



Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc

S. BOULFANE^{1*}, N. MAATA², A. ANOUAR¹ et S. HILALI³.

¹Laboratoire de Chimie Appliquée et Environnement ; Faculté des Sciences et Techniques Settat.

²Laboratoire Officiel d'Analyse et de Recherche Chimique (LOARC) Casablanca

³Unité de recherche Agro-ressources Marocaines et Environnement ; Faculté des Sciences et Techniques Settat.

*Contact: boulfane_sa@yahoo.fr

Original submitted in on 21st November 2014. Published online at www.m.elewa.org on 31st March 2015

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v87i1.5>

RÉSUMÉ

Objectif : Le but de cette étude est la détermination de la qualité des huiles d'olive issues des huileries traditionnelles de la région de la Chaouia (centre du Maroc) par une caractérisation physicochimique de leurs compositions.

Méthodologie et résultats : Des échantillons d'huiles d'olive ont été collectés à partir des huileries traditionnelles de la région. Des analyses physicochimiques concernant l'acidité libre, l'indice de peroxyde, les coefficients d'extinctions spécifiques K_{232} , K_{270} et ΔK , la teneur en chlorophylles, la teneur en composés phénoliques et la composition en acides gras ont été réalisées selon les normes du Conseil Oléicole International. Les résultats obtenus ont permis de classer les huiles étudiées en trois catégories : huile d'olive vierge, huile d'olive vierge courante et huile d'olive vierge lampante.

Conclusion et application de résultats : Les résultats obtenus confirment que les conditions de récolte, de trituration et de stockage des huiles d'olive influent la qualité de l'huile produite. Par conséquent, il faut sensibiliser les agriculteurs pour améliorer les pratiques et les techniques culturales et les propriétaires des huileries traditionnelles en ce qui concerne le stockage, la transformation et la conservation des huiles.

Mots clés: Huile d'olive, qualité, région de la Chaouia, caractérisation physicochimique.

ABSTRACT

Physicochemical characterization of olive oils produced in traditional mills of the Chaouia area

Objective: The purpose of this study is the determination of the quality of olive oils produced in traditional mills of the Chaouia area (center of Morocco) by a physicochemical characterization of their compositions.

Methodology and Results: Samples of olive oils were collected from traditional mills of the area. Physicochemical analyzes concerning free acidity, peroxide value, specific extinctions coefficients K_{232} , K_{270} and ΔK , chlorophyll contents, total polyphenols content and fatty acid composition were determined according to the standards of the International Olive Oil Council. The results obtained made it possible to classify the oils studied in three categories: extra virgin olive oil, ordinary virgin olive oil and lampante virgin olive oil.

Conclusion and results application: The results obtained confirm that the conditions of harvesting, crushing and storage of olive oils affect the quality of produced oil. Consequently, it is necessary to sensitize the

farmers to improve the cultivation practices and techniques and owners of the traditional oil mills regarding the storage, the transformation and the conservation of the oils.

Keywords: Olive oil, quality, Chaouia area, physicochemical characterization.

INTRODUCTION

L'oléiculture marocaine est constituée pour plus de 96% par la variété population Picholine Marocaine (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, 2006). Elle se caractérise par son pouvoir d'adaptation et la qualité de ses olives qui ont une double fin : la production d'huile et le conserve d'olives. Selon la norme du Conseil Oléicole International, la qualité des huiles d'olive est un ensemble de caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques permettant le classement des huiles en différentes catégories (Conseil Oléicole International, 2011). Cette qualité est influencée par plusieurs facteurs, tels que les techniques culturales, l'apport hydrique, la période de récolte, les techniques d'extraction et les conditions de

stockage (Pinatel *et al*, 2004). Tous ces paramètres nécessitent une étude et une maîtrise approfondies afin d'aboutir à une huile de bonne qualité. Dans le but d'évaluer la qualité des huiles d'olives produites dans la région de Chaouia, nous nous sommes intéressés à l'étude de la composition chimique de ces huiles. Pour ce faire, des échantillons ont été collectés à partir des huileries traditionnelles. Des analyses physicochimiques concernant l'acidité libre, l'indice de peroxyde, les coefficients d'extinctions spécifiques K_{232} , K_{270} , la variation de l'extinction spécifique ΔK , la teneur en chlorophylles, la teneur en composés phénoliques et la composition en acides gras ont été réalisées.

