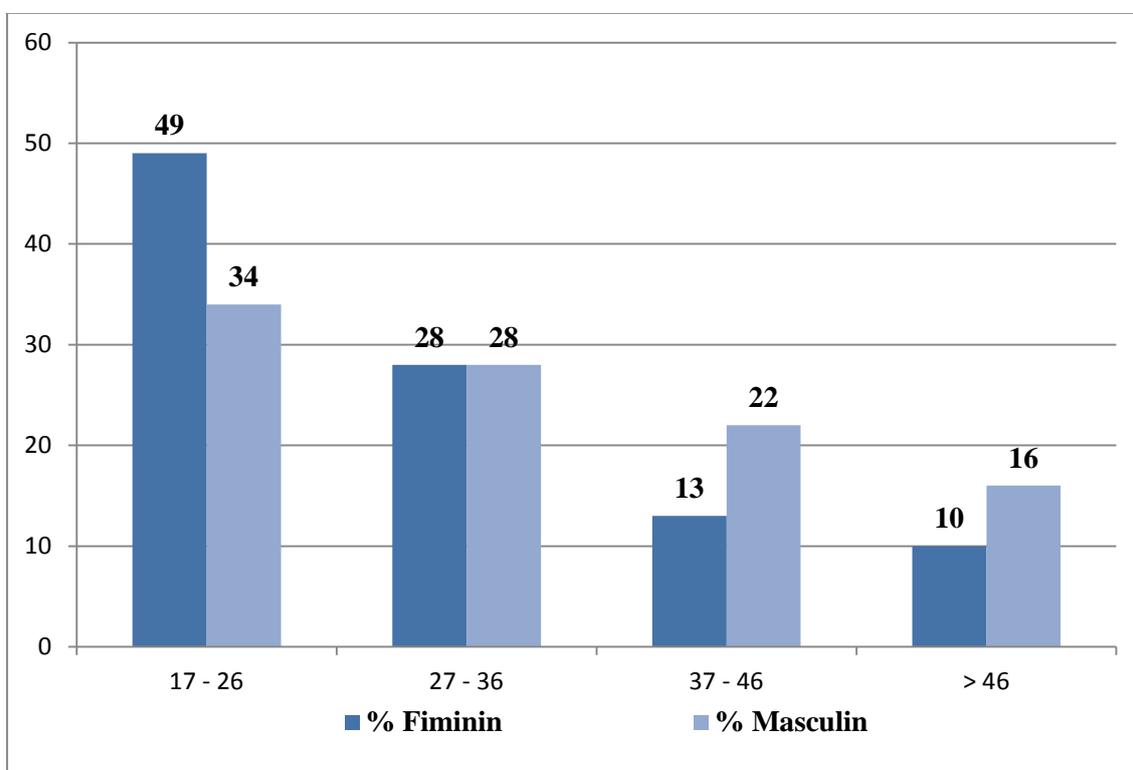


Figure 41 : Caractérisation de notre échantillonnage selon les tranches d'âge et le sexe.

Tableau n°39 : Corrélation de Pearson pour la distribution du sexe.

Corrélations			
		Masculin	Féminin
Masculin	Corrélation de Pearson	1	,956*
	Sig. (bilatérale)		,044
Féminin	Corrélation de Pearson	,956*	1
	Sig. (bilatérale)	,044	
* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).			

Selon le tableau n°39 les résultats affirment une relation entre la distribution des effectifs de sexe masculin et les effectifs du sexe féminin. La corrélation est significative au niveau de 0,05 %.

Selon les résultats montrés dans le tableau 40, la consommation d'huile d'olive varie d'une personne à l'autre selon le type d'approvisionnement de leur propre production, d'achat dans les huileries et les superettes et la donation. Dans notre cas les individus interrogés trouvent parfois des difficultés pour estimer la valeur de consommation par individu et par an.

Tableau n°40 : Récapitulatif statistique des différents paramètres étudiés.

Statistiques	Âge	Consommation	Extra vierge fruité vert	Extra vierge fruité mûr	Vierge fruité vert	Vierge fruité mûr	Courante chômé	Courante moisi	Lampante
N Valide	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Moyenne	32,28	6,19	1,93	3,02	4,20	5,85	5,83	5,49	5,98
Médiane	30,00	5,00	2,00	3,00	4,00	6,00	6,00	5,00	7,00
Ecart type	12,036	5,415	,951	1,128	1,120	1,142	1,557	1,628	2,324
Minimum	17	0	1	1	2	4	2	2	1
Maximum	68	30	5	7	9	9	9	9	9

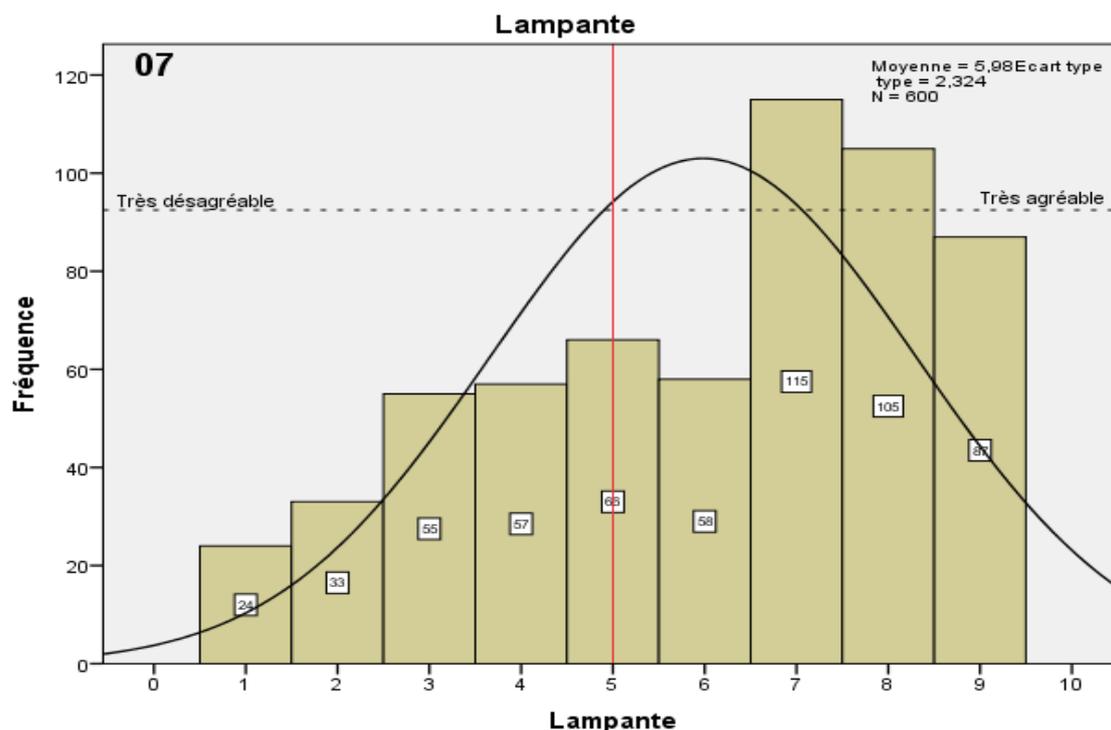
Selon une simple analyse statistique descriptive, la consommation de d'huile d'olive varie entre 0 et 30 litres, avec une moyenne estimée de 6.19 litres par habitant par an. Cette moyenne de consommation est très élevée comparativement à la (moyenne nationale)¹⁶ qui est de l'ordre de 1.2 L par personne par an en 2015. Cet écart est expliqué par la situation géographique de la région dans la petite Kabylie qui est considérée comme une zone de forte production et consommation oléicole. En fait, 342 participants sur 600 ont une consommation annuelle supérieure à 05 litres représentant un taux de l'ordre de 57 %. Nous avons remarqué aussi que 80 % des personnes parmi les non consommateurs d'huile ont leur âge compris entre 17 et 25 ans.

4.2. Préférences du consommateur en général

L'huile lampante est la plus préférée des catégories par la majorité des consommateurs interrogés, car 71 % d'individus ont apprécié cette catégorie, dont 50 % d'individus ont attribué une mention très agréable. Seul 04 % d'individus interrogés ont attribué la mention très désagréable (1/9) à l'huile lampante, qui sont majoritairement des non consommateurs

¹⁶ - La consommation nationale pour l'année 2015 est calculée par rapport à la production de cinq dernière années et le nombre d'habitant au niveau national.

d'huile (figure 42). Une corrélation positive très significative existe entre la consommation d'huile et l'appréciation de la lampante, ce qui indique que le consommateur a l'habitude de consommer ce genre d'huile au premier lieu. Ces résultats correspondent parfaitement à ceux de la caractérisation des huiles de la région dont on a enregistré une dominance des huiles courantes et lampantes avec un taux estimé de 67 % par rapport aux huiles de la région d'étude (tableau 05 chapitre 04).



01 Très désagréable.....09 Très agréable

Figure n°42 : Fréquences de degré d'agrément des huiles lampantes par les consommateurs.

Concernant les huiles courantes au goût chôme et moisi, nous avons enregistré que l'ensemble des résultats de dégustation donnent des allures semblables en matière de degrés d'agrément par rapport aux consommateurs. On enregistre que les huiles au goût chôme et moisi sont très appréciées par les consommateurs avec des taux de l'ordre de 74 % et 62 %, respectivement avec des degrés d'agrément supérieurs à 4/9. On peut expliquer ces préférences par l'abondance des huiles à défaut (goût chôme et moisi) dans notre région d'étude, voir même dans toute la Kabylie. En effet, les consommateurs se sont habitués à ces défauts caractéristiques qu'ils les considèrent des caractères de bonne qualité.

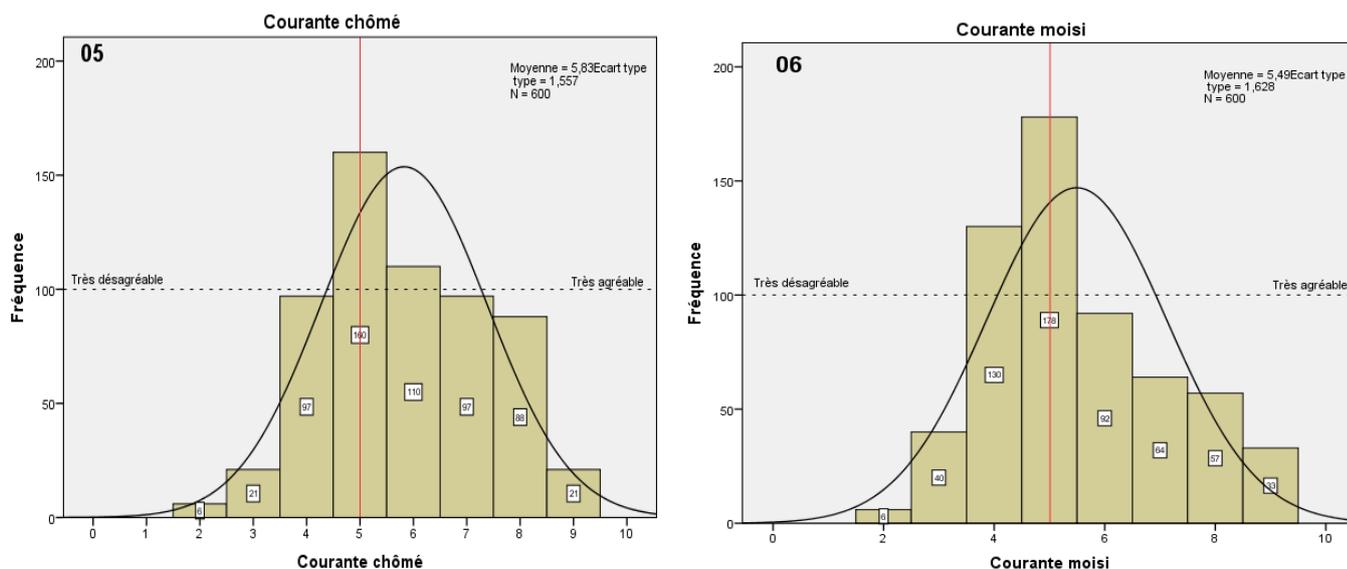


Figure n°43 : Fréquences de degré d'agrément des huiles chômé et moisi par les consommateurs.

Quand à la catégorie d'huile d'olive vierge (fruité vert et mûr), il est clair de noter une allure concentrée dans la zone d'appréciation acceptable et agréable pour l'attribut fruité mûr et 95 % des sujets ont donné une note supérieure ou égale à 5/9, alors que par rapport à l'attribut fruité vert, le consommateur n'a pas bien apprécié ce dernier, car 90 % de la population échantillonnée a attribué une note inférieure ou égale à 5/9 (figure 44). Ce résultat est du au fait que ces consommateurs se sont habitués à la consommation des huiles d'olive mûre, correspondant à ce qui a été rapporté au niveau du chapitre 05 par rapport à la récolte tardive des olives.

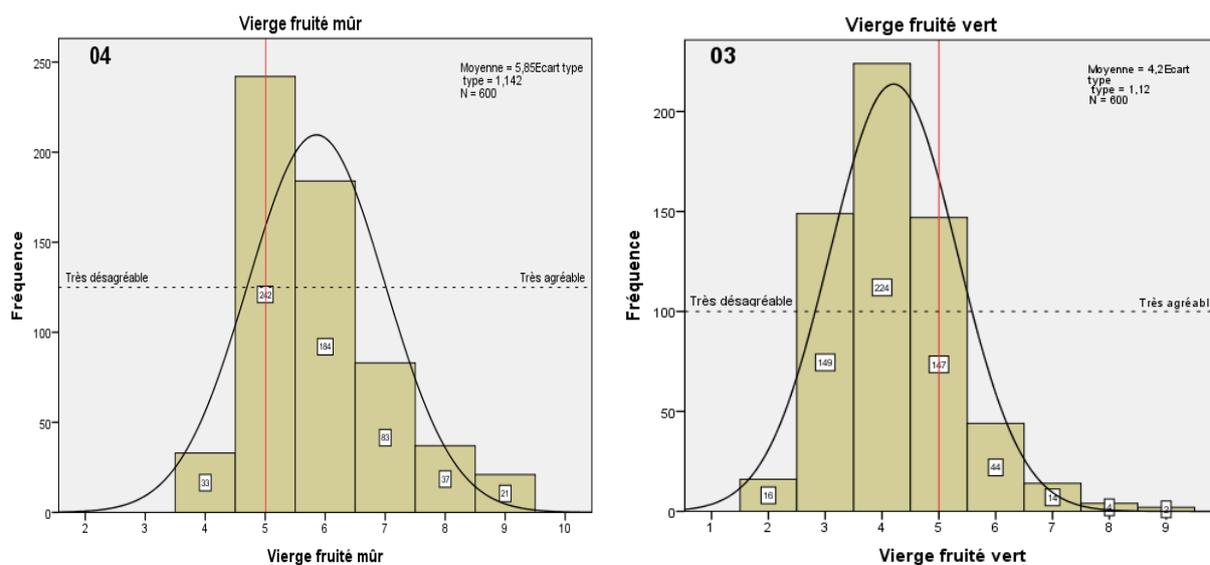


Figure n°44 : Fréquences de degré d'agrément des huiles vierges (fruité vert et mûr) par les consommateurs.

Cependant, les huiles extra vierge ont subi un refus total par les sujets interrogés particulièrement celles du fruité vert. Selon les histogrammes montrés dans la figure 43, 74 % des dégustateurs n'ont pas apprécié les huiles extra-vierges en donnant des notes très faibles contrairement à ce qui est répandu au niveau international. Cette mauvaise appréciation reflète la dominance du marché national par des huiles déclassées. Ce phénomène confirme aussi les résultats issus de la caractérisation des huiles de la région d'étude dont il existe seulement 03 % des huiles extra vierge.

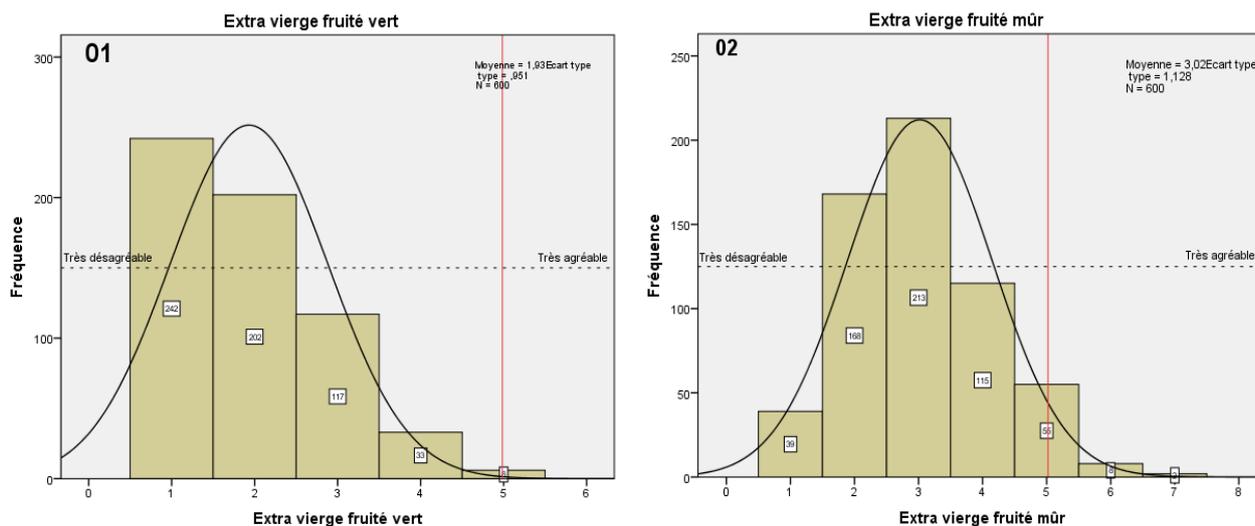


Figure n°45 : Fréquences de degré d'agrément des huiles extra vierge (fruité vert et mûr) par les consommateurs.

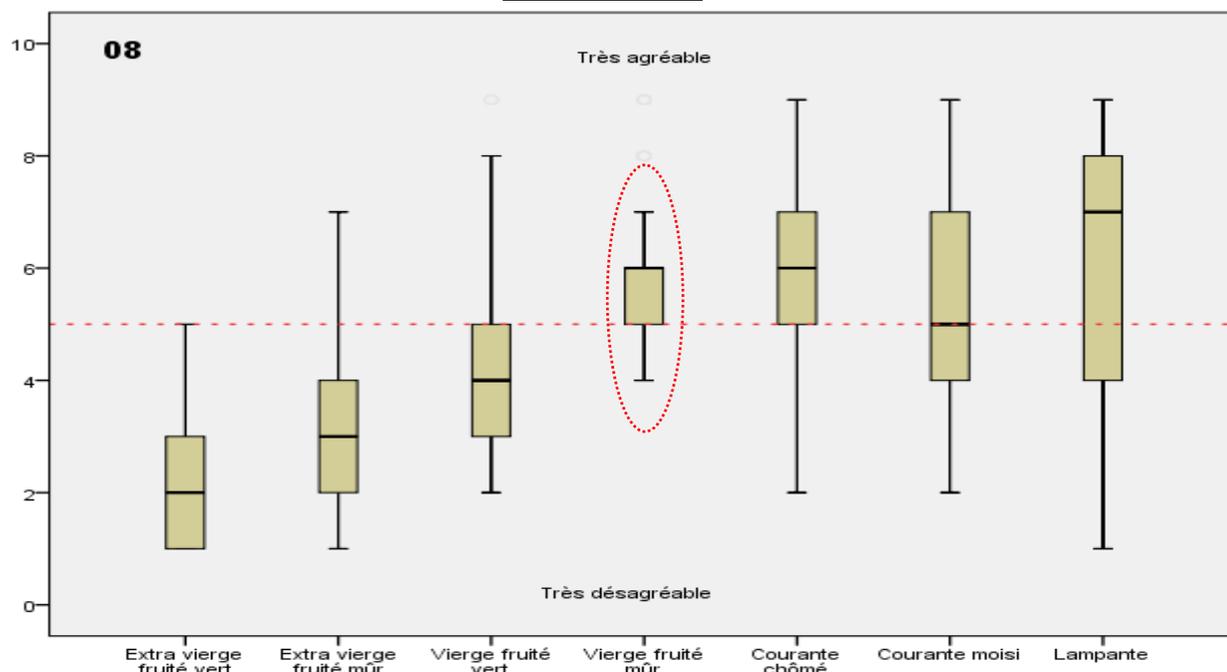


Figure n°46 : Représentation graphique en boîte à moustaches des degrés d'agrément des huiles de la région d'étude.

Enfin, d'après la figure 46 en boîte à moustaches qui résume les degrés d'agréabilité des différentes huiles d'olive testées on peut dire que l'ensemble de la population mise en test ont une tendance prononcée d'appréciation des huiles lampantes. En fait, les huiles lampantes englobent tout type de défaut avec un degré intense. En deuxième lieu, se classent les huiles d'olive vierge et en dernier lieu viennent les huiles extra-vierges fruitées vertes. Ce qui mérite d'être retenu comme un résultat clé dans cette expérience est que les huiles vierges mûres se placent en milieu de la présentation graphique : figure 46. Toutes les mentions d'appréciation sont orientées vers un degré d'agréabilité très acceptable dont la plus mauvaise note affectée est estimée de 4/9 et environ 95 % de la population donne une note supérieure ou égale à 5/9 et une médiane d'acceptabilité égale à 6.

