

Évaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholine marocaine

M. OUEDRHIRI¹, C. BENISMAIL², F. EL MOHTADI², A. ACHKARI-BEGDOURI²

(Reçu le 11/10/2016; Accepté le 22/02/2017)

Résumé

Ce travail étudie l'effet du dénoyautage des olives sur la qualité de l'huile d'olive à travers une comparaison de la qualité physico-chimique et gustative de l'huile d'olive sans noyau (huile de pulpe d'olive) et celle avec noyau (habituellement préparée). Les paramètres mesurés sont : l'acidité libre, l'indice de peroxyde, l'absorption UV (K232 à 232 nm, K270 et ΔK à 270 nm), la teneur en polyphénols totaux et la composition en acides gras. La dégustation, par un panel de 54 étudiants, a été réalisée d'une part selon le test discriminatif triangulaire, et d'autre part, en demandant aux sujets leur préférence de goût pour l'un des deux types d'huiles. L'analyse physico-chimique a permis de classer tous les échantillons dans la catégorie d'huiles d'olive vierges extra. La comparaison des données d'observations en paires relatives à l'acidité libre, à l'indice de peroxyde et aux extinctions spécifiques n'a pas décelé de différence significative entre les deux types d'huiles d'olive (avec ou sans noyau). Le dénoyautage a entraîné une légère hausse, bien que peu significative ($P = 0,097$) de la teneur en composés phénoliques, mais n'a pas eu d'effet significatif sur la composition en acides gras. La dégustation selon l'épreuve triangulaire a permis de révéler une différence de goût assez significative ($P = 0,029 < 0,05$). Par ailleurs, 39 % des dégustateurs ont manifesté une préférence de goût en faveur de l'huile de pulpe d'olive.

Mots clés: Huile de pulpe d'olive, caractérisation physico-chimique, qualité chimique, qualité gustative, test triangulaire, préférence de goût.

Abstract

This work examines the effect of olives pitting on virgin olive oil quality. It compares physicochemical and gustative quality of oils obtained from whole olives and pitted ones. Oil analyses concerned free acidity, peroxide index, UV extinctions at 232 and 270 nm, total phenolics content and fatty acid composition. Degustation, by a panel composed of 54 students, used triangular discriminative test to distinguish between whole and pitted olive oils taste; also, panel was invited to give personal preference for one of the two types of olive oils. Physicochemical data demonstrated that all oil samples are classed as extra virgin olive oil category. Data comparison of paired samples noticed no significant difference between pulp olive oil and whole olive oil. Pitting olives caused low but non-significant increase ($P = 0,097$) of total phenolics content and had no effect on fatty acid composition. Significant taste difference was noticed between whole olive oil and pulp olive oil ($P = 0,029 < 0,05$) and 39% of panel members exhibited taste preference towards olive pulp oil.

Keywords: Olive pulp oil, physicochemical characterization, chemical quality, gustative quality, triangular test, taste preference.

INTRODUCTION

L'olivier est la principale espèce fruitière cultivée au Maroc, occupant plus de 55 % de la superficie arboricole totale. Le patrimoine oléicole national est dominé par une seule variété, la Picholine marocaine à plus de 96% (MAPM, 2012). C'est une variété autochtone, à double finalité (production d'huile et d'olives de table), avec une richesse en huile assez satisfaisante (Loussert, 1989).

L'huile d'olive est très appréciée surtout pour son goût caractéristique et sa valeur socioculturelle, mais aussi, grâce ses vertus thérapeutiques, diététiques et nutritionnelles (Sotiroudis et al., 2003; Benlemlih et Ghannam, 2012). La production nationale actuelle est de 160.000 tonnes d'huile d'olive par an, plaçant le Maroc au 6^{ème} rang parmi les fournisseurs mondiaux (INRA,

2013). Cette production connaît une augmentation soutenue et devra atteindre, grâce au Plan Maroc Vert, quelques 340.000 tonnes à l'horizon 2020 (MAPM, 2012). Cependant, la consommation à l'échelle nationale demeure faible, effleurant à peine les 2,5 kg par habitant et par an, comparativement aux pays grand consommateurs (10 kg en Espagne, 12 kg en Italie et 24 kg en Grèce (INRA, 2013).

La qualité de l'huile d'olive dépend de divers facteurs liés à la variété, aux conditions climatiques et culturelles ainsi qu'aux conditions de trituration (durée et conditions de stockage, mode de trituration traditionnel ou industriel). La filière oléicole souffre d'un décalage technologique tel que le secteur artisanal (mâasras) qui utilise des moyens assez archaïques, assure près de 42 % de la production nationale d'huile d'olive. Cette situation affecte négativement la

¹ Département des Ressources Naturelles et Environnement. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat. Email: med.ouedrhiri@gmail.com

² Département du Génie des Procédés, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

qualité commerciale de l'huile d'olive produite et diminue sa compétitivité sur le marché international.