MATERIELS ET METHODES

Échantillonnage : L'étude a porté sur huit échantillons d'huiles d'olive (E_1 à E_8) issus des huileries traditionnelles de la région de Chaouia durant la campagne oléicole 2012 / 2013.

Détermination de l'acidité libre : L'acidité libre, exprimée en pourcentage d'acide oléique, a été déterminée sur une prise d'essai de 1g d'huile d'olive dissoute dans 50 ml d'éthanol. Le mélange a été titré par une solution d'hydroxyde de potassium 0,1 N en présence de phénolphaléine (Organisation Internationale de Normalisation ISO 660, 1996)

Détermination de l'indice de peroxyde : 1g d'huile d'olive est dissoute dans 12,2 ml du mélange d'acide acétique / chloroforme 3:2 (v / v). 15 ml d'une solution d'iodure de potassium saturée sont additionnés au mélange. Ce dernier est placé à l'obscurité pendant 5 min. Ensuite 60 ml d'eau distillée et 1 ml d'une solution d'empois d'amidon sont ajoutées (une couleur violette apparaît). Le mélange obtenu a été titré par une solution de thiosulfate de sodium à 0,01N (Organisation Internationale de Normalisation ISO 3960, 2007).

Analyse spectrophotométrique dans l'ultra-violet : 0,1 g de l'échantillon est dissout dans 10 ml du cyclohexane. Après homogénéisation, on mesure les extinctions aux longueurs d'onde 232 nm et 270 nm. Pour la variation de l'extinction spécifique (ΔK), on mesure l'absorbance de l'échantillon d'huile d'olive aux

longueurs d'onde 266 nm et 274 nm (Conseil Oléicole International, 2011). Les valeurs d'extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm sont calculées selon la formule suivante :

$$K = A_k / C \times S$$

A_k : Absorbance à la longueur d'onde k,

C : Concentration de la solution en g/100 ml,

S : Chemin optique (1 cm).

Cette analyse prévoit aussi la détermination de la variation de l'extinction spécifique ΔK selon l'équation suivante : $\Delta K = K_m - (K_{m-4} + K_{m+4}) / 2$ où K_m est l'extinction spécifique à la longueur d'onde d'absorbance maximale m, aux environs de 270 nm.

Détermination de la teneur en chlorophylles : 5 ml d'huile d'olive sont dissout dans 5 ml de tétrachlorure de carbone. Après homogénéisation, on mesure les absorbances à 670, 630 et 710 nm (Wolff, 1968). La teneur en chlorophylles est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Chl (ppm)} = \frac{D_{0670} - \frac{(D_{0630} + D_{0710})}{2}}{0,1086 \times L}$$

Détermination de la teneur en composés phénoliques : Les composés phénoliques totaux, contenus dans les échantillons étudiés, ont été extraits dans le mélange méthanol-eau 80 : 20 (v / v). Les surnageants obtenus après centrifugation sont récupérés et le dosage a été effectué par la méthode au réactif de Folin Ciocalteu à 750 nm, en présence d'une gamme étalon d'acide caféique (Rathjen *et al*, 1992).

Analyse de la composition acide : Les esters méthyliques des acides gras sont obtenus par action du méthanol en milieu alcalin des glycérides et des acides gras libres selon la méthode standard préconisée par le Conseil Oléicole International (Conseil Oléicole International, 2001). A 0,1 g d'huile d'olive on ajoute 2 ml d'heptane et 0,2 ml du KOH méthanolique à 2N. Après agitation pendant 30 secondes, la phase

supérieure héptanique ainsi obtenue est prélevée et injectée ensuite, en chromatographique en phase gazeuse. Les esters d'acides gras obtenus ont été analysés à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse de type HP 6890 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (T = 260 ° C). La colonne utilisée est une colonne capillaire de type Carbowax de dimension 30 m x 0,32 mm x 0,25 µm. Le gaz vecteur est l'azote à un débit de 2,5 ml / min. Le programme de la température du four était de 140 °C à 200 °C, de 210 à 245 °C, le gradient de température est de 10 °C / min pendant 10 min. L'identification des pics a été réalisée en présence des témoins et le calcul des différents pourcentages d'acides gras a été fait au moyen d'un intégrateur automatique. Toutes les analyses ont été effectuées en triples et les résultats sont exprimés par les moyennes et écarts-type.