4.3. Préférences des consommateurs par rapport à leurs taux de consommation :

D'après les résultats précédents montrant que les huiles les plus appréciées par les sujets interrogés sont les huiles d'olive lampante suivies par les huiles vierges fruitées mûres. A cet effet, nous avons élaboré le graphique statistique de la zone de différence pour ces deux catégories d'huile d'olive en interaction avec le taux de consommation annuelle par personne. Selon la figure 47, on note que la zone de différence des sujets dont leur consommation est inférieure à 04 litres par an, préfèrent les huiles à léger défaut organoleptique (huile vierge fruité mûr).

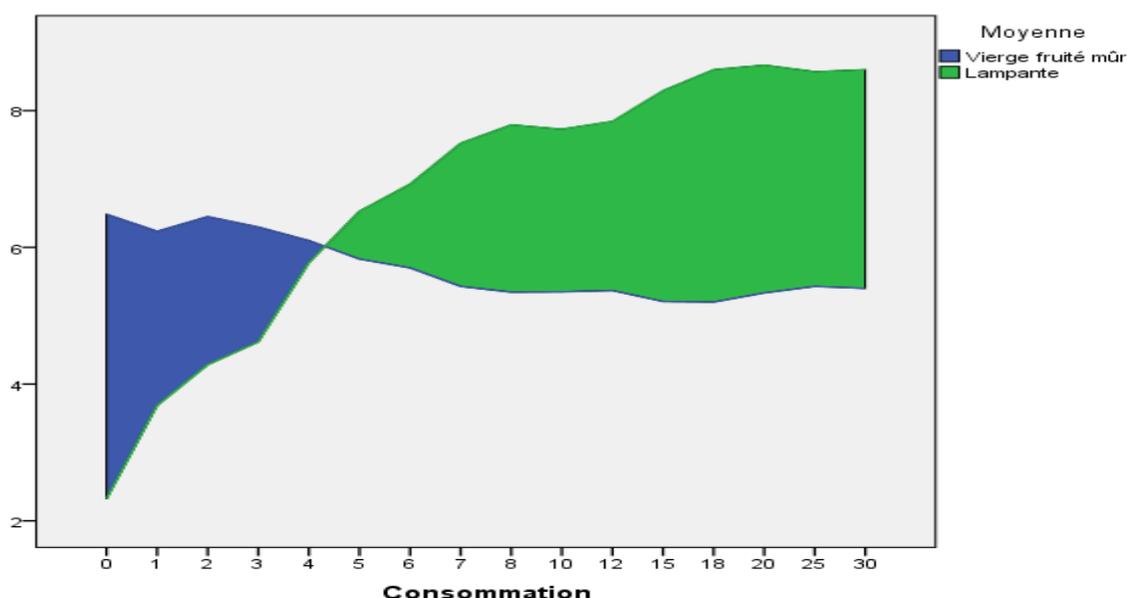


Figure n° 47 : La zone de différence des préférences des consommateurs selon leurs taux de consommations annuelles.

Par contre, ceux qui ont l'habitude de consommer l'huile d'olive à des quantités supérieures à 4 litres par an ont tendance d'apprécier les huiles à défaut plus intenses (huiles lampantes). Donc, la quantité d'huile d'olive consommée par année a une corrélation négative avec l'intensité de défaut.

4.4. Préférences des consommateurs par rapport à leurs âges

Ainsi, nous avons élaboré le graphique statistique de la zone de différence pour les deux catégories d'huile d'olive les plus acceptées en interaction avec l'âge des consommateurs.

Selon la figure 48, on note que la zone de différence des sujets dont leurs âges est inférieur à 28 ans préfèrent les huiles à léger défaut organoleptique (huile vierge fruité mûr). Par contre, ceux qui ont l'âge supérieur à 28 ans ont tendance vers les huiles à défaut plus intenses (huiles lampantes). Donc, l'âge a une corrélation négative avec l'intensité de défaut.

Selon ces résultats on peut conclure que la quasi-totalité des personnes interrogées ont présenté une acceptabilité volontaire vis-à-vis de l'huile vierge du goût fruitier mûre. Ainsi les catégories particulières qui ont admiré cette huile ont attribué une note très agréable ce sont les moins âgés et non consommateurs de l'huile d'olive.

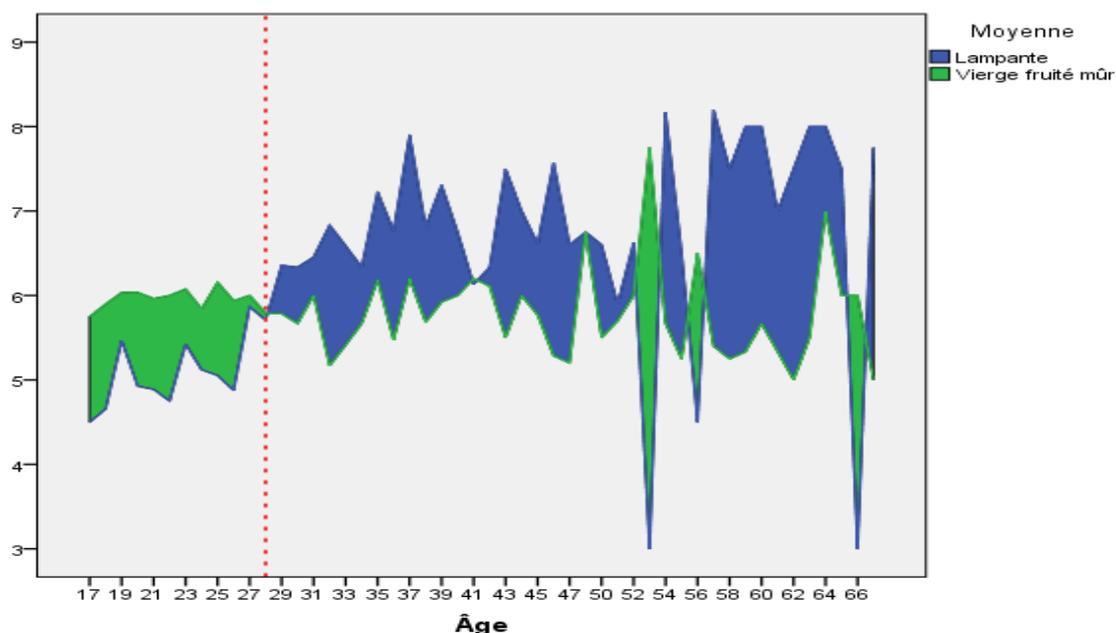


Figure n° 48 : La zone de différence des préférences des consommateurs selon leurs âges.

5. Détermination de l'évolution des préférences et des habitudes des consommateurs

Dans cette partie et afin de confirmer le phénomène de l'évolution des habitudes de consommation de l'huile d'olive, nous avons mis en œuvre le protocole suivant :

Nous avons pris aléatoirement trente (30) étudiants volontaires parmi ceux consommant en moyenne 06 litres par an dont 40 % représente le sexe féminin proportionnellement à l'échantillon mère.

Chaque sujet doit consommer librement 0.5 litre d'huile extra vierge fruité vert durant 30 jours sans prendre d'autres types d'huile d'olive. Lors du 31^{ème} jour, nous avons refait la dégustation pour les mêmes sept échantillons d'huile d'olive précédemment testés.

Il est évident que c'est difficile pour les participants de suivre strictement les consignes du protocole puisque les membres de la famille continuent à cuisiner avec l'huile habituelle. En effet, ce qui est demandé aux consommateurs participants est de consommer l'huile donnée « l'extra vierge fruité vert » à part dans leurs propres assiettes.

Le diagramme suivant montre qu'après une courte durée de consommation (01 mois) de l'extra vierge fruité vert, les participants de cette expérience ont montré une aptitude extraordinaire de s'habituer à l'amertume et le piquant de cette huile qu'ils les ont considérés auparavant comme des attributs indésirables. Donc, on peut dire qu'au cours de la période d'expérience les sujets ont découvert les arômes du fruité vert car aucun d'entre eux n'a connu l'extra vierge préalablement.

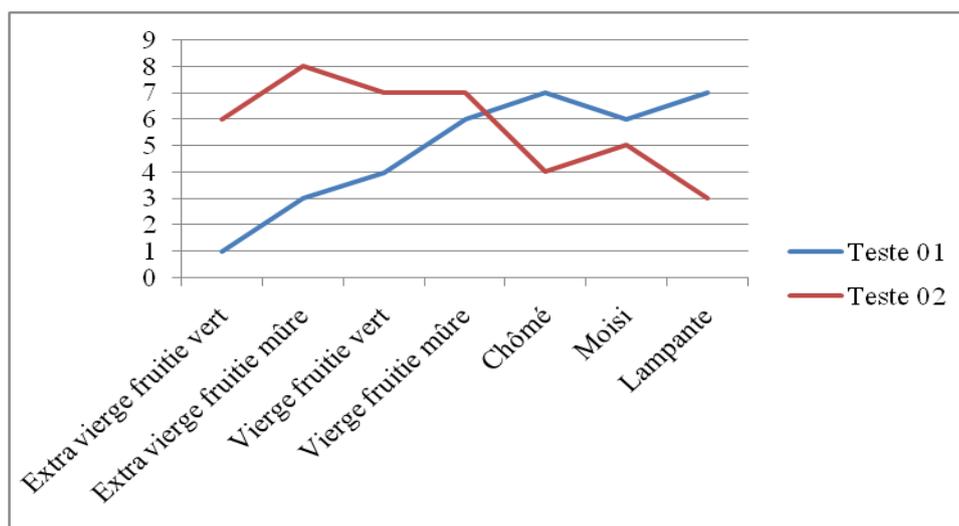


Figure n°49 : Comparaison des degrés d'agrément des différentes catégories d'huile d'olive entre les deux tests.

D'un autre coté, on note un refus remarquable des huiles à défaut en particulier la lampante, après avoir eu l'habitude de consommer de l'huile extra vierge pendant un mois. En fait, le participant commence à sentir et distinguer la différence entre les différents types d'huile d'olive. Comme il est montré sur le graphe, on note que 100 % de la population échantillonnée ont attribué une note sensorielle supérieure à 5/9 pour le défaut le plus intense. En contre partie et après l'expérience aucun sujet d'entre eux n'a donné une note supérieure à 5/9 pour la même huile lampante (figure 49). Donc, notre expérience a confirmé que le consommateur commence à distinguer entre un défaut et un attribut positif d'une huile. Par conséquence, celui qui a l'habitude de consommer l'huile lampante arrive à s'habituer progressivement à une huile extra vierge s'il la consomme et reconnaît son goût, alors que le cas contraire est pratiquement peu probable.

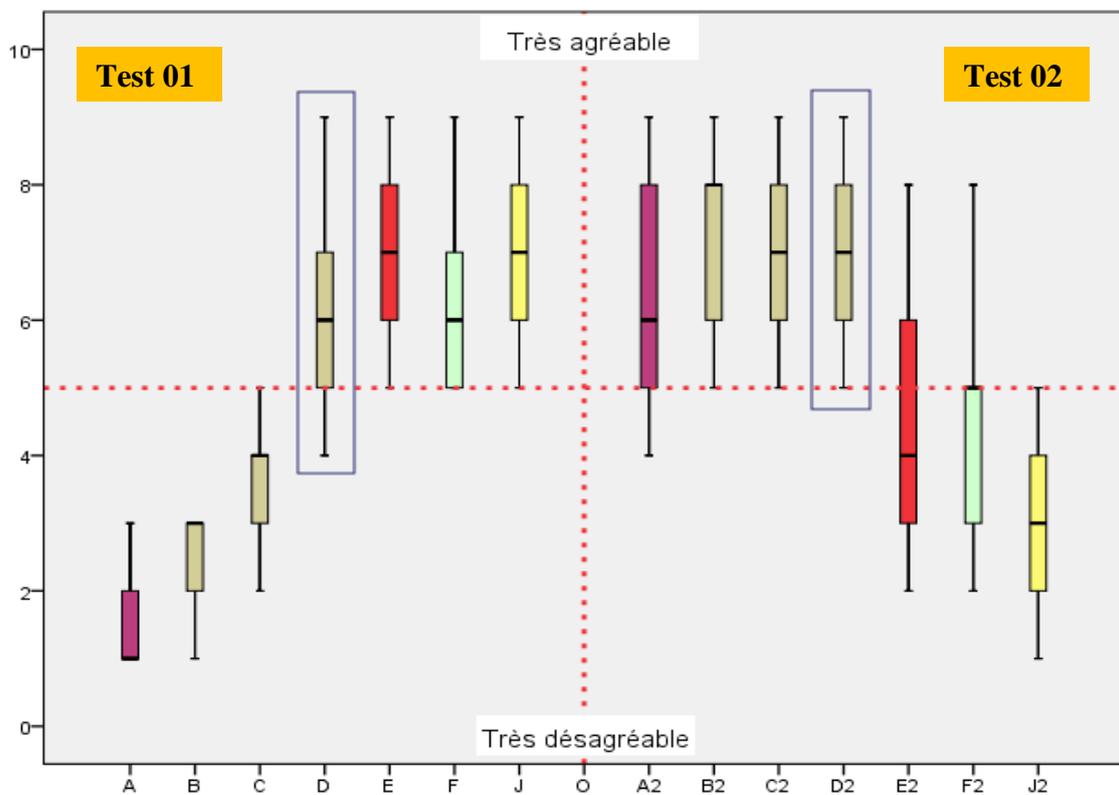


Figure n°50 : Comparaison des médianes des degrés d'agrément par le diagramme de boîte à moustache entre les deux tests.

Nous avons remarqué aussi une catégorie d'huile particulière qui est l'huile vierge fruitée mûre car c'est la seule huile qui a gardé le même classement dans les deux tests. Les participants l'ont attribué une médiane de l'ordre de 6/9 et une seule personne seulement sur trente (30) a donnée une note de 4/9 inférieur à la médiane. Au cours du deuxième test, la médiane a augmenté de 6 à 7/9. Sur l'ensemble des dégustateurs seulement trois (3) sujets ont

attribué une note sensorielle estimée de cinq (5) représentant la note la plus basse par rapport à cette catégorie. Cela signifie que les sujets tolèrent largement cette catégorie d'huile puisque elle regroupe les deux caractères « léger défaut » et « léger fruité ». Si on calcule la moyenne des médianes des deux tests, on remarque que la meilleure note sensorielle est estimée de 6,5/9 et a été attribuée à la catégorie d'huile d'olive vierge fruité mûre. Malgré que cette dernière ne présente que 13 % de l'ensemble des types d'huiles répandues dans la région d'étude, mais le consommateur compte un attachement important à cette catégorie, accepté par tout le monde.

Conclusion

Après le diagnostic préliminaire, on a déduit que 75 % de la population échantillonnée préfère les huiles lampantes et la quasi-totalité ignore les huiles extra-vierges. Cela est lié à la nature du produit de la région et les habitudes alimentaires. Ces résultats se conforment parfaitement avec les résultats du chapitre 04 qui montrent que les huiles dominantes dans cette région (3/4) sont des huiles à défaut intense et le taux des huiles de bonne qualité est presque insignifiant et c'est le cas de la qualité des huiles nationales dont le consommateur algérien s'est habitué.

En fait, les personnes interrogées dans notre test de dégustation préfèrent en premier lieu les huiles lampantes de très mauvaise qualité et en deuxième et troisième lieu les huiles chômées et moisies, respectivement.

D'après nos résultats, les huiles extra-vierges ont connu un refus très remarquable par les participants et par toute la population de la région. Ceci peut être expliqué par la non disponibilité des huiles de qualité résultant du non respect des normes de la conduite oléicole à partir de la cueillette des olives jusqu'à l'extraction des huiles. Cependant, les oléifacteurs ont une grande responsabilité pour remédier à ce phénomène responsable de cette mauvaise qualité. Ainsi, la dominance des sucreries dans les plats algériens engendre une sensibilité discriminative vis-à-vis de l'amertume et l'ardons des huiles extra vierge fruité vert.

En outre, l'huile vierge mûre a connu une acceptabilité par la quasi-totalité des personnes interrogées du fait qu'ils ont attribué une note sensorielle estimée de 6/9 ce qui reflète le niveau d'agréabilité puisqu'elle se trouve dans une zone intermédiaire entre les huiles extras vierges (amère et piquante) et les huiles lampantes à défaut. Donc, malgré que cette huile ne soit pas la plus appréciée par le consommateur, elle est acceptée généralement par tout le panel.

D'une autre part, la deuxième partie est consacrée à l'étude de l'évolution des préférences. Donc le consommateur peut acquérir des nouvelles préférences de consommation d'huile d'olive en améliorant la catégorie de cette dernière, du fait que les consommateurs mis dans le test correspondant, et qui ont consommé l'huile extra vierge pendant trente jours, se sont habitués facilement à l'amertume et le piquant de cette catégorie et ils ont attribué des notes d'agréabilité très acceptables par rapport à l'évaluation initiale.

D'après cette expérience, on peut dire qu'une fois une personne a dégusté et apprécié l'huile extra-vierge, et après avoir découvert les saveurs de fruité, elle va systématiquement rejeter les huiles à défauts intenses. Dans ce cas là, la catégorie des huiles vierge fruité mûre ou à léger défaut peuvent gagner d'avantage le terrain, car elle est considérée comme meilleure huile quant à la moyenne des deux tests.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Cette recherche s'insère dans un cadre d'une thèse de doctorat sous une problématique qui vise à un diagnostic et une caractérisation des zones marginales ayant des potentialités susceptibles d'offrir des opportunités de valorisation et de créer la différenciation. Ce travail de recherche a donc pour objectif, l'identification des caractéristiques spécifiques d'un produit et d'une région bien précise afin d'identifier et d'analyser le potentiel de valorisation.

Afin de répondre à la question de la valorisation des ressources, on s'est appuyé sur la théorie de la différenciation et des processus de caractérisation des pratiques oléicoles des acteurs via la construction d'attributs patrimoniaux et via le recours à des instruments tels que les signes officiels de qualité dont les indications géographiques. Par ailleurs, des réflexions et des protocoles expérimentaux sont menés sur terrain, pour améliorer les paramètres de qualité à des niveaux élevés voire même internationales.

La question de recherche porte alors sur les améliorations apportées au fonctionnement de la filière à l'échelle locale afin de modifier les qualités du produit selon les exigences considérées comme déterminantes pour le consommateur.

Comment l'huile d'olive de notre zone d'étude devient un vecteur principal de développement rural et durable ?

Pour pouvoir y répondre, nous avons choisi dans le cadre de notre thèse de combiner plusieurs outils méthodologiques émanant de différents courants théoriques : la revue de littérature, les analyses de cas comparatives sur les pratiques oléicoles et les enquêtes auprès de l'ensemble des acteurs (du consommateur au producteur). Ces derniers ont été structurés en fonction des approches théoriques et en fonction des réalités de terrain.

La première partie de la thèse positionne la recherche par rapport aux aspects théoriques. Dans le premier chapitre, l'accent a été mis sur l'apport des travaux théoriques et empiriques pour décrire les spécificités d'un produit lié à un terroir et l'agencement entre l'identité naturelle et l'identité culturelle-patrimoniale. Ainsi les questions liées à la valorisation des produits de terroir, via les marques, les IG et/ou la notion de développement territoriale durable.

Les paramètres de qualité physico-chimique et organoleptique sont traités dans le deuxième chapitre. Le protocole de dégustation sensorielle et hédonique, les différents attributs

de qualité aux huiles d'olives, ainsi la classification des huiles d'olive ont fait l'objet d'une revue de littérature.

La deuxième partie est empirique et est consacrée à la caractérisation des spécificités dans la région de la petite Kabylie par rapport au terroir et au savoir-faire. Ainsi, on a entamé l'impact des préférences et des habitudes de consommateur particulièrement sur le marché d'huile d'olive local et globalement sur toute la filière oléicole. Sachant qu'en Algérie, la production oléicole provient principalement de la Kabylie et est fortement associée au patrimoine de la région. Cette production est destinée avant tout au marché intérieur et trouve des débouchés en interne, mais il reste toujours nécessaire de se conformer aux standards internationaux.

Les politiques nationales algériennes cherchent à positionner l'huile d'olive de qualité pour l'exportation en vue d'une nouvelle segmentation de l'offre.

Cette thèse à la fois descriptive et analytique a cherché à combiner les outils d'analyse afin d'examiner avec précision les forces de potentialités locales et leur aptitude à qualifier une huile d'olive réputée localement. A travers les questions et les hypothèses problématisées, nos résultats ont abouti aux réponses suivantes :

- ***En petite Kabylie, on note une absence totale des huiles extra vierge, alors que 90 % des huiles trouvées sont caractérisées par un défaut très prononcé.***
- ***La qualité des huiles d'olive correspond parfaitement avec les préférences des consommateurs via leurs habitudes de consommation des huiles d'olives locales.***
- ***La quasi-totalité des consommateurs locaux et des consommateurs des régions urbaines environnantes (chef lieu des wilayas limitrophes) ne connaissent pas le goût d'une huile d'olive extra vierge.***
- ***La conversion des consommateurs locaux vers la consommation des huiles extra vierge. C'est le cas d'introduction des huiles d'olives extra vierges parvenues du sud.***
- ***La disponibilité et les prix bas des huiles d'olive extra vierge industrielles peuvent attirer le consommateur local en particulier les jeunes.***
- ***L'introduction des grandes quantités d'huile d'olive de qualité sur le marché local peut engendrer une crise catastrophique à moyen terme pour la filière oléicole au niveau de***

la région de Kabylie. Et si rien n'a été envisagé pour améliorer la qualité actuelle de l'huile d'olive, c'est tout le nord de l'Algérie qui sera touché.

A partir d'une étude caractéristique pédoclimatique, nous avons retenu que la région d'étude appartient à un étage bioclimatique sub-humide avec une pluviométrie annuelle de 650mm et une moyenne de température de 17,5 °C. Ces caractères peuvent être valorisés d'avantage pour rentabiliser les dépenses de la filière en matière de l'irrigation.

