

## Étude de la variabilité physico-chimique de l'huile d'olive de différents cultivars introduits et un cultivar local

M. Douzane<sup>\*(1)</sup>, M.S. Daas<sup>1(1)</sup>, A. Ait Ouazou<sup>(2)</sup>, C. Anane<sup>(2)</sup>, S. Moussi<sup>(3)</sup>, A. Abdi<sup>(1)</sup>, F.I. Amrani<sup>(2)</sup>, Y. Kaidi<sup>(2)</sup>, S. Amrani<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA)

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université d'Alger1, Alger, 16004, Algérie

<sup>3</sup> Laboratoire « Amélioration intégrative des productions végétales » (AIPV), Département des Productions végétales, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Avenue Hassan Badi 16004, El Harrach, Algiers, Algeria

\* Auteur de correspondance : malikadouzane@yahoo.fr

---

Reçu : 27 juin 2022

Révisé : 5 octobre 2022

Accepté : 25 octobre 2022

---

**Résumé** : Cette étude est basée sur la comparaison de la qualité de quatre échantillons d'huile d'olive de cultivars introduits (*Verdale*, *Cornicabra*, *Picual* et *Arbequina*) avec un cultivar dominant du verger oléicole national (*Chemlal*) dans différentes régions d'Algérie respectivement : Abirdaira (Khemis Miliana), Chlef, Lamtar, et Benhar (Djelfa). Ces échantillons ont été prélevés auprès de deux producteurs durant la campagne oléicole 2020-2021. Les résultats de la caractérisation physico-chimique ont permis le classement des échantillons dans les catégories de l'huile d'olive vierge à vierge extra. L'influence de la région sur la composition chimique des huiles d'olive étudiées est mise en évidence par l'analyse en composante principale et en revanche, le cultivar *Picual* introduit dans la région de Lamtar a montré un potentiel prometteur, confirmé auparavant par une analyse sensorielle.

**Mots clés** : Huile d'olive, Cultivars introduits, *Chemlal*, Caractérisation physico-chimique et Analyse en Composante Principale (ACP).

**Summary** : This study is based on the comparison of the quality of four olive oil samples of introduced cultivars (*Verdale*, *Cornicabra*, *Picual*, and *Arbequina*) with a dominant cultivar of the national olive orchard (*Chemlal*) in different regions of Algeria respectively : Abirdaira (Khemis Miliana), Chlef, Lamtar, and Benhar (Djelfa). These samples were provided by two producers during the 2020-2021 olive growing season. The physicochemical characterization results allowed us to classify the samples in the categories of virgin to extra virgin olive oil. The principal component

analysis shows on the one hand the effect of the region on the chemical composition of the studied olive oils, and on the other hand, the *Picual* cultivar introduced in the Lamtar region showed a promising potential, previously confirmed by sensory analysis.

**Key words** : Olive oil, Introduced cultivars, *Chemlal*, Physicochemical characterization and Principal component analysis (PCA).

## INTRODUCTION

L'olivier (*Oleo europaea* L.) est largement cultivé pour la production d'huile et d'olives de table et revêt une importance économique considérable. Au cours de la maturité des olives, un certain nombre de changements physiques et chimiques se produisent, dont beaucoup sont importants pour la production d'olives et d'huile d'olive (Menz et Vriesekoop, 2010). L'huile d'olive est un véritable jus de fruit d'excellente qualité nutritionnelle, sensorielle et fonctionnelle. Il représente une source lipidique typique du régime alimentaire méditerranéen, dont la consommation a été associée à une faible incidence de maladies cardiovasculaires, de troubles neurologiques, de cancers du sein et du côlon, ainsi qu'à des propriétés hypolipidémiques et antioxydantes (Gimeno *et al.*, 2002).

L'Algérie, pays du bassin méditerranéen a un climat très favorable à la culture de l'olivier, mais se positionne largement après l'Espagne, l'Italie et la Tunisie qui sont de gros producteurs de l'huile d'olive dans le

monde (Rebour, 1948 : mise sur le site 2-03-2005).

La qualité d'une huile est l'ensemble de ses caractéristiques physico-chimiques et sensorielles permettant son classement dans les différentes catégories définies par la norme commerciale du Conseil Oléicole International (COI, 2001).

Les facteurs affectant la composition chimique de l'huile d'olive peuvent être regroupés en quatre groupes: environnementaux (sol, climat), agronomiques (irrigation, fertilisation), culturels (récolte, maturité) et technologiques (stockage post-récolte, système d'extraction et conditions de stockage de l'huile). Ces facteurs affectent non seulement la qualité physico-chimique, mais aussi les caractéristiques sensorielles et organoleptiques (Arslan *et al.*, 2013 ; Noorali *et al.*, 2014). De plus, la qualité de l'huile d'olive est liée au cultivar d'olive et ses localisations géographiques (Kiram et *al.*, 2012 ; Ellis et Gámbaro, 2018).

La seule méthode homologuée pour évaluer les attributs sensoriels des huiles d'olive est l'évaluation par un jury de goût officiel, suivant des protocoles

bien standardisés avec des panélistes hautement et en permanence formés, qui évaluent l'apparence, l'arôme, le goût, la texture et l'arrière-goût de l'huile (Monteleone et Langstaff, 2014).

Dans la présente étude quatre échantillons d'huile d'olive de quatre cultivars introduits et une huile d'olive d'un cultivar local ont été évalués du point de vue physicochimique et sensoriel.

L'objectif étant une comparaison entre l'huile d'olive du cultivar local *Chemlal* avec les huiles de cultivars introduits en l'occurrence, *Verdale*, *Cornicabra*, *Picual* et *Arbequina*, afin de déterminer parmi ces cinq types d'huile d'olives étudiées celles qui présentent les meilleurs caractéristiques physico-

chimiques et sensorielles (la plus performante), et de définir les facteurs influençant la composition chimique de l'huile d'olive et leur impact.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Matériel végétal