L'huile de pulpe d'olive est une variante d'huile d'olive vierge, préparée artisanalement depuis l'antiquité sur les rivages est et nord de la méditerranée (Niaounakis and Halvadakis 2006; Clodoveo et al., 2014). Elle est actuellement extraite à très petite échelle notamment à des fins expérimentales. On l'obtient par trituration des olives préalablement dénoyautées, selon le mode d'extraction classique (Figure 1). Ce type d'huile est de même niveau de qualité que l'huile d'olive classique (Patumi et al., 2003), ou serait meilleur (Del Caro et al., 2006; Servili et al., 2007).

La présente étude aborde l'aspect qualité de l'huile de pulpe d'olive pour la variété nationale (Picholine marocaine). Elle procède à une évaluation des qualités chimique et sensorielle en comparant respectivement les paramètres physico-chimiques et le goût de l'huile de pulpe d'olive d'une part et de l'huile d'olive conventionnelle d'autre part. Enfin, elle essaie d'évaluer le niveau de préférence de goût que le consommateur peut avoir vis-à-vis de l'une ou de l'autre des deux types d'huiles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage et préparation des huiles

Les deux types d'huiles (huile de pulpe d'olive et huile d'olive conventionnelle) sont obtenus à partir des mêmes olives, selon le mode de trituration conventionnel. Six échantillons d'olives de la variété autochtone (Picholine marocaine) sont achetés à partir de vergers situés dans les régions de Meknès, Fès, Sefrou et Taounate, durant la campagne 2014/2015. Chaque échantillon (14 kg) est trié, lavé, puis réparti en deux sous-échantillons qui sont

triturerés séparément: l'un en dénoyantant les olives avant trituration (Figure 1) et l'autre en gardant les olives avec leur noyau (Figure 2). Les huiles obtenues sont conservées au froid (2 °C) jusqu'au moment de l'analyse.

Analyses physico-chimiques

Les différents échantillons d'huiles d'olive ont fait l'objet des analyses physico-chimiques suivantes: détermination de l'acidité libre, de l'indice de peroxyde, de l'absorbance spécifique à 232 (K232), et à 270 nm (K270 et de ΔK (COI, 2015). La teneur en polyphénols totaux est réalisée selon la méthode de Vazquez Roncero (1973). L'indice de réfraction est mesuré par un réfractomètre numérique (Atago RX500) thermostaté, à une température de $25,00 \pm 0,02^\circ\text{C}$. Le profil des acides gras est établi sur deux échantillons d'huiles par chromatographie en phase gazeuse, selon la méthode admise par la norme marocaine NM ISO 5509 (SNIMA, 2004). Toutes les analyses sont réalisées en triple exemplaires, sauf pour le profil des acides gras.

Analyse organoleptique

Parallèlement, une comparaison gustative des deux types d'huiles est effectuée, en faisant appel à une cinquantaine d'étudiants (4^{ème} année de la filière IAA). Les échantillons des deux types d'huiles sont présentés aux candidats selon le modèle de répartition de l'épreuve triangulaire (Poste et al., 1991). Les candidats sont invités à déguster trois échantillons d'huile d'olive dont deux sont identiques. Il leur est demandé de reconnaître l'échantillon qui est différent du point de vue goût, sans qu'ils ne soient informés sur la nature de la différence entre les échantillons (huile de pulpe d'olive ou huile d'olive conventionnelle).