L'identification et la caractérisation des variétés d'oliviers sont confrontées aux problèmes de confusions régnant au niveau des appellations. Des cas d'homonymie et de synonymie de variétés sont fréquents. En outre, la dominance des appellations : Chemlal pour les oliviers dont le fruit est de calibre réduit et Azeradj pour les oliviers dont le fruit est de calibre élevé constitue l'exemple le plus frappant de cette situation de confusion au niveau des appellations.

Selon une classification classique et simple par les oléiculteurs on n'arrive jamais à distinguer entre plusieurs variétés qui contiennent peu de variabilité morphologique et pomologique. Par conséquent, il en résulte une influence directe et négative sur les estimations de la répartition et la composition du patrimoine oléicole au niveau local voire même national, ainsi sur la production des huiles d'olive monovariétales. Ainsi, cette confusion variétale agit sur toute la démarche de qualité et de toutes les formes de valorisation.

Au cours de ce travail, nous avons contribué à la caractérisation variétale. Cette caractérisation montre d'une part la richesse des ressources génétiques d'oliviers de la région d'étude dont on a pu identifier 17 variétés. D'autre part, il s'est montré le pouvoir discriminant des descripteurs morphologiques étudiés comme outil d'inventaire et d'identification des variétés d'oliviers. Donc, ces résultats affirment que la caractérisation choisie par les oléiculteurs est très limitée voire même nulle par rapport à la différenciation entre les variétés.

Par ailleurs, les compositions chimiques en triglycérides (TAG), en acides gras et en squalène des huit variétés algériennes d'huiles d'olive aident à discriminer et permettre la traçabilité variétale de ces huiles. La composition en tocophérols est faiblement discriminante. Une représentation visuelle des compositions en triglycérides (TAG) et en acides gras (morphotypes) permet de caractériser facilement les différentes variétés. Une ACP, basée sur

Conclusion Générale.....

les compositions en triglycérides, en acides gras et en squalène sur plusieurs principaux composants, distingue les groupes en fonction des variétés.

Les acides gras mineurs et le squalène qui sont rarement pris individuellement en compte dans les études publiées ont participé activement à la différenciation des variétés. La classification par la méthode chimiométrique supervisée (SIMCA) fournit des pourcentages de classification correcte supérieure à 96 % pour toutes les variétés. L'approche réalisée dans cette étude peut être utilisée pour l'authentification des huiles d'olive vierge algériennes.

Par la suite, nous avons analysé et mis en évidence les modifications et les changements appropriés des principales contraintes et pratiques du processus, tout en respectant à la fois les critères de valorisation socio-économique, en intégrant les aspects culturels, agronomiques et historiques fondés sur le partage et la solidarité familiale propres à la région d'étude.

Allier la modernité avec la tradition dans ce secteur et dans cette région est nécessaire. Du fait de la présence d'un potentiel oléicole important, il nous reste qu'à travailler davantage avec les acteurs locaux. Ce résultat peut être atteint par l'information, la vulgarisation, le soutien et les encouragements. Ces conditions sont considérées comme des éléments déterminants dans la réussite de la valorisation de ce produit.

Une analyse plus fine de l'ensemble des structures des exploitations et des processus techniques de production et de transformation ainsi que les enquêtes menées auprès des exploitations a montré la fragilité du système entier dans sa compétitivité et dans leur positionnement économique et social au niveau national et international.

Suite aux traitements statistiques de l'ensemble des données recueillies dans ce troisième chapitre lors des différentes enquêtes réalisées avec les oléiculteurs et les oléifacteurs, on a pu répondre à plusieurs questions posées au préalable. Donc, nous avons apporté les suggestions suivantes :

- Instaurer la coordination entre les oléiculteurs, les oléifacteurs et les collectivités locales afin que tout le monde participe dans l'élaboration du planning de la campagne oléicole pour mieux maîtriser les conditions de prestation et la qualité de l'huile produite ;

Conclusion Générale.....

Pour mieux rentabiliser tout le système de production et pour assurer une bonne conduite, nous suggérons les points suivants :

- Avancer la période de récolte, selon les conditions, vers le moi de novembre, toute en respectant l'ordre de maturité des différentes variétés ;
- Adapter les nouvelles techniques appropriées, telles que les cuvettes de rétention d'eau avec sa nouvelle conception proposée dans notre étude vu l'inefficacité des pratiques de mécanisation de labour (labour vertical par des tracteurs à chenilles) nouvellement introduites dans la région d'étude, à raison de la nature accidentée des reliefs.
- Travailler avec des olives saines afin d'obtenir des huiles de qualité conforme aux normes internationales;
- Abaisser les températures de décantation et éliminer le contact avec l'eau et le minimiser avec l'air en cette étape sensible dans les deux types d'huileries (semi-moderne et traditionnel)
- Cueillir à la main, minimiser la pratique de gaulage et éviter de mélanger les olives ramassées par terre (pourries).
- Minimiser la durée de stockage pour les olives particulièrement issues par gaulage.
- Laisser la trituration des olives pourries en dernier lieu afin d'éviter la contamination d'autres lots d'olives relativement sains.

Malheureusement, aucun échantillon d'huile extra vierge n'a été rencontré lors de notre opération d'échantillonnage au niveau de toute la région d'étude. Nous avons retenu 80 % des échantillons de catégorie courante à lampante, ce phénomène est dû principalement à la durée et les conditions de stockage des olives, le mélange des olives ramassées par terre et la non maîtrise de l'étape de décantation pour les huileries semi-modernes et traditionnelles.

Suite à ces résultats, il est nécessaire d'améliorer les conditions de récolte, de transformation et de stockage, pour être conforme aux normes internationales. Cet effort devrait être soutenu par l'Etat et encadrer par les instituts techniques, ce qui pourrait soulager les producteurs et leur permettre d'améliorer qualitativement et quantitativement leurs productions. La valorisation des huiles d'olives algériennes devra être envisagée comme un outil de protection des savoir-faire et du patrimoine des communautés locales, contre toute

usurpation d'identité. Etant donné que les enquêtes effectuées sur les consommateurs ont mis en évidence le lien entre l'huile d'olive et la notoriété de la région de Kabylie.

L'origine et le savoir-faire spécifique sont des atouts certains, qu'il est nécessaire de les faire valoir et de les associer directement à ce type de produit afin de répondre au besoin des consommateurs intéressés par l'originalité.

Au terme de notre recherche, le premier point à souligner est « *l'originalité* » de cette recherche appliquée dans un pays où les produits de terroir n'ont pas, pour l'heure, l'intérêt qu'ils méritent. Notre recherche s'est appuyée sur l'étude de caractérisation approfondie de la filière commençant par les paramètres pédoclimatiques jusqu'à la présentation du produit sur le marché passant par la caractérisation morphologique et moléculaire, la caractérisation des pratiques oléicoles des acteurs et la description des préférences et des habitudes de consommateur. Une combinaison des méthodes et des outils d'analyse est une nouveauté dans le domaine de la filière oléicole.

Ce travail permet de mieux cerner la construction de cette filière en montrant la capacité de présenter des opportunités de valorisation et de compétitivité.

Sur le plan socio-économique, et comme cette recherche se base sur un produit de terroir et un savoir-faire, notre thèse a abordé la problématique de développement durable dans ces trois dimensions : la durabilité économique permettant la viabilité des exploitations et le maintien des petites exploitations familiales dans des zones de montagne. La deuxième dimension est axée sur le plan social, celui du maintien de la population et la préservation du savoir-faire. Enfin la dernière dimension s'intéresse à l'aspect environnemental, celui de la préservation des ressources naturelles et de valorisation du potentiel génétique oléicole.

Aussi sur le plan scientifique, notre travail de recherche permettrait d'enrichir le référentiel lié aux démarches de valorisation des produits de terroir et de développer les zones marginales à haut potentiel naturel dans tout le pays, afin de créer des initiatives collectives. Une recherche qui s'intègre parfaitement dans les programmes de recherche des institutions relevant de l'enseignement ou de la recherche, d'autant plus qu'elle intègre plusieurs spécialités à savoir : l'économie, l'agroéconomie et la sociologie.

Malgré ces apports, notre thèse, comme tout travail de recherche, comporte un certain nombre de limites. Ceci pose la question de la possibilité de généraliser les résultats obtenus. Les travaux et les recherches scientifiques abordant cette thématique, qui pouvait nous servir

Conclusion Générale.....

de base de travail, ne sont pas disponibles. Ce travail permettra certainement à d'autres chercheurs de s'en inspirer et d'aller plus loin dans la recherche.

Références Bibliographiques

A

ACTIA. (1999). Evaluation Sensorielle – guide de bonnes pratiques. ACTIA, Paris, France.

AFNOR. (2000). Analyse sensorielle-méthodologie. Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle en conditions contrôlées impliquant des consommateurs, XP V09-500.

Aggoun-Arhab M. (2016). Caractérisation de la composition en micro constituants des margines issues de la production oléicole et utilisabilité comme complément dans la ration chez la vache laitière, thèse de doctorat, Sciences Alimentaires, Université Frères Mentouri-Constantine, 175 p.

Alexandre F., Angles S., Cohen M. (2006). L'aire de l'olivier, indicateur bioclimatique ou marqueur culturel de la méditerranéité, in Géopoint 2004 : La forme en géographie. Avignon, Groupe Dupont et UMR Espace, 159-163.

Allaire, G. (2004). Quality in economics: a cognitive perspective. in Harvey M., McMeekin A., and Warde A. Qualities of Food, Manchester University Press, pp. 61-93.

Allaire G., Dupeuble T. (2002). De la « multifonctionnalité » à la multi-évaluation de la production agricole, communication à la session de la Société française d'économie rurale, Paris, 21-22 mars 2002. WP INRA ESR, Toulouse, 56 p.

Allaire G., Cahuzac E., Simioni M. (2009). La contractualisation et la diffusion des mesures agroenvironnementales herbagères. Revue d'Action en Agriculture et Environnement, 90(1), pp 23-50.

Alloum D. (1974). L'olivier : l'oléiculture algérienne. Options Méditerranéennes : CIHEAM, 24 Paris, 45-48.

Amanda L., Clark Kathryn M. M (2010). Effect of unsaturation in fatty acids on the binding and oxidation by myeloperoxidase: Ramifications for the initiation of atherosclerosis. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 20: 5643–5648.

Amouretti M.C., Comet G. (1985). Le livre de l'olivier. Edition Edisud. 173p.

Angles S. (2000). L'olivier à la conquête du Nouveau Monde. Les Cahiers d'Outre-Mer, 209- 210 : 95-110.

Angles S. (2012). L'olivier et les territoires méditerranéens, in BRETON C., BERVILLE A.(coord.), 2012. *L'histoire de l'olivier*. Versailles, Quæ, 195-211.

Angles S. (2014). Les paysages de l'olivier, entre le mythe de la « méditerranéité » et la réalité des enjeux territoriaux. *Caïetele Echinox* 27: 259-266

Appelbaum R.P., Gereffi G. (1994). Power and profits in the apparel commodity chain. In: Bonacich, E., et al. (Eds.), *Global Production: The Apparel Industry in the Pacific Rim*, Temple University Press, Philadelphia, PA.

Argenson C., Regis S., Vaysse P.(1999). *L'Olivier*. Éditions Ctifl, Paris, coll. Monographie, 204p.

Atouati B.Y. (1991). Evolution des caractéristiques carpométriques et de la fraction phénolique totale avec le stade de maturité des olives, Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat.

B

Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., Bendini A., Lercker G et al. (2008). Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oil with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, 109:743–754.

Bair J. (2010). Les cadres d'analyse des chaînes globales : Généalogie et discussion. *Revue française de gestion*, 201: 103–119.

Bakhouch A., Lozano-Sánchez J., Bengana M., Fernández-Gutiérrez A., Segura-Carretero A. (2015). Time course of Algerian Azeradj extra-virgin olive oil quality during olive ripening. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117:389–397.

Bardin, L. (1977). L'analyse de contenu. France : PUF.

Bari A. Martin, D. Barronco, Gonzalez-Andujar J. L., Ayadand G, Padulosi S. (2002). Use of fractales to measure biodiversity in plant morphology. World scientific publishing, Singapore, P: 437 - 438.

Barranco D., Fernandez-Escobar R., Rallo L. (2001). El cultivo del olivo. 38-51-551-562-573-597-599, 602-611.

Barthélémy J.P., Guénoche A. (1988). Les arbres et les représentations des proximités. Edition Masson.

Bencharif A., Rastoin J.L. (2007). Concepts et méthodes d'analyse de filières agroalimentaires : application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie. UMR Moisa, Montpellier : 23 p.

Bensemmane A. (2009). Le trait d'union des opérateurs économiques pour renouveau du monde agricole et rural. 1^{er} forum méditerranéen de l'oléiculture, 1111-4762.

Bérard L. (2011). Du terroir au sens des lieux. *La mode du terroir et les produits alimentaires*. Éditions Les Indes savantes, Paris. 41-58.

Bérard L., C. Delfosse., P. Marchenay. (2004). Les “produits de terroir”: de la recherche à l'expertise», *Ethnologie française*, 34 : 591-600.

Bérard L., Marchenay. (2000). Le vivant, le culturel et le marchand : les produits de terroir. *Vives compagnes*. Le patrimoine rural, projet de société. *Autrement*. N° 194 mai 2000, 191-216.

Bérard L., Marchenay P. (2004). Les produits du terroir. *Ente cultures et règlements*. Paris : CNRS Editions, 229 p. *Ethnologie française*, 34. Pp. 591-600.

Berard L., Marchenay P. (2007). Produits de terroir – comprendre Le terroir, un concept pour l’action dans le développement des territoires.

Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. (2006). Olive oil chemistry and technology. In D. Boskou (Ed.), (2nd ed.). Champaign, IL: AOCS Press.

Bouarroudj K., Tamendjari A., Larbat R. (2016). Quality, composition and antioxidant activity of Algerian wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*) oil. *Industrial Crops and Products*, 83:484–491.

Boucheffa S., Miazzi M. M., Di Rienzo V., Mangini G., Fanelli V., et al. (2016). The coexistence of oleaster and traditional varieties affects genetic diversity and population structure in Algerian olive (*Olea europaea*) germplasm. *Genet Resour Crop Evol.*

Brandt M A., Skinner E. Z., Coleman J. A. (1963). Texture profile method. *Journal of Food Science*, 29, 404–409

Breton C., Medail F., Pinatel C., Bérville A. (2006). De l’olivier à l’oléastre : origine et domestication de l’*Olea europea* L. dans le bassin méditerranéen. *Cahiers Agriculture* vol. 15, n°4.

C

COI. (Conseil Oléicole International). (1997). Encyclopédie mondiale de l’olivier, Première édition, Avril, 61-64.

COI (Conseil Oléicole International). (1998). L’olivier, l’huile d’olive, Edition et Diffusion par le Conseil Oléicole International. p 11-13.

COI. (Conseil Oléicole International). 2003. Norme commercial applicable aux huiles d’olive et aux huiles de grignons d’olive. COI/T. 15/NC. N° 3/Rev 1.

COI. (Conseil Oléicole International). (2007). Analyse sensorielle de l’huile d’olive: méthode d’évaluation organoleptique de l’huile d’olive vierge. COI/T.20/Doc. n° 1 5/Rev. 2.

COI. (Conseil Oléicole International). (2009) Production et consommation mondiale d’huile d’olive mondiale d’huile d’olive, tableau 1-4 .

COI. (International Olive Council). (2011). Guide for the determination of the characteristics of oil-olives COI/OH/doc. No. 1.

COI. (International Olive Council). (2015). Trade standard applying to oliveoils and olive-pomace oils. /T.15/NC n_ 3/Rev. 10 (November).

COI. (Conseil Oléicole International). (2016). T.15/NC N°3/Rév.6. Normes commerciales applicable aux huiles d’olive et huiles de grignon d’olive.

Cairncross S. E., Sjostrom, L.B. (1950). Flavor profiles-A new approach to flavor problems-. *Food Technology*, 4, 308-311.

Caporale G., Monteleone E. (2001). Effect of expectations induced by information on origin and its guarantee on the acceptability of a traditional food: olive oil. *Sciences des Aliments*, 21, 243–254

Caporale G., Monteleone E. (2004). Influence of information about manufacturing process on beer acceptability. *Food Quality and Preference*, 15, 271–278. ;

Casabianca F., Sylvander B. Noël Y., Béranger C., Coulon J.-B., Roncin F et al., (2011). Terroir et typicité. Un enjeu de terminologie pour les indications géographiques. *La mode du terroir et les produits alimentaires*, Claire Delfosse (dir.) : Les Indes Savantes. 101-117.

Cartier S. (2004). Terroirs en nuances, in *Strates*, 11p.

Claire Delfosse et I. Lefort. (2011). Le terroir, un bel objet géographique, in *La Mode du terroir et les produits alimentaires*, Paris, Éditions Les Indes savantes, coll. « Mondes ruraux contemporains », 357 p.

Chimi H. et Atouati BY. (2006). Détermination du stade optimal des olives de la picholine marocaine par le suivi de l'évolution des polyphénols totaux, *Olivae*, n°54,56-60.

Cimato A. (1990). La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, n°3.

Civille G.V et Liska I.H. (1975). Modifications and applications to foods of the General Foods sensory texture profile technique. *J. Texture Studies* 6: 19-31

Civille G.V. et Szczesniak A.S. (1973). Guidelines to training a texture profile panel. *J. Texture Studies* 4: 204-223

CDO. (Climate-data.org). (2017). <https://fr.climate-data.org/country/164/>.

Civille G.V., Meilgard M., Carr B.T. (1999). Sensory evaluation techniques, CRC Press Inc.

Connor D.J., Fereres E. (2004). The Physiology of Adaptation and Yield. Expression in Olive. In. Janick, J. (Eds.). *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.

Cuellar L.R. (1990). Amélioration de la qualité de l'huile d'olive. Collection, Manuel pratiques.

D

Daviron B., Gibbon P. (2002). Global commodity chains and African export agriculture. *Journal of Agrarian Change*, Vol. 2, n° 2, 137-162.

De Leonardis A., Maccioma V., De Felice M. (1998). Rapid determination of squalene in virgin olive oils using gas-liquid chromatography. *Italian Journal of Food Science*, 10:74–80.

Della Penna D., Pogson B. J. (2006). Vitamin synthesis in plants: Tocopherols and carotenoids. *Annual Review of Plant Biology*, 57:711–738.

Di Monaco R., Di Marzo S., Cavella S., Masi P. (2005). Valorization of traditional foods : the case of provolone del Monaco cheese. *British food Journal*, Vol:107, n°02, 98-110.

Didier L . (2014). Les Algériens dans le département du Gard : La construction d'une identité, 945-1962. Thèse Normandie DSA de Bejaia, Bordj Bou Arreridj et Sétif.

Douzane M., Nouani A., Dako E., Bellal M. (2012). Influence of the variety, the crop year and the growing on the fatty acid and tocopherols composition of some Algerian virgin olive oils. *African Journal of Agricultural Research*, 7:4738–4750.

Durand J.H. (1954). Carte des sols de l'Algérie, 1ere éd. Alger. Inspection générale de l'agriculture. Carte en 8 coupures, en couleurs, notice, 11 p.

Durbiano C. et Moustier P. (2007). Les terroirs: Caractérisation, développement territorial et gouvernance. Fuveau (France) : Association Campagnes et Terroirs de Provence et des Alpes su Sud. 236p. Colloque international sur les terroirs, 2007/05/9-12, Aix-en-Provence (France).

E

EEC (European Union Commission). (1991). Commission Regulation 2568/91, July 11 (1991). *Offic. J. Eur. Commun.*, L248, 1-82.

El Hajjouji H., Fakharedine N., Ait Baddi G., Winterton P., Bailly J.R., Revel J.C., Hafidi M. (2007). Treatment of olive mill waste-water by aerobic biodegradation, An analytical study using gel permeation chromatography, ultraviolet-visible and Fourier transform infrared spectroscopy. *Bioresource Technology*. 98, 3513-3520.

European Standard NF EN ISO 12966-2. (2011). Animal and vegetable fats and oils—gas chromatography of fatty acid methyl esters part2: Preparation of methyl esters of fatty acids. La Plaine Saint Denis, France: AFNOR.

European standard NF EN ISO 9936. (2006). Animal and vegetable fats and oils determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography. La Plaine Saint Denis, France: AFNOR.

F

Fiorino P., Alessandry S. (1996). Technique agronomique e caratteristiche dell'olio di oliva. 195-222. In *P world Olive. Encyclopaedia. Intel Olive Council. Madrid.*

Foin J. et Claude S. (2002). Le guide des huiles d'olive, édition du Rouergue.

Fontanazza G. (1988). Olivicoltura : la ripresa si fonda su concimazione ed irrigazione adeguate. *Giom. Agricol*, 15 : 36-39.

Fort F. et Couderc J. (2001). Le terroir : un avantage concurrentiel à l'exportation ? Le cas des entreprises agro-alimentaires du Languedoc-Roussillon. *Économie Rurale*, 46–59.

Fulconis F., Paché G., Roveillo G. (2011). La prestation logistique : origines, enjeux et perspectives, Edition EMS.

G

Gagnon, Y.C. (2005). L'étude de cas comme méthode de recherche : guide de réalisation. Québec, Les presses de l'Université du Québec

Google earth. (2018). <https://www.google.com/maps/@36.2886798,4.6550474,35862m/data=!3m1!1e3>

Gutiérrez F., Jiménez B., Ruiz A., Albi M.A. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *J. Agr. Food Chem.* 47, 121–127.