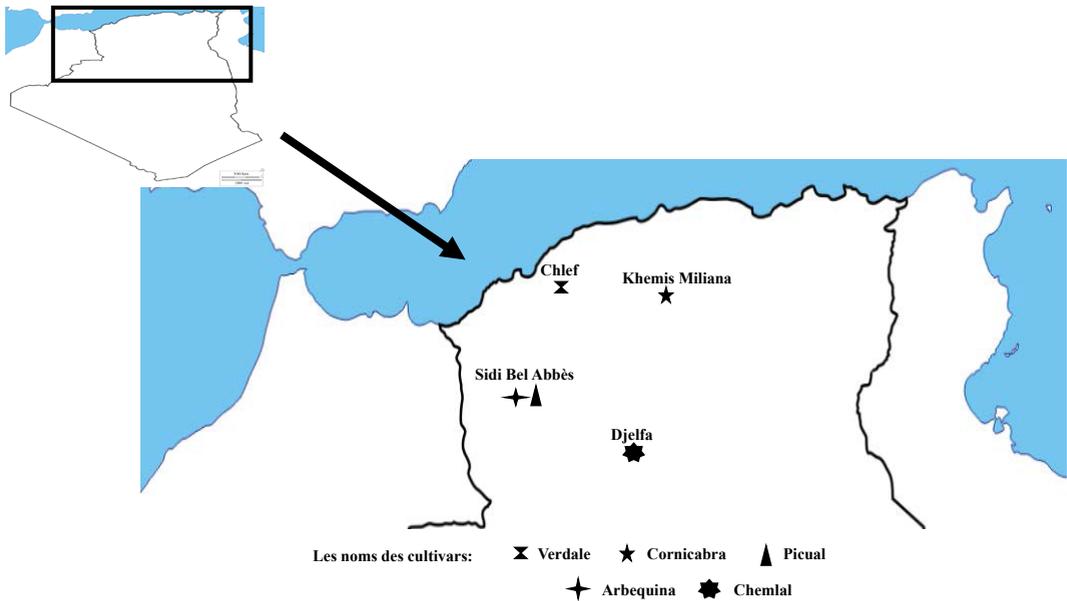
L'étude a porté sur des échantillons d'huiles d'olive de différentes régions algérienne : Abirdaira (Khemis Miliana), Chelef, Lamtar, et Benhar (Djelfa). Ces échantillons ont été collectés auprès de deux producteurs durant la campagne oléicole 2020-2021. Les principales caractéristiques des échantillons et leur origine géographique sont affichées dans le tableau I et la figure 1.

**Tableau I** : Principales caractéristiques des échantillons et leur origine géographique.

Code échantillon	Cultivars	Localisation	Climat	Altitude	Latitude	Exposition	Précipitations annuelles (mm)	Température moyenne annuelle (°C)	Date de récolte	Date d'extraction	Système d'extraction	Rendement en huile %
V1	<i>Verdale</i>	Abirdaira (Khemis Miliana)	Le climat est semi-aride de type méditerranéen (les étés chauds et secs, et des hivers pluvieux et frais)	282 m	36°30'N	Nord-Ouest	657.5	31.4	08/11/2020	09/11/2020	Système moderne/ centrifugation à trois phases	17-25*
C2	<i>Cornicabra</i>	Chelef	Le climat est <b>subtropical</b> , avec des hivers doux et relativement pluvieux, et des étés très chauds et ensoleillés	114 m	36°22'N	Nord-Ouest	372.9	31.5	30/11/2020	02/12/2020		21-27*
P3	<i>Picual</i>	Lamtar (Sidi Bel Abbès)	Semi-aride	450 m	35°17'N	Nord-Ouest	198.8	28.5	13/11/2020	15/11/2020		24-28*
A4	<i>Arbequina</i>	Lamtar (Sidi Bel Abbès)	Semi-aride	450 m	35°17'N	Nord-Ouest	198.8	28.5	24/11/2020	25/11/2020		17-20*
C5	<i>Chemlal</i>	Benhar (Djelfa)	Semi-aride	688 m	34°68'N	Nord-Est	254.4	28.9	10/12/2020	11/12/2020		18-24**

Source : \* Loussert et Brousse, 1978

\*\* : Selon les déclarations des oléiculteurs et oléifacteurs.



**Figure 1 :** Origine géographique des différents échantillons d’huile d’olive collectés.

## 2. Extraction de l’huile d’olive

Les huiles d’olives analysées sont extraites par un système de centrifugation à trois phases. Elles ont été conservées à 4°C dans des flacons codés en verre sombre pour éviter le phénomène de photo-oxydation en attente d’être analysés.

## 3. Détermination des indices analytiques

### 3.1. Indices de qualité

Les valeurs de l’acidité, indice de peroxyde et les coefficients d’extinctions à 232 et 270 nm, la teneur en eau et en matière volatiles (humidité)

ont été déterminées selon les normes du (COI, 2019) équivalent au règlement CEE n° 2568 (1991) et ISO 662 (2016) respectivement. La détermination de l’indice de réfraction ( $n_{D20}$ ) et la densité ont été effectuées selon la méthode ISO 6320 (1995) et ISO 6883 (1987), respectivement.

### 3.2. Polyphénols totaux (PT)

Les teneurs en polyphénols totaux des huiles ont été quantifiées par la méthode décrite par Gutfinger (1981). La concentration en composés phénoliques a été déterminée en utilisant le réactif Folin-ciocalteu et mesuré à l’aide d’un spectrophotomètre. Les résultats d’absorbance obtenue sont calculé

à l'aide d'une courbe d'étalonnage effectué avec de l'acide gallique.

### 3.3. Pigments

La teneur en pigments chlorophylliens et caroténoïdes a été mesurée suivant la méthode décrite par Minguez-Mosquera *et al.* (1991). Le principe consiste en la mesure de l'absorbance à 670 nm pour les chlorophylles et 470 nm pour les caroténoïdes, d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane.

### 3.4. Composition en acides gras

La composition des acides gras a été déterminée par chromatographie phase gaz (CG), sous forme d'esters méthyliques (EMAG). Les EMAG se forment par transestérification à froid dans une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (2N) comme phase intermédiaire avant la saponification selon la méthode de la Commission Européenne mettant en œuvre le règlement 2015/1833 modifiant le règlement (CEE) n° 2568/91. Les échantillons à analyser (0,1 g d'huile) ont été dissous dans 2 ml d'Heptane ou d'Hexane. 0,2 ml de la solution méthanolique 2 N d'hydroxyde de potassium a été ajoutée, après fermeture du tube, le tout a été agité énergiquement pendant 30 secondes. Après un moment de repos la partie supérieure de la solution (claire) d'heptane a été injectée dans le chromatographe. Les esters méthyliques ont été injectés

en mode split. L'appareil utilisé est un Chrompack CP 9002, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). Une colonne capillaire Agilent (DB 23, longueur : 60 m, Diamètre interne : 0,25 mm ; phase stationnaire : polaire (Cyanopropyl à 50%). J et W Scientific. USA) a été utilisé. La température du four a été en isotherme à 200°C et la température d'injection et du détecteur étaient réglés à 250°C. L'azote comme gaz vecteur a été utilisé à des débits de 1ml/min. Les acides gras ont été identifiés par comparaison de leurs temps de rétention avec ceux des composés de référence standard. Les analyses ont été effectuées en deux répétitions.

### 3.5. Analyse sensorielle

Une simple analyse chimique ne peut suffire pour déterminer la qualité d'une huile. En effet, les composés volatiles qui se développent au cours du procédé d'extraction de l'huile et pendant son stockage sont capables de modifier l'odeur et la saveur de l'huile, sans forcément une modification des résultats de l'analyse physico-chimique.

