

République Algérienne Démocratiques Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologique



Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du Diplôme Master en Biologie

Spécialité : Biologie

Option: Oléiculture et Oléotechnie

Thème

**Caractérisations physico-chimique de l'huile d'olive
issue de deux systèmes d'extraction**

Proposé et dirigé par:

D^r KOURABA K.

Réalisé par:

M^{elle} : AIT FODIL Sabrina

M^{elle} : OURAHMOUN Razika

Devant le jury :

Président: D^r AMROUCHE.T

Examineurs: M^{me} BENTAYEB. S

M^r ALLILI. N

M.C.A. à l'U.M.M.T.O.

M.A.A. à l'U.M.M.T.O.

M.A.A. à l'U.M.M.T.O.

2015/2016

Remerciements

*Nous tenons à remercier tout d'abord le BON DIEU
le tout puissant qui nous a procuré du courage et la volonté pour mener à réaliser
ce modeste travail.*

** Nos profondes reconnaissances s'adressent particulièrement à notre promoteur
M^r KOURABA.K pour son aide, ses conseils qu'il nous a prodigué tout au long de ce
travail et pour sa disponibilité.*

** Nous remercions M^r AMROUCHE T de nous avoir fait l'honneur de présider le jury*

** Nos reconnaissances s'adressent à M^r ALLILIN d'avoir accepté d'examiner notre
mémoire.*

** Nos remerciements s'adressent également à M^{me} BENTAYEB.S d'avoir accepté
d'examiner ce travail*

** On tient à remercier le personnel du laboratoire de chimie et ceux de l'INA
D'El-Harrach.*

** Nos remerciements s'adressent également au personnel du laboratoire commun
I et II d'UMMTO.*

** Un grand merci à M^r ADELLI, M^r Arguioui, M^r AKEB, M^r CHERFI, M^r
MOUMOU et M^r RAIB ; ainsi que tous leurs fils de nous avoir accordés
de faire notre échantillonnage au sein de leurs huileries.*

Nous remercions également tout le personnel de l'ITAFV pour leur aide précieuse.

*Nous remercions également à tous les enseignants du département
des Sciences Biologiques et Agronomiques*

DU FOND DU CŒUR MERCI À TOUS

RAZIKA

SABRINA

Dédicaces

A l'aide de DIEU, le tout puissant, ce travail est achevé ;

Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères ;

+ *A mes parents pour leurs exprimes tout le respect et l'amour que j'ai pour eux et
Pour leurs témoigner ma reconnaissance pour tous les efforts et sacrifices qui ont
entrepris à de me voir ce que je suis ;*

+ *A mon mari Said qui n'a jamais cessé de croire en moi source d'amour et de
tendresse ;*

+ *A mes beaux-parents, ma belle sœur et mon beau-frère Nabil ;*

+ *A mes sœurs : Sekoura, Cici, et ROZA ;*

+ *A mes sœurs : Fatiha et son mari Hocine, Samia et son mari Aissa ;*

+ *A mes chers frères : Samir, Bilal, et AHCÈNE ;*

+ *A mon cher frère : Younes, sa femme Lilia et la petite Anais ;*

+ *A mes nièces : Nadia, Ikram, et Riham ;*

+ *A mes neveux : Lounes, Massi, et Syphax ;*

+ *A mes amies : Naima, Meriem, Salih, Tamazuoeth, et Noura ;*

+ *A toute la promotion : Oleiculture 2015/2016 ;*

+ *Mes spéciales dédicaces pour mon binôme (très chère amie) Sabrina et toute sa famille ;*

+ *A tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'à mon cursus universitaire.*

RAZIKA

Dédicaces

A l'aide de DIEU, le tout puissant, ce travail est achevé;

Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères;

✚ *A mes parents pour leurs exprimes tout le respect et l'amour que j'ai pour eux et
Pour leurs témoigner ma reconnaissance pour tous les efforts et sacrifices qui ont
entrepris à de me voir ce que je suis;*

✚ *A mon mari AMER,*

✚ *A mes beaux-parents, et belles sœurs.*

✚ *A mes chers frères :djamel et nabil.;*

✚ *A tout ma grand famille: oncle ,cousin ,cousine.tantes.*

✚ *A mes amies :sisi ,sylvia, Chafia ,fetta,latifa,zahra, hayate ,Titam ourda, khadidja, saida,
zohra,Nissa,sarahi ,lynda,Noura,chahra.*

✚ *A toute la promotion: Oleiculture 2015/2016;*

✚ *Mes spéciales dédicaces pour mon binôme (très chère amie) razika et toute sa famille;*

✚ *A tous mes enseignants depuis le prémaire jusqu'à mon cursus universitaire.*

SABRINA

SOMMAIRE



Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Première partie : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : L'olivier et l'olive

I. L'olivier	01
I.1. Historique	01
I.2. Définition et dénomination de l'olivier	01
I.3. L'oléiculture	02
I.3.1. Dans le monde	02
I.3.2. En Algérie	02
I.3.3. Dans la wilaya de Tizi Ouzou.....	03
II. L'olive	04
II.1. Définition de l'olive	04
II.2. Morphologie (composition d'olive)	04

Chapitre II : L'huile d'olive

II.1. Huile d'olive.....	06
II.2. classification des huiles d'olive.....	06
II.2.1.. Huile d'olive vierge.....	06
II.2.1.1.Les huiles d'olives vierges propres à la consommation	06
II.2.1.2.Les huiles d'olives vierges non propres à la consommation	07
II.2.2 Huile d'olive raffinée	07
II.3.La composition chimique de l'huile d'olive.....	08
II.3.1. La fraction saponifiable	08
II.3.2. La fraction insaponifiable.....	09
II.4. techniques de transformation de l'huile d'olive	11
II.4.1. La récolte des olives	11
II.4.2. Transport, réception et stockage des olives	12
II.4.3. Trituration des olives.....	12
II.4.3.1. Effeuvillage et lavage des olives	12

II.4.3.2. Broyage.....	13
II.4.3.3. Malaxage	13
II.4.5. Extraction de l'huile	14
II.4.5.1. Système discontinu d'extraction par presse	14
II.4.5.2. Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases	16
II.4.5.3. Système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases	17

Chapitre III : les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

III.1. facteurs pédoclimatiques.....	18
III.1.1. Influence du sol.....	18
III.1.2. Effet de la fertilisation.....	18
III.1.3. Influence du climat et de l'altitude.....	18
III.2. L'influence de l'irrigation.....	19
III.3. L'influence de la maturité	19
III.4. L'influence des ravageurs et des maladies.....	19
III.5. Facteurs agronomiques.....	20
III.5.1. La récolte.....	20
III.5. 2. Période de récolte	20
III.5.3. Méthode de récolte.....	20
III.5.4. le transport.....	21
III.5.5. le stockage des olives	21
III.6. l'influence de technologie d'extraction de l'huile d'olive	21
III.6.1. effeuillage et lavage	21
III.6.2. préparation de la pâte	22
III.6.3. séparation des phases	22
III.6.4. stockage et conservation de l'huile	23
III.7. l'influence de la variété	23

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthode

I. Présentation des sites expérimentaux	24
II. Echantillonnage	25
III. Méthodes d'analyse.....	26
III.1. Analyses physiques	26

III.1.1. Humidité.....	26
III.1.2.Détermination de l'absorbance spécifique aux rayonnements Ultraviolet	27
III.2. Analyses chimiques	27
III.2.1. L'acidité	27
III.2.2. Indice de peroxyde	28
III.2.3. Indice d'iode.....	28
III.2.4. Indice de saponification	29
III.3. Analyse de la composition chimique de l'huile d'olive.....	29
III.3.1. La teneur en chlorophylles et des caroténoïdes totaux.....	29
III.3.2. La teneur en acide gras.....	30
III.3.3. Analyse sensorielle.....	30
IV. Analyse statistique	30

Chapitre II: Résultats et discussions

I. Analyses physiques.....	31
I.1. Le rendement en matière grasse.....	31
I.2. L'absorbance spécifique aux rayonnements Ultraviolets	32
II. Analyses chimiques	36
II.1. L'acidité.....	36
II.2. L'indice de peroxyde.....	39
II.3. Indice d'iode.....	41
II.4. Indice de saponification.....	43
III. Analyse de la composition chimique de l'huile d'olive.....	44
III.1.la teneur en chlorophylles	44
III.2. la teneur en caroténoïdes totaux.....	46
III.3. composition en acide gras	48
IV. Les propriétés organoleptiques	52

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius

COI : conseil oléicole international

DSA : Direction des services agricole

Echant: Echantillon

H (%) : Humidité en pourcentage

I₂: indice d'iode

INA: Institut national Agriculture

IP: indice de peroxyde

ISO: organisation internationale de normalisation

ITAFV: Institue Technique D'arboriculture Fruitière Et De La Vigne

JC: Jésus-Christ

K₂₃₂: Coefficient d'extinction spécifique à 232nm

k₂₇₂: Coefficient d'extinction à 270n.

KOH : hydroxyde de potassium.

LDL :Low Density Lipoprotein

MADR :Ministre de l'agriculture et de développment rural

Max: Maximum

méq : milliéquivalent

Min : Minimum

Moy ± E : Moyenne ± Ecarte type

N : Normalité

nm : nanomètre

ppm: partie par million

ql : quintal

UV : Ultra violet

Listes des figures

Figure 1. Structure de l'olive et répartition des composés chimiques.....	04
Figure 2. Structure générale d'un squalène	11
Figure 3. Stockage des olives dans des sacs.....	12
Figure 4. Effeuvillage et lavage des olives.....	13
Figure 5. Le malaxage des olives	14
Figure6. Système d'extraction par presse.....	14
Figure 7. Diagramme d'extraction de l'huile d'olive en système discontinu par presse .	15
Figure 8. Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases.....	16
Figure 9. Système continu d'extraction avec centrifugation a 2 phases.....	17
Figure 10. Situation géographique des régions d'étude	24
Figure 11: Valeurs moyennes de la teneur en eau et en matières volatiles des huiles échantillonnées	32
Figure12 : Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles analysées..	34
Figure13. Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 270 nm des huiles analysées....	36
Figure 14. Valeurs moyenne du taux d'acidité des huiles analysés	38
Figure15. Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des échantillons analysés	40
Figure 16. Valeurs moyennes de l'indice d'iode des échantillons analysés.....	42
Figure 17. Valeurs moyennes (mg/g) de l'indice de saponification des échantillons analysés	44
Figure 18. La teneur moyenne en chlorophylle des huiles d'olive analysées	45
Figure 19. La teneur en caroténoïde des huiles d'olive analysées	47

Liste des tableaux

Tableau 1. la Production oléicole à Tizi Ouzou des trois (3) dernières campagnes	03
Tableau 2. la Production oléicole aux niveaux des communes échantillonnées	04
Tableau 3. Composition chimique de l'olive	05
Tableau 4. Les différentes catégories d'huile d'olive et leurs critères de qualité	07
Tableau 5. Composition en triglycérides de l'huile d'olive	08
Tableau 6. Composition de l'huile d'olive en acides gras	09
Tableau 7. Valeurs de la teneur en eau et en matières volatiles des échantillons Analysés	31
Tableau 8. Résultats de mesure de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles Analysées	33
Tableau 9. Valeurs de l'extinction spécifique à 270 nm des échantillons analysés	35
Tableau 10. Les Valeurs moyens d'acidité des échantillons analysés	37
Tableau 11. Résultats de mesure de l'indice de peroxyde des huiles analysées	39
Tableau 12. Résultats de mesure de l'indice d'iode des huiles analysées	41
Tableau 13. Résultats de mesure de l'indice de saponification des huiles Analysées	43
Tableau 14. La teneur en chlorophylle des huiles d'olive analysées	45
Tableau 15. La teneur en caroténoïde des huiles d'olive analysées	46
Tableau 16: Composition en acide gras des huiles d'olive analysée.....	50
Tableau 17: résultats de dégustation des différentes échantillons de l'huile d'olive de trois régions	53

INTRODUCTION

L'olivier *Olea Europaea* espèce de la méditerranée plonge ses racines au-delà de la mémoire des hommes et s'identifie à leur histoire.

La culture de l'olivier est un trait caractéristique des régions méditerranéennes où elle revêt une grande importance économique et sociale. Dans de nombreux pays elle représente la ressource principale des populations en occupant une des premières places dans le revenu agricole national (**Marrakchi, 1988**).

L'huile d'olive, " jus" du fruit de l'olivier, a toujours été extraite par des procédés entièrement physiques et simples (lavage, broyage, malaxage, décantation et centrifugation), sous des conditions qui n'entraînent pas son altération. Elle est aujourd'hui largement appréciée dans le monde entier pour ses qualités nutritionnelles, ses effets bénéfiques sur la santé et ses caractéristiques organoleptiques (**Hammami, 2014**).

La qualité d'huile d'olive vierge peut être perçue comme une chaîne débutant au moment de la plantation d'une variété donnée d'olivier, en passant par les techniques de productions des olives et de distribution de l'huile jusqu'à son arrivée au niveau du consommateur.

L'aspect qualité est essentiel pour permettre à l'huile d'olive de rivaliser avec les autres huiles végétales et de s'imposer sur le marché mondial des lipides végétaux.

La forte demande en huile d'olive vierge de bonne qualité est due non seulement à ces vertus de santé mais également à ces propriétés organoleptiques (**Luaces et al. 2003**).

Lorsqu'elle est obtenue par des systèmes d'élaborations appropriées et provient de fruits frais et de bonne qualité, sans défauts ou altérations et une maturité appropriée, l'huile d'olive a des caractéristiques exceptionnelles en apparence, parfum et une saveur agréable. Elle est pratiquement la seule parmi les huiles végétales qui peut être consommée crue, en conservant intégralement ses teneurs en vitamines, acides gras et autres produits naturels d'une importance alimentaire (**Alba, 2001**).

La production de l'huile d'olive est influencée par des facteurs climatiques, génétiques et agronomiques et par leur interaction. Des travaux récents ont montré que les facteurs climatiques tels que la température et les précipitations ont un effet sur le comportement physiologique de l'olivier et par conséquent sur les caractéristiques chimiques de l'huile.

Aparicio *et al.* (1994) ; Pannelli *et al.* (1994) ; Ryan *et al.* (1998), signalent que la composition chimique de l'huile d'olive vierge est influencée par des facteurs génétiques (cultivar) et environnementaux (caractéristiques édaphologiques et conditions climatologiques), de sorte que l'olive produite dans une région soit en grande partie responsable des caractéristiques spécifiques d'huile d'olive (**Moussa *et al.* 1996 ; Criado *et al.* 2004 ; Issaoui *et al.* 2007**).

Notre travail consiste en une étude expérimentale des caractéristiques physicochimiques et organoleptiques des huiles d'olives produites au niveau de trois (3) régions de la willaya de Tizi-Ouzou à savoir Makouda, Maâtkas et Mekla, de la campagne oléicole 2015/2016, issues de deux (2) systèmes d'extraction (huilerie moderne et traditionnelle).