Giraud G. et Lebecque A. (2000). Comportement d'achat des consommateurs envers le camembert AOC de Normandie », *Economie Rurale*, Vol. 258 : 19-29.

Giraut F. (2008). Conceptualiser le territoire, *Historiens & géographes*, 403 : 57-69.

Griffon M. (2002). Filières agroalimentaires en Afrique : comment rendre le marché plus efficace ?, DGCID, Série Rapports d'Etude, Ministère des Affaires Etrangères, Paris.

H

Hadjou L., Lamani O., Cheriet F. (2013). Labellisation des huiles d'olives algériennes: contraintes et opportunités du processus, *Revue New Médit.* Vol 12, N° 2, juin, 35-46.

Hauville A. (1953). La répartition des variétés d'oliviers en Algérie et ses conséquences pratiques. *Bull SocAgric Algérie*, 580 p.

Hopkins T. et Wallerstein I. (1977). Patterns of development of the modern world-system, *Review* 1: 111–145.

I

Ilbert H. (2005). Produits du terroir méditerranéen: conditions d'émergence, d'efficacité et mode de gouvernance PTM: CEE et MG. CIHEAM-IAMM. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*; n. 89. pages 169- 177.

Ilbert H. et Petit M. (2009). Are Geographical indications a valid property right ? Global trends and challenges, *Development Policy Review*, (forthcoming).

International Union of Pure and Applied Chemistry. (1987). Determination of triglycerides in liquid vegetable oils in terms of their equivalent carbon number by high performance liquid chromatography.

International Union of Pure and Applied Chemistry. (1987). Determination of triglycerides in liquid vegetable oils in terms of their equivalent carbon number by high performance liquid chromatography. Method N_2324. Standard methods of analyses of fats and derivatives. Oxford, England: Blackwell.

J

Jolliffe I. T. (2002). Principal component analysis (2nd ed.). New York, NY: Springer.

K

Kadache M. (2000). L'Algérie des algériens, Paris Méditerranée EDIF// Imprimerie France Quercy Cahors mars 2003.

Kataja-Tuomola M. Sundell J.R.(2008). Effect of alpha-Tocopherol and beta-carotene supplementation on the incidence of type 2 diabetes.,*Diabetologia*. Jan, 51 (1) : 47-53.

Kiritsakis A., Markakis P. (1987). Olive oil: a review. *Adv. Food Res.* 31, 453- 482.

Köster E.P. (1998). Les épreuves hédoniques. *Dans* Evaluation sensorielle – manuel méthodologique. SSHA (ed.), Editions Tec & Doc, Paris, France : 182-206.

L

Laincer F., Iaccarino N., Amato J., Pagano B., Pagano A., Tenore G., Randazzo A. (2016). Characterisation of monovarietal extra virgin olive oils from the province of Béjaïa (Algeria).*Food Research International*, 89:1123–1133.

Lamani O. (2014). Institutions et acteurs locaux dans la valorisation des produits de terroir. Quelle démarche locale de valorisation de l'huile d'olive de Beni-Maouche en Kabylie. Thèse de Doctorat, filière économie et gestion, spécialité science de gestion.

Lamani O, Ilbert H. (2016). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie? *NEW MEDIT* N. 3 : 19-28.

Ecole nationale supérieure d'agronomie E.N.S.A. El Harrach Alger. 331 pages

Lançon F. (1989). Centres urbains secondaires et commercialisation des produits vivriers au Togo, *Economie Rurale*, n° 190, 33-39.

Louadj L., & Giuffre A. M. (2010). Analytical characteristics of olive oil produced with three different processes in Algeria. *Rivista Italiana Sostanze Grasse*, 87:186–195.

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*, 242:1087–1099.

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 Chemistry*, 173:122–132.

Lauret F., Perez R. (1992). Méso-analyse et économie agroalimentaire, *Economies & Sociétés, Série Développement Agroalimentaire*, n° 21 : 99-118.

Lazzeri Y. (2009). Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne, *L'olivier en Méditerranée*, Conférence Centre Culturel Français de Tlemcen - Algérie.

Lazzez A., Cossentini M., Khlif M., Karray B. (2006). Etude de l'évolution des stérols, des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus de maturation. *Journal de la Société Chimique de Tunisie* : 8, 21-32.

Letablier M.-T., Nicolas F. (1994). Genèse de la Typicité. *Science des Aliments*, vol. 14 : 541-546.

Lopez-Villata M.C. (1999). Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. Ed. Conseil oléicole international, 25-61-62-65-81-180-181-187-312.

Loussert R., Brousse G. (1978). L'olivier. Edition G. P. Maisonneuve et Larose, Paris, 462p.

M

MADR, 2006

MADR, 2015

MADR, 2017

Maillard R. (1975). L'olivier, Edit INVUFLEC, paris, 147 p.

Malassis L. (1973). Economie agroalimentaire. Economie de la consommation et de laproduction agroalimentaire, Cujas, Paris.

Matos, L. C., Cunha, S. C., Amaral, J. S., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Seabra, R. M., & Oliveira, B. P. P. (2007) Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry*, 102:406–414.

Method N_2324. Standard methods of analyses of fats and derivatives. Oxford, England: Blackwell.

Mendil M., Sebai A. (2006). L'olivier en Algérie. Alger : Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, pp. 26–97.

Mezghache M., Henchiri C., Martine L., Berdeaux O., Aouf N., Juaneda P. (2010). Contribution à l'étude de la fraction insaponifiable de trois huiles d'olive issues des variétés Guasto, Rougette et Blanquette plantés dans l'est algérien. *OCL*, 17:337–344.

Migdalas A., Baourakis G., Kalogeras N., Meriem H. B. (2004). Sector Modeling for the Prediction and Evaluation of Cretan Olive Oil . *European Journal of Operational Research*, 152 (2): 454-464.

Milhau J. (1954). *Traité d'économie rurale*, Presses Moutier, N., Pinarel, C., Martre, A., Roger, J. P., Khadari, B., Burgevin, J. F., ... Artaud, J. (2004) Identification et caractérisation des variétés d'olivier cultivées en France. Turriers, France: Naturalia.

Montet A. (2001). Les principales méthodes descriptives et leurs variantes. *Dans* Traité d'évaluation sensorielle : Aspects cognitifs et métrologiques des perceptions. Urdapilleta I., Ton Nu C., Saint Denis C. et Huon de Kermadec (ed.), Dunod, Paris, France, pp 45-60.

Moussaoui R., Labbaci W., Hemar N., Youyou A., Amir Y. (2008). Physico-chemical characteristics of oils extracted from three compartments of the olive fruit (pulp, endocarp and seed) of variety Chemlal cultivated in Kabylia (Algeria). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6:52–55.

Moutier N., Pinarel C., Martre A., Roger J. P., Khadari B., Burgevin J. F et al. (2004). Identification et caractérisation des variétés d'olivier cultivées en France. Turriers, France: Naturalia.

Moutier N., Pinatel C., Martre A., Roger J. P., Khadari B., Burgevin J.F., Ollivier D., Artaud J., (2011). Identification et caractérisation des variétés d'oliviers cultivées en France (Tome 2). Naturalia Publications, Turriers, France. Muchnik, J., J. Sanz Canada et G. Torres Salcido, 2008, Systèmes agroalimentaires localisés : état des recherches et perspectives, *Cahiers Agricultures*, 17 (6) :513-519.

N

Nieves Criado M., Paz Romero M., Casanovas M. et Motilva M. J. (2008). Pigment profile and color of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons *Food Chemistry*, (110): 873–880.

Nogueira-Terrones H, Tinet C, Curt C, Trystram G, Hossenlopp J. (2006). Using the internet for descriptive sensory analysis: formation, training and follow-up of a taste-test panel over the web. *Journal of Sensory Studies*. 21(2): 180-202.

O

Orreggia M., Marinelli L. 2017. FLOS OLEI. Del tribunal Di Roma. Italie.

Oreggia et Marinelli, 2018

Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Durbec J. P., Guérère M. (2003). Triacylglycerol and fatty acid compositions of French virgin olive oils. Characterization by chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:5723–5731.

Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Durbec J. P., Guérère M. (2006) Differentiation of French virgin olive oil RDOs by sensory characteristics, fatty acid and triacylglycerol compositions and chemometrics. *Food Chemistry*, 97:382–393

Ollivier D., Pinatel C., Dupuy N., Guerere M., Artaud J. (2007). Caractérisations sensorielles et chimiques d'huiles d'olive vierges de six AOC françaises *Journal of OCL*, 14 (2) : 116-129.

Osland R.E. (2002). Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition* 22, 533-549. Ouaouich A., Chimi H. (2007). Guide du producteur d'huile d'olive. ONUDI. Vienne, 182-2016.

Owen R W., Mier W., Giacosa A., Hull W.E., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2000). Identification of lignans as major components in the phenolic fraction of olive oil. *Clin. Chem.*, 46 : 976-988

P

Pagnol J. (1975). L'olivier. Aubanal (éds). 95p.

Peillon P. (1978). Problèmes d'habitat en basse Kabylie in CNRS éd., "recherches sur l'Algérie". Mémoires et documents, N.S., 17, 165-291.

Perrier-Cornet (P.). (2002). Repenser les campagnes, La Tour d'Aigues : Editions de l'Aube.

Prévost Ph. (2011). Enjeux didactiques dans la formation des agronomes : cas de la notion de terroir. *Nature-Science-Sociétés*, n° 01.

Pilleboue J. (1999). La qualité agro-alimentaire et ses territoires, *Sud-Ouest Européen* 6 :104.

Pélissier P. (1995). Transition foncière en Afrique Noire : du temps des terroirs au temps des finages. In : Blanc-Pamard C. (ed.).

Porter M. (1985). **Competitive advantage** : creating and sustaining superior performance, The Free Press, New York (NY).

Pinatel C., Ollivier D., Ollivier V., Artaud, J. (2014). New approach to the determination of the origin of olive oils: Morphograms and morphotypes (part II). *Olivae*, 119:48-62.

Psomiadou E., Tsimidou M., Boskou D. (2000). α -Tocopherol levels of Greek virgin olive oils. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1770-1775.

Prévost Ph., Lallemand P. (2009). L'approche terroir : une compétence à viser dans une perspective de développement agricole durable ? Communication au congrès international « L'Intégration de l'Agriculture durable, du Développement Rural et des Écosystèmes au Défi des Crises Alimentaire, Climatique et Énergétique Mondiales », 12-14 novembre 2009, Agadir (Maroc)

Prevost P., Lallemand P. (2010). L'approche terroir : pour une démarche de recherche-formation-action », Communication au Symposium : *Innovation et développement durable dans l'agriculture et l'agroalimentaire*, ISDA, 28 juin-1 Juillet, Montpellier, 12 p.

R

Rahmani M Saad S. 1989. Photooxydation des huiles d'olive : influence de la composition chimique. *RFCG*, N°25 9/10, p.355 - 360.

Rastoin J.L., Gherzi G. (2010). *Le système alimentaire mondial; concepts et méthodes*, analyses et dynamiques. Editions Quae.

Rinn L (1891). Histoire de l'insurrection de 1871 en Algérie. Alger. Librairie Adolph Jourdan.

Robin C. (1901). *L'insurrection de la Grande Kabylie en 1871. Revue d'Histoire Moderne & Contemporaine* , 323-324.

Roger F. (1974). Les industries des corps gras, Edition Technique et Documentation.

Rouvellac E. (2005). Les terroirs du vin de Cahors , Limoges, PULIM, 254 p.

S

Sahli Z. (2009). Produits de terroir et développement local en Algérie : cas des zones rurales de montagnes et de piémonts. In : Tekelioglu Y., Ilbert H., Tozanli S. (eds). Les produits de terroir, les indications géographiques et le développement local durable des pays méditerranéens. Montpellier : CIHEAM-IAMM. p. 305-338. (Options Méditerranéennes : Série A.Séminaires Méditerranéens; n. 89). Séminaire international sur Les Produits de Terroir, les Indications Géographiques et le Développement Local Durable des Pays Méditerranéens, 24- 26 avril 2008, Antalya (Turquie).

Sakouhi F., Herchi W., Sbei K., Absalon C., Boukhchina S. (2011). Characterisation and accumulation of squalene and n-alkanes in developing Tunisian *Olea europaea* L. fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 46:2281–2286.

Salvador, M. D., Aranda, F., & Fregapane, G. (2001). Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73:45–53.

Sánchez C J., Osorio Bueno E., Montaña García A. F., Martínez Cano M. (2004). Sterol and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oils from cultivars of Extremadura (Spain). *Food Chemistry*, 87 : 225–230.

Stéphanie D. (2003). Contribution des associations au développement rural. Apports spécifiques et intégration dans la dynamique locale: l'exemple de la Lozère. Thèse Master de Science. Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes (CIHEAM). France.

Stephane Angles. (2016). Oléiculture, systèmes oléicoles et territoires méditerranéens : de la filière au paysage. Géographie. Université Paris, 13.

Stone P.H., Quirk W.J., Somerville R.C.J. (1974). The effect of small-scale vertical mixing of horizontal momentum in a general circulation model. *Mon. Weather Rev.*, 102, 765-771.

Sébastien V. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. Alimentation et Nutrition. Université d'Avignon,

Szczesniak A. S. (1963). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28: 385–389.

Solheim R. (1992). Consumer liking for sausages affected by sensory quality and information on fat content. *Appetite*, 19: 285-292.

Samaniego-Sanchez, C., Quesada-Granados, J. J., Lopez-Garcia de la Serrana, H., Lopez-Martinez, M. C. (2010). β -carotene, squalene and waxes determined by chromatographic method in picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction system. *J. Food Comp. Anal.*, 23: 671-676.

Siret F., Issanchou S. (2000). Traditional process: influence on sensory properties and on consumers "expectation and liking. Application to pate' de champagne". *Food Quality and Preference*, 11:217–228.

Sieffermann J.M. (2000). Le profil flash - un outil rapide et innovant d'évaluation sensorielle descriptive. *Dans AGORAL 2000, Douzième rencontres "L'innovation: de l'idée au succès"*. Editions Tec & Doc, Montpellier, France, 335-340.

Scheffer S. (2002). *Qu'est-ce qu'un produit alimentaire lié à une origine ?*. Thèse Géographie, Université Paris I, Panthéon – Sorbonne, UFR de Géographie, 593 p.

Stampanoni C. R. (1993). The quantitative flavour profiling technique. *Perfumer and Flavorist*, 18, 19-24.

Sylvander B. (1997). Le rôle de la certification dans l'évolution des modes de coordination : le cas de l'agriculture biologique. *Revue d'Economie Industrielle*, 80 : 47-66.

Sylvander B. (2004). Development of Origin Labelled Products Humanity, Innovation and Sustainability : Final report, synthesis and recommendations, Le Mans, INRA.

Sylvander B. (2002). Avis sur la notion de qualité. Conseil national de l'Alimentation, vis n° 36.

T

Temple L., Lançon F., Montaigne E. (2009). Concepts et méthodes en analyse de filières application à l'agriculture, aux agro-industries et à l'espace rural , *Economies & Sociétés*, Série Systèmes Agroalimentaires, 31 :1803-1811

Terral J., 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. *Revue d'études Héraultaises*, vol. hors-série: 13-26.

Thabet B. (2004). Tendances récentes de la production mondiale au cours des années 90. *Olivae*, 100, 12-17.

Thiétart R. A. (2002). *Méthodes de recherche en management*. Paris: Dunod, 537 p.

Türkekul B., Gunden C., Abay C., Miran B. (2010). Competitiveness of Mediterranean Countries in the Olive Oil Market”, *New Medit*, n°4. p.41-46.

U

USDA. (2018). Consumption of vegetable oils worldwide from 2017/2018, by oil type. www.USDA.gov.

Uceda M., Hermoso M . (2001). La calidad del aceite de oliva. In *El cultivo del olivo*; Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L., Eds.; Mundi Prensa: Madrid, Spain. 589-614.

Uceda M., Hermoso M., Frias L. (1994). Factores que inflen en la calidad del aceite de olive. Simposio Cientifico-Technico. Expoliva-89, Jaen.

V

Valceschini E., 2000. Territoire et signal de qualité: l’environnement institutionnel de la dénomination d’origine. *Revue d’Economie Régionale et Urbaine*, 3: 489-499.

Valceschini E., Torre A. (2002). Politique de la qualité et valorisation des terroirs, in: Sylvestre J.P. (ed.) : *Agriculteurs, ruraux et citoyens : les mutations des campagnes françaises*. Educagri.

Velasco J., Dobarganes C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J.Lipid Sci. Technol.*, 104(9–10), 661–676

Van der Lans I.A., van Ittersum K., De Cicco A., Loseby M (2001). The role of the region of origin and EU certificates of origin in consumer evaluation of food products. *Eur. Rev. Agricult. Econ.*, 28, 451-477.

Visioli F, Caruso D, Plasmati E, Patelli R, Mulinacci N, Romani A, Galli G., Galli C. (2001). Hydroxytyrosol, as a component of olive mill waste water, is dose- dependently absorbed and increases the antioxidant capacity of rat plasma. *Free Radical Research*. 34: 301-305.

W

Williams A. A., Langron S. P. (1984). The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. *J. Sci. Food Agric.* **35**, 558-568.

Wold S., Sjöström M. (1977). *Kowalski BR SIMCA: A method for analyzing chemical data in terms of similarity and analogy*. Washington, DC: American Chemical Society.

Y

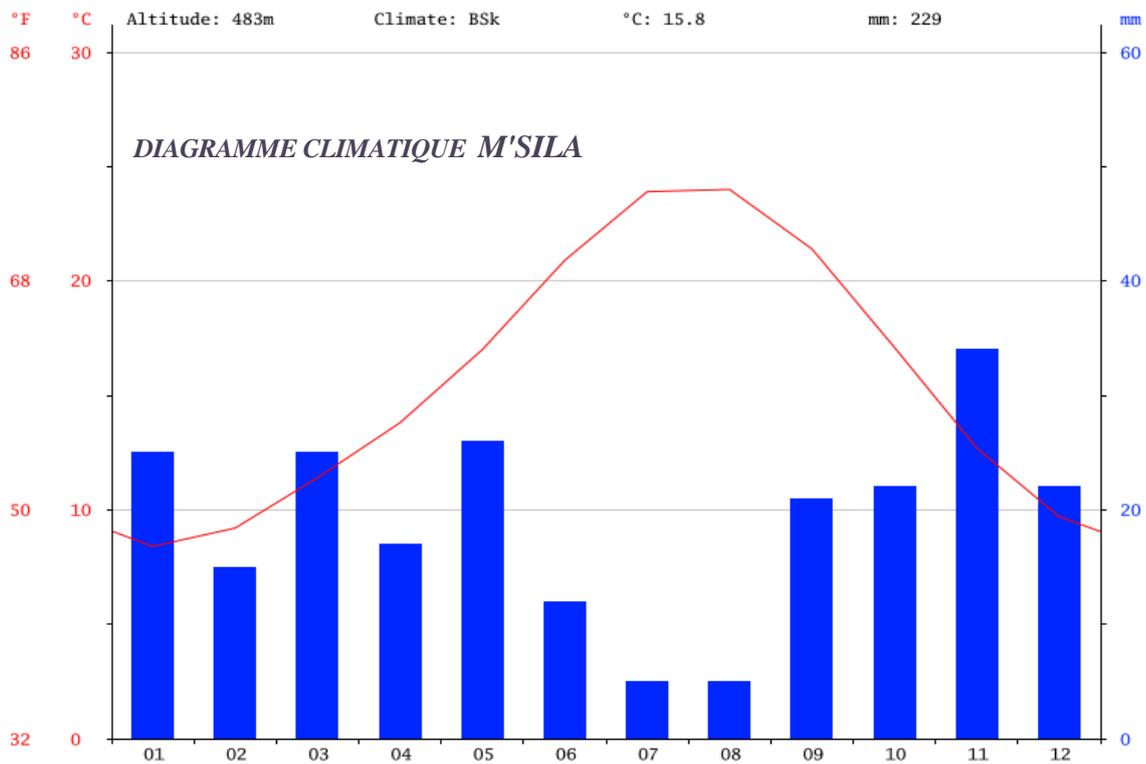
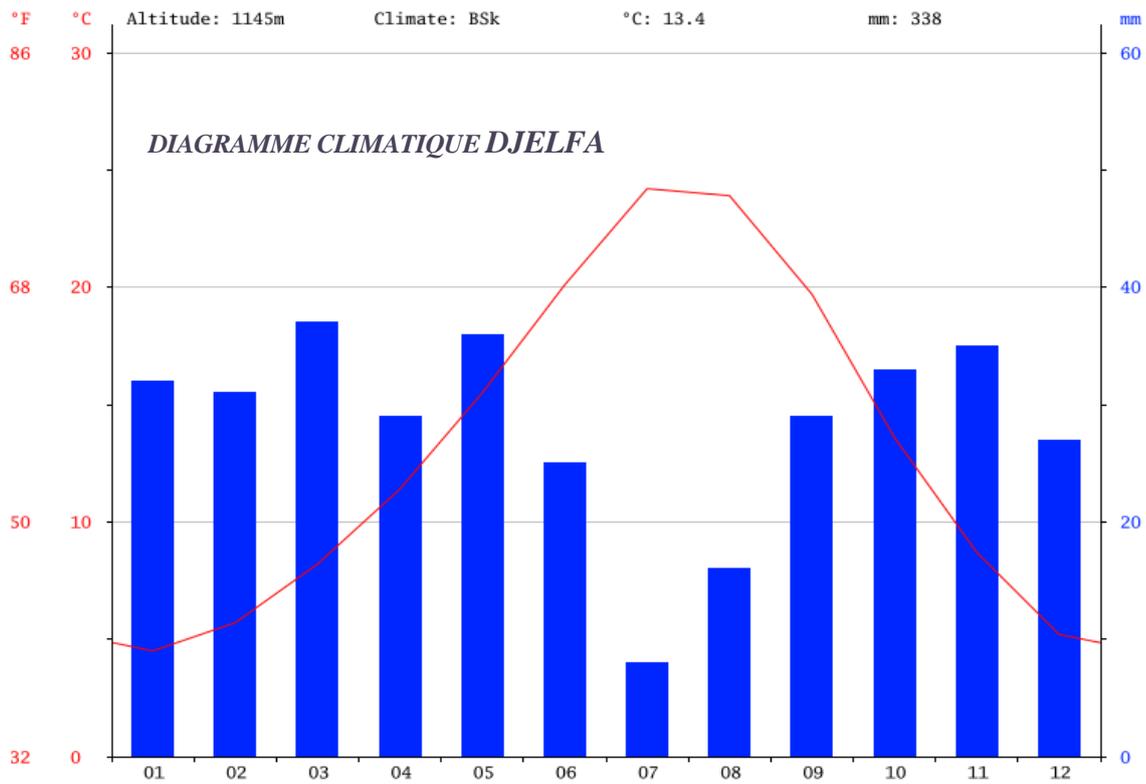
Yin, R. K. (2004). *The Case Study Anthology*, Sage, Thousand Oaks.