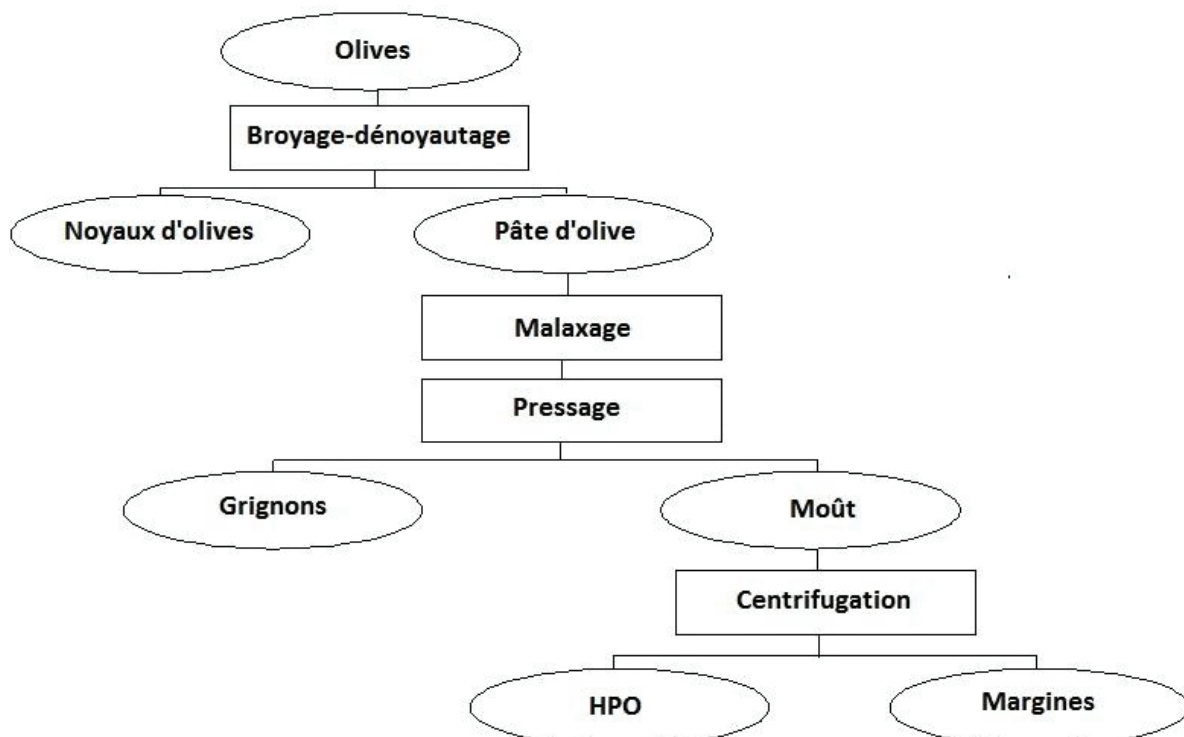


Figure 1: Processus d'extraction de l'huile de pulpe d'olive (HPO) à partir des olives sans noyau

Analyse statistique

L'analyse des données est effectuée selon une comparaison d'échantillons en paires aussi bien pour les paramètres physico-chimiques (Steel and Torrie, 1980) que pour l'épreuve triangulaire (Poste et al., 1991), afin de tester l'impact du dénoyautage sur les qualités physico-chimique et gustative de l'huile d'olive.

RÉSULTAT ET DISCUSSION

Qualité physico-chimique des huiles obtenues

Le Tableau 1 présente les résultats moyens obtenus pour les différents paramètres comparés entre l'huile de pulpe d'olive et l'huile d'olive. Conformément à la norme codex