CHAPITRE II

L'HUILE D'OLIVE



I. L'Olivier

I.1. Historique

La présence de l'olivier sauvage remonte au moins à 6000 ans avant J.C. On a retrouvé des traces dans l'ancienne Asie Mineure en référence à cet arbre millénaire (**Vican, 2006**).

L'oléastre véritable aurait existé en Algérie depuis le 12^{ème} millénaire avant notre ère. De ce point de départ jusqu'aux phéniciens (4000 à 3000 Av J.C), aucune indication ne permet d'en comprendre l'évolution.

La culture de l'olivier a poursuivi son expansion en dehors de la méditerranée avec la découverte de l'Amérique en 1492. En 1560, l'olivier est trouvé en Mexique, puis en Pérou, connu en Afrique de Sud, en Australie. En Japon et la Chine. L'olivier reste cependant une culture méditerranéenne par excellence. (**COI, 2006**).

Depuis l'antiquité, l'olivier a toujours été un symbole de paix, de prospérité de sagesse et d'abondance. Etant l'arbre sacré, il était interdit de le couper. Cultivé depuis l'antiquité, associé à diverses civilisations, l'olivier constitue de nos jours le trait d'union entre les pays méditerranéens.

I.2. Définition et dénomination de l'olivier

L'olivier, arbre typique des régions sèches et chaudes, constitue une composante familière des pays du bassin méditerranéen et représente pour beaucoup d'entre eux, une des principales cultures traditionnelles (**Karleskind, 1992**).

Près de 2000 variétés d'oliviers sont cultivées dans le monde. L'olivier appartient à la famille des Oléacées comme le jasmin, le troène, le lilas et le frêne. Il se distingue des autres espèces fruitières par sa grande longévité, pouvant donner des arbres plusieurs fois centenaires. Si le tronc disparaît par vieillissement, les rejets se développant à sa base assureront sa pérennité et redonneront un nouvel arbre.

Le genre *Olea*, dont il fait partie, englobe quelque huit sous-espèces dont la variante *Olea europea* qui comprend à son tour deux catégories: l'olivier sauvage (*Olea europea*

Sylvestris) qui produit des fruits inutilisables, et l'olivier cultivé (*Olea europea Sativa*) qui est destiné à plusieurs fins selon le type d'arbre considéré (**Vican, 2006**).

I.3. L'Oléiculture

L'oléiculteur est un système agricole producteur de l'huile d'olive et de l'olive destinée à la consommation humaine. Elle est caractéristique de la région méditerranéenne et des régions qui bénéficient d'un climat similaire (**Rallo, 1998**).

I.3.1. Dans le monde

L'olivier est un arbre typique du bassin Méditerranéen, il occupe 98% de la plantation de cette région et 90% de la production oléicole mondiale (**MADR, 2006**).

En 2012, la production d'huile d'olive est restée concentrée dans les pays du pourtour méditerranéen, tels que l'Espagne, Portugal, Italie, Grèce, Turquie, Tunisie, et le Maroc qui totalisent à eux seuls plus de 90% de la production mondiale. Les principaux pays consommateurs sont également les principaux pays producteurs. L'ensemble des pays de l'Union Européenne représentent 71% de la consommation mondiale. Les pays du pourtour méditerranéen représentent 77% de la consommation mondiale (**DSA, 2012**).

Selon la direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou (2012), la production totale durant la campagne oléicole 2011/2012, a été estimée à 3 098 000 tonnes dont : Production européenne : 2 180 500 t soit (70,3%); dont Espagne (1 347 400 t); Italie (440 000 t); Grèce (310 000 t); France (5 200 t) , Pays hors l'Europe (Algérie, Tunisie, Syrie, Tunisie, Turquie, Jordanie): 724 000 tonnes (25,18%) et pour les autres pays : 139 000 t (4,49%).

I.3.2. En Algérie

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus propice à la culture de l'olivier.

L'olivier occupe la première place avant le figuier, le dattier et les agrumes, avec une superficie de 383 443 ha soit 44% de la superficie arboricole totale (**MADR, 2014**), cette surface est répartie notamment sur trois zones oléicoles: Centre, Est et Ouest du pays.

- Région Centre : 90% du verger est détenu par les wilayas de Bejaia, Tizi-Ouzou et Bouira;
- Région Est : 40% par Guelma, Jijel et Skikda;
- Région Ouest : 89% par Mascara, Sidi Bel Abbés, Relizane et Tlemcen;
- Régions sahariennes telles que Biskra, Laghouat

Il s'agit des vergers extensifs occupant les zones de montagne à forte déclivité, ce qui rend difficile l'entretien des arbres et la modernisation de la filière. Et des vergers intensifs en zones de plaines où les possibilités d'entretien des arbres et la mécanisation sont favorables.

La production nationale obtenue durant la période 2013/2014 a été de 4 828 600 qx dont 2 083 507 qx pour l'olive à huile et 2 745 093 qx pour la production d'olive de table. Les rendements sont de l'ordre de 16 qx/ha en olive et 18 l/ql en huile.

C'est une production très fortement liée aux conditions climatiques et à l'effet de saisonnement de l'olivier. Du point de vue système d'exploitation, il y a une oliveraie dite moderne et une oliveraie traditionnelle représentant 85% du verger oléicole national.

1.3.3. Dans la wilaya de Tizi Ouzou

La wilaya de Tizi Ouzou est le deuxième producteur de l'huile d'olive en Algérie après Bejaia, c'est ainsi qu'elle occupe une superficie de 35 912 ha soit 9.4% de la superficie nationale (DSA, 2016).

Tableau 1. La Production oléicole à Tizi Ouzou des trois (3) dernières campagnes.

Campagne	Sup totale (ha)	Sup en rapport (ha)	Production olive (qx)	Rdt olive (qx/ha)	Production huile (hl)	Rdt huile (l/ql)
2013/2014	34 315	28 621	288 000	10	49 000	17
2014/2015	35 176	29 405	382 457	13	75 862	20
2015/2016	35 912	30 295	534 642	18	102 710	19

(Source : DSA Tizi Ouzou 2016)

La production oléicole obtenue au niveau des régions échantillonnées pendant la campagne 2105/2106 se présente dans le tableau n°2.

Tableau 2. La Production oléicole aux niveaux des communes échantillonnées (campagne 2015/2016).

Commune	Sup Totale (ha)	Sup en rapport (ha)	Production olive (qx)	rend olive (qx/ha)	Production huile (hl)	rend huile (l/ql)
Maatkas	3020	3000	51 000	17	10 200	20
Makouda	1037	720	12 960	18	2 203	17
Mekla	501	425	6 375	15	1 148	18

(Source : DSA Tizi Ouzou 2016)

II. L'Olive

II.1. Définition de l'olive

Le fruit de l'olivier, l'olive, est une drupe charnue ayant une forme plus au moins ovale, à peau lisse. Elle est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe (**Kiritsakis et Markakis, 1987; Fedeli, 1997**).

II.2. Morphologie (composition d'olive)

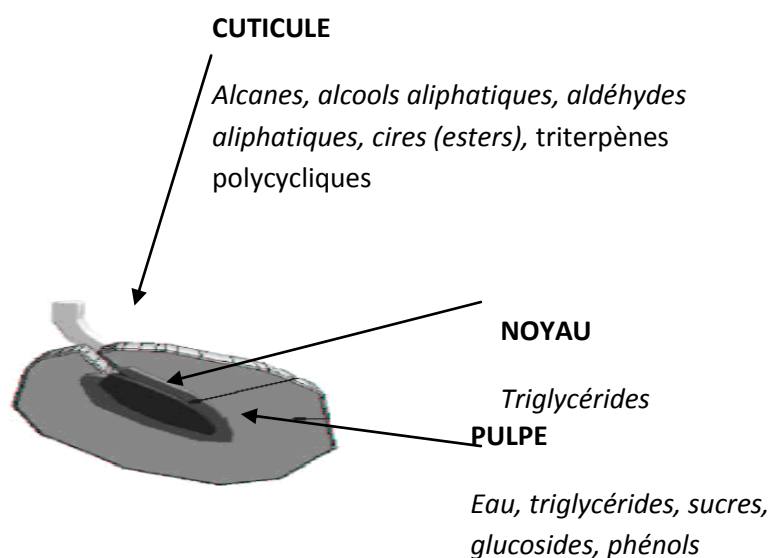


Figure 1. Structure de l'olive et répartition des composés chimiques (**Roehlly, 2000**)

La figure1 nous montre que les composés chimiques se répartissent différemment dans les différentes parties de l'olive. Ainsi, les triglycérides se trouvent principalement dans la pulpe et dans le noyau.

Tableau 3. Composition chimique de l'olive (Roehlly, 2000)

Eau	48%
Polysaccharides (hémicellulose, cellulose, pectines)	27%
Huiles	21%
Mono-et disaccharides	3%
Cires, triterpènes, phénols	1%
Autres composés : alcanes, alkyl-esters, methyl-phenyl-esters, steryl-esters, aldéhydes, alcools, stérols, triterpénoides polycycliques et acides gras à très longue chaîne carbonée	Traces

CHAPITRE I

L'OLIVIER ET L'OLIVE



II .1. L'huile d'olive

L'huile d'olive provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature **(COI, 2013)**.

II.2. Classification des huiles d'olives

L'huile d'olive vierge obtenue par simple pression des fruits mûrs ou par centrifugation à froid comprend diverses appellations : vierge extra, vierge ou vierge fine, vierge courante et vierge lampante **(Perrin, 1992; Lerma-Garcia *et al*, 2008)**.

La mesure de l'acidité, de l'indice de peroxyde, de l'absorbance dans l'UV de l'huile, ainsi que les caractéristiques organoleptiques caractérisent la catégorie d'appartenance. Ces mesures représentent les paramètres de qualité de l'huile d'olive vierge **(Christopoulou *et al*, 1995; Fedeli, 1999)**. Les différentes catégories d'huile d'olive ainsi que les limites des critères de qualité établies par le **COI (2013)** sont cités au dessus et résumés dans le tableau 4.

II .2.1.L'huile d'olive vierge

L'huile d'olive vierge est obtenue de fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. **(COI, 2013)**.

II.2.1.1. Les huiles d'olives vierges propres à la consommation**II.2.1.1.1. L'huile d'olive vierge extra**

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 0.8g /100g d'huile **(COI, 2013)**.

II.2.1.1.2 L'huile d'olive vierge

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique au maximum 2g/100 g d'huile **(COI, 2013)**.

II.2.1.1.3. L'huile d'olive vierge courante

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique au maximum 3.3g/100 g d'huile (COI, 2013).

II.2.1.2. Les huiles d'olives vierges non propres à la consommation

Elle est dénommée (huile d'olive lampante); huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3.3 g/100 g .Elle est destinée aux industries de raffinage ou à des usages technique (COI, 2013).

II.2.2. L'Huile d'olive raffinée

C'est une huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modification de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique ne doit pas excéder 0.3 g/100 g. (COI, 2013).

Tableau 4. Les différentes catégories d'huile d'olive et leurs critères de qualité (COI, 2013)

	Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante *	Huile d'olive raffinée	Huile d'olive
4.1 Caractéristiques organoleptiques - odeur et saveur - odeur et saveur (sur une échelle continue) . médiane du défaut . médiane du fruité - couleur - aspect à 20°C pendant 24 heures	Me = 0 Me > 0	0 < Me ≤ 2,5 Me > 0	2,5 < Me ≤ 6,0***	Me > 6,0	Acceptable	bonne
4.2 Acidité libre % m/m exprimée en acide oléique	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 3,3	> 3,3	≤ 0,3	≤ 1,5
4.3 Indice de peroxyde en milliéquivalents d'oxygène des peroxydes par kg d'huile	≤ 20	≤ 20	≤ 20	non limité	≤ 5	≤ 15
4.4 Absorbance dans l'ultraviolet (K₂₃₂) - à 270 nm - Δ K	≤ 0,25 ≤ 0,01	≤ 0,25 ≤ 0,01	≤ 0,30** ≤ 0,01	non limitée**	≤ 1,10 ≤ 0,16	≤ 0,90 ≤ 0,15

II.3. Composition chimique de l'huile d'olive

La composition chimique de l'huile d'olive (*Olea europaea*, L.) dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockage (**Cichelliet Pertesana, 2004**). Les composants de l'huile d'olive sont souvent classés en deux catégories : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable.

II.3.1. La fraction saponifiable

La quasi-totalité de la composition de l'huile est représentée par la fraction saponifiable, environ 99 % (**Ruiz et al, 1999**). Elle se compose essentiellement de :

II.3.1.1. Triglycérides

Les triglycérides de l'huile d'olive sont caractérisés par leur composition en acides gras et leur structure glycéridique (**Leger, 2003**), dont la majorité (environ 25 à 51,7%) se présente sous forme de trioléine (**Abaza et al, 2002**). Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont représentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Composition en triglycérides de l'huile d'olive (%) (**Ryan et al.1998**).

Nature	%
OOO	40-60
POO	10-20
OOL	10-20
POL	5-7
SOO	5-7

O: Acide oléique

L: Acide linoléique

P: Acide palmitique

S: Acide stéarique

La structure glycéridique de l'huile d'olive est principalement caractérisée par une estérification préférentielle des fonctions alcools externes du glycérol par les acides gras saturés (palmitique 16 :0 et stéarique 18 :0) (**Leger, 2003**).

II.3.1.2. Acides gras

L'huile d'olive a un profil d'acides gras caractéristique, dominé par l'acide oléique C18 :1, l'acide linoléique C18 :2, l'acide palmitique C16 :0 et l'acide stéarique C 18 :0 (**Ryan et al., 1998 ; Ait Yacine, 2002**). Les principaux acides gras de l'huile d'olive sont représentés dans le tableau 6.

Tableau 6. Composition de l'huile d'olive en acides gras (**COI, 2013**).

Acides gras	Symboles	Limite de variabilité (%)
Acide myristique	C14 : 0	≤ 0,05
Acide palmitique	C16 : 0	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	C16 : 1	0,3 – 3,5
Acide heptadécanoïque	C17 : 0	≤ 0,3
Acide heptadécénoïque	C17 : 1	≤ 0,3
Acide stéarique	C18 : 0	0,5 – 5,0
Acide oléique	C18 : 1	55,0 – 83,0
Acide linoléique	C18 : 2	3,5 – 21,0
Acide linolénique	C18 : 3	≤ 1,0
Acide arachidique	C20 : 0	≤ 0,6
Acide gadoléique	C20 : 1	≤ 0,4
Acide béhénique	C22 : 0	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24 : 0	≤ 0,2

II.3.2. La fraction insaponifiable

II.3.2.1. Les tocophérols

L'huile d'olive contient de l' α -tocophérol (le tocophérol doté de la plus forte activité vitamine E), qui représente à lui seul 90% de la totalité des tocophérols, mais on trouve également un peu de bêta et gamma tocophérols, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Veillet, 2010**).