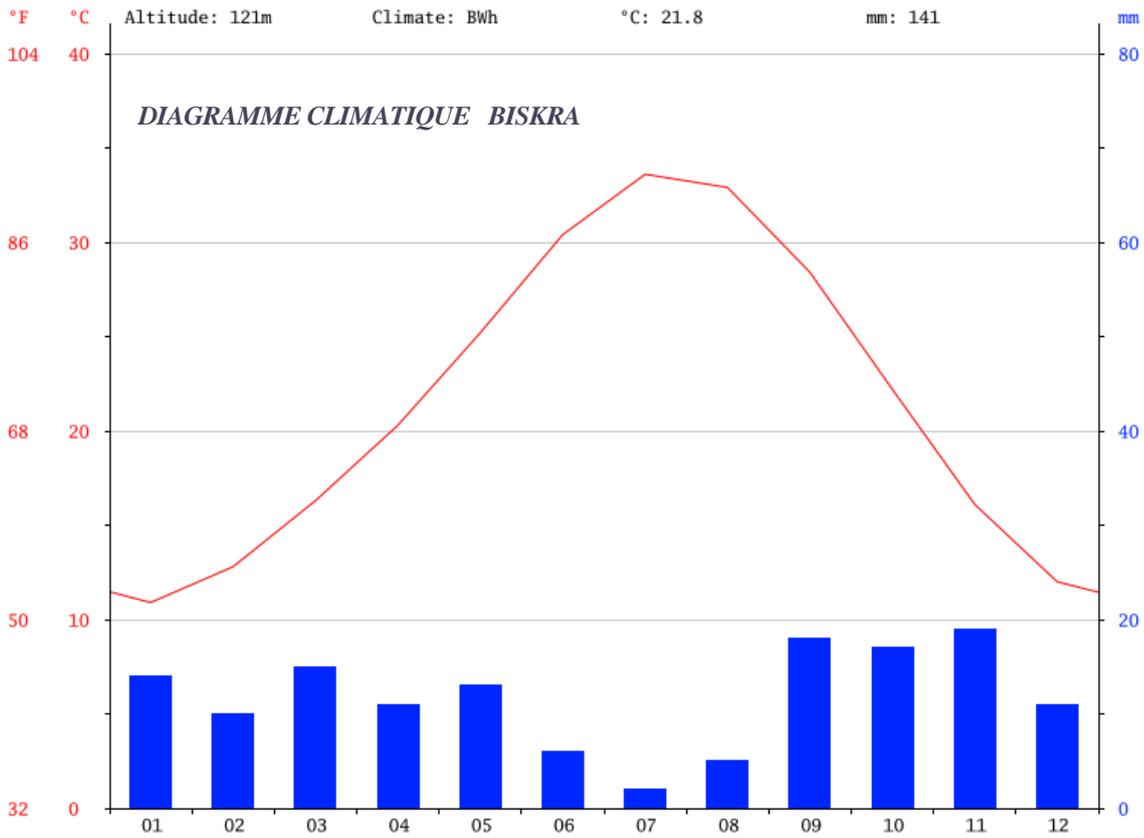
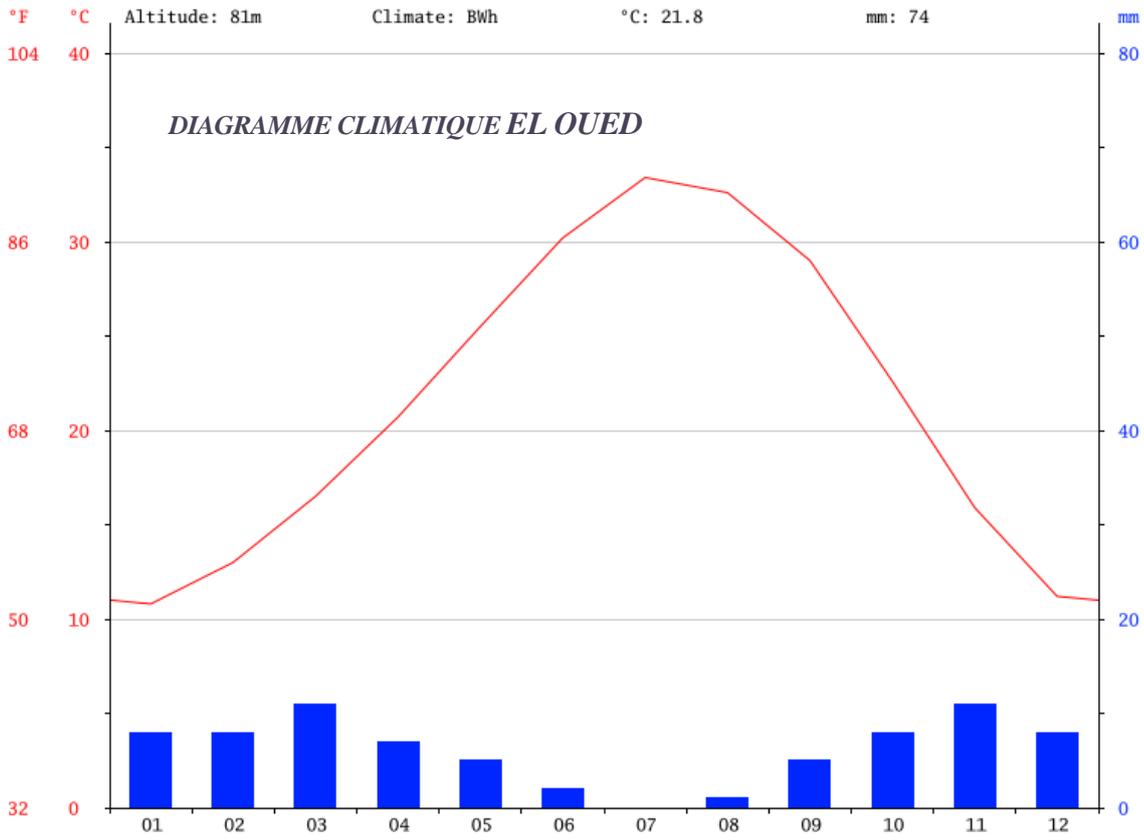
Z

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 Sciences*, 1:153–157.

ANNEXES

ANNEXE 01





ANNEXE 02

Université Mohammed El Bachir El-IBRAHIMI
Faculté des Sciences la Nature et de la Vie et des Sciences de Terre et de l'Univers

Evaluation hédonique d'huile d'olive

Nom : Prénom :

Tel : Date : --/--/2015

Sexe : F () M ()

Age :

Fonction :

Avez-vous l'habitude de consommer l'huile d'olive ? Oui () Non ()

Si Oui, combien de litres ? (consommation par personne par année) (.....L)

Attribuer une note de 01 à 09 pour chaque échantillon.

N°	Echantillon	Note
01	ABC	01 09
02	ACD	01 09
03	DRT	01 09
04	MSK	01 09
05	BHM	01 09
06	LMT	01 09
07	DER	01 09

01 : très agréable.....09 : très désagréable.

Travail du sol :

1- Mécanisé :..... Nombre de jours coût en DA :.....

2- Non mécanisé :..... Nombre de jours coût en DA :.....

Avez-vous bénéficié de l'aide de l'Etat ?.....

Travail du sol :.....

Rajeunissement des vieux oliviers :.....

Nouvelles implantations :.....

Date de récolte des olives : --/--/2012 ; --/--/2013 ; --/--/2014

Mode cueillette des olives:

Nombre de jours :.....Jours

Mode de stockage des olives.....

Nombre de jours:Jours

Type d'huilerie:..... ;

La date de début de trituration (huilerie) par rapport aux oléifacteurs

Coût de la trituration par quintal :.....

Où écoutez-vous vos productions ?.....

Autoconsommation : %..... vente :%.....

Arrivez-vous à écouler facilement votre production ?

Combien coûte le litre d'huile?.....

Prix de vente :.....

Chemometric Characterization of Eight Monovarietal Algerian Virgin Olive Oils

Mokhtar Guissous¹ · Yveline Le Dréau² · Hasna Boulkhroune¹ · Toufik Madani¹ · Jacques Artaud²

Received: 7 March 2017 / Revised: 9 October 2017 / Accepted: 5 December 2017
© 2018 AOCS

Abstract Differences in triacylglycerol, fatty acid, squalene, and tocopherol compositions were demonstrated between 8 varieties of virgin olive oils (*Aberkane, Aguenau, Aharoun, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouichret, Chemlal, and Sigoise*) from Petite Kabylie area, north eastern Algeria. Fatty acid and triacylglycerol morphotypes characterized each variety. A principal component analysis, based on triacylglycerol, fatty acid, and squalene compositions, differentiates between varieties. Minor fatty acids and squalene, usually not taken into account individually in authentication studies, are strongly involved in this differentiation, whereas the discriminant power of tocopherols is weak. Soft Independent Modeling of Class Analogy classification using chemical compositions as variables showed a high potential to authenticate the varietal origin of Algerian virgin olive oils.

Keywords Fatty acids · Triacylglycerols · Minor compounds · Characterization · Chemometrics · Algerian virgin olive oils

J Am Oil Chem Soc (2018).

Abbreviations

Fatty acids

14:0	myristic acid (tetradecanoic acid)
16:0	palmitic acid (hexadecanoic acid)
16:1 ω 9	palmitoleic acid (7-hexadecenoic acid)

16:1 ω 7	hypogeic acid (9-hexadecenoic acid)
17:0	margaric acid (heptadecanoic acid)
17:1 ω 8	margaroleic acid (9-heptadecenoic acid)
18:0	stearic acid (octadecanoic acid)
18:1 ω 9	oleic acid (9-octadecenoic acid)
18:1 ω 7	cis vaccenic acid (11-octadecenoic acid)
18:2 ω 6	linoleic acid (9,12-octadecadienoic acid)
18:3 ω 3	linolenic acid (9,12,15-octadecatrienoic acid)
20:0	arachidic acid (eicosanoic acid)
20:1 ω 9	gondoic acid (11-eicosenoic acid)
22:0	behenic acid (docosanoic acid)
24:0	lignoceric acid (tetracosanoic acid)
SFA	saturated fatty acids
MUFA	mono unsaturated fatty acids
PUFA	poly unsaturated fatty acids
OFA	odd fatty acids
Triacylglycerols	The triacylglycerols (TAG) are designated by three letters corresponding to abbreviated names of fatty acid carbon chains that are fixed on the glycerol. The abbreviations of fatty acids names are:

P	palmitoyl
Po	palmitoleyl
S	stearoyl
O	oleoyl
L	linoleoyl
Ln	linolenoyl
A	arachidoyl

✉ Yveline Le Dréau
yveline.le-dreau@univ-amu.fr

¹ Department of Biology, Faculty of Life and Nature Sciences, Mohamed El Bachir El Ibrahimi University, Bordj Bou Arreridj, 34000, Algeria

² Aix Marseille Univ, Univ Avignon, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France

Introduction

Algeria is the sixth olive oil producer after the EU, Tunisia, Syria, Turkey, and Morocco. In all, 6.2 million trees were

counted, representing an area of 471,657 ha, increasing steadily in recent years (ONFAA Bilan de la campagne oléicole 2015/2016, 2016). The average production over the years 2009–2010 to 2014–2015 has been equivalent to 52,100 t or 1.8% of the world production, and the consumption for the same period to 51,400 t or 1.7% of the world consumption (International Olive Council, 2015a). Algerian olive growing remains on old production patterns that make it uncompetitive. It is largely owing to small family farming and mountain farming. The major part of the olive orchards is located in mountainous areas (Kabylie, 55%) where own-consumption is widely seen (Hadjou, Lamani, & Cheriet, 2013). Moreover, as its quality often does not comply with the “virgin olive oil” category of the international standards, it is not easy to export the oil produced in Algeria. For the 2014–2015 marketing year, only 7.48% of the oil produced belonged to the category “extra virgin olive oil” and 37.43% to the category “virgin olive oil” (ONFAA Bilan de la campagne oléicole 2015/2016, 2016). In 2010, the Ministry of Agriculture and Rural Development has sought to revitalize the olive oil sector, considered a major objective, by supporting a planting program of olive trees on 1 million hectares.

Despite its handicaps, Algerian olive growing has significant diversity and quantity of varieties. They are grown in the coastal areas of Algeria. More than 150 local varieties of olive trees were counted (Douzane, Nouani, Dako, & Bellal, 2012). This number may be slightly high, as the catalogue of the Technical Institute of Fruit Trees and Vines (ITAF) only describes 36 varieties, and only five varieties among the main (*Azeradj*, *Blanquette de Guelma*, *Chemlal of Kabylie*, *Limli*, *Sigoise*) are included in the World Catalogue of Olive Varieties (2000). The majority (75%) of the national olive-growing area is planted with three varieties: *Chemlal* (40%), *Sigoise* (25%), and *Azeradj* (10%) (Louadj & Giuffre, 2010). *Chemlal* and *Azeradj* are located in the center and the east of the country (Kabylie) while *Sigoise* is in the west.

Only few data on the chemical composition of the Algerian olive oils are available and they are often incomplete or false. Some studies provide quality indices, fatty acid compositions, phenolic compounds, and tocopherols for the varieties *Aghenfas*, *Azeradj*, *Bouichret*, *Chemlal*, *Grosse Hama*, *Limli*, *Sigoise*, *Tahesrit*, and for four oleaster populations (Bakhouch, Lozano-Sánchez, Bengana, Fernández-Gutiérrez, & Segura-Carretero, 2015; Bouarroudj, Tamendjari, & Larbat, 2016; Douzane et al., 2012; Lincer et al., 2016; Louadj & Giuffre, 2010; Moussaoui, Labbaci, Hemar, Youyou, & Amir, 2008). Pigments (chlorophylls and carotenoids) were determined in three varieties: *Chemlal*, *Sigoise*, and *Tabelout* (Zegane, Keciri, & Louaileche, 2015). Sterols, methyl sterols, and triterpenic alcohols were analyzed in three varieties of eastern Algeria (Mezghache et al., 2010).

Many spectral and physicochemical techniques were used for the characterization and authentication of olive oils (Wang, Sun, Zhang, & Liu, 2016). The vibrational spectroscopic techniques (Mid-infrared, Near-Infrared, and Raman) provide rapid analysis of oils even if they do not enable to reach the quality of some chemical analyses. Quality indices (acidity, peroxide value, K_{232} , and K_{270}) and compositions of phenolic compounds, pigments, and volatile compounds depend on a large number of parameters such as the fruit ripeness, the method of oil extraction, or its preservation; therefore, it is difficult to use them to determine the varietal origin of olive oils. In contrast, the triacylglycerol (TAG), fatty acid, and squalene compositions of oils are stable during extraction and conservation processes, thereby allowing their use to characterize and authenticate olive oils (Laroussi-Mezghani et al., 2015; Ollivier, Artaud, Pinatel, Durbec, & Guérère, 2003; Ollivier, Artaud, Pinatel, Durbec, & Guérère, 2006). In addition, although the literature data show a wide range of tocopherol levels that seem to depend on olive cultivars, tocopherol isomers are generally not considered in authentication studies.

The aim of this work was to characterize Algerian virgin olive oils (VOOs) from eight cultivars (*Aberkane*, *Ague-naou*, *Aharoun*, *Aimel*, *Bouchouk Guergour*, *Bouichret*, *Chemlal*, and *Sigoise*) seven of which are not included in the World Catalogue of Olive Varieties, and on which only few studies have been conducted. Their TAG and fatty acid compositions as well as their squalene and tocopherol contents have been determined. Data have been used to research discriminating criteria between monovarietal olive oil from these varieties.

Materials and Methods

Virgin Olive Oil Samples

Monovarietal olive oil samples were extracted from eight varieties of olives in monovarietal orchards located in the valley of Oued Mhadjer, Bousselam and Soumman, and Petite Kabylie, in northeastern Algeria (36.3408 N, 4.7753 E). The orchards are located at an altitude between 360 and 600 m. Sampling from each variety was performed from hand-picked olives (about 3 kg each) during the 2015–2016 harvest. The collection was performed on the same trees at four dates (30 September, 15 October, and 1 and 16 November) to be sure that the ripening stage do not influence the varietal authentication. VOO were obtained using a laboratory extraction system (MC2 Ingeniería y Sistemas S. L., Sevilla, Spain) called oleodoseur, composed of crusher, vertical malaxor, and centrifuge. The olive storage time was less than 24 h. The oil samples

obtained were stored after filtration at 4 °C in full bottles. In all, 127 olive oil samples from eight varieties have been obtained (*Aberkane* (Ab), $n = 16$; *Aguentaou* (Ag), $n = 16$; *Aharoun* (Ah), $n = 16$; *Aimel* (Ai), $n = 16$; *Bouchouk Guer-gour* (Bk), $n = 16$; *Bouichret* (Bt), $n = 16$; *Chemlal* (Ch), $n = 16$; *Sigoise* (Si), $n = 15$).

Maturity Index

The maturity index (MI) allows an estimation of ripening stage of olives. It was determined according to the method described in the guide for the determination of the characteristics of oil-olives (International Olive Council, 2011) based on the visual evaluation of the olive skin and pulp colors of 100 olive fruits varying on a scale from 0 (green-intense) to 7 (black).

Agronomic Characters

The average weight of olives (g) was determined with 120 olives. Total oil content (%), Oil free dry matter (OFDM, %) and Moisture (%) were determined according to the guide for the determination of the characteristics of oil-olives (International Olive Council, 2011). Biological yield (BY) is the ratio of the oil content to the oil-free dry matter content. This ratio, used by the Association Française Inter-professionnelle de l'Olive (AFIDOL, Aix-en-Provence, France), measures the ability of a variety of olive fruits to elaborate oil. It makes it possible to compare varieties: the higher this ratio is, the more the variety is able to produce oil (Moutier et al., 2004).

Physicochemical Characteristics

Free acidity (A) (g oleic acid/100 g olive oil), peroxide value (PV) (meqO₂/kg), and UV-specific absorption (K₂₃₂ and K₂₇₀) were determined according to the International Olive Council (2015b).

Triacylglycerol Compositions

TAG were analyzed by a HPLC with a LC Agilent 1200 series system (Agilent, Santa Clara, California, USA), operated with Chemstation software (Agilent, Santa Clara, California, USA), equipped with an autosampler, a quaternary pump, a column heater module (28 °C), a RID detector (Agilent, Santa Clara, California, USA), and a Merck RP-18 Supersphere 100 column (250 × 4 mm i.d., 4 μm) (Merck KGaA, Darmstadt, Germany). The mobile phase was propionitrile (ACRÖS Organics, Geel, Belgium) with a flow rate linear gradient (0.5–1.0 mL min⁻¹) for 47 min. Oil samples of 10 μL each in propionitrile (5%, w/v) were injected. TAG in olive oils were separated according to

equivalent carbon number (ECN), often defined as CN-2*n*, where CN is the carbon number and *n* is the number of double bonds. TAG identification was carried out in a previous work (Ollivier et al., 2006).

Fatty Acid and Squalene Compositions

Approximately 0.120 g of VOO (accurately weighed, ± 0.001 g) in 2,2,4-trimethylpentane (isooctane, 2 mL) was trans-methylated with a cold solution of KOH (2 M; 200 μL) according to the European Standard, NF EN ISO 12966-2 (2011). Fatty acid methyl ester (FAME) analyses were performed on an Agilent Technology gas chromatograph 7890A (Agilent, Santa Clara, California, USA) (GC) equipped with a split/split-less injector ($T = 250$ °C) and flame ionization detector (FID) ($T = 250$ °C). A silica capillary column (60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness) coated with polyethylene glycol (Supelcowax, Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA) was used. The carrier gas was hydrogen (column flow 1 mL min⁻¹), and the split ratio was 1:60. The oven temperature was programmed as follows: 20 min at 210 °C, from 210 to 245 °C at 6 °C/min, 20 min at 245 °C. The identification of fatty acids was carried out in a previous work (Ollivier et al., 2003). Fatty acid percentages were determined by internal standardization without taking into account mass response factors. The coefficients of variation in fatty acid percentages were lower than 5% for the most important FAME and lower than 10% for some minor ones.