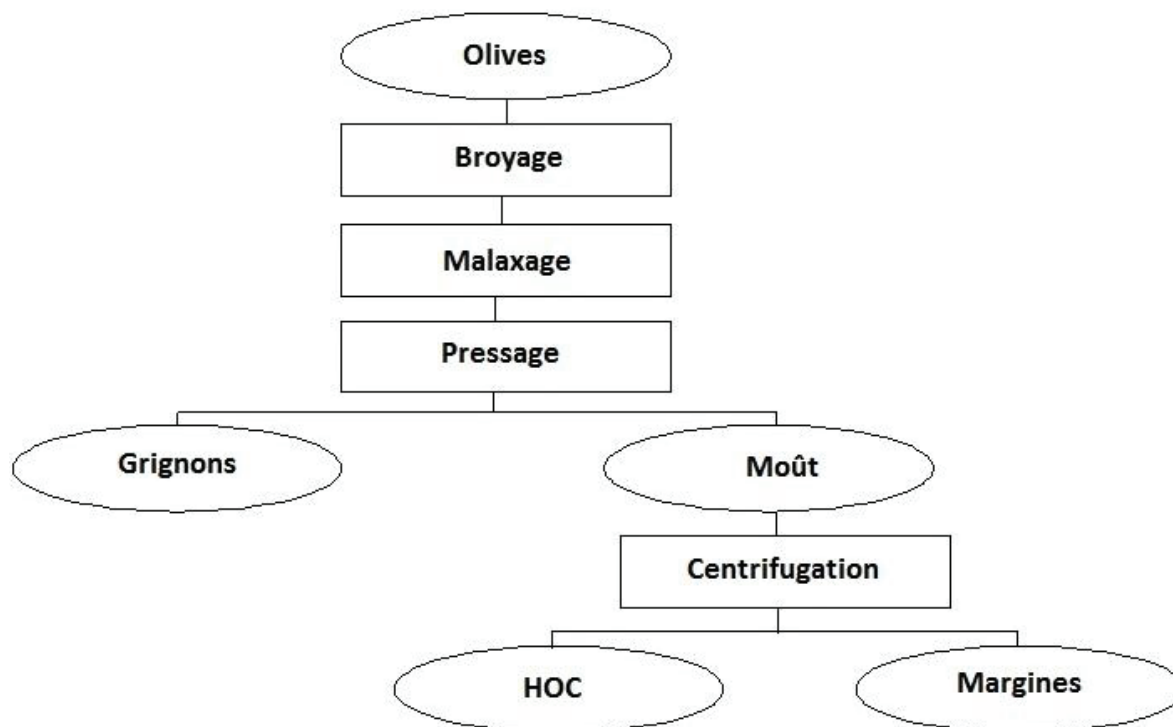


Figure 2: Processus d'extraction de l'huile d'olive (HOC, ou huile d'olive conventionnelle) à partir des olives entières (noyau compris)

Tableau 1: Récapitulatif des résultats moyens de l'analyse physico-chimique d'huiles d'olive et de pulpe d'olive de la variété Picholine marocaine

Paramètre	HPO ⁽¹⁾	HOC ⁽²⁾	Norme ⁽³⁾	P ⁽⁴⁾
Acidité ⁽⁵⁾	0,43 ± 0,05 ⁽⁶⁾	0,48 ± 0,05	≤ 0,8 ⁽⁶⁾	0,137
IP ⁽⁷⁾	10,8 ± 2,7	12,1 ± 2,7	≤ 20	0,546
K232	1,542	1,535	≤ 2,50	0,966
K270	0,174	0,126	≤ 0,22	0,160
ΔK ⁽⁸⁾	0,003	0,003	≤ 0,01	0,826
CPT ⁽⁹⁾	51,1	42,3	-	0,097
nD ⁽¹⁰⁾	1,4679 ± 0,0003	1,4679 ± 0,0003	-	0,631

⁽¹⁾ : Huile de pulpe d'olive obtenue d'olives dénoyautées;

⁽²⁾ : Huile d'olive obtenue d'olives entières;

⁽³⁾ : Limites maximales relatives à la catégorie extra, fixées par la norme codex de qualité d'huile d'olive (CODEX, 2009) ;

⁽⁴⁾ : Niveau de signification, ou encore, seuil de l'erreur commise en acceptant l'absence de différence entre les deux types d'huiles ; sa valeur critique est 0,05 (P= 0,05) correspondant à une différence significative. Les valeurs présentées ont été estimées par interpolation à partir de la table t de Student (Steel and Torrie, 1980);

⁽⁵⁾ : Acidité libre de l'huile exprimée en g acide oléique /100g;

⁽⁶⁾ : Valeur moyenne ± écart-type;

⁽⁶⁾ : La valeur fixée par la norme marocaine est 1,0 (SNIMA, 2003);

⁽⁷⁾ : Indice de peroxyde, exprimé en méq O₂/kg;

⁽⁸⁾ : Variation de l'extinction spécifique au voisinage de 270 nm, valant: ΔK = K270 - (K274+K266)/2

⁽⁹⁾ : Composés phénoliques totaux en ppm (mg/kg);

⁽¹⁰⁾ : Indice de réfraction à 25,0°C.

de qualité d'huile d'olive (CODEX, 2009), considérée valable par la norme marocaine (SNIMA, 2003), les différentes huiles préparées sont de qualité vierge extra. Les trois paramètres concernés affichent des valeurs inférieures aux limites maximales (Figures 3, 4, 5a-5c).

significative pour l'acidité ($P = 0,137$) et l'absorption à 270 nm ($P = 0,160$) et devient inexistante pour les autres paramètres de qualité (indice de peroxyde, K232 et ΔK), excluant tout effet du dénoyautage sur la distinction, du point de vue qualité, entre les deux types d'huiles d'olive.

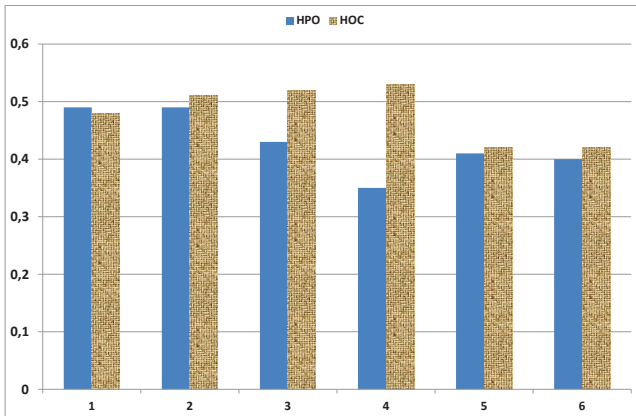


Figure 3: Acidité libre de six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