II.3.2.2. Les composés phénoliques

La pulpe de l'olive contient des composés phénoliques, qui sont pour l'essentiel hydrosolubles, mais on trouve également des petites quantités dans l'huile. Ils sont présents dans l'huile d'olive vierge extra à des concentrations variant entre 153 mg/kg et 694 mg/kg **(COI, 2009)**. Ces dernières dépendent de plusieurs facteurs dont les principaux sont la variété, la région de production, le degré de maturité du fruit, le stockage des olives et la méthode d'extraction de l'huile **(Granier, 2005)**.

Un mélange hétérogène des composés phénoliques est présent dans les olives et dans les huiles. Nous citons l'oleuropéine, le ligstroside, les flavonoïdes et les phénols simples tels que l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide p-coumarique et l'acide vanillique **(Veillet, 2010)**.

Les composés phénoliques contribuent fortement au goût piquant, à l'astringence et à l'amertume des huiles. Mais si les composés phénoliques sont aujourd'hui au centre de nombreuses études, c'est surtout pour leur potentiel en matière de prévention de la santé humaine **(Veillet, 2010)**.

II.3.2.3. Les composés aromatiques

Environ cent composés aromatiques sont présents dans l'huile d'olive, avec des proportions qui changent selon la variété d'olive, le climat et la qualité de l'huile. Ce sont les produits de dégradation des acides gras, les hydrocarbures, les alcools, les aldéhydes, les esters, les cétones...etc.

Aucune de ces molécules ne peut être à elle seule responsable d'un arôme caractéristique d'une huile, cependant des corrélations positives ou négatives ont été observées entre concentration de certaines molécules et développement de certains attributs de l'huile **(Veillet, 2010)**.

II.3.2.4. Les hydrocarbures

Ce sont quantitativement les principaux composants de la fraction insaponifiable. Le composant majeur est le squalène qui constitue 30 à 50% de cette fraction. C'est un hydrocarbure polyénique dont la teneur est plus élevée que dans n'importe quelle autre huile végétale ou animale. Le squalène est un précurseur métabolique du cholestérol et autres stérols **(Samaniego-Sanchez C. et al, 2010)**.

Il y a également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels plus de 77 composés, conférant à l'huile d'olive arôme et saveur (**Jacotot B., 1993**). Ces composés ne sont pas à sous-estimer car ils ont une incidence positive sur la digestion (Figure 2).

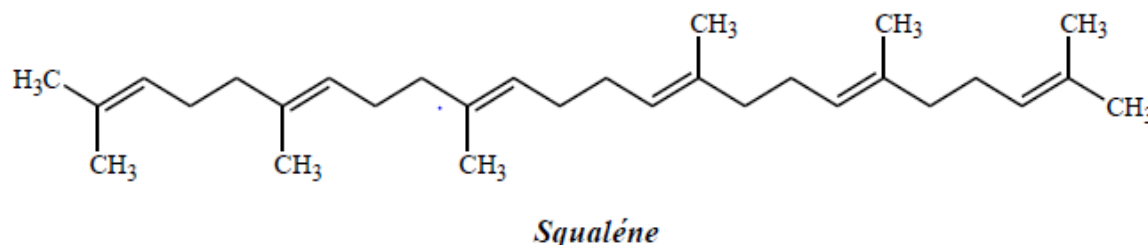


Figure 2. Structure générale d'un squalène.

II.3.2.5. Les stérols

Les stérols représentent les constituants majeurs de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive. Ils sont présents sous forme libre ou estérifiée avec les acides gras (**Philips et al, 2002**).

Les principaux stérols de l'huile d'olive sont le β -sitostérol, qui est le plus abondant (plus de 93%), le Δ -5-Avenastérol, le campesterol, le stigmasterol. D'autres stérols sont également présents mais en très faibles quantités, à savoir : le cholestérol, le Δ -7-stigmasterol, le Δ -7-Avenastérol et le campestanol. Les teneurs en stérols varient en fonction de la variété et de la maturité des olives (**Uzzan, 1992; Ajana et al, 1998; Pardo et al, 2007**).

II.3.2.6. Les pigments colorants

La couleur de l'huile d'olive est le résultat des teintes vertes et jaunes en raison de la présence de chlorophylles et caroténoïdes, respectivement.

II.4. Technique de transformation de l'huile d'olive

II.4.1. La récolte des olives

La cueillette peut s'effectuer à la main, c'est l'opération qui convient le mieux pour obtenir une meilleure qualité d'huile comme elle peut faire appel à l'usage des gaules pour faire tomber les fruits, ou bien une fois la maturité est atteinte, les fruits peuvent tomber par terre et l'oléiculteur se contente de les ramasser (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

II.4.2. Transport, réception et stockage des olives

Afin de conserver les caractéristiques de la qualité, il s'avère nécessaire de les acheminer immédiatement vers les moulins dans des caisses à claire voie en matière plastique. Lors de la réception des olives, les livraisons sont ou devraient être apprécié en tenant compte du taux des impuretés et l'état des olives (**Ouaouich etChimi, 2007**). (Figure 3).



Figure 3. Stockage des olives dans des sacs (photo originale)

II.4.3. Trituration des olives**II.4.3.1. Effeuvillage et lavage des olives**

L'effeuillage s'effectue au moyen d'équipement mené d'un flux d'air permettant l'élimination des feuilles, brindilles et autres matières végétales comme les matières minérales, poussières, cailloux et pierres.

Le lavage des olives s'effectue au moyen d'une circulation forcée d'eau potable et propre. (**COI, 2006**). (Figure 4)



Figure 4. Effeuillage et lavage des olives (photo original)

II.4.3.2. Broyage

Le broyage constitue la première phase de l'extraction proprement dite. Les olives sont soumises à des actions mécaniques qui provoquent la dilacération des parois cellulaires et des membranes, visant à libérer les gouttelettes d'huile que renferment les cellules de la pulpe de l'olive (**Di Giovacchino, 1991; Cortesi *et al.*2000; Artajo Medina, 2006**).

II.4.3.3. Malaxage

Le malaxage vise à parfaire et à donner à la pâte une bonne régularité et homogénéité afin de favoriser la séparation des trois phases : solide, aqueuse et huileuse (**Di Giovacchino, 1991; Uzzan, 1994**). L'efficacité de cette opération dépend des caractéristiques rhéologiques des pâtes d'olives et des paramètres technologiques; le temps (durée du malaxage) et la température de la pâte (**Chimi, 2006**). (Figure 5).



Figure 5. Le malaxage des olives (photo original)

II.4.5. Extraction de l'huile d'olive

Le traitement des olives en vue de l'extraction de l'huile peut se faire par des moyens mécaniques (pression ou centrifugation). Divers systèmes d'extraction sont employés pour extraire l'huile des olives.

II.4.5.1. Système discontinu d'extraction par presse

Ce système utilise des presses métalliques à vis ou, le cas échéant des presses hydrauliques. La pâte issue du broyage est empilée sur des scourtins, à raison de 5 Kg par scourtins. L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. (Figure 6).



Figure 6. Système d'extraction par presse (photo original)

L'opération de pressage dure au moins 45 mn. Les scourtins doivent être lavés selon la norme internationale en vigueur et à raison d'une fois par semaine pour éviter l'augmentation de l'acidité de l'huile. La figure 7 représente le diagramme d'extraction de l'huile d'olive en système discontinu par presse.

II.4.5.1.1. Les avantages et les inconvénients de ce système

Les opérations de broyage de la pâte des olives conduit en pleine aire, peuvent entrainer l'altération des huiles, en effet, l'auto oxydation de l'huile déclenchée par la présence de l'aire, provoque la dégradation des acides gras insaturés et par conséquent la formation des hydro peroxydes qui peuvent se décomposer et donner lieu à des produits volatils conduisent à un état de rancissement de l'huile .

Un autre inconvénient de ce système est qu'il génère des quantités importante de margine (60 à 70 L / 100 kg d'olive) .Ce système d'extraction par presse permet l'obtention d'une huile non piquante et riche en polyphénols.

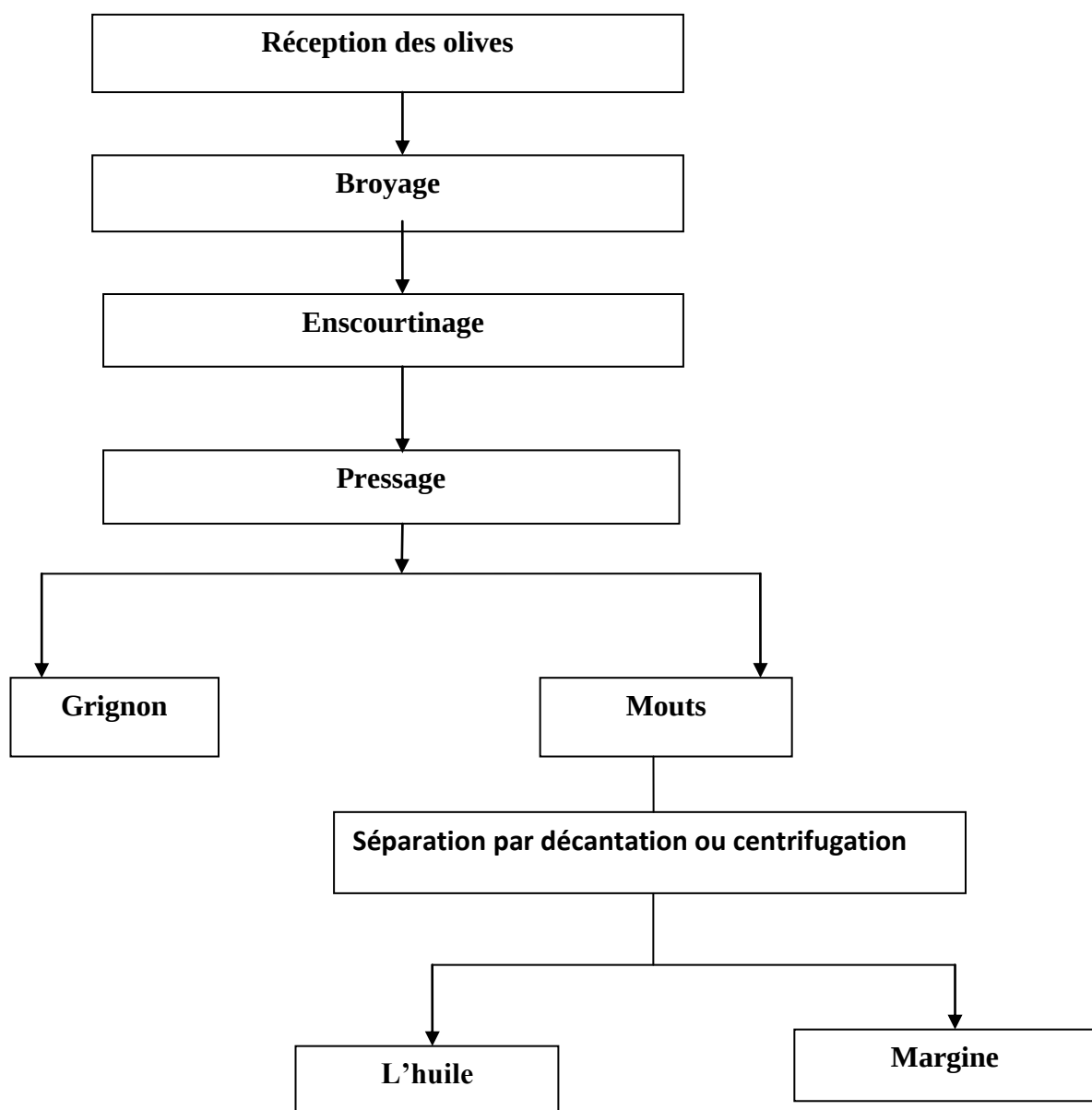


Figure 7. Diagramme d'extraction de l'huile d'olive en système discontinu par presse.

II.4.5.2. Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases

Les trois phases sont : huile, margines et grignons. L'introduction de ces installations "continues" a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives avec comme conséquence une production oléicole de moindre acidité. La figure 8 représente le diagramme d'extraction de l'huile d'olive en système continu avec centrifugation à trois phases.

Néanmoins ce système présente les inconvénients suivants: Les apports élevés en l'eau chaude (40 à 60% du poids de la pâte) font que l'huile extraite se trouve appauvrie en composés aromatiques et en composés phénoliques. Ces composés passent partiellement dans les margines. Ce système donne aussi lieu à des grignons à teneur élevée en humidité (45 à 55%).

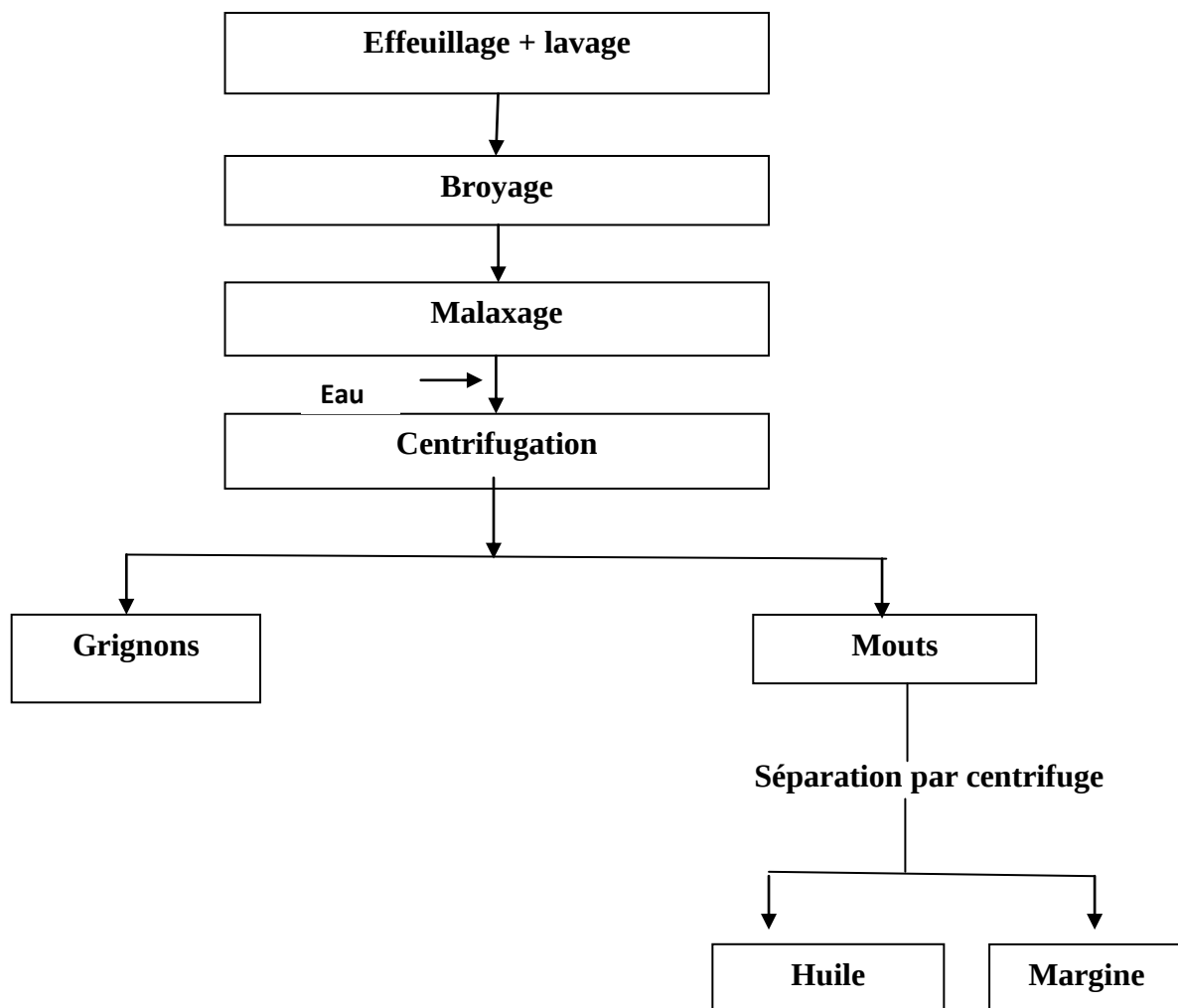


Figure 8: système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases.