Enfin, La classification des huiles d'olives vierges tient compte des critères physicochimiques mais aussi des caractéristiques organoleptiques des huiles, de manière à assurer aux consommateurs un produit de qualité en particulier sur le plan sensoriel (Roux, 1997). Pour cela une analyse sensorielle codifiée et détaillée a été développée par

le COI et la Communauté Economique Européenne (CEE). Cette analyse qui paraît subjective est en fait très objective.

Une dégustation préliminaire a été réalisée, une feuille de profile a été utilisée selon les critères du Concours Mario Solinas pour les huiles d'olive vierge extra (COI, 2018a).

Une analyse sensorielle (médiane des défauts, médiane du fruité et test de classification du panel) des échantillons a été réalisée. Les points forts des caractéristiques positives (fruitées, amer et piquant) et négatives (Chômé/lies, Moisi-humidité-terre, Vineux-Vinaigré, Acide-Aigre, rance, métallique et autres) ont été évalués pour chaque échantillon d'huile sur une échelle de 10. Les résultats de l'évaluation sensorielle ont été estimés par la médiane, ce qui est valable lorsque le coefficient de variation est inférieur à 20 (COI, 2018b).

#### 4. Analyses statistiques

Pour chaque échantillon, trois répétitions ont été effectuées. Les données statistiques ont été traitées avec le logiciel Statistica V.10. Nous avons utilisé ANOVA pour déterminer la différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les différents cultivars des différentes huiles d'olive. Une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée séparément sur les caractères physico-chimiques et la composition en acides gras des huiles étudiées, dans le

but de faire apparaître des associations d'individus ou des liaisons entre les variables. L'analyse de la classification hiérarchique ascendante (CHA) a été également établie avec le même logiciel.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Caractéristiques physico-chimiques

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques obtenus pendant l'étude sont rapportés sur le tableau II.

#### 1.1. Indices de qualités

Les paramètres des huiles d'olive étudiées (Tableau II) ont été dans les limites de la mise en œuvre par la Commission Européenne (CEE), COI et le codex alimentarius et par conséquent les huiles pourraient être classées dans la catégorie d'huile d'olive vierge extra, et d'huile vierge pour le cultivar *Verdale*. Les valeurs d'acidité libre enregistrées par les huiles des cultivars introduits sont nettement supérieures par rapport à celle de *Chemlal* de la région de Benhar (Djelfa), située à une altitude de 688 m. L'altitude semble diminuer significativement l'hydrolyse des lipides au niveau de l'huile de *Chemlal*, ce résultat concorde avec celui d'Ouni *et al.* (2012) sur le cultivar *Chétoui*. Selon les rapports de certains auteurs, le niveau d'acidité libre et d'Indice de Peroxyde peut être dû à l'état de maturité du fruit, les modes d'extraction et à la

**Tableau II** : Caractéristiques analytiques des huiles d'olive des différents cultivars de l'étude.

Variables	Cultivars				
	<i>Verdale</i>	<i>Cornicabra</i>	<i>Picual</i>	<i>Arbequina</i>	<i>Chemlal</i>
Acidité libre (%)	1,30±0,00 <sup>a</sup>	0,84±0,00 <sup>b</sup>	0,30±0,00 <sup>d</sup>	0,40±0,00 <sup>c</sup>	0,22±0,00 <sup>e</sup>
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /kg)	4,00±0,00 <sup>d</sup>	8,00±0,00 <sup>a</sup>	7,00±0,00 <sup>b</sup>	3,50±0,00 <sup>c</sup>	4,00±0,00 <sup>d</sup>
K <sub>232</sub>	2,38±0,00 <sup>cd</sup>	1,87±0,00 <sup>a</sup>	2,37±0,00 <sup>d</sup>	2,39±0,00 <sup>c</sup>	1,72±0,00 <sup>b</sup>
K <sub>270</sub>	0,34±0,00 <sup>b</sup>	0,22±0,00 <sup>d</sup>	0,38±0,00 <sup>a</sup>	0,30±0,00 <sup>c</sup>	0,18±0,00 <sup>e</sup>
Humidité (H%)	0,52±0,00 <sup>a</sup>	0,26±0,00 <sup>e</sup>	0,31±0,00 <sup>b</sup>	0,31±0,00 <sup>c</sup>	0,28±0,00 <sup>d</sup>
η <sub>D20</sub>	1,4690±0,00	1,4705±0,00 <sup>a</sup>	1,4691±0,00 <sup>d</sup>	1,4686±0,00	1,4691±0,00
Densité	0,9005±0,00 <sup>d</sup>	0,9022±0,00 <sup>c</sup>	0,9005±0,00 <sup>d</sup>	0,9085±0,00 <sup>a</sup>	0,9030±0,00 <sup>b</sup>
Phénols totaux (mg/kg)	452,00±0,00 <sup>a</sup>	446,00±0,00 <sup>b</sup>	400,00±0,00 <sup>c</sup>	285,92±0,00 <sup>e</sup>	322,98±0,00 <sup>d</sup>
Chlorophylles (ppm)	5,2±0,02 <sup>e</sup>	6,74±0,05 <sup>c</sup>	11,75±0,02 <sup>a</sup>	5,7±0,02 <sup>d</sup>	7,54±0,07 <sup>b</sup>
Caroténoïdes (ppm)	2,59±0,03 <sup>c</sup>	3,49±0,01 <sup>d</sup>	5,30±0,05 <sup>a</sup>	3,07±0,02 <sup>b</sup>	3,47±0,01 <sup>d</sup>

Les valeurs sont indiquées sous forme de moyenne±l'écart-type (n =3). Les résultats sont analysés statistiquement par ANOVA suivi du test de Tukey.

conservation des olives, les conditions de récolte ; transport et de stockage des huiles (Cimato, 1990 ; Torres et Maestri, 2006 ; Tanouti et *al.*, 2011). Contrairement à Borges et *al.* (2016) qui ont rapportés que la zone géographique et les facteurs environnementaux ont influencés les caractéristiques de l'huile d'*Arbequina*.

### 1.2. Indices physiques

Les caractéristiques physiques de tous les échantillons sont présentées dans le tableau II. Les résultats de l'indice de réfraction sont dans les limites [1.468–1.470] fixées par le *Codex Alimentarius* (2017), normes pour les huiles d'olive vierge extra. Pour la densité, nos résultats sont un peu inférieurs aux

prescriptions [0,910–0,916] de la norme recommandée par le règlement du *Codex Alimentarius* (2017).

### 1.3. Polyphénols totaux

La qualité de l'huile d'olive est fortement liée à teneur en polyphénols (Benlemlih et Ghanam, 2016). La teneur totale en composés phénoliques de l'huile d'olive échantillonnés est conforme aux normes du COI (Tableau II). Selon le COI (2015), l'huile d'olive vierge extra doit contenir 153 à 694 ppm (1 ppm= 1 mg/kg). Selon Škevin et *al.* (2003), les degrés de maturation des olives et les conditions environnementales influencent la concentration de composés phénoliques. En effet, Humanes et Civantos (1993), expliquent que la

teneur en polyphénols de la variété *Cornicabra* est parmi les plus élevées de toutes les variétés d'olives espagnoles.