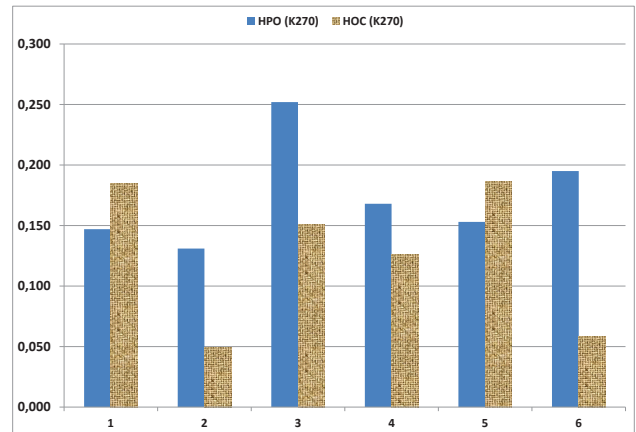


Figure 5b: Extinction spécifique à 270 nm (K270) de six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

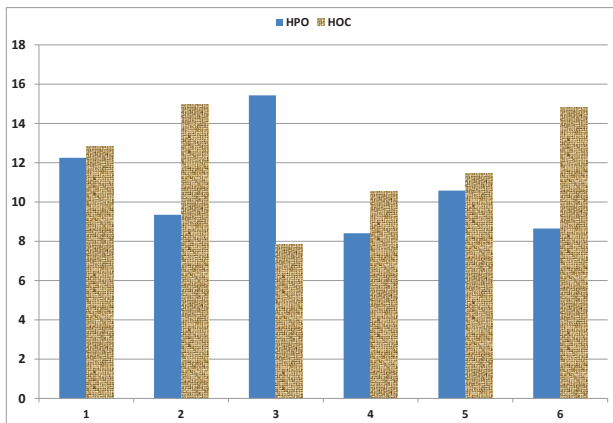


Figure 4: Indice de peroxyde six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

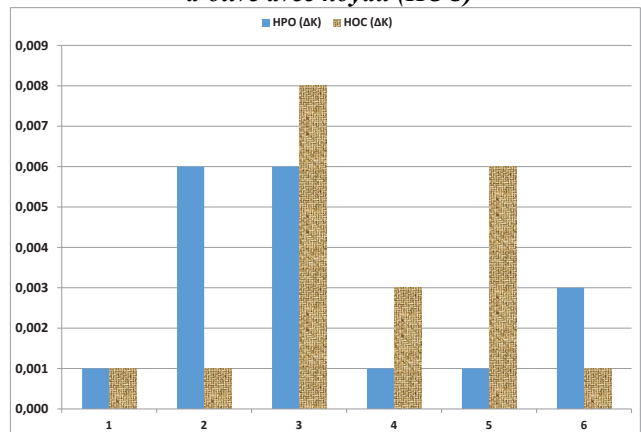


Figure 5c: Variation de l'extinction spécifique au voisinage de 270 nm (K270) de six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

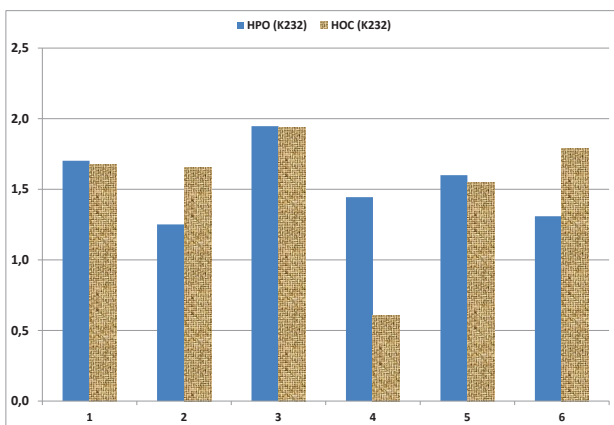


Figure 5a: Extinction spécifique à 232 nm (K232) de six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

Les figures 3, 4 et 5 illustrent la comparaison entre les deux types d'huiles et montrent qu'en moyenne, les huiles de pulpe d'olive sont légèrement moins acides (Figure 3), moins peroxydées (Figure 4) et d'une absorption UV comparable à celle des huiles d'olive conventionnelles (Figures 5a-5c). Statistiquement, cette différence est non