II.4.5.3. Système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases

Le procédé technologique d'extraction des huile d'olive fonctionne avec un nouveau décanteur avec centrifugation à deux phases (huile et grignon) qui ne nécessite pas l'ajout d'eau pour la séparation des phases huileuse et solide contenant le grignon et les margines. Le système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases est représenté par la figure 9.

II.4.5.3.1. Les avantages de ce système

Le rendement en huile généré par ce système est légèrement plus que les autres. Le décanteur à deux phases permet d'obtenir une huile riche en polyphénols totaux et en ortho-diphénols, il est donc plus stable. Ce système est plus respectueux de l'environnement car il ne procède pas à l'augmentation du volume d'effluent liquide (margines).

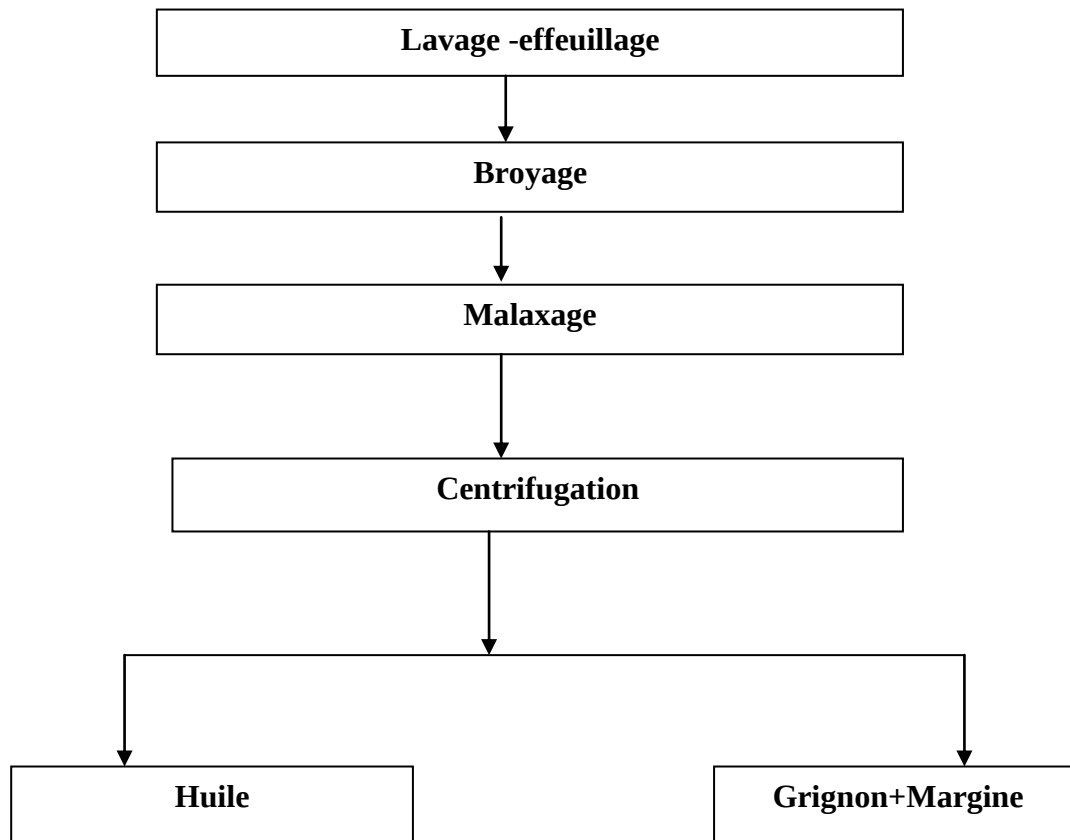


Figure 9. Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases.

CHAPITRE III

LES FACTEURS INFLUENÇENT LA QUALITÉ DE L'HUILE D'OLIVE



Chapitre III Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

La qualité d'huile d'olive est influencée par l'interaction de plusieurs facteurs comme les techniques culturales, les conditions climatiques, la nature du cultivar, le stade de maturation, la génétique et l'environnement (**Çavusoglu et Oktar, 1994; Dhifi et al., 2002**).

III.1. Facteurs pédoclimatiques

Ce sont les conditions du milieu qui permettent à l'olivier d'exprimer toutes sa capacité de production, dans la mesure où ces conditions répondent aux exigences spécifiques en présence de l'olivier (**Çavusoglu et Oktar, 1994**).

III.1.1. Influence du sol

L'environnement physique d'implantation du verger peut avoir une incidence sur la qualité de l'huile résultante. En général, les terres grasses produisent des huiles moins aromatiques comparativement aux terres maigres avec des arbres moins productifs (**Çavusoglu et Oktar, 1994**).

III.1.2. Effet de fertilisation

L'azote est un facteur stimulant de la croissance et de l'activation de tous les autres phénomènes (la fécondation, le développement du fruit...). Il permet l'augmentation du taux de croissance de l'arbre (ce qui entraîne l'augmentation de la surface productrice) et du calibre des olives. Le potassium joue également un rôle de régulateur de la migration des acides (acide uronique), produit de dégradation des pectines et pro-pectine, et permet ainsi la synthèse des acides aminés et des acides phénoliques. Quant au phosphore, il favorise l'absorption d'autre élément (azote, magnésium, calcium, et le bore), il est donc indispensable lors de développement du méristème (**Ouaouiche et Chimi, 2007**).

III.1.3. Influence du climat et de l'altitude

Le climat exerce une influence sur la maturité du fruit et donc sur la composition chimique et sur la qualité de l'huile grâce à l'hétérogénéité des conditions climatique (température, humidité, pluviométrie...etc.) (**Ryan et al., 1998**).

D'autre part, les olives se murissent plus vite à des altitudes supérieures à 700 m qu'à des altitudes inférieures à 400 m. Cela est dû à l'augmentation du taux de 2,4 méthylènes cycloarthenol et à la diminution de B-sitostérol pendant la maturité (**Aparicio et Luna, 2002**).

III.2. L'influence de l'irrigation

L'influence de l'irrigation sur la composition chimique et les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive est étudiée par (**Aparicio et Luna, 2002**).

Les résultats ont montré que les composés chimiques les plus influencés sont des composés phénoliques. Le taux de polyphénols dans l'huile d'olive issue des variétés conduites en irriguées est plus faible que dans celui issue des variétés non irriguées. En outre, quelques composés volatils comme l'Hexanal et iso-Butyle acétate, sont négativement corrélés avec l'insuffisance de l'irrigation (**Angoresa et al., 2004**).

En effet, les huiles issues des variétés irriguées sont moins stables, mais de bonne qualité sensorielle (**Aparicio et Luna, 2002**).

III.3. L'influence de la maturation

Durant la maturation du fruit, des changements chimiques importants se produisent au niveau de la drupe d'olive qui est liés à la synthèse des substances organiques spécialement les triglycérides et d'autres activités enzymatiques qui peuvent affecter la qualité de l'huile d'olives (**Salvador et al., 2001**).

L'huile extraite des olives varie en fonction du stade de maturation auquel les fruits ont été récoltés. Des changements importants relevés dans la composition de l'huile, la teneur en composants volatils qui confèrent à l'huile ses caractéristiques sensorielles particulières et sa stabilité (**Çavusoglu et Ohtar ,1994**).

Le long de la maturité plusieurs processus métaboliques ont lieu dans les olives avec des variations suivantes sur des profils de quelques composés. Ces changements sont répercutés sur la classe de qualité, caractéristiques sensorielles, stabilité oxydation et /ou valeur nutritive du produit obtenu. Les polyphénols, les tocophérols, les colorants, les caroténoïdes et les chlorophylles sont des exemples des composés dans ce phénomène, aussi bien que la composition en acides gras et en stérols (**Mastos et al., 2007**).

III.4. L'influence des ravageurs et des maladies

L'action nuisible des insectes ravageurs ainsi que les maladies affectent la quantité et la qualité de l'huile d'olive. A noter que la trituration rapide des olives attaquées par des

insectes permet d'obtenir une huile de bonne qualité, si elle est traitée dès la cueillette achevée (**Çavusoglu et Oktar ,1994**).

Les olives moisies contiennent moins de matière grasse totale avec un risque de production de métabolites secondaires toxiques (**Belaiche, 2001**).

III.5. Facteurs agronomiques

III.5.1. La récolte

La récolte est une opération importante de la culture de l'olivier et, par conséquent, elle doit être contrôlée de près, étant donné ses répercussions sur le cout de la production, la qualité de produit obtenue et la qualité de l'huile d'olive. Cette dernière est affectée bien par les modalités de récolte (système, duré) que par l'époque à laquelle intervient celle-ci (**Ouaouiche et Chimi, 2007**).

III.5. 2. Période de récolte

L'époque optimale de récolte doit être déterminée pour chaque variété d'olive et par région oléicole, en prenant en considération les objectifs suivants (**Ouaouiche et Chimi, 2007**).

- Une teneur maximale en huile dans le fruit
- Chute naturelle doit être la minimale que possible
- Force de détachement de fruit

Une récolte précoce avant la fin de la phase linéaire de la lipogenèse, implique non seulement une perte de quantité mais fréquemment aussi une huile plus amère qui nécessite une longue sédimentation.

En revanche, une récolte tardive peut entrainer une perte du fruit, une baisse de la qualité, sans augmentation significative de la quantité de l'huile. Cette baisse peut être liée aux problèmes sanitaires et une diminution de la qualité de l'arôme (**COI, 1997**).

III.5.3. Méthode de récolte

La méthode de cueillette est l'un des nombreux facteurs ayant une incidence sur la qualité de l'huile.

- Une récolte au sol des olives : les olives tombées soit naturellement, soit lors d'utilisation de la gaule subissent les lésions qui facilitent la pénétration et le

développement des micro-organismes ce qui conduit à la dégradation de la qualité de l'huile d'olive qui se traduit par une augmentation de l'acidité (**Chimi, 2001**).

- La cueillette manuelle : elle constitue le système rationnel qui assure l'obtention d'une huile de bonne qualité (**Di Giovacchino, 1997**).

III.5.4. Le transport

La cueillette terminée, les olives doivent être transportées immédiatement aux moulins afin de préserver leur qualité. Les olives sont généralement logées dans des sacs en jute ou en nylon qui sont empilés pour être transportés, les olives finissent par être écrasées et blessées ce qui provoque le déclenchement du processus biologique responsable de la détérioration de la qualité de l'huile produite. Le meilleur moyen de transport des olives est celui utilisant des caisses en plastique. Ce type d'emballage assure l'aération des fruits et évite l'activité métabolique du fruit qui permet la préservation de leur qualité avant l'extraction (**Çavusoglu et Oktar, 1994**).

III.5.5. Le stockage des olives

Le stockage inadéquat porte atteinte à la qualité de l'huile d'olive, cette dernière subit deux types d'altération :

- L'hydrolyse des triglycérides de l'huile d'olive caractérisée par une teneur élevée en acide gras libre due à l'activité des lipases, l'humidité et la chaleur.
- Un rancissement par oxydation qui se manifeste surtout quand le fruit est blessé et en présence d'air (**Chimi, 2001**).

III.6. L'influence de technologie d'extraction de l'huile d'olive

Le système d'extraction constitue un paramètre déterminant pour juger de la bonne qualité de l'huile d'olive (**Dhifi et al., 2002**).

III.6.1. Effeuillement et lavage

La présence des feuilles lors de la trituration entraîne une coloration verdâtre de l'huile qui est due à la présence de pigments qui favorisent l'oxydation de l'huile et celle-ci se conserve mal. Les métaux (Fe, Cu) provenant des impuretés (terre), au contact du produit favorisent l'oxydation des triglycérides et des acides gras insaturés (**Chimi, 2001**).

III.6.2. Préparation de la pâte

III.6.2.1. Broyage

L'utilisation des broyeurs métalliques présentent plusieurs aspects négatifs notamment l'augmentation de la température de la pâte, un gout de métal est souvent communiqué à l'huile à cause de l'usure considérable des parties métalliques (**Khlif et al., 2003**).

L'utilisation des broyeurs à meules assure une meilleure préparation de la pâte avec un bon rendement à l'extraction (**Di Giovacchino, 1996**).

III.6.2.2. Malaxage

Au cours de cette étape, la composition en polyphénols diminue sous l'effet de l'action des enzymes intrinsèque de l'olivier (notamment les polyphénols oxydase), ces dernières sont activées en présence de l'oxygène reliés au temps d'expression de la pâte d'olive à l'air pendant le malaxage (**Salvador et al., 2001**).

L'élévation excessive de la température de malaxage exerce un effet néfaste sur la qualité de l'huile et provoque une dégradation des composés mineurs notamment les polyphénols, se traduisant ainsi par une altération de sa saveur et une fragilité innée à la conservation (**Khlif et al., 2003**).

III.6.3. Séparation des phases

Plusieurs études ont porté sur les effets de différents systèmes d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive. Ces dernières montrent que sous réserve de la mise en œuvre d'olive de bonne qualité, les systèmes mis en comparaison (la centrifugation, pression et percolation) ne sont pas à l'origine de différences significatives en ce qui concerne l'acidité, l'indice de peroxyde, les absorbances dans l'ultraviolet et l'évolution organoleptique. Des différences significatives sont par contre à relever au regard de la teneur en pigments chlorophylliens et de la teneur en antioxydants et substances volatiles (**Di Giovacchino, 1996**).

L'huile d'olive obtenue par centrifugation contient une quantité faible en polyphénols et α -tocophérol par rapport à celle obtenue par pression. Cette différence est due à l'eau utilisée lors de la centrifugation (**Salvador et al., 2001**). Par contre l'huile obtenue par centrifugation est plus pigmentée que celle obtenue par les autres systèmes, ceci peut être

Chapitre III Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

expliqué par l'utilisation d'un broyeur métallique qui permet la libération des pigments chlorophylliens (**Dhifi et al., 2002**).

Lors de la séparation de l'huile des margines par décantation, l'utilisation des bacs en argile laisse migrer les métaux (Fe, Cu) dans les huiles d'olive ce qui favorise leurs oxydation (**Chimi, 2001**).