#### 1.4. Pigments

L'huile d'olive contient des composés mineurs qui lui confèrent ses qualités organoleptiques et nutritionnelles. Parmi ces composés mineurs les pigments, qui en raison de leur caractère antioxydant dans l'obscurité et pro-oxydant dans la lumière, semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cours de son stockage et dans la préservation de sa qualité (Tanouti *et al.*, 2011). Les teneurs en pigments représentés dans le (Tableau II) ont été dans les limites de celles mises en œuvre par le COI (2009) (les chlorophylles entre 2-14 mg/kg, les caroténoïdes entre 2,71 à 13,4 mg/kg) pour la catégorie d'huile d'olive vierge extra. L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative ( $p \leq 0.001$ ). Les valeurs observées dans notre étude sont plus élevées que celles rapportées par Crizel *et al.* (2020), pour les deux cultivars *Arbequina* et *Picual* au Sud du Brésil. Allalout *et al.* (2009). expliquent que les faibles teneurs en chlorophylles peuvent être dues à l'effet du degré de maturité, le système d'extraction, le type du sol et les conditions climatiques. D'après Psomiadou et Tsimidou, (1999), la teneur en caroténoïdes dépend ainsi de la variété, du stade de maturité du fruit,

le mode d'extraction de l'huile et des conditions de stockage. Selon Gandul-Rojas et Minguez-Mosquera (1996), la phéophytine a été le pigment majoritaire dans toutes les huiles étudiées (44-58 % de pigments totaux).

#### 1.5. Composition en acides gras

La composition en acides gras est présentée dans le tableau III. Les acides gras les plus abondants sont l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide stéarique ; qui représentent 98% de la composition des graisses totales acides. Les cinq cultivars sont riches en acide oléique (C 18:1), Il variait entre (66%-77%). Cependant, l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative ( $p \leq 0.001$ ) pour l'ensemble des acides gras identifiés des différents cultivars. On remarque principalement que *Picual* se démarque des autres cultivars par le taux le plus élevé en acide oléique (77,91%). Nos résultats sont proches de ceux obtenus par Douzane *et al.* (2012), pour *Chemlal* de Takarietz (68,18%), de Chemini (67,93%) et d'Azzazga (68,82%) ainsi que pour *Chemlal* de plusieurs régions oléicoles nationale (Douzane *et al.*, 2021). Ils sont également semblables à ceux obtenus par Ollivier *et al.* (2007) pour des huiles d'olive vierges extra issue de cultivars français. Le taux de l'acide linoléique oscille entre 3,23% et 13,90%, le plus faible est enregistré pour

**Tableau III** : Composition en acides gras de différents cultivars étudiés.

Variables	Cultivars				
	<i>Verdale</i>	<i>Cornicabra</i>	<i>Picual</i>	<i>Arbequina</i>	<i>Chemlal</i>
C16:0	12,69±0,01 <sup>d</sup>	12,82±0,01 <sup>c</sup>	12,32±0,01 <sup>e</sup>	15,86±0,01 <sup>a</sup>	14,93±0,01 <sup>b</sup>
C16:1	0,73±0,01 <sup>b</sup>	0,99±0,01 <sup>c</sup>	0,91±0,01 <sup>b</sup>	1,65±0,01 <sup>a</sup>	0,99±0,01 <sup>c</sup>
C17:0	0,0000 <sup>c</sup>	0,08±0,01 <sup>b</sup>	0,0000 <sup>c</sup>	0,11±0,01 <sup>a</sup>	0,0000 <sup>c</sup>
C18:0	4,62±0,01 <sup>a</sup>	3,14±0,01 <sup>b</sup>	2,61±0,01 <sup>c</sup>	1,74±0,01 <sup>e</sup>	1,95±0,01 <sup>d</sup>
C18:1	67,41±0,01 <sup>b</sup>	66,46±0,01 <sup>d</sup>	77,92±0,01 <sup>a</sup>	66,78±0,01 <sup>c</sup>	66,35±0,01 <sup>e</sup>
C18:2	11,46±0,01 <sup>d</sup>	13,91±0,01 <sup>a</sup>	3,23±0,01 <sup>e</sup>	11,67±0,01 <sup>c</sup>	12,90±0,01 <sup>b</sup>
C18:3	0,71±0,01 <sup>c</sup>	0,95±0,01 <sup>a</sup>	0,76±0,01 <sup>b</sup>	0,61±0,01 <sup>d</sup>	0,59±0,01 <sup>d</sup>
C20:0	0,71±0,01 <sup>a</sup>	0,53±0,01 <sup>b</sup>	0,45±0,01 <sup>d</sup>	0,40±0,01 <sup>c</sup>	0,43±0,01 <sup>d</sup>
C20:1	0,29±0,01 <sup>c</sup>	0,35±0,01 <sup>a</sup>	0,28±0,01 <sup>c</sup>	0,32±0,01 <sup>b</sup>	0,30±0,01 <sup>c</sup>
C22:0	1,10±0,01 <sup>b</sup>	0,53±0,01 <sup>c</sup>	1,34±0,01 <sup>a</sup>	0,36±0,01 <sup>d</sup>	0,16±0,01 <sup>e</sup>
∑AGS	19,09±0,01 <sup>a</sup>	17,06±0,01 <sup>d</sup>	16,69±0,01 <sup>e</sup>	18,43±0,01 <sup>b</sup>	17,45±0,01 <sup>c</sup>
∑AGMI	68,41±0,01 <sup>c</sup>	67,78±0,01 <sup>d</sup>	79,09±0,01 <sup>a</sup>	68,73±0,01 <sup>b</sup>	67,63±0,01 <sup>e</sup>
∑AGPI	12,16±0,01 <sup>d</sup>	14,85±0,01 <sup>a</sup>	3,98±0,01 <sup>e</sup>	12,27±0,01 <sup>c</sup>	13,48±0,01 <sup>b</sup>
C18:1/C18:2	5,89±0,01 <sup>b</sup>	4,79±0,01 <sup>e</sup>	24,21±0,01 <sup>a</sup>	5,74±0,01 <sup>c</sup>	5,16±0,01 <sup>d</sup>
AGMI/AGPI	5,63±0,01 <sup>c</sup>	4,58±0,01 <sup>c</sup>	19,93±0,01 <sup>a</sup>	5,62±0,01 <sup>c</sup>	5,03±0,01 <sup>b</sup>

Les valeurs sont indiquées sous forme de moyenne±l'écart-type (n =3). Les résultats sont analysés statistiquement par ANOVA suivi du test de Tukey.