Squalene was analyzed by gas chromatography, at the same time as the fatty acid methyl esters. The quantification method is easy to implement and requires no additional sample preparation. Squalene is well separated from lignoceric acid (24:0) (retention times 38.48 and 37.55 min, respectively). It was determined along with the fatty acids using an external standard calibration curve (squalene in isooctane: 0.041–0.612 mg mL⁻¹; Eq. 1).

$$S = 193.73 C_S + 0.58 \quad (1)$$

where *S* is the peak area of squalene and *C_S* is the concentration expressed in mg mL⁻¹ (linearity 0.030–0.62 mg mL⁻¹, $R^2 = 0.999$). Final results, calculated on the basis of the analyzed oil weight, were expressed in mg kg⁻¹ with a coefficient of variation equal to 1.5% according to the experimental error.

Mean Indexes

Four indexes characterizing the VOO fatty acids were calculated to facilitate the comparison between samples. They are defined below:

- Saturated fatty acids (SFA) is the sum of saturated fatty acids,

- Mono-unsaturated fatty acids (MUFA) is the sum of mono-unsaturated fatty acids,
- Poly-unsaturated fatty acids (PUFA) is the sum of poly-unsaturated fatty acids,
- Odd fatty acids (OFA) is the sum of the odd fatty acids (17 carbon atoms: 17:0 to 17:1 ω 8). This index provides fine information on the content of odd fatty acids, which are not accessible with the indices conventionally used.

“Morphogram” and “Morphotype”

Morphogram of fatty acid or TAG variables is an optimized graphical radial representation of the composition of 14 fatty acids or 19 TAG of a given olive oil sample; it is a tool that swiftly enables its varietal origin recognition, based on the difference between TAG or fatty acid values obtained for this sample compared to the average of the same variable of a database built with more than 3500 samples from various sources collected over 15 crop years, grouped by variety and origin (Pinatel, Ollivier, Ollivier, & Artaud, 2014). Each axis illustrates one variable. Note that 0% corresponds to the center of its range of variation in the database; it is the truncated mean (calculated from 25% of the values positioned positively and negatively around the median) to which the absolute difference between the mean and the median was added, in order to take into account the natural dissymmetry of the sample base (Pinatel et al., 2014). The lower and upper limits (i.e. $\pm 100\%$) were respectively calculated by subtracting or adding twice the SD at this central value. The value of a variable for a specific sample is the ratio between its deviation from the central value and the absolute value of the maximum deviation from the central value in the database. The morphotypes are developed alike as the morphograms with the values of fatty acids or TAG of at least five oil samples ($n \geq 5$) from the same variety. Therefore, the plane line describes the median values of individual TAG and fatty acids and the dotted lines, the first and the third quartiles. Morphograms (sample fingerprint) and morphotypes (varietal fingerprint) were performed with Excel 2003 spreadsheet (Microsoft Corporation).

Tocopherol Contents

Determination of tocopherols was based on the analysis by normal phase HPLC of oil samples with an optimization of the standard method (European standard NF EN ISO 9936, 2006). A weighed quantity of VOO sample (0.700 ± 0.001 g) was dissolved in a 5 mL volumetric flask with hexane/2-propanol (99/1, v/v) and 20 μ L was injected on a LC Agilent 1200 series system, operated with Chemstation software, equipped with an auto-sampler, a quaternary pump, column heater module (25 $^{\circ}$ C), and a photodiode array (DAD) detector connected in series with a

multiwavelength fluorescence detector (FLD). Separation was achieved on LiChrospher-Si 60 column (250×4 mm i. d., 5 μ m) (Merk, KGaA, Darmstadt, Germany) with a hexane/2-propanol (99/1, v/v) mobile phase at 1 mL min^{-1} flow rate. UV detection wavelength was programmed at 292 nm and fluorescence detection was performed at excitation and emission wavelengths of 295 and 330 nm, respectively. The identification of the constituents was based on the comparison of the retention times with those of standards (Tocopherols mixed, Sigma-Aldrich, Steichein, Germany). As α -tocopherol is much more abundant in the samples than β and γ tocopherols, and as the FLD is much more sensitive than the DAD, two calibration ranges were used in order to express α , β , and γ tocopherol contents as mg equiv. α -tocopherol kg^{-1} from the same sample injection. α -Tocopherol content was determined using the following external standard calibration curve (Eq. 2):

$$A_d = 8612C + 8 \quad (2)$$

A_d is the peak area of α -tocopherol measured on DAD signal and C is its concentration expressed in mg mL^{-1} (linearity 0.010–0.055 mg mL^{-1} , $R^2 = 0.996$).

The β - and γ -tocopherol contents were determined using the external standard calibration curve of α -tocopherol measured on FLD signal (Eq. 3):

$$A_f = 246,233C - 28 \quad (3)$$

A_f is the peak area of α -tocopherol measured on FLD signal and C is its concentration expressed in mg mL^{-1} (linearity 0.0004 to 0.0035 mg mL^{-1} , $R^2 = 0.997$).

Final results calculated with α -tocopherol area measured on DAD signal and Eq. 2, β - and γ -tocopherol areas measured on FLD signal and Eq. 3 and the oil weight were expressed in mg equiv. α -tocopherol/kg oil with a coefficient of variation equal to 1.5% according to the experimental error.

Principal Component Analysis

Principal component analysis (PCA) is a tool for unsupervised learning, e.g., extracting information directly from multidimensional table without referring to known classes (Jolliffe, 2002). To find these sources of variations, the original data matrix is decomposed into the sample space, the variable space, and the error matrix. PCA is to transform correlated variables into new variables (called “Principal Components” [PC]) uncorrelated to each other. PCA models lead to score plots and loading plots. The loadings are the correlation coefficients of the original variables with the PC while the scores represent the coordinates of the samples in the system of PC axes. The error matrix represents the variations not explained by the previously extracted PC and is dependent on the problem definition.

PC describe in decreasing order the higher variations among the objects, and because they are calculated to be orthogonal to another one, each PC can be interpreted independently. That permits an overview of the data structure by revealing relationships between the objects as well as the detection of deviating objects. The PCA models of TAG and fatty acid percentages, squalene and tocopherol contents were calculated with normalized data. The graphical representation of the explained variance as function of PC is similar to a scree graph of Cattell. The place where the smooth increase appears to level off is the criterion used to retain the PC to analyze the data.

Soft Independent Modeling of Class Analogy Classification

Soft Independent Modeling of Class Analogy (SIMCA) is one of the most used supervised multivariate classification method for allocating unknown samples to the most probable class (Wold & Sjöström, 1977). SIMCA is based on making a PCA model, in a defined calibration set of known samples, for each class, which describes the structure of that class as well as possible. A test stage uses significance tests to classify new known samples; as for unknown samples, they are compared to the class models and assigned to classes according to their proximity to the training samples. SIMCA is known as a supervised pattern recognition method as the individual PCA models define classification rules. The classification decision rule is based on a classical statistical approach. If a sample belongs to a class, it should have a small distance to the class model (the ideal situation being “distance = 0”). For this unknown sample, the aim is to compare its distance to a particular model and determine whether this distance lies within the class membership limit of the model. This is analogous to the probability distribution of object-to-model distances around zero.

A model distance limit S_{max} calculated for the class model “m” as follows (Eq. 4) is used for classifying unknown samples:

$$S_{max}(m) = S_0(m)\sqrt{F_c} \quad (4)$$

where S_0 is the average distance within the model, and F_c (Fisher criterion) is the critical value provided by the Fisher–Snedecor tables.

Class membership is defined at a significance level of 2.5% of S_{max} .

The SIMCA classification results are displayed in a classification membership table which contains as many columns as class models. Samples “recognized” as members of a class have a “1” in the corresponding column. The percentage of correct classification (%CC) is used as criterion to evaluate the quality of the classification of the test set (Eq. 5):

$$\%CC = N_c \cdot 100 / (N_c + N_{ic}) \quad (5)$$

where N_c is the number of correct classifications and N_{ic} is the number of incorrect classifications.

Two-thirds of the samples from the eight varieties were randomly selected to form the calibration set for disjoint PCA. The test set was formed with samples not used in the calibration set. Mean centering was applied before modeling. The F_c value was set to 5%.

Software

The chemometric application was performed by the Unscrambler software version 10.3 from CAMO, Computer Aided Modelling, Trondheim, Norway.

Results and Discussion

Agronomic Characters

Table 1 gives some agronomic characters of eight Algerian VOO varieties. *Aberkane*, *Aguenaou*, and *Bouchouk Guergour* have large and heavy fruits, *Aharoun*, *Bouichret*, *Chemlal*, and *Sigoise* have medium weight fruits and *Aimel* has small fruits. However, this does not necessarily determine oil yield. Indeed, *Aberkane*, which has large fruit, also has large oil content; in contrast, *Aguenaou*, which has the heaviest fruits, produces less amount of oil, even if these samples have nearly the same mean MI. Moreover, *Bouichret*, with the greatest MI, also has poor oil content contrary to what is generally observed. The BY reflects the potential of a variety to produce oil. *Aberkane* and *Bouchouk Guergour* with BY of 0.95 and 0.91 respectively can be considered as high oil productive varieties. *Aharoun* (BY = 0.72), *Aimel* (BY = 0.73), *Chemlal* (BY = 0.65), and *Sigoise* (BY = 0.76) have BY that are generally found for most varieties (Moutier et al., 2004). *Aguenaou* (BY = 0.57) and *Bouichret* (BY = 0.56) have the lowest values. *Aguenaou*, with highest dry matter content (43.71%), has large kernels and therefore has a poor biological yield (BY = 0.57).

Physicochemical Characteristics

Table 1 presents some physicochemical characteristics used to classify the oils into categories. These quality criteria depend on the olive quality before extraction, the quality of extraction and the oil storage conditions. Table 1 shows no significant differences in the quality parameters between the eight varieties. According to the commercial norm of the International Olive Council (2015b) for these criteria,

all oil samples were classified in the category of extra VOO.

Triacylglycerol Compositions

TAG make up about 98% of olive oil, so TAG composition has a great importance in the characterization and the authentication of VOO. The composition of the 127 Algerian VOO samples from eight olive oil varieties was determined by liquid chromatography using propionitrile as mobile phase that allowed a better resolution between TAG (Ollivier et al., 2003) than the solvent acetone/acetonitrile recommended by the IUPAC method (International Union of Pure and Applied Chemistry, 1987). Nevertheless, some TAG are not separated yet. TAG identification was carried out at a precedent work (Ollivier et al., 2003). Table 2 gives variation ranges and the average value for 19 TAG variables (corresponding to 22 TAG because of coelutions) for each cultivar.

As all VOO, the 127 samples contain four main TAG representing over 70% of the total content of TAG with a more or less great variability according to the varieties. For the eight varieties, triolein (OOO), consistently most abundant, varies between 20.76 and 40.94%, 1,2-dioleoyl-3-palmitoyl-glycerol (POO) between 16.44 and 29.91%, 1,3-dioleoyl-2-linoleoyl-glycerol (LOO) between 8.15 and 22.66%, and 1-palmitoleoyl-2-linoleoyl-3-oleoyl-glycerol (PLO) between 5.47 and 12.14%. Furthermore, based on the average contents of these main TAG, the samples are classified into three groups: *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* cultivars showed low contents of OOO and POO and high contents of LOO + PLnP and PLO + SLL; *Aberkane* and *Sigoise* cultivars showed a high content of OOO, low contents of POO and PLO + SLL, and a medium content of LOO + PLnP; *Aguenaou*, *Aimel*, and *Chemlal* showed medium contents of OOO and PLO + SLL, a high content of POO, and a low content of LOO + PLnP. More broadly, on the basis of all TAG, *Sigoise* has the highest percentages of TAG with steraoyl moiety and the lowest percentage of TAG with palmitoyl moiety; the samples from the *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* group have larger amounts of TAG with linoleoyl moiety that distinguishes them from others.

As the chromatographic separation of the TAG has shown some co-elutions, the determination of fatty acid composition is required.

Fatty Acid Compositions

Fatty acid composition has always had a great importance in the characterization and the authentication of olive oils and the detection of adulteration (Ollivier et al., 2003; Pinatel et al., 2014). Fourteen fatty acids were identified and quantified for the 127 Algerian VOO

samples by gas chromatography of their methyl esters. Table 3 shows for each variety, the mean, minimum, and maximum percentages of each fatty acid. All samples showed that fatty acid levels conform to the IOC standard (International Olive Council, 2015b) except for *Bouichret* cultivar samples with rather high content of 17:1 ω 8 ($\geq 0.3\%$).

As all VOO, the 127 samples contain five main fatty acids: 16:0, 18:0, 18:1 ω 9, 18:1 ω 7, and 18:2 ω 6. The others are considered as minor fatty acids (<1%). Usually, the global content of 18:1 and 16:1 fatty acids is evaluated without distinction between the both structural isomers. However, minor fatty acids, 16:1 ω 9 and 16:1 ω 7 are two important criteria for distinction among cultivars (Pinatel et al., 2014). They vary markedly with variety.

SFA values are correlated with palmitic and stearic acids. *Aberkane*, *Bouchouk Guergour*, and *Sigoise* present the lower percentages of SFA (15.53–16.85%). The other cultivars have SFA percentages higher than 18%. MUFA values are correlated mainly with oleic acid. *Aberkane* and *Sigoise* VOO present the highest (74.47% and 72.59%, respectively) mean percentages in MUFA because of high content of 18:1 ω 9 fatty acid (68.88–72.38% and 69.76–72.01%, respectively) and *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* VOO, the lowest (62.87%, 64.81%, and 64.45%, respectively) because of their low percentages of 18:1 ω 9 fatty acid. The lowest mean PUFA percentages were observed for *Aimel*, *Aguenaou*, and *Aberkane* varieties (8.55%, 9.71%, and 9.90%, respectively) because of their lowest percentages of 18:2 ω 6 fatty acid (<10%). The other cultivars showed intermediate (*Chemlal* and *Sigoise*) or high PUFA percentages (*Bouichret*, *Aharoun*, and *Bouchouk Guergour*) strongly depending on values of 18:2 ω 6 fatty acid because their percentages of 18:3 ω 3 fatty acid are always lower than 1%. OFA characterizes the oil contents in odd fatty acids (17:0 and 17:1 ω 8 fatty acids). *Bouichret* has the highest OFA (0.64%); *Bouchouk Guergour* (0.44%), *Aberkane* (0.36%), *Aharoun* (0.34%), and *Aguenaou* (0.32%) have OFA intermediate values while those of *Chemlal* (0.12%), *Aimel* (0.11%), and *Sigoise* (0.11%) indicate low levels of odd fatty acids.

Some fatty acids are indicators of a variety or group of varieties. Thus, mean percentages of 16:0 fatty acid are the highest for *Aimel* and *Chemlal* (17.51% and 17.56%, respectively), intermediate for *Aberkane*, *Aguenaou*, *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* (12.34–15.82%) and the lowest for *Sigoise* (10.31%). *Aguenaou* (4.74%), *Aimel* (4.94%), and *Chemlal* (6.06%) have high mean percentages of ω 7 fatty acids (16:1 ω 7 + 18:1 ω 7). For these varieties, the mean percentage of 18:1 ω 7 fatty acid is higher than 18:0 fatty acid. *Sigoise* oil has the highest mean percentages of 18:0 (4.43%) and 20:0 (0.58%) fatty acids.

Table 1 Agronomic characters and physicochemical characteristics of eight Algerian olive oil varieties

n	Aberkane 16			Aguenau 16			Aharoun 16			Aimel 16			Bouchouk Guergour 16			Bouchret 16			Chemlal 16			Sigoise 15		
	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
MI ^a	2.62	0.90	5.89	2.57	0.98	4.45	2.40	1.41	3.33	2.52	0.90	4.48	2.71	0.90	4.78	3.83	3.11	4.45	3.03	2.20	3.85	2.13	1.09	3.42
Olive weight (g)	4.79	3.98	5.89	4.65	3.25	6.78	2.74	1.85	3.82	1.34	0.93	1.87	3.95	3.08	5.69	2.53	1.10	3.80	2.83	1.78	4.03	2.23	0.88	3.78
Total oil content (%)	25.32	18.87	33.14	15.68	11.76	21.18	20.14	15.34	24.98	18.78	15.84	22.76	23.37	17.34	36.87	15.42	9.10	20.36	26.79	18.98	28.20	21.73	16.03	24.89
Oil-free dry matter (%)	27.30	23.54	33.13	43.71	40.49	48.19	27.80	35.46	47.34	25.92	23.55	29.32	24.56	24.25	27.48	27.26	26.12	28.56	26.79	18.98	28.20	28.52	27.03	29.27
Moisture (%)	47.38	42.89	51.08	51.81	59.51	56.29	52.06	47.18	57.03	55.31	52.46	57.46	42.56	38.74	55.52	57.32	52.20	64.37	56.09	49.75	60.52	49.75	45.99	55.74
Biological yield	0.95	0.58	1.38	0.57	0.39	0.81	0.72	0.55	0.90	0.73	0.54	0.96	0.91	0.64	1.51	0.56	0.34	0.75	0.65	0.44	1.08	0.76	0.57	0.92
A ^b	0.24	0.18	0.28	0.32	0.20	0.43	0.17	0.10	0.25	0.29	0.19	0.44	0.31	0.18	0.44	0.47	0.39	0.55	0.43	0.37	0.52	0.23	0.18	0.32
K ₂₃₂ ^c	1.18	0.76	1.63	1.13	0.84	1.36	1.19	1.00	1.36	1.25	1.04	1.43	1.20	1.04	1.53	1.18	0.96	1.42	1.27	1.00	1.54	1.19	1.01	1.34
K ₂₇₀ ^c	0.10	0.06	0.15	0.12	0.08	0.15	0.11	0.09	0.16	0.10	0.09	0.16	0.12	0.08	0.15	0.11	0.09	0.15	0.10	0.08	0.13	0.11	0.09	0.14
PV ^d	8.79	6.32	10.43	7.15	5.84	8.62	6.70	5.32	7.96	6.91	5.12	8.97	5.42	4.21	6.51	4.63	3.28	5.84	6.05	4.88	7.83	6.25	5.24	7.72

Crops: 2015–2016.

^a Maturity Index.

^b Acidity.

^c Specific extinction coefficient at 232 and 270 nm.

^d Peroxide value.

Table 2 Triacylglycerols (%) of eight Algerian olive oil varieties

<i>n</i>	Aberkane 16			Agueanaou 16			Aharoun 16			Aimel 16			Bouchouk Guergour 16			Bouichret 16			Chemlal 16			Sigoise 15		
	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
LLL	0.07	0.05	0.10	0.07	0.04	0.19	0.61	0.48	0.94	0.06	0.02	0.14	0.66	0.42	0.91	0.51	0.47	0.55	0.15	0.10	0.19	0.19	0.15	0.21
PLLn	0.26	0.17	0.39	0.25	0.17	0.39	0.45	0.36	0.57	0.17	0.11	0.25	0.65	0.50	0.84	0.45	0.38	0.55	0.27	0.20	0.33	0.28	0.24	0.36
OLLn + PoLL	0.07	0.06	0.09	0.08	0.06	0.13	0.12	0.10	0.16	0.05	0.04	0.07	0.18	0.15	0.24	0.15	0.13	0.16	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06
OLL	1.96	1.63	2.28	1.83	1.20	2.89	6.41	5.84	7.38	1.47	0.88	2.28	6.41	5.11	7.33	5.60	5.52	5.67	2.91	2.46	3.24	3.20	2.93	3.37
OOLn	1.77	1.68	1.87	1.85	1.75	2.24	1.50	1.21	1.74	1.43	1.28	1.64	1.71	1.60	1.76	1.49	1.33	1.63	1.97	1.81	2.09	1.26	1.15	1.62
PLL	0.55	0.47	0.65	0.82	0.59	1.15	2.31	1.76	2.92	0.71	0.35	1.10	2.06	1.69	2.45	2.12	2.06	2.16	1.46	1.19	1.65	0.76	0.68	0.82
POLn	0.83	0.65	1.05	1.06	0.94	1.44	0.85	0.65	1.03	0.86	0.76	1.03	0.98	0.92	1.07	0.99	0.88	1.09	1.08	0.97	1.20	0.46	0.42	0.56
LOO + PLnP	14.55	12.49	15.73	12.30	10.19	15.44	18.25	17.97	18.60	9.87	8.15	11.46	21.05	19.79	22.66	18.40	18.22	18.58	13.15	12.81	13.54	17.32	17.07	17.57
PoOO	1.29	1.09	1.54	2.81	2.30	3.20	1.81	1.70	1.93	3.09	2.55	3.30	1.18	1.07	1.32	1.39	1.33	1.56	3.02	2.90	3.14	1.08	1.03	1.17
PLO + SLL	6.20	5.95	6.65	7.31	6.06	8.79	11.45	10.83	12.14	6.99	5.47	8.29	10.73	10.25	11.18	10.88	10.50	11.18	9.02	8.43	9.42	6.24	5.73	6.47
PoOP	0.66	0.56	0.77	1.42	1.04	1.81	0.83	0.72	0.95	1.59	1.29	1.77	0.44	0.38	0.52	0.71	0.61	0.80	1.69	1.55	1.79	0.20	0.18	0.22
PLP	0.48	0.42	0.56	0.72	0.55	0.91	1.62	1.43	1.84	0.85	0.61	1.14	1.13	1.02	1.24	1.24	1.16	1.31	1.25	1.11	1.36	0.47	0.40	0.51
OOO	38.91	36.54	40.94	32.20	28.32	35.22	22.91	20.76	24.30	30.80	28.23	34.53	25.12	23.58	27.32	24.23	23.78	24.76	27.57	26.39	29.22	37.27	36.10	40.67
SOL	1.05	0.46	1.20	0.65	0.37	0.95	1.30	1.01	1.61	0.57	0.38	0.76	1.56	1.18	1.87	1.60	1.24	1.82	0.59	0.41	0.69	2.48	2.06	2.69
POO	21.37	19.69	24.35	25.70	22.98	27.30	19.80	19.26	20.41	28.37	26.92	29.91	17.91	16.44	19.42	20.03	19.39	20.48	25.55	24.89	26.20	17.71	16.98	18.16
POP	3.89	3.39	4.69	5.38	4.61	6.03	4.84	4.60	5.07	6.66	6.33	7.18	3.75	3.29	4.15	4.55	4.37	4.74	6.16	6.09	6.26	2.63	2.41	2.78
SOO	4.45	4.23	4.72	3.73	3.23	4.20	3.15	2.82	3.59	4.09	3.67	4.78	2.95	2.72	3.10	3.72	3.59	3.93	2.64	2.55	2.79	6.16	5.09	6.59
POS	1.08	0.94	1.30	1.33	1.05	1.46	1.31	1.22	1.44	1.69	1.63	1.79	1.07	0.94	1.21	1.38	1.26	1.46	1.03	0.98	1.11	1.48	1.04	1.69
POA	0.56	0.51	0.65	0.52	0.46	0.59	0.47	0.41	0.52	0.68	0.59	0.81	0.47	0.44	0.51	0.56	0.52	0.61	0.43	0.40	0.46	0.75	0.55	0.84