RESULTATS ET DISCUSSION :

Acidité libre : L'analyse de l'acidité libre des échantillons étudiés a donné les résultats suivants. Ils sont exprimés en pourcentage d'acide oléique. On remarque que l'acidité libre des huiles d'olive de différentes zones étudiées se situe entre 1,77 et 5,83%. Sur la base de ces résultats et selon la norme commerciale du Conseil Oléicole International, on constate qu'aucun échantillon analysé n'est de type extra vierge (acidité inférieure à 1). De même, les huiles étudiées peuvent être classées en trois catégories distinctes (Conseil Oléicole International, 2011): la classe des huiles d'olive vierge dont l'acidité libre est inférieure ou égale à 2. Cette classe renferme l'échantillon E₃. La classe des huiles d'olive vierges courantes dont l'acidité libre est inférieure ou égale à 3,3. Cette classe renferme les échantillons E₁, E₂, E₅ et E₆ et la classe des huiles d'olive vierges lampantes dont l'acidité libre est supérieure à 3,3. Cette classe

renferme les échantillons E₄, E₇ et E₈. Les acidités élevées que nous avons obtenus peuvent être expliquées par l'état de maturité très avancé des fruits, à l'insuffisance de précautions prises lors de la récolte ou du stockage des olives ce qui entraîne la détérioration des fruits et par conséquent l'augmentation de la teneur en acides gras libres, sous l'action des lipases (El Antari *et al*, 2000). Cependant, les valeurs observées dans cette étude sont moins élevées que celles rapportées par Benabid *et al*. qui ont obtenus des valeurs entre 0,77 et 9,26% pour des huiles d'olives de différentes régions oléicoles d'Algérie (Benabid *et al*, 2008). Par contre, nos résultats sont très élevés par rapport à ceux rapportés par Tanouti *et al*. qui ont noté que l'acidité libre reste en dessous de 0,8% pour les huiles d'olive produites au Maroc oriental (Tanouti *et al*, 2010).

Tableau 1: Pourcentages d'acide oléique des huiles d'olive des échantillons étudiés.

Échantillons	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
Acidité (% acide oléique)	2,17 ± 0,01	3,29 ± 0,01	1,77 ± 0,01	3,8 ± 0,01	3,1 ± 0,01	2,67 ± 0,01	5,3 ± 0,01	5,83 ± 0,01

Indice de peroxyde (IP) : Les résultats obtenus pour la teneur en peroxyde sont représentés sur le tableau 2. Les résultats sont exprimés en milliéquivalent

d'oxygène actif par kilogramme d'huile (még O₂ actif / kg d'huile olive).

Tableau 2 : Indice de peroxyde (IP) des huiles d'olive étudiées

Échantillons	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
IP	10,96±0,0 1	14,03±0,0 2	13,93±0,0 2	17,96±0,0 2	18,3±0,0 2	13,36±0,0 1	17,26±0,0 1	18,7±0,0 1

On remarque que l'indice de peroxyde (IP) oscille entre 10,96 pour l'échantillon E₁ et 18,7 méq O₂ actif / kg d'huile d'olive pour l'échantillon E₈. Ces valeurs restent inférieures à la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International pour les huiles d'olives (≤ 20 méq O₂ actif / kg d'huile olive) (Conseil Oléicole International, 2011). Cependant, les échantillons E₅ et E₈ ont des valeurs d'IP assez proches de la limite établie par le COI. Ceci peut être expliqué par une oxydation des huiles d'olive suite aux conditions de récoltes et post récoltes des olives (Ranalli, 1989). Meftah *et al.* ont rapporté des valeurs similaires pour des huiles d'olive originaires de la

région Tadla Azilal (12,07 à 18,66 méq O₂ actif / kg d'huile olive) (Meftah *et al.*, 2014). Par contre Salvador *et al.* ont rapporté des valeurs bien plus inférieures (7,8 et 12,9 méq O₂ / kg d'huile d'olive) pour des huiles d'olive d'Espagne (Salvador *et al.*, 2003). Pour les huiles d'olives produites au Maroc oriental, Tanouti *et al.* ont rapporté des teneurs en peroxydes allant de 7 à 15,4 méq O₂/ kg d'huile (Tanouti *et al.*, 2010).