*Picual* (3,23%). D'après ces résultats, les niveaux d'acide linoléique sont inversement liés à l'acide oléique. Les valeurs observées dans notre étude sont faibles par rapport à celles apportées par Ben Tekaya et Hassouna (2005), de l'huile d'olive vierge extra tunisienne (cultivars *Chétoui* et *Chemlali*). Le pourcentage en acide palmitique varie de 12,31 à 15,85% pour les autres cultivars. Benrachou et al. (2010), ont trouvés aussi des résultats proches des nôtres pour des huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien (*Limli*,

*Blanquette* et *Bouricha*). Les autres acides gras (C16 : 1, C16 : 1ω7, C18 : 0, C18 : 3ω3, C20 : 0 et C20 : 1ω9) sont faiblement représentés, bien que leurs taux varient en fonction du facteur variétal. Les valeurs d'acides gras sont dans les limites établies par le Conseil Oléicole International (COI, 2019) pour les huiles d'olive vierge extra. Par ailleurs, sur la base des données relatives à la composition acide des huiles à l'étude, nous pouvons dégager selon l'importance des acides gras trois groupes classés comme suit :

- Les acides gras majeurs formés par l'acide oléique, palmitique et linoléique.

- Les acides gras mineurs formés par l'acide palmitoléique, stéarique, linoléique.

- Les acides gras présents à l'état de traces ( $\leq 0,2\%$ )

En outre, les pourcentages d'acides gras saturés (AGS), acides gras mono-insaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI) et les ratios AGMI/AGPI et oléique/linoléiques dans tous les échantillons ont également été évalués. On note que les valeurs des acides gras mono-insaturés sont inversement liées aux valeurs des acides gras polyinsaturés. Les huiles de *Verdale*, *Cornicabra*, *Arbequina*, *Chemlal* semblent être les moins riches en AGMI et plus riches en AGPI, en revanche, *Picual a* enregistré 79,08% en AGMI et 3,975% en AGPI. Pour la variation du rapport en acides gras C18 : 1/C18 : 2, *Picual* représente une valeur maximale de 24,20%, les autres cultivars présentent des valeurs proches et oscillent entre 4,78-5,88%. Nos résultats coïncident avec la plupart de ceux obtenus par Sanchez *et al.* (1999) en Espagne, Gouveia (1997) au Portugal, Synouri *et al.* (1995) en Grèce, Rahmani et Saad (1989) au Maroc. Les résultats du rapport AGMI/AGPI sont similaires à celui du rapport C18 : 1/C18 : 2, la valeur maximale a été enregistrée pour *Picual* avec 19,92%. Certains auteurs ont utilisés ce profil comme paramètre de classification des huiles d'olive selon

leurs origines (Ranalli *et al.*, 1997 ; Ben Temime *et al.*, 2000). Selon Gouveia (1997), les teneurs en acides gras saturés, mono-insaturés et poly-insaturés, et la relation entre elles peuvent contribuer à la caractérisation variétale des huiles d'olive et constituer une méthode de classification des huiles de différentes origines culturelles et variétales.

## 2. Analyses sensorielles

La saveur et le goût de l'huile d'olive sont fortement corrélés avec son niveau de qualité et sa valeur nutritionnelle. L'analyse sensorielle des huiles d'olive, basée sur les valeurs médianes des attributs positifs et négatifs effectuées par un panel de dégustateurs formés, est l'une des évaluations les plus importantes utilisées pour la classification de la qualité de l'huile d'olive vierge (Fernandes *et al.*, 2018).

Les figures 2, 3 et 4 montrent les analyses statistiques de l'analyse sensorielle des cultivars introduits et local. Ces graphiques représentent la notation des diverses sensations fournies par le jury. *Picual* est l'huile la mieux notée par le jury, suivie par *Arbequina* ; *Chemlal* ; *Verdale* ; *Cornicabra*.

## 3. Analyse en composantes principales (ACP) et analyse de la classification hiérarchique ascendante (CHA)

L'analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée pour évaluer la

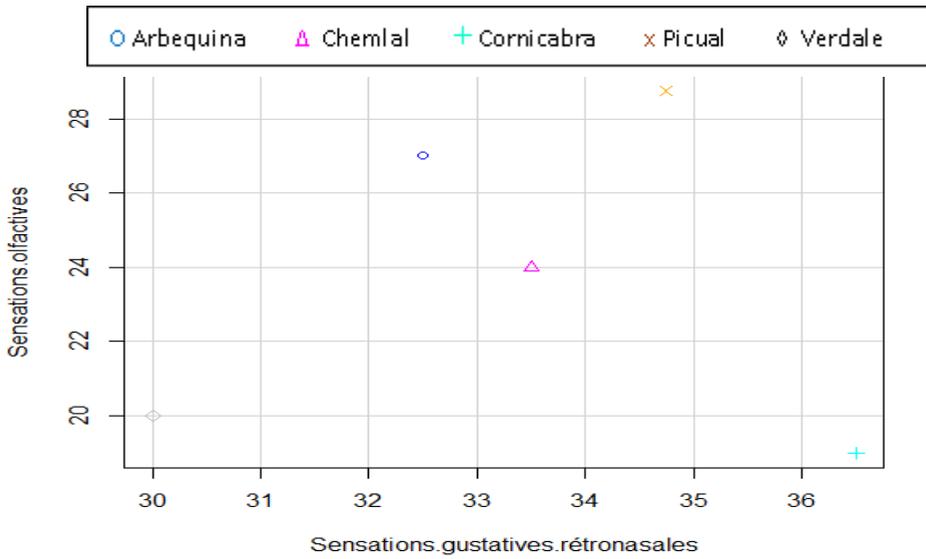


Figure 2 : Sensations olfactives en fonction de la sensation gustatives-réto-nasales.