Table 3 Fatty acids (%), squalene (g kg^{-1}), and tocopherols (mg kg^{-1}) of eight Algerian olive oil varieties.

n	Aberkane 16			Agueaou 16			Aharoun 16			Aimel 16			Bouchouk Guergour 16			Bouchret 16			Chemlal 16			Sigoise 15		
	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max
16:0	12.34	11.10	14.42	15.73	13.91	17.22	15.82	15.21	16.55	17.51	16.78	17.94	13.81	13.39	14.18	14.84	14.27	15.18	17.56	17.18	17.79	10.31	9.68	10.56
16:1 ^{o9}	0.17	0.13	0.21	0.09	0.06	0.15	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.10	0.14	0.12	0.15	0.12	0.10	0.14	0.07	0.07	0.08	0.11	0.09	0.14
16:1 ^{o7}	0.74	0.60	0.85	1.69	1.01	2.21	1.34	1.18	1.47	2.02	1.54	2.29	0.70	0.65	0.76	0.86	0.82	0.98	2.37	2.20	2.52	0.42	0.40	0.46
$\Sigma 16:1$	0.91	0.73	1.06	1.78	1.07	2.36	1.42	1.25	1.56	2.10	1.61	2.39	0.84	0.77	0.91	0.98	0.92	1.12	2.44	2.27	2.60	0.53	0.49	0.60
17:0	0.13	0.12	0.16	0.10	0.03	0.12	0.14	0.12	0.15	0.04	0.04	0.05	0.16	0.15	0.17	0.26	0.21	0.34	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
17:1 ^{o8}	0.22	0.20	0.25	0.19	0.05	0.23	0.21	0.17	0.23	0.07	0.06	0.08	0.27	0.24	0.29	0.36	0.30	0.46	0.08	0.08	0.09	0.06	0.05	0.06
18:0	2.74	2.51	2.94	2.39	1.69	2.73	2.71	2.51	3.07	2.77	2.64	2.96	2.58	2.43	2.76	3.05	2.90	3.10	1.92	1.88	1.97	4.43	3.72	4.69
18:1 ^{o9}	70.94	68.88	72.38	65.66	63.93	68.16	58.82	56.93	60.31	65.30	62.74	68.13	61.58	60.31	63.46	60.77	60.48	61.29	61.76	60.71	63.14	70.39	69.76	72.01
18:1 ^{o7}	2.01	1.68	2.27	3.05	2.82	3.57	2.23	1.93	2.42	2.92	2.66	3.04	2.25	2.14	2.34	1.99	1.90	2.08	3.69	3.58	3.78	1.35	1.28	1.60
$\Sigma 18:1$	72.95	70.56	74.65	68.71	66.75	71.73	61.05	58.86	62.73	68.85	65.40	71.17	63.83	62.45	65.80	62.76	62.38	63.37	65.45	64.29	66.92	71.74	71.04	73.61
18:2 ^{o6}	9.13	8.29	9.81	9.59	7.21	15.09	17.23	16.45	18.43	7.70	5.92	10.07	16.66	15.32	17.74	16.14	15.95	16.31	11.15	10.36	11.84	11.32	10.74	11.67
18:3 ^{o3}	0.84	0.76	0.95	0.76	0.62	0.96	0.56	0.51	0.62	0.62	0.54	0.82	0.84	0.78	0.89	0.67	0.59	0.77	0.58	0.53	0.64	0.57	0.52	0.72
20:0	0.41	0.37	0.48	0.39	0.32	0.43	0.46	0.42	0.49	0.51	0.47	0.57	0.47	0.45	0.50	0.50	0.45	0.52	0.36	0.33	0.38	0.58	0.42	0.64
20:1 ^{o9}	0.27	0.26	0.28	0.23	0.18	0.28	0.24	0.23	0.25	0.25	0.22	0.28	0.33	0.32	0.35	0.27	0.26	0.29	0.26	0.24	0.28	0.26	0.25	0.28
22:0	0.09	0.08	0.12	0.09	0.07	0.11	0.13	0.10	0.14	0.15	0.13	0.17	0.13	0.12	0.14	0.12	0.10	0.14	0.12	0.10	0.13	0.13	0.09	0.14
24:0	0.05	0.03	0.07	0.04	0.02	0.07	0.03	0.01	0.15	0.06	0.03	0.07	0.07	0.05	0.08	0.04	0.01	0.15	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.04
Squalene	3.75	2.61	5.21	6.77	4.94	7.64	3.83	2.77	4.14	9.72	8.07	11.46	7.31	6.02	8.87	2.45	0.964	3.31	3.58	3.12	4.12	9.07	6.53	10.05
SFA ^a	15.64	14.42	17.48	18.91	17.41	19.83	19.34	19.08	19.86	21.03	20.58	21.51	16.85	16.13	17.69	18.75	18.35	19.14	20.05	19.74	20.26	15.53	13.99	16.04
MUFA ^b	74.47	73.17	75.48	71.38	69.01	73.17	62.87	61.17	63.89	70.42	68.38	72.77	64.81	63.35	66.42	64.45	64.02	64.88	68.15	67.37	69.35	72.59	71.88	74.55
PUFA ^c	9.90	9.20	10.47	9.71	7.97	11.75	17.79	17.02	18.97	8.55	6.64	10.63	18.34	16.43	19.87	16.8	16.69	16.90	11.80	10.90	12.37	11.88	11.45	12.21
OFA ^d	0.36	0.32	0.41	0.32	0.24	0.35	0.34	0.30	0.38	0.11	0.10	0.13	0.44	0.40	0.46	0.64	0.51	0.80	0.12	0.12	0.13	0.11	0.10	0.11
αT^e	271	214	375	179	128	244	170	155	203	170	124	275	230	181	260	184	131	248	211	165	252	146	130	174
βT^f	5	4	6	3	2	5	3	2	3	3	2	5	3	2	3	4	3	5	4	3	4	2	1	3
γT^g	10	6	12	9	6	12	13	10	17	4	3	10	16	3	22	8	7	10	9	4	12	6	2	21
ΣT^h	286	224	393	191	136	261	186	167	223	177	160	218	249	186	285	196	141	263	224	172	268	154	133	198

^a Saturated fatty acids.^b Mono-unsaturated fatty acids.^c Poly-unsaturated fatty acids.^d Odd fatty acids.^e Alpha tocopherol.^f Beta tocopherol.^g Gamma tocopherol.^h Total tocopherol.

In literature, the few available data about Algerian VOO are not in sufficient detail regarding the individual quantification of the fatty acids. Thus, they do not allow comparisons with the results of this study.

Influence of Ripening on TAG and Fatty Acid Compositions

The most relevant variables affected by ripening are OOO, OLL, LOO, and POO TAG and 18:1 ω 9, 18:2 ω 6, and 16:0 fatty acids. PLnP is co-eluted with LOO but its content is very low due to low content of Ln. A scatter plot of each TAG vs. its constitutive fatty acids according to MI of samples provides the direction of variable variation for each variety (Fig. 1). As expected, these variables are correlated. According to ripening (indicated by MI number on scatter plots), OOO increases for *Aberkane*, *Bouichret*, and *Sigoise* as 18:1 ω 9 while both these variables decrease for *Aguentaou*, *Aharoun*, *Aimel*, *Bouchouk Guergour*, and *Chemlal* (Fig. 1 a). OLL and LOO remain almost constant for *Bouichret* and *Sigoise* and increase for the other varieties (Fig. 1 b–e). These variations result from the increase of 18:2 ω 6 attenuated by the more or less significant decrease of 18:1 ω 9. POO decreases for all varieties; this results from the decrease of either 16:0 or 18:1 ω 9 or both (Fig. 1 f–g). These results show that the variation of the TAG and fatty acid compositions according to ripening depends on the variety.

Morphotypes

It is difficult, from Tables 2 and 3, to assess to the similarities and differences between oil varieties. Therefore, TAG and fatty acid morphotypes (Fig. 2 and Fig. 3), that allow the visual establishment of characteristics for oil varieties (Pinatel et al., 2014) have been established for the eight Algerian varieties studied in this work. *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* show similar TAG morphotypes (Fig. 2) with high proportions of LLL, OLnL, PLnL, and LOL. On the other hand, *Aguentaou* and *Aimel* morphotypes show high values of POP, POO, and SOP. The three other cultivars show very different TAG morphotypes that allow easy characterization. Each cultivar shows typical fatty acid morphotypes (Fig. 3). For example, that of *Bouchouk* has a spreading shape, whereas that of *Sigoise* is very tight and very different from all the others. Thus, the use of fatty acid morphotypes is more relevant when one wants to carry out varietal traceability.

Squalene Content

Squalene (2,6,10,15,19,23-hexamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene), a triterpenoid hydrocarbon, is the main compound of the unsaponifiable matter of the VOO and represents over 90% of the hydrocarbon fraction. Squalene

is a natural antioxidant that contributes to olive oil stability under light exposure (Boskou, Blekas, & Tsimidou, 2006). As shown in Table 3, *Aimel* and *Sigoise* cultivars have the highest mean quantities of squalene (9.72 and 9.07 g kg⁻¹, respectively) while the lowest squalene contents are observed for *Bouichret* and *Chemlal* cultivars (2.45 and 3.58 g kg⁻¹, respectively). These results cannot be confirmed by the literature because there was no other study on squalene content in Algerian olive oils. However, the values obtained are in the range of squalene contents described in olive oils, ie 0.2 to 12 g kg⁻¹ (Boskou et al., 2006).

For all varieties studied, the trend lines of the squalene content in oils indicate a decrease depending on the ripening index; this agrees with results for 11 Italian varieties (De Leonardi, Maccioma, & De Felice, 1998) and for two main Tunisian varieties (*Chemlali* and *Chétouï*) (Baccouri et al., 2008). However, the decrease of the squalene content as a function of MI is not similar for all varieties and it is lower for *Aharoun* and *Bouichret* than other varieties. Squalene is the biosynthetic precursor of the triterpenic pathway (triterpenic alcohols, methyl sterols, and sterols). The increase of phytosteroid content explains the decrease of squalene content with ripening (Sakouhi, Herchi, Sbei, Absalon, & Boukhchina, 2011).

Tocopherol Contents

Tocopherols, only synthesized by photosynthetic organisms, are important compounds in VOO because they exert an antioxidant action (DellaPenna & Pogson, 2006). Three tocopherol isomers were detected and quantified in the oil samples, α -tocopherol, β -tocopherol, and γ -tocopherol; δ -tocopherol was not detected in these oil samples. This result confirms the absence of δ -tocopherol detectable indicated in a recent work of Tunisian VOO (Laroussi-Mezghani et al., 2016).

Table 3 presents the results for all samples from the eight cultivars. As expected, in all the analyzed samples, α -tocopherol is the main isomer probably because it is the main final product of the biosynthetic pathway of tocopherols (DellaPenna & Pogson, 2006). As was also observed by Beltrán et al. (2010) in VOO from around 30 olive cultivars grown in the World Olive Germplasm Bank of Córdoba, Spain, the variety seems to be a source of variability for the total tocopherols. For all studied varieties, the β -tocopherol content is always smaller than the γ -tocopherol content.

The highest average content of total tocopherols was observed in *Aberkane* (286 mg kg⁻¹) followed by *Bouchouk Guergour* (249 mg kg⁻¹), and *Chemlal* oils (224 mg kg⁻¹). *Aguentaou*, *Aharoun*, and *Bouichret* showed almost the same average content of total tocopherols (around 190 mg kg⁻¹). The lowest total tocopherol contents were measured in *Aimel* and *Sigoise* (177 and 154 mg kg⁻¹, respectively). However, the low antioxidant action induced

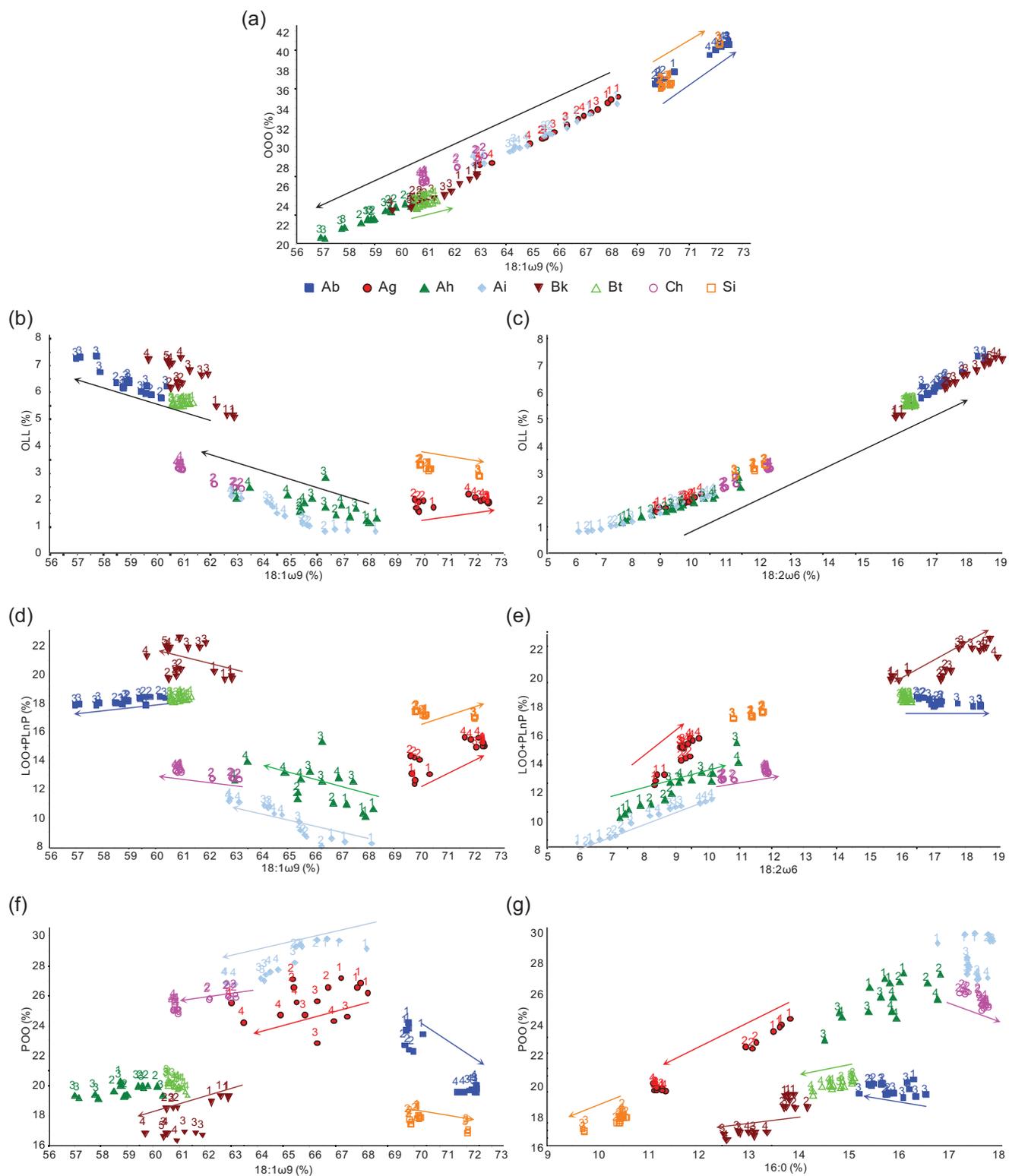


Fig. 1 Scatter plots of (a) OOO vs. 18:1ω9, (b) OLL vs. 18:1ω9, (c) OLL vs. 18:2ω6, (d) LOO + PLnP vs. 18:1ω9, (e) LOO + PLnP vs. 18:2ω6, (f) POO vs. 18:1ω9 and (g) POO vs. 16:0. Number on plots corresponds to maturity index (MI); Ab: *Aberkane*; Ag: *Aguenaou*; Ah: *Aharouj*; Ai: *Aimel*; Bk: *Bouchouk Guergour*; Bt: *Bouichrer*; Ch: *Chemlal*; Si: *Sigoise*

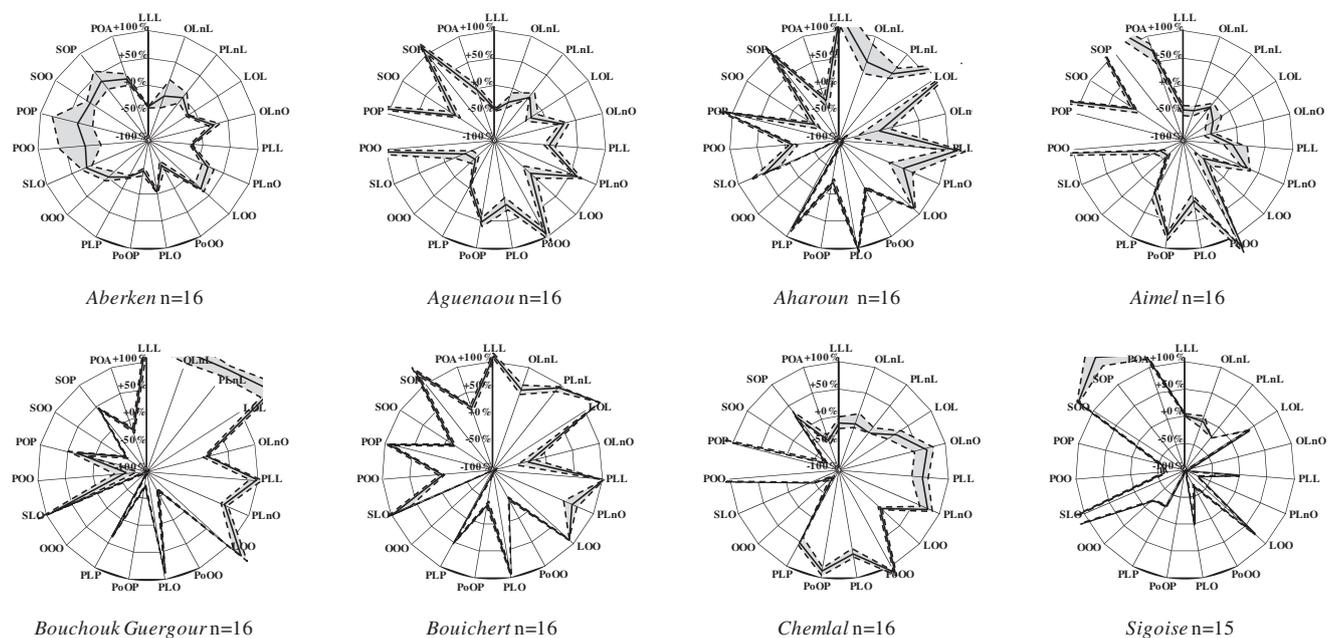


Fig. 2 “Morphotypes” from triacylglycerols of eight Algerian virgin olive oil varieties

should be offset by the squalene, which exhibits the highest levels for these two cultivars.

α -Tocopherol mean levels varied from 146 (*Sigoise*) and 271 mg kg⁻¹ (*Aberkane*). The β - and γ -tocopherol mean ranges were between 2 mg kg⁻¹ (*Sigoise*) and 5 mg kg⁻¹ (*Aberkane*), and 4 mg kg⁻¹ (*Aimel*) and 16 mg kg⁻¹ (*Bouchouk Guergour*). These results are consistent with those found by Douzane et al. (2012) for the α -tocopherol content of two *Chemlal* samples (\approx 189.86 and 180.02 mg kg⁻¹). Lincer et al. (2016) have determined the α -tocopherol content of oils from 19 Algerian VOO varieties. Contents found for one sample from four varieties (*Aberkane* [220.2 mg kg⁻¹], *Aimel* [252.2 mg kg⁻¹], *Bouchouk Gergour* [233.9 mg kg⁻¹], and *Bouichret* [207.5 mg kg⁻¹]) are into the variation range of results reported in Table 3. On the other hand, the α -tocopherol content of two of the three *Chemlal* samples (204.8, 263.9 and 317.4 mg kg⁻¹) and the *Sigoise* sample (384.9 mg kg⁻¹) is higher than the maximum found in this study.