Des travaux de recherche sur l'huile de pulpe d'olive confirment ces observations. Sponza (2006), travaillant sur cinq variétés d'oliviers cultivés en Croatie, a obtenu pour la plupart des échantillons d'huiles de pulpe d'olive des acidités plus faibles que pour les huiles d'olives entières. Le même auteur a observé des indices de peroxydes plus faibles pour les huiles de pulpe d'olive, sans que la différence avec l'autre type d'huile ne soit statistiquement significative. Mulinacci *et al.*, (2005) ont obtenu pour tous les échantillons d'huiles étudiées, aussi bien de pulpe d'olive que d'olives entières, une acidité inférieure à 0,5%, notant que les premières ont des acidités similaires ou inférieures à celles des dernières. Lavelli *et al.*, (2005) ont observé dans l'huile de pulpe d'olive des valeurs d'acidité, d'indice de peroxyde et d'extinctions spécifiques qui sont très en deçà des normes pour six variétés italiennes d'oliviers. Pour une autre variété italienne, Gambacorta *et al.*, (2010) ont formulé la même conclusion. Del Caro *et al.*, (2006) affirment, pour une variété différente, que les huiles de pulpe d'olive ont de plus faibles niveaux d'acidité libre et une plus grande stabilité à l'oxydation que les huiles d'olives conventionnelles.

Concernant la teneur en composés phénoliques, les huiles de pulpe d'olive étudiées ont affiché des valeurs plus élevées que les huiles d'olives entières (Figure 6). L'augmentation varie entre 4,4 et 57,0%, avec une hausse moyenne de 20,9%; mais, vu le nombre limité d'échantillons, la différence entre les deux types d'huiles est peu significative ($P = 0,097$). Luaces et al., (2007) ont noté que, pour trois cultivars espagnols d'olivier, les teneurs en composés phénoliques totaux des huiles de pulpe d'olive dépassent d'environ 25% celles des huiles d'olive avec noyau. D'autres travaux confirment la teneur plus importante des huiles de pulpe d'olive en polyphénols totaux (Sponza, 2006; Servili et al., 2007). La graine du noyau de l'olive est riche en enzymes, notamment les peroxydases (POD), qui s'attaquent durant le malaxage aux composés phénoliques contenus dans la pulpe. Le dénoyautage des olives avant trituration permet de débarrasser la pâte d'olives de ces enzymes et prévient ainsi l'oxydation des polyphénols; ceci se traduit par une amélioration de la teneur en ces composés dans l'huile de pulpe d'olive (Servili et al., 2007).

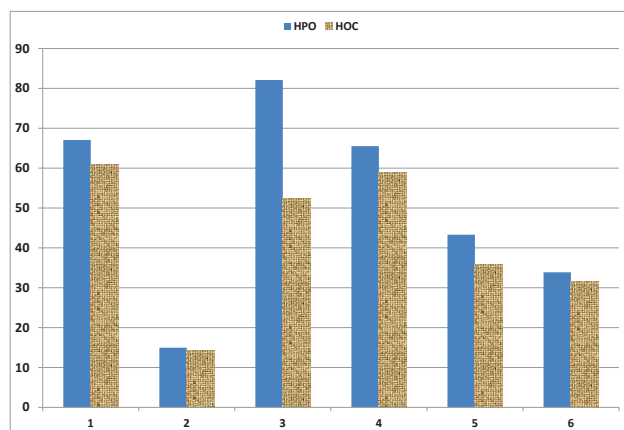


Figure 6: Teneur en polyphénols totaux dans six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

Le degré de maturité des olives influe beaucoup sur la teneur en composés phénoliques (Vazquez Roncero et al., 1973, 1978); mais, puisque l'étude est basée sur une comparaison de paires, ce paramètre est considéré invariable et de ce fait sa mesure a été jugée non cruciale.

Tableau 2: Composition en acide gras totaux de l'huile de pulpe d'olive (HPO) et de l'huile d'olive conventionnelle (HOC) pour deux échantillons (1 et 4)

Acide gras	Ech. 1		Ech. 4	
	HPO	HOC	HPO	HOC
C16 :0	9,48	10,10	10,02	9,78
C16 :1	0,64	0,63	0,66	0,65
C17 :0	0,04	0,03	0,04	0,04
C17 :1	0,07	0,06	0,07	0,07
C18 :0	2,33	2,34	2,20	2,21
C18 :1	76,46	76,07	76,17	76,14
C18 :2	9,42	9,35	8,92	9,20
C18 :3	0,78	0,77	0,86	0,85
C20 :0	0,49	0,31	0,31	0,32
C20 :1	0,32	0,34	0,32	0,33

La comparaison de l'indice de réfraction (Figure 7), qui pourrait refléter une éventuelle modification de nature physique, n'a montré aucune différence entre les deux types d'huiles (Tableau 1). Pour l'huile d'olive (vierge ou raffinée), l'intervalle de valeurs de référence se situe entre 1,4677 et 1,4705 à 20°C (CODEX, 2009). L'indice de réfraction des huiles dépend de la structure des acides gras et du degré d'estérification (Gunstone, 2002): il augmente avec le nombre d'atomes de carbone, le degré d'insaturation et de conjugaison et prend des valeurs plus élevées pour les monoglycérides que pour les triglycérides. Toute variation de ce paramètre peut indiquer une modification de la composition glycéridique de l'huile.