Absorbance dans l'ultra-violet : Les valeurs des extinctions spécifiques obtenues pour les échantillons étudiés en ultra-violet à 232 nm et à 270 nm et ΔK sont présentées sur la figure ci dessous :

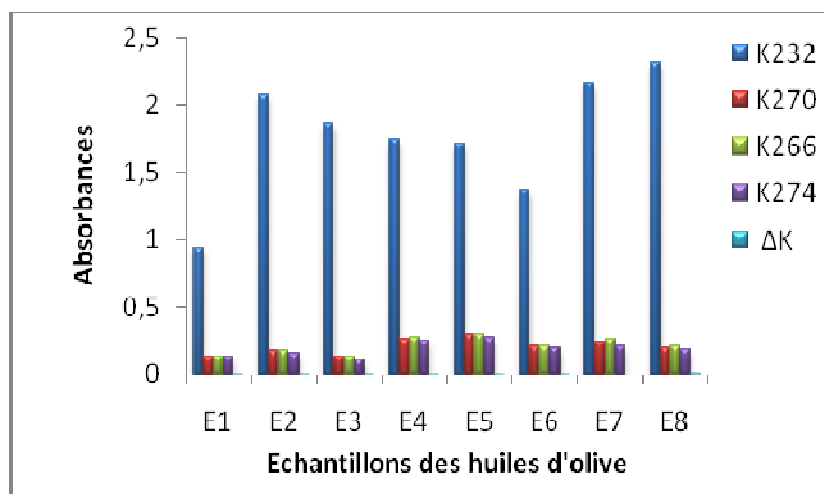


Figure 1 : Extinctions spécifiques en UV et ΔK des différents échantillons étudiés

Les valeurs des extinctions spécifiques en ultra-violet K₂₃₂ et K₂₇₀ obtenues pour les échantillons E₁, E₂, E₃, E₆, E₇ et E₈, indiquent qu'elles n'excèdent pas les limites fixées par le Conseil Oléicole International pour les huiles d'olives vierges (Conseil Oléicole International, 2011), qui sont respectivement inférieures ou égales à 2,60 et 0,25. Les échantillons E₄ et E₅ présentent des valeurs de K₂₇₀ voisines de 0,3. Cette dernière représente la limite fixée par COI pour les huiles d'olive courantes (Conseil Oléicole International, 2011). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces résultats. Il s'agit de la récolte tardive des olives, une exposition excessive des olives et de l'huile extraite à

l'oxygène de l'air et à la lumière, voir aussi à un réchauffement de la pâte lors de la trituration (Tanouti *et al.*, 2011). Il est à noter que ces mêmes huiles, ont présenté des valeurs d'indice de peroxyde plus élevées (17,96 et 18,3 méq O₂ / Kg d'huile). L'extinction spécifique à 232 nm et à 270 nm d'une huile reflète son état d'oxydation. Plus son extinction à 232 nm est forte, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus l'huile est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit sa faible aptitude à la conservation (Wolff, 1968). Quant à la variation de l'extinction spécifique, elle varie d'un échantillon à l'autre mais sa valeur reste comparable à celle établie

par le Conseil Oléicole International ($\Delta K < 0,01$) (Conseil Oléicole International, 2011).

Teneur en pigments chlorophylliens : Les teneurs obtenues pour la chlorophylle, des échantillons étudiés, exprimée en ppm, sont représentées sur le tableau 3 :

Tableau 3 : Teneur en chlorophylles des échantillons étudiés.

Échantillons	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
Chlorophylle (ppm)	0,9±0,01	0,59±0,01	0,49±0,01	1,7±0,03	0,48±0,02	1,18±0,02	1,67±0,03	0,78±0,01

Les teneurs en chlorophylles, pour la plupart des échantillons étudiés, sont strictement inférieures à 2 ppm. Ces faibles teneurs sont souhaitées pour éviter l'action pro-oxydante des pigments la chlorophylliens et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles (Kiritsakis *et al*, 1987); d'où l'intérêt de produire des huiles d'olive à partir d'olives mûres et de procéder au défeuillage lors de l'extraction de l'huile. En effet, au début de la maturité des olives, la concentration en

chlorophylles est élevée. Cette valeur diminue continuellement au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette diminution est due à la dégradation de la chlorophylle en phéophytines qui confèrent à l'huile sa couleur jaune (Psomiadou *et al*, 2001 ; Ait Yacine, 2001.).