The variation of total tocopherols is that of α -tocopherol because it is the main isomer among the three tocopherols. *Aberkane*, *Aguentaou*, and *Aimel* show a decrease of the α -tocopherol content according to MI. *Chemlal* has a very low decrease while *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, *Bouichret*, and *Sigoise* show a slight increase. Literature data show different behaviors depending on the varieties. α -Tocopherol content of *Cornicabra* varied slightly during ripeness and a clear trend for this variety is not clear (Salvador, Aranda, & Fregapane, 2001). α -Tocopherol decreased with ripening for

Cobrançosa, *Madural*, and *Verdeal Transmontana* (Matos et al., 2007). α -Tocopherol content in *Chemlal* remained practically constant until MI 3.5 and then decreased in the last stages. For *Chetoui* samples obtained in a rain-fed system, the levels of α -tocopherol do not evidence a univocal trend during olive ripening (Baccouri et al., 2008). Therefore, there is no general trend that reflects the variation of the α -tocopherol content according to ripening depending on the variety.

Exploratory Data Analysis by PCA

As a large quantity of variables has been obtained on each sample (percentages of 19 TAG and 14 fatty acids and concentrations of squalene and three tocopherols), it is not easy to obtain insights into how these measured variables result in some samples being similar, or how some samples differ from each other. Several PCA using TAG percentages and fatty acid percentages as variables, alone or associated together, with or without squalene concentration and/or tocopherol concentrations, have highlighted some sample groups. Figure 4 shows the results of PCA performed using the TAG, fatty acids and squalene together. This PCA provides the best distinction between the samples with respect to their varietal origin. It turns out that adding tocopherol variables does not improve the segregation of samples.

The score plot PC1/PC2 (Fig. 4 a) (69% of the total variance of the original data set explained and, respectively, 12.58 and 10.88 as eigenvalues) shows three large groups of samples: *Aharoun*, *Bouchouk Guergour*, and *Bouichret* on

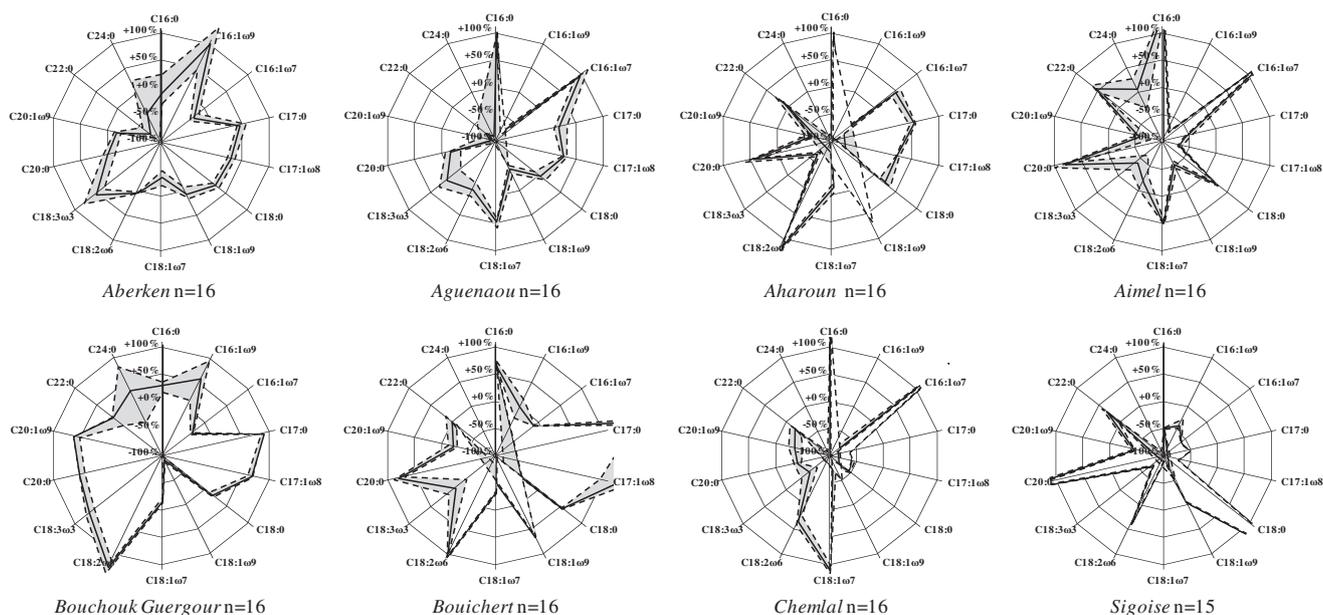


Fig. 3 “Morphotypes” from fatty acids of eight Algerian virgin olive oil varieties

the lower-right quadrant, *Aguentaou*, *Aimel*, and *Chemlal* on the lower-left part and *Aberkane* and *Sigoise* on the upper part. The first group is distinguishable by OLL, LLL, PLLn,

LOO, and 18:2ω6 also projected on the lower-right quadrant of the loadings plot (Fig. 4 b). *Aguentaou*, *Aimel*, and *Chemlal* are correlated with POO, PoOO, PoOP, POP, 18:1ω7,

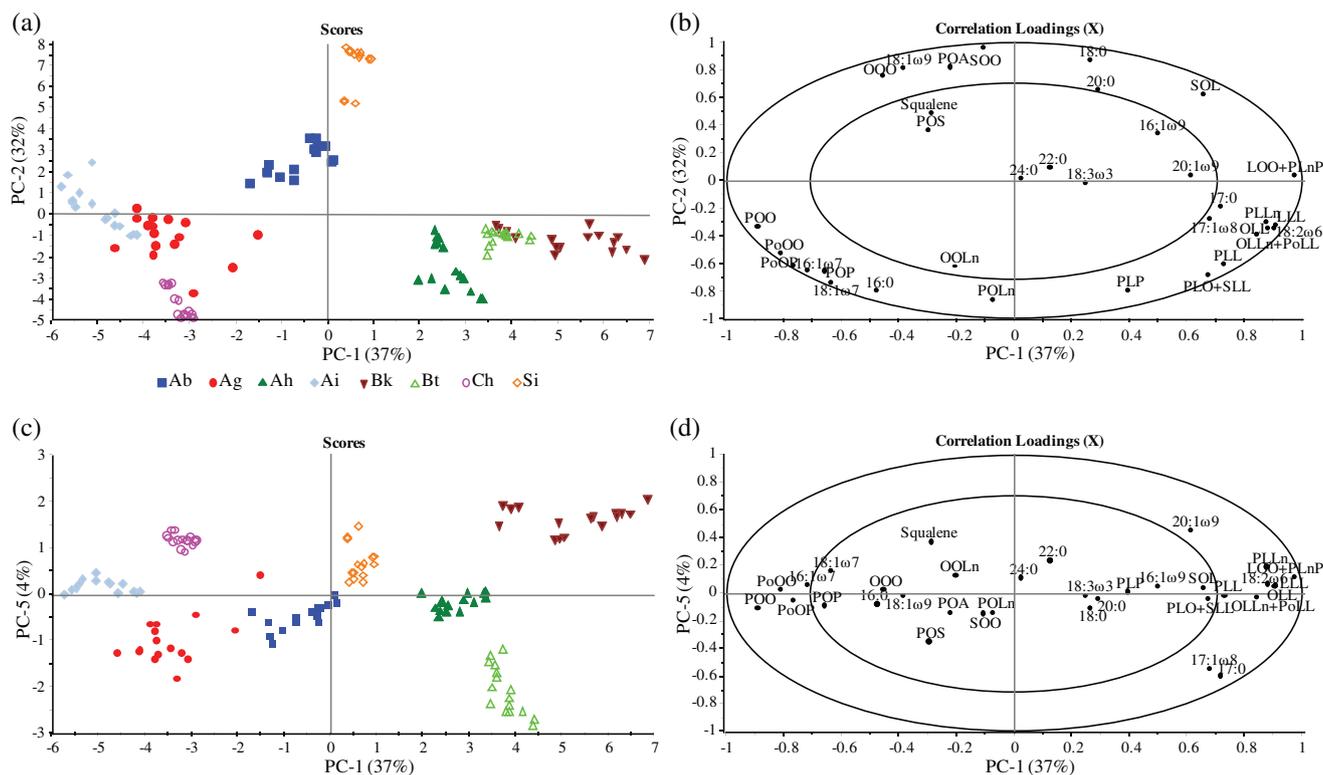


Fig. 4 Score plots (a, c) and loading plots (b, d) of principal component analysis performed on triacylglycerol and fatty acid percentages and squalene content.

Ab: *Aberkane*; Ag: *Aguentaou*; Ah: *Aharoun*; Ai: *Aimel*; Bk: *Bouchouk Guergour*; Bt: *Bouichret*; Ch: *Chemlal*; Si: *Sigoise*

Table 4 Percentages of correct classifications (%CC) of the eight varietal models for three SIMCA classifications with triacylglycerol and fatty acid percentages and squalene content

Models	Ab	Ag	Ah	Ai	Bk	Bt	Ch	Si	$N_{\text{cal. set}}$	$N_{\text{test set}}$	N_c
#1	97.7	97.7	100.0	95.3	100.0	97.7	100.0	100.0	84	43	38
#2	100.0	100.0	97.6	100.0	95.2	97.6	100.0	100.0	85	42	38
#3	100.0	97.6	97.6	100.0	97.6	95.2	95.2	97.6	85	42	34
Mean	99.2	98.4	98.4	98.4	97.6	96.8	98.4	99.2			

Ab: *Aberkane*; Ag: *Aguenaou*; Ah: *Aharoun*; Ai: *Aimel*; Bk: *Bouchouk Guergour*; Bt: *Bouichret*; Ch: *Chemlal*; Si: *Sigoise*; $N_{\text{cal. set}}$: number of samples in the calibration set; $N_{\text{test set}}$: number of samples in the test set; N_c : number of samples correctly assigned.

16:1 ω 7, and 16:0 projected on the lower-left part of the loadings plot. *Aberkane* and *Sigoise* are distinct from the others on the basis of SOO, POA, OOO, 18:0, and 18:1 ω 9.

PC3 and PC4 also have eigenvalues higher than 1 but as discrimination on this plot is not clear, it is not presented. However, PC3 distinguish the *Aimel* group from the others on the basis of their composition of POS. The score plot PC1/PC5 (Fig. 4 c) (41% of the total variance explained and, respectively, 12.58 and 1.36 as eigenvalues) shows a complete segregation of all except three *Aguenaou* samples into eight groups with respect of their varietal origin. *Bouichret* group is differentiated from others with 17:0 and 17:1 ω 8, *Aimel* group with POO, and *Chemlal* with 18:1 ω 7 on loadings plot PC1/PC5 (Fig. 4 d).

Varietal Origin Classification by SIMCA

As the PCA with the complete data exhibits a tendency of the samples to cluster with respect to their varietal origin, it has been conceivable to constitute the individual PCA models based on the calibration sets for each variety, which then have formed the basis for the SIMCA classification.

As the number of samples was low, three SIMCA classifications were performed to obtain an idea of the change in the prediction when the composition of the calibration set and the test set is changed. For each SIMCA classification, a calibration set was formed with two-thirds of the samples from the eight varieties randomly selected for disjoint PCA. The associated test set was formed with samples not used in the calibration set. Mean centering was applied before modeling. The Fisher criterion value was set to 5%. Table 4 gives the percentage of correct classification (%CC) of the three different test sets from three different calibration sets for the eight varieties. No sample was recognized as belonging to a variety that is not its own, but four to eight samples were not recognized by any of the eight varietal models (false negative). The best results were obtained with the second SIMCA classification, with 38 vs. 42 samples well predicted. The mean %CC varied from 96.8 to 99.2%. These results are not unexpected: The models that lead to better prediction were those of the varieties that best distinguished using the PCA (*Aberkane* and

Sigoise), and the one that gave the worst predictions is that of the most difficult variety to differentiate (*Bouichret*).

Conclusions

The chemical compositions of TAG, fatty acids and squalene from eight Algerian varieties of olive oils aid in discriminating and enable varietal traceability of these oils. The composition of tocopherols is weakly discriminating. A visual representation of the TAG and fatty acid compositions (morphotypes) makes it possible to easily characterize the different varieties. A PCA, based on the compositions of TAGs, fatty acids, and squalene on several main components, distinguishes the groups in accordance with the varieties. The minor fatty acids and squalene that are rarely taken into account individually in published studies strongly participate in the differentiation of varieties. The classification by a supervised chemometric method (SIMCA) provides percentages of correct classification higher than 96% for all varieties. The approach carried out in this study can be used for the authentication of Algerian VOO.

References

- Baccouri, O., Guerfel, M., Baccouri, B., Cerretani, L., Bendini, A., Lercker, G., ... Daoud Ben Miled, D. (2008) Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, **109**:743–754.
- Bakhouche, A., Lozano-Sánchez, J., Bengana, M., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2015) Time course of Algerian Azeradj extra-virgin olive oil quality during olive ripening. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **117**:389–397.
- 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.
- Boskou, D., Blekas, G., & Tsimidou, M. (2006) In D. Boskou (Ed.), *Olive oil chemistry and technology* (2nd ed.). Champaign, IL: AOCS Press.
- Bouarroudj, K., Tamendjari, A., & Larbat, R. (2016) Quality, composition and antioxidant activity of Algerian wild olive (*Olea*

- europaea* L. subsp. *Oleaster*) oil. *Industrial Crops and Products*, **83**:484–491.
- De Leonardis, A., Maccioma, V., & De Felice, M. (1998) Rapid determination of squalene in virgin olive oils using gas-liquid chromatography. *Italian Journal of Food Science*, **10**:74–80.
- DellaPenna, D., & Pogson, B. J. (2006) Vitamin synthesis in plants: Tocopherols and carotenoids. *Annual Review of Plant Biology*, **57**:711–738.
- Douzane, M., Nouani, A., Dako, E., & Bellal, M. (2012) Influence of the variety, the crop year and the growing on the fatty acid and tocopherols composition of some Algerian virgin olive oils. *African Journal of Agricultural Research*, **7**:4738–4750.
- European Standard NF EN ISO 12966-2 (2011) *Animal and vegetable fats and oils—gas chromatography of fatty acid methyl esters part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids*. La Plaine Saint Denis, France: AFNOR.
- European standard NF EN ISO 9936 (2006) *Animal and vegetable fats and oils—determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography*. La Plaine Saint Denis, France: AFNOR.
- Hadjou, L., Lamani, O., & Cheriet, F. (2013) Labellisation des huiles d'olive algériennes : contrainte et opportunités du processus. *New Medit*, **2**:35–46.
- International Olive Council (2011) Guide for the determination of the characteristics of oil-olives COI/OH/doc. No. 1, November
- International Olive Council (2015a). <http://www.internationaloliveoil.org/>
- International Olive Council (2015b) Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. *IT.15/NC n° 3/Rev. 10* (November).
- International Union of Pure and Applied Chemistry (1987) *Determination of triglycerides in liquid vegetable oils in terms of their equivalent carbon number by high performance liquid chromatography. Method N° 2324. Standard methods of analyses of fats and derivatives*. Oxford, England: Blackwell.
- Jolliffe, I. T. (2002) *Principal component analysis* (2nd ed.). New York, NY: Springer.
- Laincer, F., Iaccarino, N., Amato, J., Pagano, B., Pagano, A., Tenore, G., ... Randazzo, A. (2016) Characterisation of monovarietal extra virgin olive oils from the province of Béjaïa (Algeria). *Food Research International*, **89**:1123–1133.
- 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**:1087–1099.
- 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 Chemistry*, **173**:122–132.
- Louadj, L., & Giuffrè, A. M. (2010) Analytical characteristics of olive oil produced with three different processes in Algeria. *Rivista Italiana Sostanze Grasse*, **87**:186–195.
- Matos, L. C., Cunha, S. C., Amaral, J. S., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Seabra, R. M., & Oliveira, B. P. P. (2007) Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry*, **102**:406–414.
- Mezghache, M., Henchiri, C., Martine, L., Berdeaux, O., Aouf, N., & Juaneda, P. (2010) Contribution à l'étude de la fraction insaponifiable de trois huiles d'olive issues des variétés Guasto, Rougette et Blanquette plantées dans l'est algérien. *OCL*, **17**:337–344.
- Moussaoui, R., Labbaci, W., Hemar, N., Youyou, A., & Amir, Y. (2008) Physico-chemical characteristics of oils extracted from three compartments of the olive fruit (pulp, endocarp and seed) of variety Chemlal cultivated in Kabylia (Algeria). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **6**:52–55.
- Moutier, N., Pinarel, C., Martre, A., Roger, J. P., Khadari, B., Burgevin, J. F., ... Artaud, J. (2004) *Identification et caractérisation des variétés d'olivier cultivées en France*. Turriers, France: Naturalia.
- Ollivier, D., Artaud, J., Pinatel, C., Durbec, J. P., & Guère, M. (2003) Triacylglycerol and fatty acid compositions of French virgin olive oils. Characterization by chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**:5723–5731.
- Ollivier, D., Artaud, J., Pinatel, C., Durbec, J. P., & Guère, M. (2006) Differentiation of French virgin olive oil RDOs by sensory characteristics, fatty acid and triacylglycerol compositions and chemometrics. *Food Chemistry*, **97**:382–393.
- ONFAA Bilan de la campagne oléicole 2015/2016 (2016) *Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires. « Segment huile d'olive »*. Alger, Algérie: Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, 02, Rue des frères Ouadek Hacène Badi El Harrach.
- Pinatel, C., Ollivier, D., Ollivier, V., & Artaud, J. (2014) New approach to the determination of the origin of olive oils: Morphograms and morphotypes (part II). *Olivae*, **119**:48–62.
- Sakouhi, F., Herchi, W., Sbei, K., Absalon, C., & Boukhchina, S. (2011) Characterisation and accumulation of squalene and n-alkanes in developing Tunisian *Olea europaea* L. fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, **46**:2281–2286.
- Salvador, M. D., Aranda, F., & Fregapane, G. (2001) Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, **73**:45–53.
- Wang, P., Sun, J., Zhang, T., & Liu, W. (2016) Vibrational spectroscopic approaches for the quality evaluation and authentication of virgin olive oil. *Applied Spectroscopy Reviews*, **51**:763–790.
- Wold, S., & Sjöström, M. (1977) *Kowalski BR SIMCA: A method for analyzing chemical data in terms of similarity and analogy*. Washington, DC: American Chemical Society.
- World Catalogue of Olive Varieties (2000) International Olive Council. 154 Principe de Vergara 28002, Madrid, Spain
- 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 Sciences*, **1**:153–157.

ملخص

لم تتوقف شعبة الزيتون في الجزائر عن التنمية منذ انطلاق المخطط الوطني للتنمية الريفية في سنة 2000 . إلى غاية يومنا هذا , بدأت تتوسع نحو الجنوب لتكتسح أراضي جديدة بعيدا عن منطقة القبائل المعروفة منذ القديم بهذه الشعبة . في منطقة القبائل الصغرى هناك أقاليم هشة و مهمشة تعتمد أساسا على مادة زيت الزيتون في معاشها اليومي . لكن مع تنامي شعبة زيت الزيتون في مزارع صناعية كبرى في الجنوب التي بإمكانها إنتاج منتوج ذو جودة و بأثمان زهيدة و هذا ما يؤدي إلى ترقية ثقافة المستهلك الذي يصبح يستهلك زيت الزيتون البكر الممتاز . وهذا ما يؤثر سلبا على شعبة زيت الزيتون في منطقة القبائل بل على كل مناطق الشمال المنتجة لزيت الزيتون رديئة الجودة . و على هذا يجب أخذ الحيطة والحذر من مغبة وفرة هذا المنتوج ورفع التحدي و إحداث تغييرات مفصلية من أجل إستحضار خصوصيات المنطقة التي من المحتمل أن توفر فرصا للتنمية المستدامة و الرفع من القيمة المضافة للمنتوج .

الكلمات الدالة: زيت الزيتون ، من طقة القبائل الصغيرة ، قطاع الزيتون ، التنمية المستدامة ، الجودة .

Résumé

La filière oléicole algérienne n'a cessé de se développer depuis le lancement du Plan National de Développement Rural en 2000. À ce jour, elle a commencé à s'étendre vers le sud pour acquérir des nouvelles terres en dehors de la zone de Kabylie connue depuis l'antiquité par cette filière. Dans la région de petite Kabylie, il existe des régions fragiles et marginalisées qui dépendent principalement de l'huile d'olive dans leur économie quotidienne. En revanche, la croissance de la filière d'huile d'olive dans les grandes exploitations industrielles dans le sud peut générer un produit de qualité et à bas prix et donc affecter le développement de la culture de consommation qui commence à consommer l'huile d'olive extra vierge. Et cela affecte négativement la filière oléicole non seulement dans la région de la Kabylie, mais aussi dans toutes les régions du nord productrices de l'huile d'olive de mauvaise qualité. Par conséquent, la disponibilité de ce produit doit faire l'objet de précautions, ce qui soulève le défi et entraîne des changements significatifs afin d'évoquer les spécificités de la région susceptibles d'offrir des opportunités de développement durable et d'augmentation de la valeur ajoutée du produit.

Mots clefs : huile d'olive, petite Kabylie, filière oléicole, développement durable, qualité.

Abstract:

The Algerian olive sector has been growing steadily since the launch of the National Rural Development Plan in 2000. To date, it has begun to extend to the south to acquire new land outside the area of Kabylie known since antiquity by this sector. In the region of small Kabylie, there are fragile and marginalized areas that depend mainly on olive oil in their daily economy. On the other hand, the growth of the olive oil sector in the large industrial farms in the south can generate a quality and low-cost product and thus affect the development of the consumption culture which begins to consume the extra virgin olive oil. The olive sector is negatively affected not only in the region of Kabylie, but also in all the northern regions producing low quality olive oil. As a result, the availability of this product must be cautious, which raises the challenge and brings about significant changes in order to evoke the specificities of the region likely to offer opportunities for sustainable development and increase the added value of the product.

Key words: olive oil, small Kabylie, olive sector, sustainable development, quality.