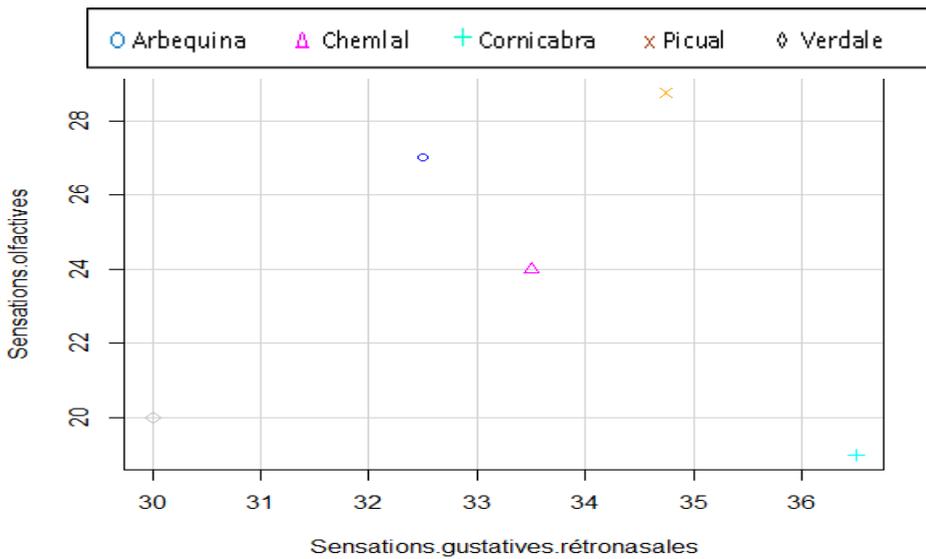
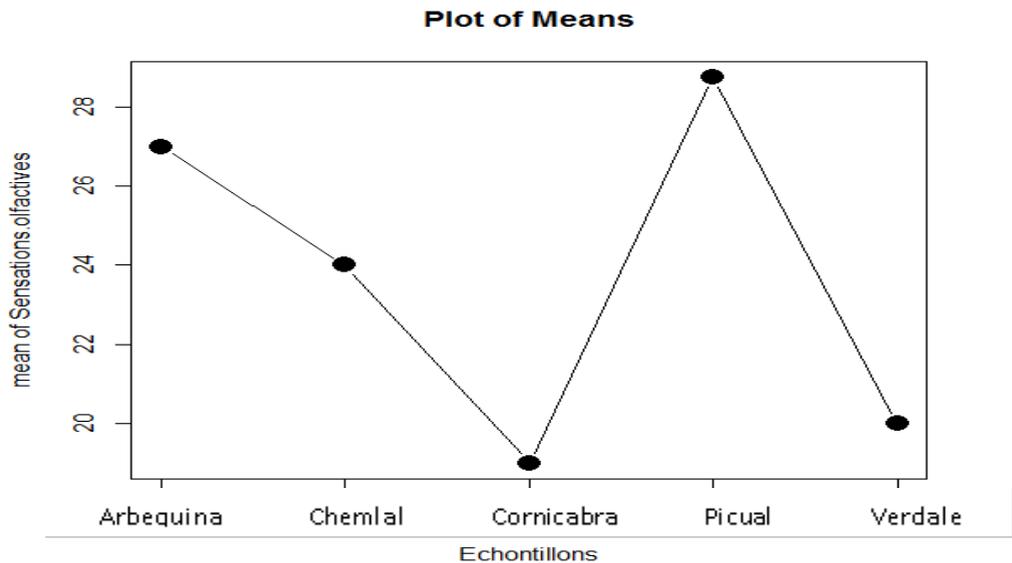


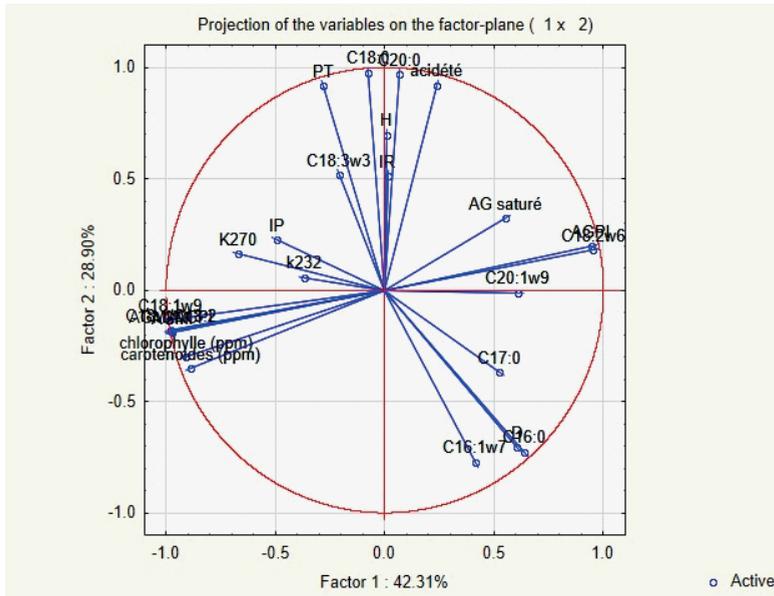
Figure 3 : Sensation finale olfacto-gustative en fonction de la sensation olfactive.



**Figure 4 :** Moyenne de sensations olfactives des cinq huiles d’olives étudiées.

corrélation entre les différents variables et entre les cultivars d’huiles d’olives (identifier les cultivars qui se distinguent les uns des autres). La projection des paramètres sur le plan factoriel F1-F2 de l’ACP (Figure 5) permet de vérifier la variabilité entre les paramètres, par leur dispersion sur les deux axes, expliquant 71,21% de la variance totale. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 42,31% et 28,90% de la variabilité. La projection des points sur le cercle indique une bonne dispersion des paramètres sur les deux axes. En d’autres termes, les échantillons étudiés présentent une grande diversité physico-chimique. L’axe F1 dans le sens positif est défini par les paramètres suivants :

C16 : 1, C16 : 0, densité, C17 : 0, C20: 1w9, C20 : 0, AGS, AGPI, Acidité, C18 : 2w6, humidité de l’huile, indice de réfraction dans le sens négatif est défini par les paramètres suivants : caroténoïdes, chlorophylles, K232, K270, indice de peroxyde, C22 : 0, C18: 3w3, polyphénols totaux, C18 : 1w9, AGMI/AGPI, C18 : 1/C18 : 2,  $\Sigma$ AGMI. Cependant l’axe F2 dans le sens positif est déterminé par l’acidité, les polyphénols totaux, l’indice de peroxyde, le C22 : 0, le C18 : 2w6, le C18 : 0, le C18 : 3w3, l’indice de réfraction, K270, K232, les AGS et AGPI. Par ailleurs, dans le sens négatif est déterminé par les acides gras suivants: C17 : 0, C16 : 0, C16 : 1w7, C18 : 1w9,  $\Sigma$ AGMI, C20 : 1w9, le



**Figure 5 :** Cercle de corrélation des paramètres physico-chimiques et les axes F1 et F2 de l'ACP.

rapport C18 : 1/C18 : 2, AGMI/AGPI, la densité et les pigments.

Après projection des cultivars sur le plan défini par les deux axes F1 et F2, nous obtenons les groupes indiqués dans la Figure 6 ci-dessous. En suivant l'axe F1, nous pouvons différencier 3 groupes. Les groupes G1 et G2 sont placés sur le côté positif et le groupe 3 (G3) sur le côté négatif. Les cultivars du groupe 1 (G1) soit *Cornicabra* et *Verdale* se situent à l'extrémité positive de l'axe F1, se caractérisent par des teneurs élevées en C18 : 0 et C18 : 2 et riche en polyphénols totaux et en pigments avec une acidité un peu élevée. Les cultivars du groupe 2 (G2) notamment *Arbequina* et *Chemlal*, ceci indique qu'ils ont un

taux élevé de C16 : 0, C16 : 1w7, et les teneurs les moins faibles en C18 : 0, C18 : 1, en polyphénols totaux et en caroténoïdes. Le groupe 3 est représenté par un seul cultivar (*Picual*) avec des taux élevés en polyphénols totaux et riche en acide oléique et  $\sum$ AGMI, AGMI/AGPI, C18 : 1/C18 : 2, et des teneurs élevées en pigments, et pauvre en  $\sum$ AGPI, ce cultivar est le meilleur de notre expérience, qui présente des propriétés nutritionnelles intéressantes.