Détermination de la teneur en composés phénoliques : Les résultats des dosages des composés phénoliques sont sur le tableau 4 :

Tableau 4 : Teneur des composés phénoliques des échantillons étudiés.

Échantillons	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
Composés phénoliques (ppm)	182,83±0,01	359,48±0,02	337,40±0,01	504,33±0,03	443,38±0,01	294,12±0,01	514,93±0,01	446,03±0,01

Les résultats obtenus montrent que les huiles d'olive étudiées renferment une quantité appréciable de composés phénoliques. Cette quantité oscille entre 182,83 et 514, 93 ppm. Les résultats que nous avons obtenus sont en accord avec ceux rapportés par Abu-Reidah *et al*. qui ont trouvé des valeurs allant de 318.99 à 469.96 ppm pour des huiles palestiniennes (M. Abu-Reidah *et al*, 2013). Cependant, elles sont bien élevées que celles obtenues pour les huiles d'olives de la région de Tadla Azilal (179,9 à 281,35 mg/kg) (Meftah *et al*, 2014). Les composés phénoliques passent dans l'huile lors de son extraction. Ils sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent l'huile contre l'oxydation et lui confèrent une meilleure stabilité lors du stockage et une saveur amère (Tanouti *et al*, 2011). Les variations des teneurs observées peuvent être dues à la différence du degré de maturité des olives avant trituration, (récolte précoce des olives) mais dépendent également de la variété cultivée et de la zone géographique (Garcia *et al*, 2003). En effet, les huiles d'oliveraie située en altitude sont plus riches en phénols que les oliveraies des plaines (Ocakoglu, 2008). La présence des feuilles lors

de broyage des olives peut aussi augmenter la concentration en composés phénoliques dans les huiles d'olive (Boudhioua *et al*, 2008).

Détermination de la composition en acide gras : Les résultats obtenus de la chromatographie en phase gazeuse sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Les résultats obtenus pour les 8 échantillons étudiés montrent que la composition en acides gras des huiles d'olive analysées répond aux normes fixées par le Conseil Oléicole International (Conseil Oléicole International, 2009). Cette composition acide est variable. En effet, les pourcentages de l'acide oléique (C18:1) varient entre 67,23 % pour l'échantillon E₄ et 73,2 % pour l'échantillon E₁ alors que les pourcentages de l'acide linoléique (C18:2) varient entre 11,8 % pour l'échantillon E₁ et 17,14 % pour l'échantillon E₄. Ces deux acides gras sont donc les prédominants, suivi des acides palmitique (C16 :0) et stéarique (C18:0) à des taux de l'ordre de 10,09 % pour l'échantillon E₃ à 10,54 % pour l'échantillon E₂ et de 2,16 % pour l'échantillon E₁ à 2,62 % pour l'échantillon E₅ respectivement. Les acides gras mineurs dont les pourcentages obtenus pour les échantillons étudiés ne dépassent guère 4%,

sont formés par l'acide palmitoléique, stéarique, linoléique, arachidique et gadoléique alors que les acides gras présents à l'état de traces dont les

pourcentages sont inférieurs à 0,2 % sont représentés par, l'acide margaroléique.

Tableau 5 : Pourcentages des acides gras des échantillons étudiés.