III.6.4. Stockage et conservation de l'huile

Les conditions du stockage de l'huile d'olive sont très importantes et des précautions doivent être prises dans le but de réduire ou éviter complètement l'auto-oxydation qui a un effet négatif sur les caractéristiques qualitatives des produits emballés. Les facteurs affectant la qualité de l'huile d'olive durant le stockage sont la température, la lumière et l'oxygène (**Vekiari et al., 2002**).

III.7. L'influence de la variété

L'huile d'olive est un produit issu de métabolisme de la plante, donc elle est fortement influencée par le cultivar dont l'incidence sur les caractéristiques des fruits et sur les constituants principaux secondaires de l'huile (**Çavusoglu et Oktar, 1994**).

Le cultivar et le lieu de plantation jouent un rôle important dans la qualité d'huile; en effet, ce sont les caractères génétiques qui influent sur la résistance ou sur la susceptibilité aux maladies, ravageurs et aléas climatiques du cultivar et qui détermine largement la qualité de l'huile (**Ait mane A. et Riane N., 2002**).

PARTIE EXPÉRIMENTALE



CHAPITRE I

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I. Présentation des cite expérimentaux

Trois (3) communes à savoir Makouda, Maâtkas et Mekla ont fait l'objet d'une expérimentation, relative à la caractérisation de l'huile d'olive, se caractérisent par un climat typiquement méditerranéen, chaud et sec en été et doux, humide et pluvieux en hiver. Les précipitations annuelles varient entre 800 mm et 1100 mm .le choix des région et para pour a la qualité de l'huile et l'altitude des régions.

Les sites des communes sont présentés dans la figure 10.



Figure 10: situation géographique des régions d'étude (Google map, 2016).

- **Commune de Makouda**

La commune de Makouda est située au Nord-Ouest de la wilaya de Tizi Ouzou, avec une altitude de 458 m. Elle est délimitée géographiquement comme suit:

- Nord: par la commune de Mizrana;
- Sud: par la commune de sidi Namane;
- Est: par la commun de Boujima;
- Ouest : par la wilaya de Boumerdés.

- **Commune de Maâtkas**

La commune de Maâtkas est située au Sud-Ouest de la wilaya de Tizi Ouzou, avec une altitude de 543 m. Elle est délimitée géographiquement comme suit:

- Au Nord: par les communes de Tizi Ouzou et Tirmatine;
- Au Sud: par les communes de Mechtras et Boghni;
- Au l'Est: par les communes de Beni Zmenzer, Beni Douala et Tizi N'Tlata;
- A l'Ouest: par la commune d'Aïn Zaouia.

- **Commune de Mekla**

La commune de Mekla est située au Nord- Est de la wilaya de Tizi Ouzou, avec une altitude 320 mm. Elle est délimitée géographiquement comme suit:

- Nord : par la commune de Freha ;
- Sud : par la commune de Ait Yahia ;
- Est : par les communes de Ifigha et de Azazga ;
- Ouest : par les communes de Tizi Rached, Ait Oumalou et Ait Aguacha.

II. Echantillonnage

Notre travail porte sur une étude comparative de la qualité de l'huile d'olive (variété chemlal) produite au niveau de trois (3) régions oléicoles de la willaya de Tizi Ouzou à savoir Makouda, Maâtkas, et Mekla.

Les prélèvements sont effectués durant le mois de décembre et janvier de la campagne oléicole (2014/2015), au niveau de six (6) huileries dont trois (3) huileries modernes et trois (3) huileries traditionnelles (une huilerie moderne et une huilerie traditionnelle par région).

Deux (2) échantillons ont été prélevés par huilerie, soit un total de douze (12) échantillons, qui ont fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques, dans le but de comparer l'huile d'olive issue de deux systèmes d'extraction (moderne et traditionnel).

Après chaque prélèvement les échantillons de l'huile d'olive sont conditionnés dans des bouteilles en plastiques propres et sèches d'un volume de 0.5 L avec une étiquette qui porte : la région, le système d'extraction et le numéro d'échantillon et ces échantillons sont conservés à l'abri de la lumière et à la température ambiante.

Les analyses physico-chimiques sont effectuées au niveau de laboratoire de la faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de UMMTO (labo commun I et II).

Les caractéristiques organoleptiques et Ultraviolet sont réalisées au niveau de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de Vigne (ITAFV) de Boufarik.

La composition en acide gras est effectuée au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de l'Ecole National d'Agronomie d'Alger.

III. Méthode d'analyse

III.1. Analyse physique

III.1.1. L'humidité

Cette méthode consiste en dessiccation du produit après à une température de $103 \pm 2^{\circ}$ C dans une étuve isotherme et à la pression atmosphérique jusqu'à obtention d'une masse constante.

- **Expression des résultats**

L'humidité est donnée par la relation suivant :

$$H (\%) = \frac{(M1-M2)}{(M1-M0)} * 100$$

Où :

H (%) : l'humidité est exprimée en pourcentage de la masse ;

M0 : le poids de la capsule vide ;

M1 : le poids de la capsule et la prise d'essai ;

M2: le poids de la capsule et la prise d'essai après le séchage.

III.1.2. Détermination de l'absorbance spécifique aux rayonnements Ultraviolet

- **Principe :**

Il consiste à mesurer l'absorbance d'un échantillon d'un corps gras en solution dans solvants (Heptane) par spectrophotomètre (de marque UV/VIS 9200) en rayons UV dans domaine spécifique de longueur d'onde à 232 nm et 270 nm.

L'extinction spécifique à une longueur d'onde est donnée par la relation suivante :

$$E_{1\text{cm}}(\lambda) = \frac{A_{\lambda}}{C \times D}$$

Où :

$E_{1\text{cm}}(\lambda)$: extinction spécifique à la longueur d'onde ;

A_{λ} : densité optique à la longueur d'onde λ ;

D : épaisseur de la cuve en cm ;

C : concentration de la solution en g /100ml.

III.2. Analyses chimiques**III.2.1. L'acidité**

C'est l'expression conventionnelle de la teneur en pourcentage d'acides gras libres exprimée en pourcentage d'acide oléique.

- **Expression des résultats**

L'acidité est donnée par la relation suivante :

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{C \cdot V \cdot M}{m \cdot 10}$$

Où :

C : concentration exacte de la solution de potasse KOH (mol/l) ;

V : volume de titrage de KOH en ml ;

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282.5 g/mole) ;

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

III.2.2. Indice de peroxyde

C'est le nombre de milléquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme de corps gras. Il est utilisé pour évaluer le degré d'oxygène d'huiles.

- **Expression des résultats**

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$IP \text{ (méq/kg)} = \frac{(V-V_0)}{P} * N * 1000$$

Où :

IP : indice de peroxyde ;

V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai ;

V₀ : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc ;

P : poids en en gramme de la prise d'essai utilisée ;

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0.01N).

III.2.3.Indice d'iode

L'Indice d'iode d'un corps gras est correspond au nombre de gramme d'iode fixes sur les doubles liaisons de 100 g de corps gras.

- **Expression des résultats**

L'indice d'iode est donné par la relation suivante :

$$I_2 = \frac{(V_0-V)*N}{P} * 12.69 \text{ g d'iode}$$

Où :

V₀ : volume en ml de la solution Na₂S₂O₃ utilisé pour l'essai à blanc ;

V : volume en ml de la solution Na₂S₂O₃ utilisée (titration) ;

P : poids en gramme de la prise d'essai ;

N : normalité de thiosulfate (0.1N).

III.2.4. Indice de saponification

Quantité de KOH en mg qui réagit avec les acides gras libres d'1g d'huile. Le principe de cette méthode est basé sur la saponification d'une prise d'essai du corps gras par KOH alcoolique sous réfrigérant à reflux pendant une heure et titrage de KOH par une solution d'acide chlorhydrique HCL en présence de phénophtaléine comme indicateur coloré.

- **Expression des résultats**

L'indice de saponification est donné par la relation suivante :

$$IS = \frac{(V1 - V2) \times 28.05}{M}$$

Où :

V1 : ml d'Hcl 0.5 N utilisé pour l'essai à blanc ;

V2 : ml d'Hcl utilisé pour l'échantillon ;

28.05 : mg de KOH contenus dans 1ml de la solution éthanolique de potasse 0.5 N ;

M : poids de l'échantillon d'huile.

III.3. Analyse de la composition chimique**III.3.1. La teneur en chlorophylles et en caroténoïdes totaux**

La méthode de dosage de chlorophylle et de caroténoïdes est basée sur l'existence d'une bande d'absorbance spécifique pour ces composés donnés par un spectrophotomètre visible. Mesure l'absorbance à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes.

- **Expression des résultats**

Les teneurs en chlorophylle et en caroténoïdes, exprimées en mg/kg, sont données par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle en (mg/kg)} = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times 100 \times d}$$

$$\text{Caroténoïdes (mg/kg)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times d}$$

Où :

A: absorbance à la longueur d'onde indiquée

d: épaisseur de la cuve.

III.3.2. La teneur en acide gras

Les acides gras des huiles sont analysés par chromatographie en phase gazeuse sous forme d'esters méthyliques préparée conformément à la norme NF T60-233 Mai 1977 dont le principe est le suivant :

Le corps gras est estérifié en présence de méthanol. Les ester méthylique d'acides gras sont séparés sur une colonne polaire et sont enlevées en fonction de leur poids moléculaires. La surface correspondant à chacun d'eux est calculée et rapportée à la surface totale des différents acides gras pour obtenir un pourcentage.

III.4. Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle permet de définir, mesurer, analyser et interpréter les caractéristiques d'un produit perçu par l'intermédiaire des organes des sens.

La qualité aromatique de l'huile d'olive, que d'autres huiles ne possèdent pas est l'un des facteurs qui influence le plus dans le choix des consommateurs pour les différentes catégories d'huile d'olive (**Alba, 2001**).

La méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge a pour but d'établir la procédure pour évaluer les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive vierge et établir la méthode pour son classement sur la base de ces caractéristiques. La méthode décrite n'est applicable qu'aux huiles d'olive vierges et à leur classement en fonction de l'intensité des défauts perçus et du fruité, déterminée par un groupe de dégustateurs sélectionnés, entraînés et testés, constitués en jury (**COI, 2007**).

IV. Analyse statistique

Les résultats obtenus par les analyses physico-chimiques des huiles échantillonnées ont fait l'objet d'une analyse statistique par le logiciel STATBOX qui consiste en une analyse de la variance à deux facteurs à savoir : huilerie et la région d'échantillonnage.

CHAPITRE II

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

I.L'analyse physique

I.1. La teneur en l'eau

L'eau constitue un facteur limitant de la conservation de l'huile d'olive. C'est pour cette raison qu'elle doit se présenter à un seuil minimum ou complètement absente dans huile.

En effet la présence de l'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité (Karleskind, 1992).

Tableau 7. Valeurs de la teneur en eau et en matières volatiles des échantillons analysés (%).

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0.055±0.037	0.119±0.093	0.055±0.007	0.033±0.055	0.059±0.046	0.079±0.077

D'après les résultats, il ressort que tous les échantillons (100 %) analysés présentent des valeurs inférieures à 0.2%, la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International (2015) pour les huiles d'olives vierge et vierge extra.

D'après les résultats illustrés dans la figure 11 nous avons remarqué que les teneurs moyennes en eau changent de manière très importante dans l'huilerie traditionnelle pour les trois régions, par contre au niveau de l'huilerie moderne nous avons constaté une légère variation pour les mêmes régions. La moyenne maximale a été enregistrée dans l'huilerie traditionnelle de la région de Makouda (0.119 %) et la moyenne minimale a été constatée dans l'huilerie traditionnelle de la région de Maâtkas avec une moyenne de (0.033%).

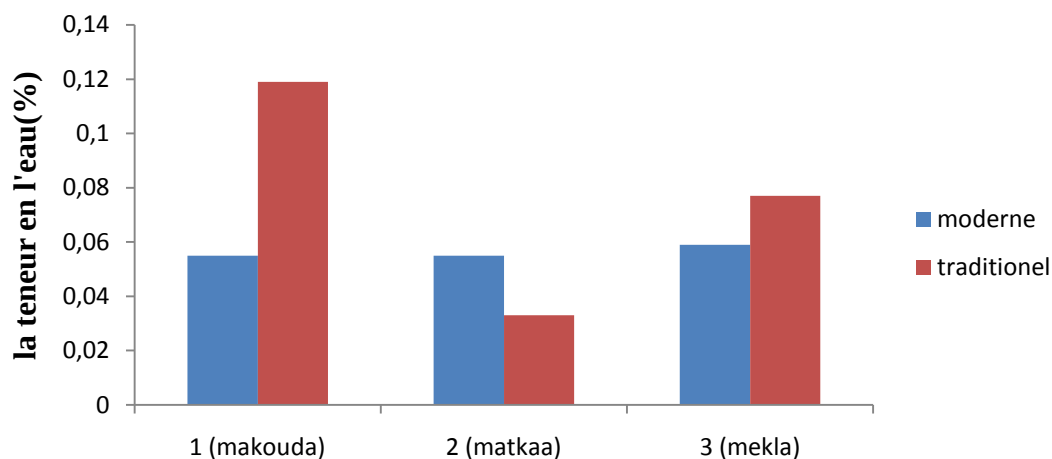


Figure 11. Valeurs moyennes de la teneur en eau et en matières volatiles des huiles échantillonnées (%)

D'après (Chimi, 2006), l'évaluation de l'humidité est due aux ajouts des quantités d'eau élevée lors du malaxage (de 40a 60% du poids de la pate), ce qui rend la séparation totale de l'eau impossible et la partie résiduelle inévitable.

Selon Alves et al, (1995), les valeurs relative a l'humidité sont tributaire des conditions environnemental dominantes dont la pluviosité.

La présence d'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité, elle constitue un milieu favorable pour les activités enzymatique (hydrolyse et oxydation) (Karleskind, 1992).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région ($p=0,3242$) et l'effet d'huilerie ($p=0,38166$) ainsi que l'interaction entre les deux facteurs ($p=0,32102$), montrent un effet non significatif sur la teneur en l'eau des huiles étudiées Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%. (Annexe 12)

I.2. L'absorbance spécifique dans l'ultraviolet 232 nm et 270 nm

L'absorption de la lumière ultraviolette par les huiles est en relation avec la nature, le nombre et la position des doubles liaisons. Les diènes et les triènes conjugués absorbant respectivement au voisinage de 232 nm et 270 nm (Karleskind, 1991).

L'oxydation de l'huile d'olive génère des produits d'oxydation primaires (peroxydes et hydroperoxydes) qui absorbent à l'UV au voisinage de 232 nm et si l'oxydation se poursuit, elle forme des produits secondaires d'oxydation (aldéhydes, cétones,...etc.), qui absorbent à une longueur d'onde spécifique de 270 nm (**Frenot, 2001**).

I.2.1.L'extinction spécifique à 232 nm

Tableau 8. Résultats de mesure de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles analysées.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	2,597±0,174	2,628±0,028	3,075±0,013	2,695±0,058	2,983±0,062	2,813±0,01

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 8 tous les échantillons d'huile d'olive analysés présentent des moyennes d'extinction spécifique à 232nm supérieur à celles fixées par les normes de COI ($\leq 2,5$) oscillant entre 2,597 comme valeur minimale et 3,075 comme valeur maximale. Ceci dit les huiles échantillonnées présentent les produits d'oxydations primaires.