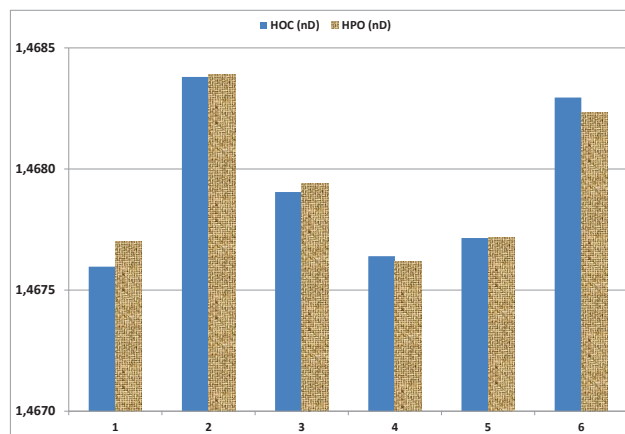


Figure 7: Indice de réfraction à 25,0°C de six échantillons d'huile de pulpe d'olive (HPO) et d'huile d'olive avec noyau (HOC)

Le profil des acides gras

La composition en acides gras est consignée dans le tableau 2. L'analyse n'a intéressé que deux paires d'huile de pulpe et d'huile conventionnelle, chaque paire étant obtenue à partir d'un même lot d'olives. Les deux types d'huiles ont eu des teneurs relativement élevées en acides palmitique, oléique et linoléique; mais, la composition globale en acides gras ne présente pas de différence significative, ni qualitativement ni quantitativement.

Qualité gustative des huiles

La comparaison gustative selon l'épreuve triangulaire entre les échantillons des deux types d'huiles d'olive a été décisive. La différence de goût, entre l'huile de pulpe d'olive et l'huile d'olive conventionnelle, a pu être ressentie par 48% des participants. Statistiquement, ceci représente une différence significative ($P < 0,05$). Cette différence pourrait s'expliquer par la légère amélioration de la teneur en polyphénols des huiles de pulpe d'olive. Ces composés jouent un rôle important dans la caractérisation organoleptique de l'huile d'olive (Cimato, 1990).

Parallèlement, il a été demandé aux dégustateurs d'exprimer leur préférence personnelle en faveur de l'une ou de l'autre des deux types d'huiles. Parmi les 54 participants à ce test hédonique, 39% ont préféré le goût de l'huile de pulpe d'olive.

On peut conclure que l'huile de pulpe d'olive est d'une qualité égale sinon meilleure à celle de l'huile d'olive conventionnelle (olives entières), aussi bien sur le plan physico-chimique qu'organoleptique. Sa richesse en composés phénoliques lui confère un meilleur pouvoir antioxydant, à même de lui garantir une plus longue durée de conservation (Del Caro et al., 2006) et des qualités organoleptiques meilleures, notamment son goût plus doux et plus fruité (Servili et al., 2007). Ces avantages peuvent constituer un atout pour encourager sa production à grande échelle. L'importance de la clientèle potentielle ayant exprimé la préférence en sa faveur laisse présager que cette nouvelle variante d'huile d'olive, qui contribue à élargir l'éventail des produits oléicoles, aura un avenir prometteur. Ces résultats montrent clairement que le mode de production de l'huile de pulpe d'olive est porteur au profit de l'industrie de l'huile d'olive et du secteur oléicole; sa promotion mérite de l'intérêt.