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	Normes COI
Palmitique C16:0	10,43	10,54	10,09	10,49	10,26	10,32	10,13	10,46	7,5 – 20,0
Palmitoléique C16:1	0,83	0,7	0,7	0,7	0,71	0,67	0,77	0,79	0,3 – 3,5
Margarique C17:0	0,06	0,06	0,02	0,13	0,03	0,11	0,04	-	< 0,3
Margaroléique C17:1	0,09	0,1	0,1	0,11	0,06	0,06	0,06	-	< 0,6
Stéarique C18:0	2,16	2,42	2,46	2,42	2,62	2,16	2,43	2,17	0,5 – 5,0
Oléique C18:1	73,2	69,38	70,02	67,23	69,53	72,19	71,3	71,74	55,0 – 83,0
Linoléique C18:2	11,8	15,22	14,93	17,14	15,08	12,87	13,57	13,25	3,5 – 21,0
Linoléique C18:3	0,89	1,02	1,05	1,25	1,06	0,94	1,03	0,97	0,0 – 1,5
Arachidique C20:0	0,28	0,27	0,3	0,32	0,35	0,3	0,36	0,29	< 0,6
Gadoléique C20:1	0,26	0,27	0,31	0,2	0,3	0,29	0,31	0,33	< 0,4
AGS	12,93	13,29	12,87	13,36	13,26	12,89	12,96	12,92	
AGI	87,07	86,69	87,11	86,63	86,74	87,02	87,04	87,08	
AGI/AGS	6,73	6,52	6,77	6,48	6,54	6,75	6,72	6,74	

La présence de l'acide gras polyinsaturé : acide linoléique (C18:2) avec un pourcentage important comparativement aux autres acides gras insaturés peut être expliquée par la présence d'une enzyme, l'Oléate desaturase qui transforme l'acide oléique (C18:1) en acide linoléique (C18:2) au cours de la maturation du fruit (Gutierrez *et al.*, 1999). Les pourcentages en acide oléique dans les huiles d'olive étudiés sont similaires aux valeurs trouvées par Abu-Reidah *et al.* qui ont trouvé des valeurs allant de 67.24 à 72.27 % pour des huiles palestiniennes (M. Abu-Reidah *et al.*, 2013). Cependant, ils sont un peu élevés que les valeurs rapportées par Issaoui *et al.* pour les huiles tunisiennes (54.6 à 66.8 %) (Issaoui *et al.*, 2010). Il faut également signaler que la composition en acides gras obtenue

révèle une prédominance des acides gras mono insaturés. Le pourcentage des acides gras insaturés (AGI) varie légèrement, en fonction des échantillons étudiés. Il varie entre 86,63 pour E₄ et 87,11 % pour E₃. De même le pourcentage des acides gras saturés est variable, il oscille entre 12,89 pour E₃ et 13,49 % pour E₄. Le rapport entre les acides gras insaturés sur les acides gras saturés (AGI/AGS) montre également une fluctuation en fonction des échantillons étudiés. Ce rapport oscille entre 6,48 pour E₄ et 6,77 pour E₃. Ce rapport est plus élevé ce qui confère à l'huile d'olive une plus grande stabilité à l'auto-oxydation et une valeur nutritionnelle importante (Ryan *et al.*, 1998 ; Abaza *et al.*, 2003).

CONCLUSION

L'étude des paramètres de qualité des huiles d'olives issues de la région de Chaouia a permis de classer les huiles d'olive étudiées en trois catégories : huiles d'olive vierges , vierges courantes et vierges lampantes. On note l'absence des huiles d'olive de qualité extra vierge dans les échantillons étudiés. Les facteurs responsables d'acidité élevée sont liés au non

respect des bonnes pratiques de récolte, de trituration et de stockage des huiles d'olives. La composition en acides gras a révélé que les huiles d'olive étudiées sont très riche en acides gras insaturés : C18:1, C18:2 et C18:3. En effet, le rapport des acides gras insaturés sur les acides gras saturés est élevé et oscille entre 6,42 et 6,76. d'où leurs intérêts dans la conservation des

huiles d'olive et dans la nutrition humaine. Pour valoriser d'avantage ces huiles régionales et leur donner une valeur ajoutée, il est nécessaire de sensibiliser les agriculteurs pour améliorer les pratiques