Les valeurs moyennes de l'extinction spécifique à 232nm varient selon la région et l'huilerie (figure12), mais qui restent nettement supérieurs à la norme fixée par le **COI**. Il semble que le facteur huilerie a une influence plus élevée. En effet les valeurs moyennes enregistrées au niveau de l'huilerie moderne augmentent de façon linéaire jusqu'à atteindre la valeur maximum pour la région de Maâtkas (3,075±0,013). Contrairement aux valeurs obtenues au niveau de l'huilerie traditionnelle, elles sont plus faible mais restent toujours supérieurs aux normes fixées par le **COI** (2015).

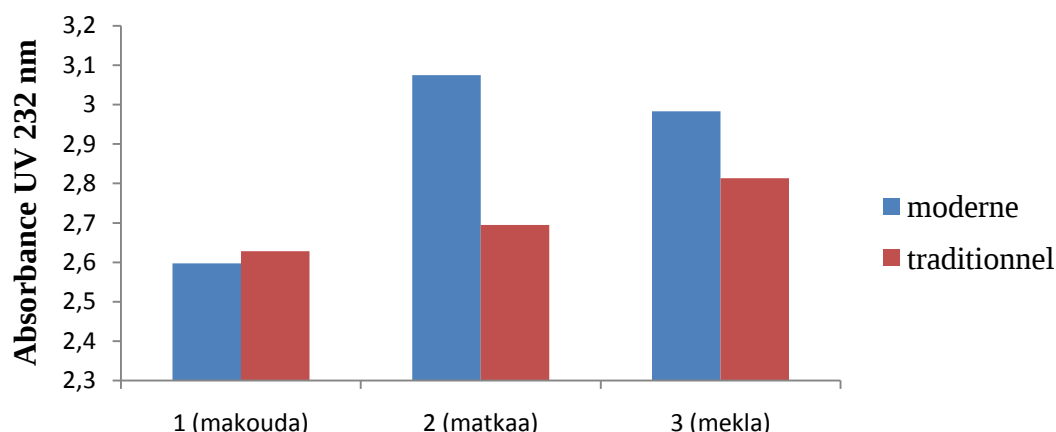


Figure12. Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles analysées.

Le temps de séparation de la phase huileuse des margines est un autre facteur déterminant de la qualité des huiles produites. En effet, l'huile surnageant à la surface du bac étant en contact directe avec l'air, s'oxyde facilement si elle est exposée assez longtemps durant l'opération de décantation (**Chimi, 2002**).

L'oxydation d'une huile aboutit à une dégradation en chaîne des acides gras insaturés par l'oxygène atmosphérique sous l'effet de différents facteurs exogènes et endogènes initiateurs, accélérateurs ou retardateurs, conduisant à des produits oxydés volatils ou non (**Tanouti, 2010**).

L'analyse de la variance à deux facteurs ressort que le facteur huilerie agit d'une façon très hautement significative ($p=0,00006$). Aussi l'effet de la région sur cet indice est très hautement significative ($p=0$). Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes (Annexe 13).

L'interaction entre les deux facteurs, montre un effet très hautement significative ($p=0,00034$) sur l'extinction spécifique à 232 nm des huiles étudiées. Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 3 groupes homogènes (Annexe 13).

I.2.2. L'extinction spécifique à 270 nm

Le tableau 9 montre que les moyennes de l'extinction spécifique à 270nm oscillent entre 0,19 et 0,26 pour les deux huileries dans les trois régions. En effet les valeurs les plus faibles ont été obtenues au niveau des deux huileries moderne et traditionnelle dans la région de Makouda et au niveau de l'huile moderne et traditionnelle dans la région de Maâtkas 0,19- 0,2 et 0,22- 0,21 respectivement.

Tableau 9. Valeurs de l'extinction spécifique à 270 nm des échantillons analysés.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0,19±0	0,2±0,018	0,22±0,008	0,213±0,033	0,245±0,07	0,263±0,017

Cependant les échantillons d'huileries moderne et traditionnelle de la région de Mekla montrent des moyennes élevées oscillants entre 0,24 et 0,26. Les échantillons qui montrent des valeurs supérieures à 0,22 sont non conformes à la norme du COI de 2015, ce qui permet de déduire que ces huiles sont plus riches en produits d'oxydations secondaires. (Figure 14)

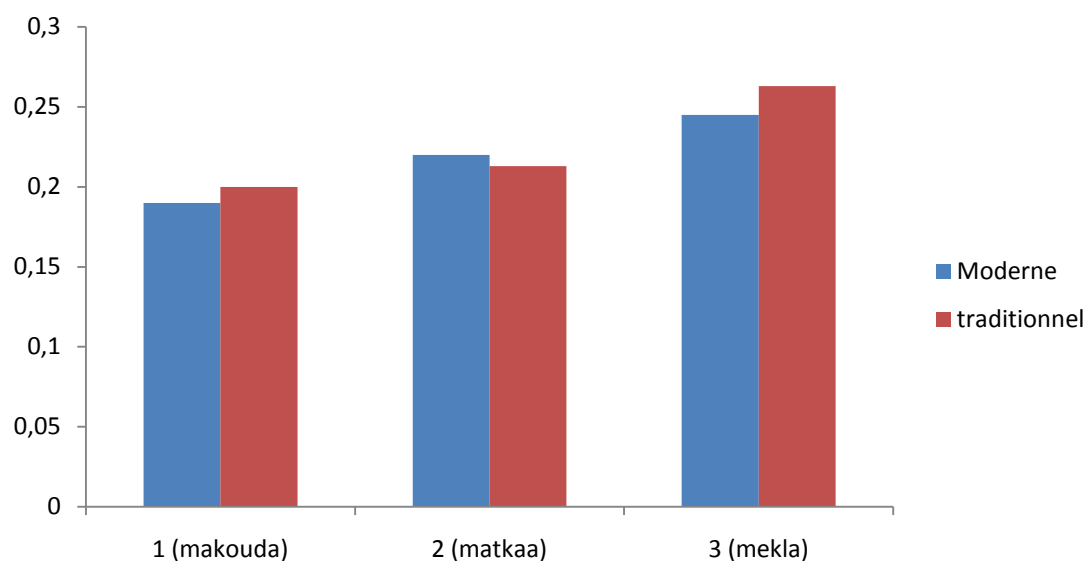


Figure13. Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 270 nm des huiles analysées.

La présence de ces deniers peut s'expliquer par la décomposition des hydroperoxydes suite à la continuité du processus d'oxydation, ainsi qu'à la faible teneur de l'huile en antioxydant qui limite l'aptitude à la conservation (**Rahmani, 2007**).

La variation enregistrée pour l'absorbance à 270nm est probablement due à la différence au niveau de la date et du mode de récolte des olives ainsi qu'à la durée de conservation de ces dernières avant la trituration. De même un réchauffement de la pâte lors de la trituration et l'exposition de l'huile extraite à l'oxygène de l'air et à la lumière favorisent l'augmentation de l'absorbance UV à 270nm (**Tanouti et al, 2011**).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région est hautement significatif ($p=0,007$). Aussi l'effet d'huilerie représentent une influence non significative ($p=0,633$). Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes (Annexe 14). Ainsi que l'interaction entre les deux facteurs ($p=0.7490$), montrent un effet non significatif sur l'extinction spécifique 270 nm

II. L'analyse chimique

II.1. L'acidité

L'acidité est un indicateur qui permet d'évaluer l'altération de la matière grasse consécutive à des mauvais traitements ou à une mauvaise conservation (**Manai., 2006**).

L'acidité libre, exprimée en équivalent d'acide oléique, permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique (enzymatique ou chimique) des triglycérides au cours des différents procédés de la production de l'huile d'olive (**Chimi., 2001**).

Le contenu en AG libres est un indicateur de l'activité de la lipase ainsi que la qualité et la fraîcheur du fruit, de la durée du stockage et la stabilité de l'huile (**Ryan et al., 1998**).

Les valeurs d'acidité enregistrées dans le tableau 10 nous renseignent sur la variation de ce critère selon la région et l'huilerie. Signalons que la valeur moyenne la plus faible a été enregistrée au niveau d'huilerie moderne dans la région de Makouda.

Tableau 10. Les Valeurs d'acidité des échantillons analysés.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0,94±0,52	2,7±0,638	1,975±1,011	2,35±1,333	4,275±2,513	4,425±0,538

A travers le tableau ci-dessus, on remarque ce qui suit :

Les huiles obtenues au niveau des huileries modernes de Makouda et Maâtkas sont classées dans la catégorie des huiles vierges propres à la consommation (acidité < 2%). **COI, 2015**.

Les huiles obtenues au niveau des huileries traditionnelles de Makouda et Maâtkas sont classées dans la catégorie des huiles vierges courantes propre à la consommation (acidité <3,3).

Les huiles analysées dans la région de Mekla présentent des taux d'acidité les plus élevés au niveau des deux huileries (moderne et traditionnelle), qui appartiennent à la catégorie d'huile d'olive vierge lampante impropre à la consommation (acidité > 3,3%).

L'augmentation du taux d'acidité durant la campagne 2015/2016 reflète une mauvaise maîtrise des opérations avant, pendant et après la trituration des olives à savoir les techniques de récolte la durée de stockage et la technique de trituration.

I.L'analyse physique

I.1. La teneur en l'eau

L'eau constitue un facteur limitant de la conservation de l'huile d'olive. C'est pour cette raison qu'elle doit se présenter à un seuil minimum ou complètement absente dans huile.

En effet la présence de l'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité (Karleskind, 1992).

Tableau 7. Valeurs de la teneur en eau et en matières volatiles des échantillons analysés (%).

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0.055±0.037	0.119±0.093	0.055±0.007	0.033±0.055	0.059±0.046	0.079±0.077

D'après les résultats, il ressort que tous les échantillons (100 %) analysés présentent des valeurs inférieures à 0.2%, la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International (2015) pour les huiles d'olives vierge et vierge extra.

D'après les résultats illustrés dans la figure 11 nous avons remarqué que les teneurs moyennes en eau changent de manière très importante dans l'huilerie traditionnelle pour les trois régions, par contre au niveau de l'huilerie moderne nous avons constaté une légère variation pour les mêmes régions. La moyenne maximale a été enregistrée dans l'huilerie traditionnelle de la région de Makouda (0.119 %) et la moyenne minimale a été constatée dans l'huilerie traditionnelle de la région de Maâtkas avec une moyenne de (0.033%).

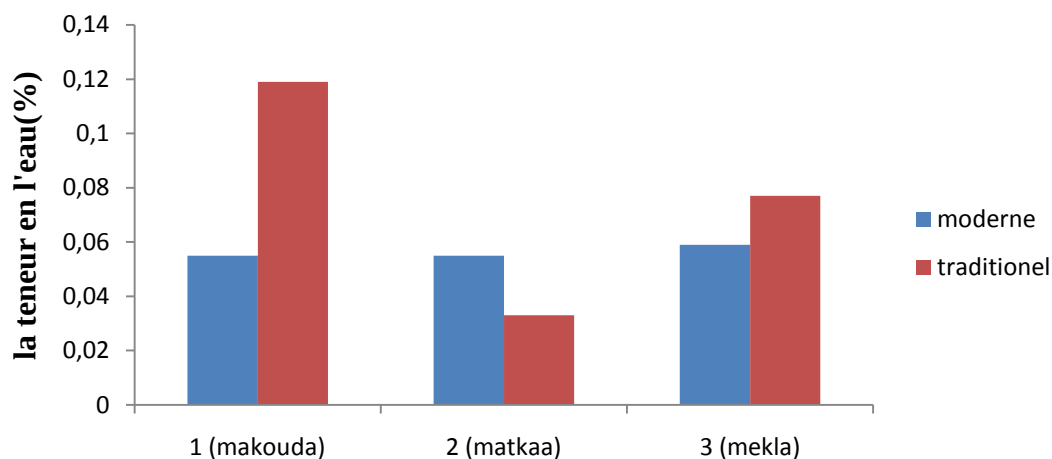


Figure 11. Valeurs moyennes de la teneur en eau et en matières volatiles des huiles échantillonnées (%)

D'après (Chimi, 2006), l'évaluation de l'humidité est due aux ajouts des quantités d'eau élevée lors du malaxage (de 40a 60% du poids de la pate), ce qui rend la séparation totale de l'eau impossible et la partie résiduelle inévitable.

Selon Alves et al, (1995), les valeurs relative a l'humidité sont tributaire des conditions environnemental dominantes dont la pluviosité.

La présence d'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité, elle constitue un milieu favorable pour les activités enzymatique (hydrolyse et oxydation) (Karleskind, 1992).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région ($p=0,3242$) et l'effet d'huilerie ($p=0,38166$) ainsi que l'interaction entre les deux facteurs ($p=0,32102$), montrent un effet non significatif sur la teneur en l'eau des huiles étudiées Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%. (Annexe 12)

I.2. L'absorbance spécifique dans l'ultraviolet 232 nm et 270 nm

L'absorption de la lumière ultraviolette par les huiles est en relation avec la nature, le nombre et la position des doubles liaisons. Les diènes et les triènes conjugués absorbant respectivement au voisinage de 232 nm et 270 nm (Karleskind, 1991).

L'oxydation de l'huile d'olive génère des produits d'oxydation primaires (peroxydes et hydroperoxydes) qui absorbent à l'UV au voisinage de 232 nm et si l'oxydation se poursuit, elle forme des produits secondaires d'oxydation (aldéhydes, cétones,...etc.), qui absorbent à une longueur d'onde spécifique de 270 nm (**Frenot, 2001**).

I.2.1.L'extinction spécifique à 232 nm

Tableau 8. Résultats de mesure de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles analysées.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	2,597±0,174	2,628±0,028	3,075±0,013	2,695±0,058	2,983±0,062	2,813±0,01

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 8 tous les échantillons d'huile d'olive analysés présentent des moyennes d'extinction spécifique à 232nm supérieur à celles fixées par les normes de COI ($\leq 2,5$) oscillant entre 2,597 comme valeur minimale et 3,075 comme valeur maximale. Ceci dit les huiles échantillonnées présentent les produits d'oxydations primaires.

Les valeurs moyennes de l'extinction spécifique à 232nm varient selon la région et l'huilerie (figure12), mais qui restent nettement supérieurs à la norme fixée par le **COI**. Il semble que le facteur huilerie a une influence plus élevée. En effet les valeurs moyennes enregistrées au niveau de l'huilerie moderne augmentent de façon linéaire jusqu'à atteindre la valeur maximum pour la région de Maâtkas (3,075±0,013). Contrairement aux valeurs obtenues au niveau de l'huilerie traditionnelle, elles sont plus faible mais restent toujours supérieurs aux normes fixées par le **COI** (2015).