La Classification hiérarchique ascendante (CHA) permet de représenter les cultivars en groupes et sous-groupes en utilisant un dendrogramme à partir des distances euclidiennes. Les résultats obtenus (Figure 7) révèlent

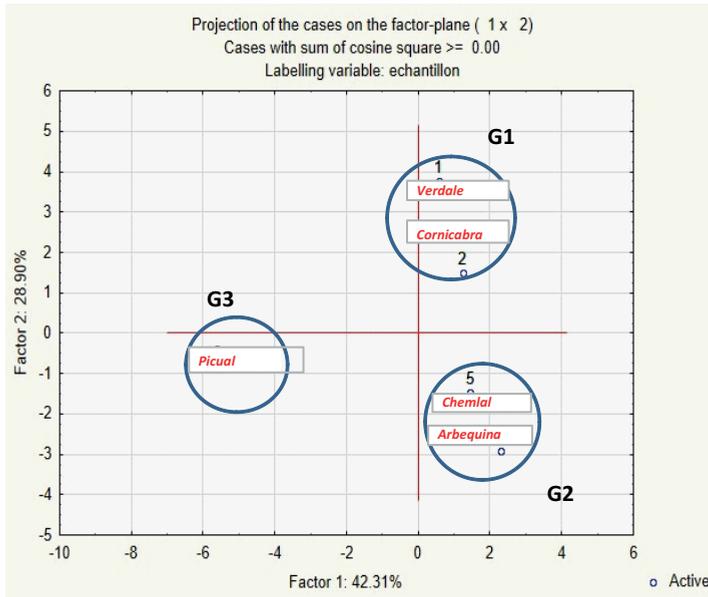


Figure 6 : Distribution des cultivars étudiées sur le plan de projection des axes F1 et F2 de l'ACP.

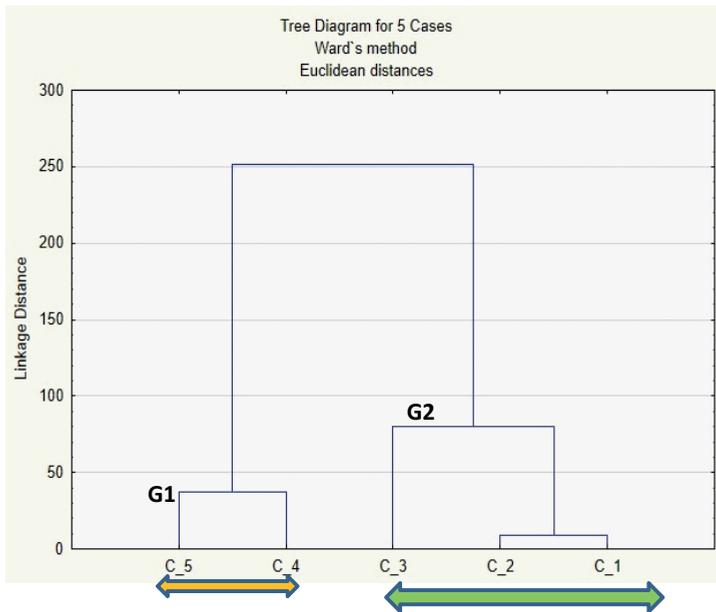


Figure 7 : Dendrogramme de l'analyse de la classification hiérarchique ascendante.

une classification des cultivars en deux groupes. Dans le premier groupe, il y a *Arbequina* et *Chemlal*. Le deuxième groupe est représenté par *Picual*, *Verdale*, et *Cornicabra* qui est subdivisés en 2 sous-groupes, le premier sous-groupe est représenté par un seul cultivar (*Picual*) et le deuxième sous-groupe assemble *Verdale* et *Cornicabra*. Les résultats de l'ACP ont été confirmés par la CAH.

#### 4. CONCLUSION

Les résultats ont montré que le cultivar joue un rôle important dans les propriétés qualitatives et sensorielles des huiles d'olive. L'huile du cultivar *Picual* a donné les meilleurs résultats sensoriels et physico-chimiques, elle a également présenté le meilleur taux d'acide oléique (77,91%), ce qui la qualifie comme la meilleure huile d'olive vierge extra de l'étude. L'analyse sensorielle a montré que ces huiles appartiennent à la catégorie d'huile d'olive vierge extra, parce qu'elles présentaient des attributs positifs, mais pas d'attributs négatifs. En effet, le degré de maturité des olives, le cultivar, les conditions de stockage (la durée, la température, l'emballage...) et le transport, le système de récolte, le système d'extraction, facteurs pédoclimatiques et géographiques, sont autant de facteurs qui affectent la qualité de l'huile d'olive. En conséquence, pour obtenir une huile de qualité et une

composition qui respecte les normes, il est primordial de respecter l'itinéraire technique, d'optimiser les conditions de récolte (récolter à la main et sans gaulage, ne pas stocker l'olive dans les sacs en plastique), il est essentiel d'utiliser des caisses aérées et ne pas dépasser 48 heures de stockage de l'olive, d'extraction, de stockage et de transport d'huile.

**Remerciements** : Les auteurs remercient les oléiculteurs privés pour le matériel végétal utilisé dans leurs expérimentations.

#### Références

- Allalout A., Krichène D., Methenni K., Taamalli A., Oueslati I., Daoud D., Zarrouk M., 2009.** Characterisation of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 120: 77-83. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.scienta.2008.10.006>
- Arslan D., Karabekir Y., Schreiner M., 2013.** Variations of phenolic compounds, fatty acids and some qualitative characteristics of Sariulak olive oil as induced by growing area. *Food Research International*, 54:1897-1906. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.016>

- Ben Tekaya I., & Hassouna M., 2005.** Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 12(5-6), 447-454. <https://doi.org/10.1051/ocf.2005.0447>.
- Ben Temime S., Taamalli W., Baccouri B., Abaza L., Daoud D., Zarrouk M., 2000.** Changes in olive oil quality of chétoui variety according to origin of plantation. *Journal of Food Lipids*, 13: 88-99.
- Benlemlih M., Ghanam J., 2016.** Polyphénols d'huile d'olive. *Trésors Santé*, 2e éd. Ed : Médicatrix, 208 p.
- Benrachou N., Cherifa Henchiri C., Djeghaba Z., 2010.** Caractérisation de trois huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien, *Revue Synthèse* N° 22, pp : 12-22.
- Borges T.H., Pereira J.A., Cabrera-Vique C., Lara L., Oliveira A.F., Seiquer I., 2016.** Caractérisation des huiles d'olive vierges Arbequina produits dans différentes régions du Brésil et d'Espagne : Physicochimique propriétés, la stabilité oxydative et le profil des acides gras. *Aliments Chem*, 215 : 454–462. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.162>
- Cimato A., 1990.** La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, 31:20-23.
- Codex Alimentarius. 2017.** Norme pour les huiles d'olive vierges et huiles de grignons d'olive, Codex STAN 33–1981 (Rév. 2017).
- Conseil oléicole international (COI). (2001).** Norme commerciale applicable à l'huile d'Olive et à l'huile de grignons d'olive. COI /T. 15/NC n°2/Rev.10.
- Conseil oléicole international, 2009.** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC N° 3/ Rév.
- Conseil oléicole international, 2015.** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI /T. 15/NC n°3/Rev.8.
- Conseil Oléicole International, 2018(a).** Prix à la qualité du Conseil Oléicole International Mario Solinas. Règles du concours international d'huile d'olive vierge extra. T.30/Doc. No.21 Mars 2018, pp. 1–9.
- Conseil Oléicole International, 2018(b).** Analyse sensorielle de l'huile d'olive. Méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge. COI/T.20/Doc. No.15/Rev.10, 2018).
- Conseil oléicole international, 2019.** Normes commerciale Internationale applicable aux huiles d'olives et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/ NC N° 3/ Rév.14.