et les techniques culturales et les propriétés des huileries traditionnelles en ce qui concerne le stockage, la transformation et la conservation des huiles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, (2006). Données générales sur l'agriculture marocaine. Les cultures arboricoles. Direction de la Statistique.
- Conseil Oléicole International (2011). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. T. 15/NC n° 3/Rév. 6.
- Pinatel C., Petit C., Ollivier D et Artaud J. (2004). Outil pour l'amélioration organoleptique des huiles d'olive vierges. Oléagineux, Corps Gras, Lipides .11(3) : 217-222.
- Organisation Internationale de Normalisation : ISO 660 : (1996) .Corps gras d'origines animale et végétale -Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.
- Organisation Internationale de Normalisation : ISO 3960 : (2007). Corps gras d'origines animale et végétale - Détermination de l'indice de peroxyde - Détermination avec point d'arrêt iodométrique.
- Wolff J-P. (1968). Manuel d'analyse des corps gras. Edition. Azoulay, Paris.
- Rathjen, A. H. et Robinson, S. P. (1992). Characterization of a variegated grapevine mutant showing reduced polyphénol oxidase activity. Aust. J. Plant Physiol. 19 : 43-54.
- Conseil Oléicole International (2001). Préparation des esters méthyliques d'acides gras de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olive. T.20/Doc. N° 24.
- El Antari, A., Hilal, A., Boulouha, B. et El Moudni, A. (2000). Influence of the variety, environment and cultural techniques on the characteristics of olive fruits and the chemical composition of extra virgin olive oil in Morocco. *Olivae*. (80): 29-36.
- Benabid H., Naamoune H., Noçairi H. et Rutledge D. (2008). Application of chemometric tools to compare Algerian olive oils produced in different locations. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 6 (2) : 43-51.
- Tanouti K., Elamrani A., Serghini Caid H., Khalid A., Bahetta Y., Benali A., Harkous M.et Khir M. (2010). Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopératives pilotes (Lakrarmaet Kenine) au niveau du Maroc oriental. Les technologies de Laboratoire, 5 :18-26.
- Ranalli A. (1989). Aspects et problèmes se rattachant au stockage et à la conservation de l'huile d'olive. *Olivae*. 272 : 11-18.
- Meftah H., Latrache H., Hamadi F., Hanine H., Zahir H. et El louali M. (2014). Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issues de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc). *J. Mater. Environ. Sci*. 5 (2) : 641-646
- Salvador M. D., Aranda F., Gomez-Alonso S. et Fregapane G. (2003). Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil : a study of five crop seasons. *Food Chemistry*. 80 : 359-366.
- Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M.et Elamrani A. (2011). Quality improvement of olive oils produced in the eastern Morocco. *Les technologies de Laboratoire*. 6 (22) : 1-12.
- Kiritsakis, A. et Markakis, P. (1987). Olive oil : a review. *Advance Food Research*. 31 : 118-125.
- Psomiadou, E.et Tsimidou, M., (2001). Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 640-647.
- Ait Yacine Z. (2001). Etude des facteurs déterminant la meilleure période de récolte des Olives (var. Picholine marocaine) destinées à la trituration dans le Tadla. Thèse de Doctorat d'état ès-Sciences, Université Mohamed I^{er}, Faculté des Sciences, Oujda.
- M. Abu-Reidah I., Yasin M., Urbani S., Servili M. et Montedoro G. (2013). Study and characterization of Palestinian monovarietal Nabali virgin olive oils from northern West Bank of Palestine. *Journal Food Research International*. 54 (2) : 1959-1964.
- Garcia A., Brenes M., Garcia P., Romero C. et Garrido A. (2003). Phenolic content of commercial

- olive oils. *European Food Research and Technology*. 216 (6) : 520-525.
- Ocakoglu D. (2008). Classification of Turkish virgin olive oils based on their phenolic profiles. Thesis, Master of Science in food engineering and science – Izmir institute of technology – Turkish.
- Boudhioua N., Ben Slimen I., Bahloul N. et Kechaou N. (2008). Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne. *Revue des Energies Renouvelables SMSTS'Alger* : 111-116.
- Conseil Oléicole International. (2009). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive. COI/NCn°3 / Rev.4.
- Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A. et 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 Agric. Food Chemistry*. 47 : 121-127.
- Issaoui M., Flamini G., Brahmi F., Dabbou S, Ben Hassine K., Taamali A., Chehab H., Ellouz M, Zarrouk M. et Hammamia M. (2010). Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils. *Food Chemistry*. 119 : 220–225.
- Ryan D., Robards K. et Lavee S. (1998). Evolution de la quantité de l'huile d'olive. *Olivae*. 72 : 23-41.
- Abaza L., Ben Temime S., M'Sallem M., Daoud D., Zarrouk M. et Cherif A. (2003). Etude comparative de la lipogenèse chez quelques variétés d'oliviers cultivées en Tunisie. *Riv. Ital. Dell Sost. Gr.* 80: 297-306.