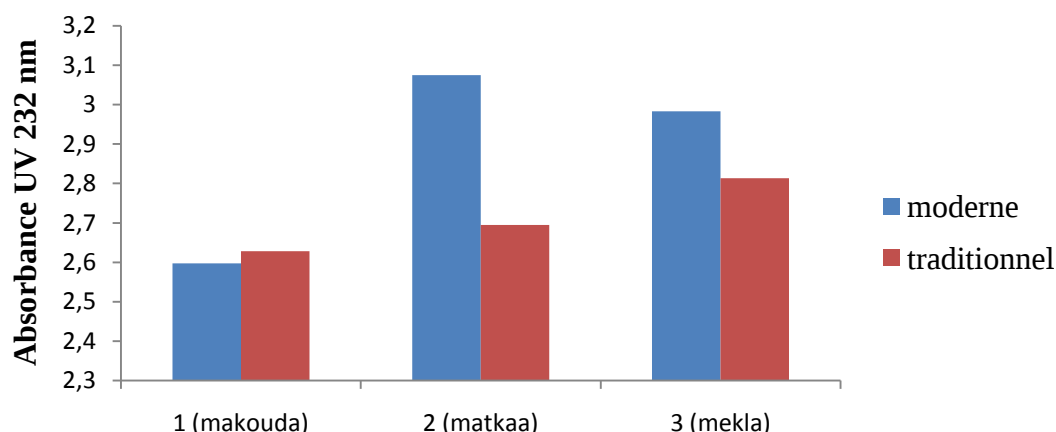


Figure12. Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 232 nm des huiles analysées.

Le temps de séparation de la phase huileuse des margines est un autre facteur déterminant de la qualité des huiles produites. En effet, l'huile surnageant à la surface du bac étant en contact directe avec l'air, s'oxyde facilement si elle est exposée assez longtemps durant l'opération de décantation (**Chimi, 2002**).

L'oxydation d'une huile aboutit à une dégradation en chaîne des acides gras insaturés par l'oxygène atmosphérique sous l'effet de différents facteurs exogènes et endogènes initiateurs, accélérateurs ou retardateurs, conduisant à des produits oxydés volatils ou non (**Tanouti, 2010**).

L'analyse de la variance à deux facteurs ressort que le facteur huilerie agit d'une façon très hautement significative ($p=0,00006$). Aussi l'effet de la région sur cet indice est très hautement significative ($p=0$). Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes (Annexe 13).

L'interaction entre les deux facteurs, montre un effet très hautement significative ($p=0,00034$) sur l'extinction spécifique à 232 nm des huiles étudiées. Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 3 groupes homogènes (Annexe 13).

I.2.2. L'extinction spécifique à 270 nm

Le tableau 9 montre que les moyennes de l'extinction spécifique à 270nm oscillent entre 0,19 et 0,26 pour les deux huileries dans les trois régions. En effet les valeurs les plus faibles ont été obtenues au niveau des deux huileries moderne et traditionnelle dans la région de Makouda et au niveau de l'huile moderne et traditionnelle dans la région de Maâtkas 0,19- 0,2 et 0,22- 0,21 respectivement.

Tableau 9. Valeurs de l'extinction spécifique à 270 nm des échantillons analysés.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0,19±0	0,2±0,018	0,22±0,008	0,213±0,033	0,245±0,07	0,263±0,017

Cependant les échantillons d'huileries moderne et traditionnelle de la région de Mekla montrent des moyennes élevées oscillants entre 0,24 et 0,26. Les échantillons qui montrent des valeurs supérieures à 0,22 sont non conformes à la norme du COI de 2015, ce qui permet de déduire que ces huiles sont plus riches en produits d'oxydations secondaires. (Figure 14)

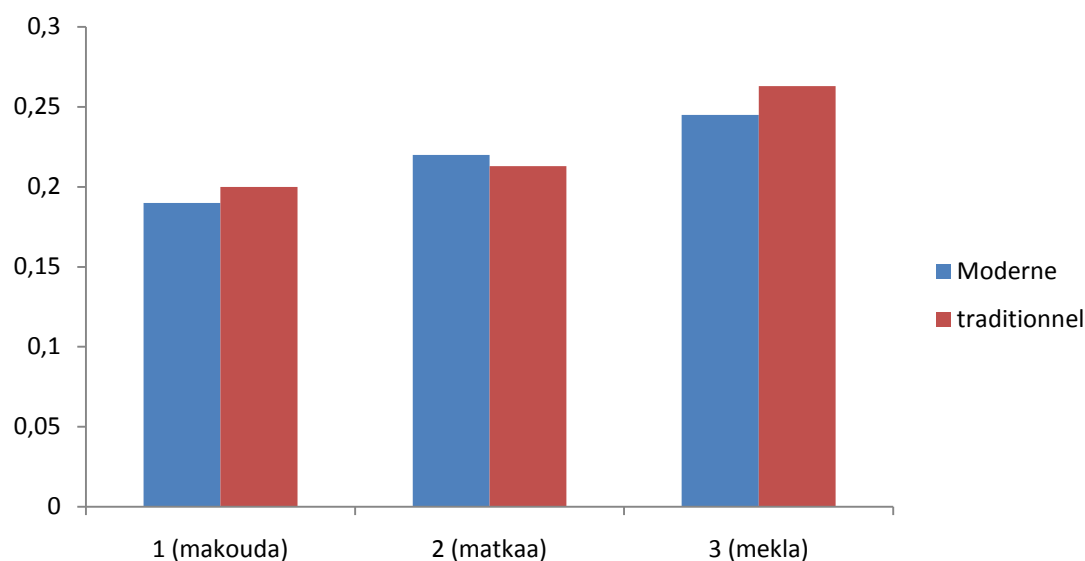


Figure13. Valeurs moyenne de l'extinction spécifique à 270 nm des huiles analysées.

La présence de ces deniers peut s'expliquer par la décomposition des hydroperoxydes suite à la continuité du processus d'oxydation, ainsi qu'à la faible teneur de l'huile en antioxydant qui limite l'aptitude à la conservation (**Rahmani, 2007**).

La variation enregistrée pour l'absorbance à 270nm est probablement due à la différence au niveau de la date et du mode de récolte des olives ainsi qu'à la durée de conservation de ces dernières avant la trituration. De même un réchauffement de la pâte lors de la trituration et l'exposition de l'huile extraite à l'oxygène de l'air et à la lumière favorisent l'augmentation de l'absorbance UV à 270nm (**Tanouti et al, 2011**).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région est hautement significatif ($p=0,007$). Aussi l'effet d'huilerie représentent une influence non significative ($p=0,633$). Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes (Annexe 14). Ainsi que l'interaction entre les deux facteurs ($p=0.7490$), montrent un effet non significatif sur l'extinction spécifique 270 nm

II. L'analyse chimique

II.1. L'acidité

L'acidité est un indicateur qui permet d'évaluer l'altération de la matière grasse consécutive à des mauvais traitements ou à une mauvaise conservation (**Manai., 2006**).

L'acidité libre, exprimée en équivalent d'acide oléique, permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique (enzymatique ou chimique) des triglycérides au cours des différents procédés de la production de l'huile d'olive (**Chimi., 2001**).

Le contenu en AG libres est un indicateur de l'activité de la lipase ainsi que la qualité et la fraîcheur du fruit, de la durée du stockage et la stabilité de l'huile (**Ryan et al., 1998**).

Les valeurs d'acidité enregistrées dans le tableau 10 nous renseignent sur la variation de ce critère selon la région et l'huilerie. Signalons que la valeur moyenne la plus faible a été enregistrée au niveau d'huilerie moderne dans la région de Makouda.

Tableau 10. Les Valeurs d'acidité des échantillons analysés.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0,94±0,52	2,7±0,638	1,975±1,011	2,35±1,333	4,275±2,513	4,425±0,538

A travers le tableau ci-dessus, on remarque ce qui suit :

Les huiles obtenues au niveau des huileries modernes de Makouda et Maâtkas sont classées dans la catégorie des huiles vierges propres à la consommation (acidité < 2%). **COI, 2015**.

Les huiles obtenues au niveau des huileries traditionnelles de Makouda et Maâtkas sont classées dans la catégorie des huiles vierges courantes propre à la consommation (acidité <3,3).

Les huiles analysées dans la région de Mekla présentent des taux d'acidité les plus élevés au niveau des deux huileries (moderne et traditionnelle), qui appartiennent à la catégorie d'huile d'olive vierge lampante impropre à la consommation (acidité > 3,3%).

L'augmentation du taux d'acidité durant la campagne 2015/2016 reflète une mauvaise maîtrise des opérations avant, pendant et après la trituration des olives à savoir les techniques de récolte la durée de stockage et la technique de trituration.

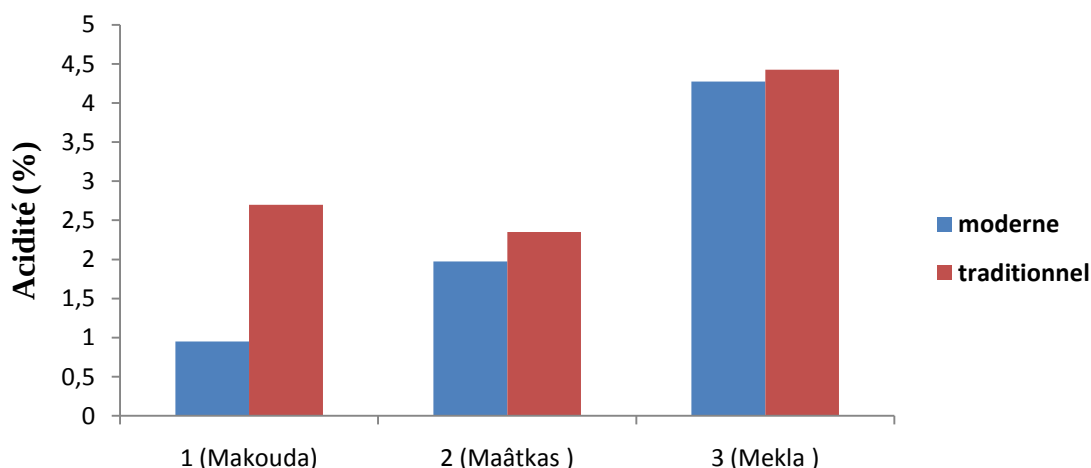


Figure 14. Valeurs moyenne du taux d'acidité des huiles analysées.

D'après **Meftah et al., (2013)**, un niveau d'acidité libre élevé peut être dû au stade de maturité avancé des fruits, ou au stockage inadéquat des olives avant la trituration par l'action des lipases sur les triglycérides de l'huile d'olives qui provoquent l'augmentation de sa teneur en acides gras libres.

Selon **Tanouti et al., (2011)**, les facteurs responsables d'acidité élevée sont liés au non respect des bonnes pratiques de récolte et de fabrication d'huile d'olive.

Le gaulage et les attaques de la mouche (*Bactrocera oleae*) provoquent des lésions au niveau des olives. En effet, ces lésions facilitent la pénétration et le développement des micro-organismes, ce qui conduit à une dégradation de la qualité, qui se traduit par une augmentation de l'acidité du fruit (**Chimi, 2002; El Antari et al, 2002**).

Plus une huile d'olive sera extraite avec des olives de moindre qualité, plus son taux d'acide gras libre sera élevé (**Milhau, 2013**).

Nos résultats sont soumis à une analyse de la variance à deux facteurs: l'huilerie et région. Il ressort de ce traitement statistique que le facteur région agit d'une façon hautement significative ($p=0,002$), par contre, l'huilerie a une influence non significative ($p=0,165$) sur l'acidité des huiles étudiées ; cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%, regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes. L'interaction entre les deux facteurs, montre un effet non significatif ($p=0,429$) (Annexe 15).

II.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est un paramètre qui renseigne sur l'état d'oxydation des huiles insaturées (**Cheftel, 1977**).

L'indice de peroxyde est utilisé pour évaluer l'état primaire d'oxydation des produits. Il nous renseigne sur l'importance des hydroxydes qui sont des produits intermédiaires et transitoire de l'oxydation des acides gras insaturés (**Ben Abdel Jelil, 2003**).

Cet indice est lié à la récolte, à la conservation et au mode d'extraction. Il reflète le degré d'oxydation des huiles qui est accéléré par la présence d'oxygène, la température et certains catalyseurs. Ces facteurs agissent sur les doubles liaisons des AG libres insaturés pour former des peroxydes et des hydroxydes peroxydes (**Cimato, 1990**).

Les résultats des valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles étudiées sont illustres dans le tableau 11.

Tableau 11. Résultats de mesure de l'indice de peroxyde des huiles analysées

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	10,875±1,797	12,875±4,029	16,5±2,582	10,875±1,887	13,5±3,44	13,75±9,613

D'après les résultats, il ressort que tous les échantillons (100 %) analysés présentent des valeurs inférieures à la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International (2015) pour les huiles d'olives vierge et vierge extra (≤ 20).

Nous remarquons une différence importante entre les valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles échantillonnées au niveau des deux huileries (moderne et traditionnelle) pour les trois régions (Makouda, Maâtkas et Mekla). La moyenne la plus élevée (16,5meqO₂/kg) est constatée dans l'huilerie moderne de Maâtkas et la plus faible moyenne

(10,875 meqO₂/kg) a été enregistrée au niveau de deux huileries: huilerie moderne de Makouda et huilerie traditionnelle de Maâtkas. Pour l'huilerie traditionnelle nous avons constaté une légère variation de cet indice pour les trois régions d'études. Cette différence est due essentiellement à la différence des techniques de récolte et à la durée de stockage des olives entre les trois régions. (Figure 15).

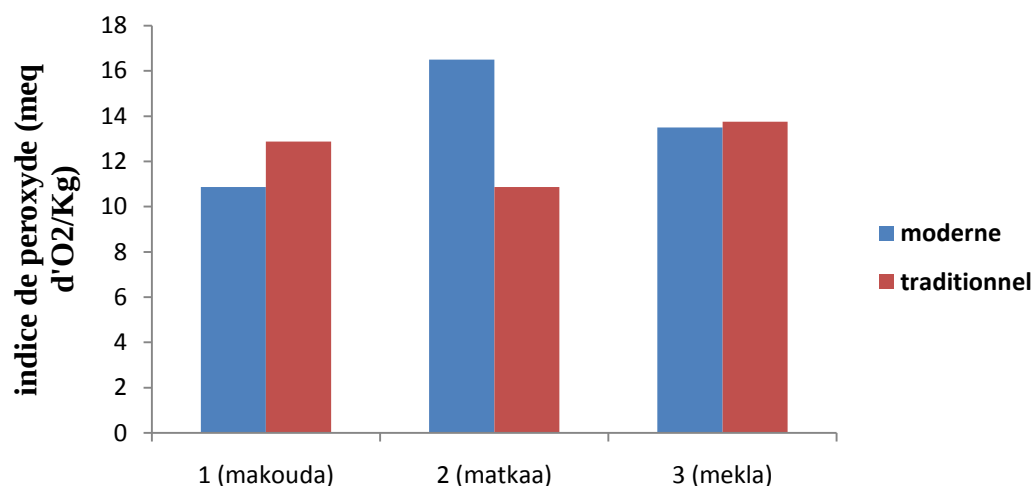


Figure 15. Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des échantillons analysés (meqO₂/kg).