- Crizel R.L., Hoffmann J.F., Zandoná G.P., Lobo P.M.S., Jorge R.O., & Chaves F.C., 2020.** Characterization of Extra Virgin Olive Oil from Southern Brazil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 122(4), 1900347. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201900347>
- 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(34). <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2486>
- Douzane M., Daas M.S., Meribai A., Guezil A.H., Abdi A., & Tamendjari A., 2021.** Physico-chemical and sensory evaluation of virgin olive oils from several Algerian olive-growing regions. *OCL*, 28, 55. <https://doi.org/10.1051/ocl/2021044>
- Ellis A.C., Gámbaro A., 2018.** Characterisation of Arbequina Extra Virgin Olive Oil from Uruguay. *Journal of Food Research*, 7(6), 79. <https://doi.org/10.5539/jfr.v7n6p79>
- European Commission, 2015.** European Commission implementing Regulation 2015/1833 amending Regulation (EEC) No. 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. *Official Journal of the European Union*, 29–52.
- Fernandes G.D., Ellis A.C., Gambaro A., Barrera-Arellano D., 2018.** Évaluation sensorielle de l'huile d'olive vierge de haute qualité : analyse par panel contre la perception des consommateurs. *Curr Opin Food Sci*, 21: 66–71.
- Gandul-Rojas B., & Minguez-Mosquera M.I., 1996.** Chlorophyll and Carotenoid Composition in Virgin Olive Oils from Various Spanish Olive Varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(1), 31–39.
- Gimeno E., Fitc M., Lamuela-Raventós, R.M., Farre, M., 2002.** Effect of ingestion of virgin olive oil on human low-density lipoprotein composition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56,114-120.
- Gouveia J.M.B., 1997.** Etude comparative entre les huiles d'olives des CVS Cobrançosa, Blanqueta, Azeiteira et Picual et celles du CV GalegaVulgar, produites dans le nord de l'Alentejo. I. Principales caractéristiques chimiques et sensorielles. *Olivæ*, 66:34-45.
- Gutfinger T., 1981.** Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58(11), 966-968.

- Humanes J., and Civantos M., 1993.** Producción de aceite de oliva de calidad. Influencia del cultivo. Junta de Andalucía. *Servicio de Publicaciones y divulgación*. Apuntes para cursos n° 21/92.
- Kiralan M., Ozkan G., Koyluoglu F., Ugurlu HA., Bayrak A., Kiritsakis A., 2012.** Effect of cultivation area and climatic conditions on volatiles of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114: 552-557. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201100289>.
- Loussert R., & Brousse G., 1978.** *L'Olivier*. Coll. Des Techniques agricoles et Productions méditerranéennes, G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, P 447.
- Minguez-Mosquera MI., Rejano-Navarro L., Gandul-Rojas B., Sanchez-Gomez AH., Garrido-Fernandez J., 1991.** Color-pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*; 68: 332–336. <https://doi.org/10.1007/BF02657688>
- Monteleone E., Langstaff S., 2014.** *Olive Oil Sensory Science*. John Wiley. Eds. Wiley.
- Noorali M., Barzegar M., Sahari MA., 2014.** Sterol and Fatty Acid Compositions of Olive Oil as an Indicator of Cultivar and Growing Area. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 91:1571-1581. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2497-z>
- Ollivier D., Pinatel C., Dupuy N., Guérère M., & Artaud J., 2007.** Caractérisations sensorielles et chimiques d'huiles d'olive vierges de six AOC françaises. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 14(2), 116-129. <https://doi.org/10.1051/ocl.2007.0110>
- Ouni Y., Taamalli A., Guerfel M., Abdely C., Zarrouk M., Flamini, G., (2012).** The phenolic compounds and compositional quality of Chétoui virgin olive oil: Effect of altitude. *African Journal of Biotechnology*, 11:11842-11850.
- Psomiadou E., & Tsimidou M., 1999.** On the Role of Squalene in Olive Oil Stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4025-4032. <https://doi.org/10.1021/jf990173b>
- Rahmani M., Saad L., 1989.** Photooxydation des huiles d'olive : Influence de la composition chimique. *Rev. Fr. des corps gras*, 36(9/10): 355–360.
- Ranalli A., De Mattia G., Ferrante ML., Giansante L., 1997.** Incidence of olive cultivation area on the analytical characteristics of the oil. *Note I RivItalSostanzeGrasse*, 74, 501–508.

**Rebour H., 1948.** (mise sur le site le 2-03-2005). Situation actuelle de l'oléiculture en Algérie. Série économique : agriculture Alger. P 1-6.

**Roux R., 1997.** Evaluation sensorielle de l'huile d'olive vierge. *Oléagineux. Corps gras. Lipides*. Dossier : huile d'olive, production et marché. Vol 4(5). PP 72-369.

**Sanchez Casas JJ., De Miguel Gordillo C., Marín Exposito J., 1999.** La qualité de l'huile d'olive provenant de variétés cultivées en Estrémadure en fonction de la maturation de l'olive. *Olivæ*, 75:31-36.

**Škevin D., Rade D., Strucelj D., Mokrovcak Z., Nederal S., 2003.** Influence de la variété et du moment de la récolte sur l'amertume et composés phénoliques de l'huile d'olive. *Eur J LipidSciTechnol*, 105(9): 536–541.

**Synouri S., Staphylakis C., Kontou S., Tzamtzis V., 1995.** Etude des caractéristiques des huiles d'olives vierges grecques. *Olivæ*. 57:27-33.

**Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M., & Elamrani A., 2011.** Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le maroc oriental. *Les Technologies de Laboratoire*, 6(22). <https://revues.imist.ma/index.php/technolab/article/view/391>

**Torres M.M., & Maestri D.M., 2006.** The effects of genotype and extraction methods on chemical composition of virgin olive oils from Traslasierra Valley (Córdoba, Argentina). *Food Chemistry*, 96(4), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.003>