Le simple fait d'écarter le noyau de l'olive lors de la trituration, selon le processus communément appliqué, ne peut causer de modification sur les propriétés physiques de l'huile d'olive ou sur sa composition en acides gras ou en triglycérides. D'ailleurs, l'huile contenue dans l'amandon ne représente en moyenne que 1,5% de la teneur en huile des olives et demeure retenue en grande partie dans les grignons (El Antari et al., 2003). L'effet du dénoyautage se manifesterait plutôt sur la composition de la fraction insaponifiable (composés phénoliques, tocophérols et autres) à cause de sa sensibilité aux complexes enzymatiques et aux conditions de la trituration. Une étude plus approfondie consacrée à la composition de cette fraction insaponifiable et au profil des composés volatiles permettrait de mieux apprécier les différences entre les deux types d'huile d'olive étudiés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mr. SAAD E.H., Directeur du Laboratoire Officiel d'Analyses et de Recherches Chimiques de Casablanca (LOARC) pour nous avoir fait faire les analyses de composition en acides gras des huiles d'olive et de pulpe d'olive.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Benlemlih M., Ghanam J. (2012). Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé. Macro-pietteur éd., Embourg (Belgique), 128 p.
- Cimato A. (1990). La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, 31: 20-31.
- Clodoveo M.L., Camposeo S., De Gennaro B., Pascuzzi S., Roselli L. (2014). In the ancient world, virgin olive oil was called "liquid gold" by Homer and "the great healer" by Hippocrates. Why has this mythic image been forgotten? *Food Research International*, 62: 1062–1068.
- COI (2015). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. Conseil Oléicole International, COI/T.15/NC n° 3/Rév. 8: 1-8.
- CODEX (2009). *Codex alimentarius*. Norme codex pour les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive, CODEX STAN 33-1981, 9 p. (Adoptée: 1981; révisions: 1989, 2003; amendée: 2009).
- Del Caro A., Vacca V., Poiana M., Fenu P.A.M., Piga A. (2006). Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv.) from whole and de-stoned fruits. *Food Chemistry*, 98: 311–316.
- El Antari A., El Moudni A., Ajana H., Cert A. (2003). Étude de la composition lipidique de deux compartiments du fruit d'olive (pulpe et amande) de six variétés d'oliviers cultivés au Maroc. *Olivae*, 98: 20-28.
- Gambacorta G., Faccia M., Previtali M.A., Pati S., La Notte E., Baiano A. (2010). Effects of olive maturation and stoning on quality indices and antioxidant content of extra virgin oils (cv. Coratina) during storage. *Journal of Food Science*, 75: C229-35.
- Gunstone F.D. (2002). Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses. Blackwell Publishing Ltd (CRC Press), Boca Raton, FL. (USA), 337p.
- INRA (2013). Huile d'olive: une denrée mal triturée. Web actualités, 157: 38-40.
- Lavelli V., Bondesan L. (2005). Secoiridoids, tocopherols, and antioxidant activity of monovarietal extra virgin olive oils extracted from destoned fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 1102–1107.
- Loussert R. 1989. L'oléiculture marocaine: situation actuelle et perspective d'avenir. *Olivae*, 25: 8-12.
- Luaces P., Romero C., Gutierrez F., Sanz C., Pérez A. G. (2007). Contribution of olive seed to the phenolic profile and related quality parameters of virgin olive oil. *J. Sci. Food Agric.*, 87: 2721–2727.
- MAPM, (2012). Bilan de la campagne oléicole, Direction de la production végétale, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Rabat Maroc.
- Niaounakis M., Halvadakis C.P. (2006). Olive processing waste management-Literature review and patent survey. Waste management series 5; 2nd Edition, Elsevier éd., Oxford, 517 p.

- Patumi M., Terenziani S., Ridolfi M., Frontanazza G. (2003). Effect of fruit stoning on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 80: 249-255.
- Poste L.M., Mackie D.A., Butler G., Larmond E. (1991). Méthodes d'analyse sensorielle des aliments en laboratoire. Direction Générale de la Recherche, Agriculture Canada, Ottawa, 97 p.
- Servili M., Taticchi A., Esposito S., Urbani S., Selvaggini R., Montedoro G.F. (2007). Effect of olive stoning on the volatile and phenolic composition of virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 55: 7028-7035.
- SNIMA (2003). Service de Normalisation Industrielle. Huile d'argan. Spécifications. Norme Marocaine NM 08.5.090, Rabat.
- SNIMA (2004). Corps gras d'origines animale et végétale: préparation des esters méthyliques d'acides gras (NM ISO 5509). Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Mise à Niveau de l'Économie.
- Sotiroudis T.G., Kyrtopoulos S.A., Xenakis A., Sotiroudis G.T. (2003). Chemopreventive potential of minor components of olive oil against cancer (a review). *Italian Journal of Food Science*, 15: 169-185.
- Sponza S. (2006). Compositional parameters in evaluation of extra virgin olive oil produced in Istria - Croatia. Graduate thesis, Agronomic Faculty, Udine University, Italy, 94 p.
- Steel R.G.D., Torrie J.H. (1980). Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill, New York (USA), 633 p.
- Vazquez-Roncero A., Janer Del Valle C., Janer Del Valle M.L. (1973). Détermination de la teneur en polyphénols totaux dans l'huile d'olive. *Grasas y Aceites*, 24: 350-357.
- Vazquez-Roncero A. (1978). Les polyphénols de l'huile d'olive et leur influence sur les caractéristiques de l'huile. *Revue Française des Corps Gras*, 25: 21-26.