Selon **Garnier(2013)**, un indice de peroxyde bas, indique que l'huile a été extraite rapidement après la récolte et qu'elle a été stockée dans de bonnes conditions. Il permet également de penser que l'huile ne s'oxydera pas prématurément et se conservera bien au cours du temps. À l'inverse, si l'indice de peroxyde est élevé, cela peut signifier qu'il y a eu un problème de conservation de l'huile.

Il faut noter que l'indice de peroxyde augmente avec la maturité des olives, et surtout à la suite d'un choc thermique, consécutivement à un gel ou à un processus de fabrication défectueux. Le stockage inadapté ou prolongé, est également une des causes d'augmentation de ce paramètre (**Tanouti et al, 2011**).

Selon **Ouaini (2005)**, les procédés d'extraction ont un impact direct sur la qualité de l'huile produite. Par exemple, une température supérieure à 28°C au cours du malaxage risque d'altérer sérieusement la qualité de l'huile.

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région ($p=0,6941$) et l'effet d'huilerie ($p=0,57334$) ainsi que l'interaction entre les deux facteurs ($p=0,26496$), montrent un effet non significatif sur l'indice de peroxyde des huiles étudiées (Annexe16).

II.3. Indice d'Iode

L'indice d'iode est en relation avec le nombre de doubles liaisons des AG constituant l'huile, il indique le degré d'insaturation des huiles et renseigne aussi sur leur état d'oxydation (**Karleskind, 1992**). Les doubles liaisons des acides gras insaturés fixent les halogènes (iode, brome, chlore). Un corps gras est plus sensible à l'oxygène lorsqu'il est constitué d'un nombre élevé de double liaison.

Les résultats des valeurs moyennes de l'indice d'iode des huiles étudiées sont illustrés dans le tableau12.

Tableau12. Résultats de mesure de l'indice d'iode des huiles analysées.

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	Moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	67,943±10,488	78,103±11,537	66,99±3,757	84,688±11,335	85,43±9,394	73,183±4,618

Nous remarquons une différence des indices d'iode entre les huiles extraites des deux huileries pour les trois régions.

D'après les résultats illustrés dans la figure 16 nous avons remarqué que les teneurs moyennes de l'indice d'iode changent de manière très importante dans l'huilerie traditionnelle pour les trois régions, par contre au niveau de l'huilerie moderne nous avons constaté une légère variation pour les mêmes régions. La moyenne maximale a été enregistrée dans l'huilerie moderne de la région de Mekla (85.43g/100g d'huile) et la moyenne minimale a été constatée dans l'huilerie moderne de la région de Maâtkas avec une moyenne de (66,99g/100g d'huile).

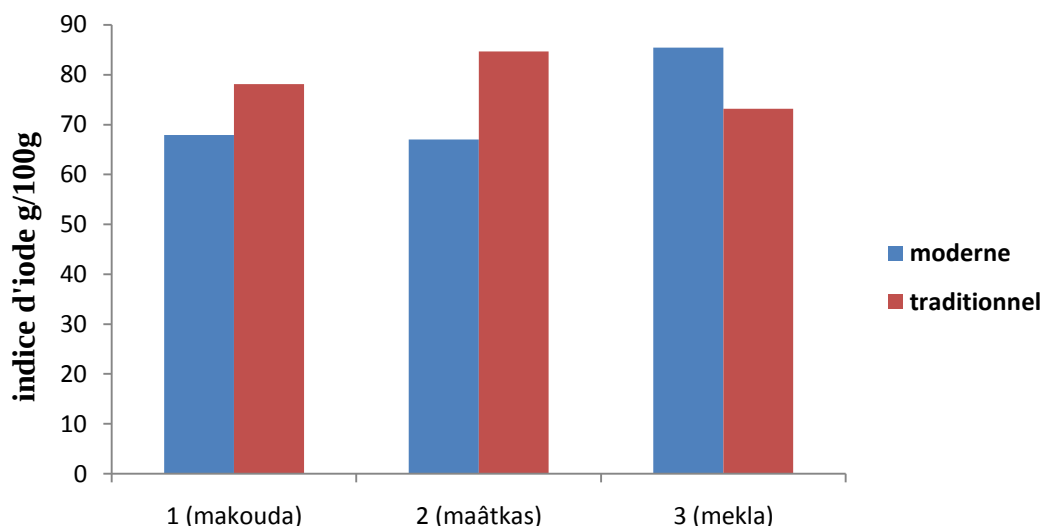


Figure16. Valeurs moyennes de l'indice d'iode des échantillons analysés.

En référence aux normes du **COI** (2015), relatives à l'indice d'iode des huiles d'olive vierge (75-94), nous constatons que 50% des échantillons analysés présentent des valeurs qui répondent à la norme, ces valeurs de l'indice d'iode enregistrés peuvent être expliquées par la richesse de ces huiles en acide gras insaturés, exceptés 50% des échantillons de l'huilerie moderne des régions Makouda et Maâtkas plus huilerie traditionnelle de la région de Mekla ont montré des valeurs non conformes à la norme.

Ceci est due à la maturité des olives et à la durée de leurs stockage d'une part et à certaines conditions climatiques à savoir le degré d'exposition des oliviers à l'air, aux pluies et au soleil d'autre part.

L'indice d'iode est lié au degré de rancissement du corps gras. L'auto oxydation d'un corps gras au cours de son stockage conduit à l'apparition de produits légers, odorants (aldéhydes, alcools et acides par exemple), qui altèrent la flaveur d'origine et sont une cause de dépréciation de la matière, allant dans certains cas jusqu'à un rejet du consommateur, lorsque le produit devient rance. Les paramètres les plus influents sur la stabilité des corps gras sont la lumière, l'air, la température et les traces métalliques (ces dernières en tant que catalyseurs d'oxydation) (**Charbonnier, 1996**).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région n'est pas significatif ($p = 0,403$). Aussi l'effet d'huilerie représentent une influence non significative

($p=0,174$). Par contre l'interaction de ces deux facteurs représente une influence de différence hautement significative ($p=0,010$). Les résultats de cette analyse sont vérifiés par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%. (Annexe 17).

II.4. Indice de saponification

La saponification est une relation chimique transformant un ester en un ion carboxylate et un alcool. Il s'agit en fait de l'hydrolyse en milieu basique d'un ester. Elle nous renseigne sur la longueur des chaînes des acides gras ou de leur poids moléculaire moyen. Cet indice est exprimé par la quantité en mg de KOH fixé par 1g de cors gras (**Adrian et al. 1998**).

Selon le tableau 13 nous avons remarqué que tout les échantillons d'huiles d'olive analysées présentent des valeurs conforme à la norme du COI (2015), sauf l'échantillon d'huilerie traditionnelle de la région de Maâtkas est non conforme à la norme.

Tableau13. Résultats de mesure de l'indice de saponification des huiles analysées

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	192,753±5,106	186,88±6,411	186,178±5,416	183,358±2,115	186,523±2,815	188,27±7,702

D'après la figure17 les valeurs moyennes de l'indice de saponification varient selon les régions et l'huilerie. Il semble que les facteurs huilerie et région ont une influence sur ce critère. En effet nous remarquons une valeur élevée dans l'huilerie moderne de la région de Makouda, soit une moyenne de 192,753 mg/g; qui est dans la norme établie par COI (2015) qui doit être comprise entre 184 et 196 mg/g.

La moyenne la plus faible a été enregistrée dans l'huilerie traditionnelle de la région de Maâtkas (183,358 mg /g) qui est inférieur à la norme établie par COI (2015).

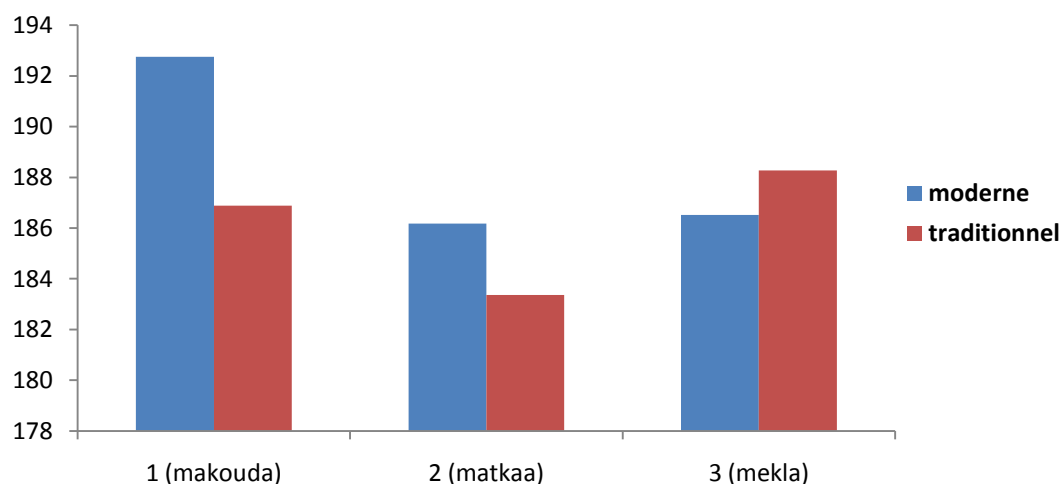


Figure 17. Valeurs moyennes (mg/g) de l'indice de saponification des échantillons analysés

Selon **Baaziz (2005)**, un indice de saponification faible correspond donc à des acides gras comportant une chaîne de carbone plus longue. Cet indice nous permet ainsi de caractériser un acide gras en fonction de la longueur de sa chaîne.

D'après l'analyse de la variance pour le facteur huilerie et région n'indique aucun effet significatif sur cet indice. Cela est vérifié par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5% regroupant les échantillons d'huiles d'olive dans 2 groupes homogènes (Annexe 18).

L'interaction entre les deux facteurs, montre aussi un effet non significatif ($p=0,372$) sur l'indice de saponification.

III. Analyse de la composition chimique de l'huile d'olive

III.1. La teneur en chlorophylle

L'huile d'olive contient des composés mineurs qui lui confèrent ses qualités organoleptiques et nutritionnelles. La composition et la teneur totale en pigment naturellement présents dans l'huile sont d'importants paramètres de qualité parce qu'ils sont corrélés avec la couleur, qui est un attribut de base pour évaluer la qualité de l'huile d'olive.

Les pigments sont également impliqués dans les mécanismes d'auto-oxydation et de phyto-oxydation (**Guiffrida et al., 2007**).

Selon le tableau 18 nous avons remarqué que trois valeurs des échantillons d'huiles d'olive analysées Maâtkas (moderne et traditionnel) et Mekla (moderne) sont conformes à la norme du COI (2015) et les trois autres valeurs Makouda (moderne et traditionnel) et Mekla traditionnel sont inférieures à la norme

Tableau 14. Teneur en chlorophylle des huiles analysées (ppm).

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0.779±0.281	0.497±0.237	3.066±2.886	1.003±0.302	1.804±2.506	0.587±0.268

Les résultats présentés dans la figure 18 montrent que les échantillons de Maâtkas (moderne et traditionnelle) et Mekla modernes présentent des teneurs en chlorophylle relativement dans les normes, les échantillons de la région de Makouda (moderne et traditionnelle) et Mekla traditionnelle les valeurs sont inférieures à la norme de COI (2015) qui doit être comprises entre 1 à 10 ppm pour les huiles d'olive vierge.

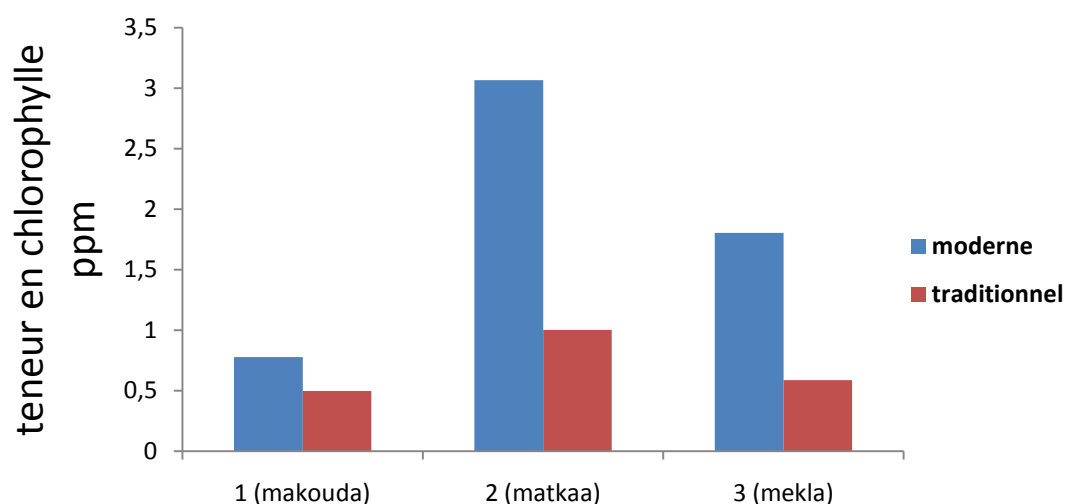


Figure 18. La teneur moyenne en chlorophylles des échantillons d'huile analysée. (ppm)

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région n'est pas significatif ($p = 0,229$). Aussi l'effet d'huilerie représente une influence non significative ($p = 0,07$). Les résultats de cette analyse sont vérifiés par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%. (Annexe 19).

Selon (Tanouti, 2010), la présence des chlorophylles dans l'huile d'olive dépend de la variété, du degré de maturité du fruit, du processus d'extraction et des conditions de stockage.

La teneur en chlorophylle des huiles varie en fonction du degré de maturité des fruits. Ces chlorophylles se dégradent au cours de la maturité des olives par l'action de la pheophytinisation, responsable de la disparition de la coloration verte (Ait Yacine *et al.*, 2001)

III.2. La teneur en caroténoïde

Les caroténoïdes sont considérés comme étant désirables dans les huiles végétales en raison de leurs effets positifs sur la stabilité des huiles d'olives. Les caroténoïdes sont responsables de la couleur jaune de l'huile. Elles possèdent des propriétés et suscitent beaucoup d'intérêts pour la santé humaine. (Tan *et al.*, 1994).

D'après les résultats de tableau 15, il ressort que tous les échantillons (100%) analysés présentent des valeurs dans la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International (2015) pour les huiles d'olives extra vierge qui s'étend de 0.3 à 7.7 mg /g.

Tableau 15. La teneur en caroténoïde des échantillons de l'huile analysée. (ppm)

	Makouda		Maâtkas		Mekla	
	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle	moderne	traditionnelle
Moy ± E	0.728±0.164	0.353±0.146	0.825±0.689	0.704±0.249	0.655±0.297	0.615±0.41

D'après la figure 19 Nous remarquons une différence importante entre les valeurs moyennes de la teneur en caroténoïde des huiles échantillonnées au niveau des deux huileries (moderne et traditionnelle) pour les trois régions (Makouda, Maâtkas et Mekla). La moyenne la plus élevée (0.825 ppm) est constatée dans l'huilerie moderne de Maâtkas et la plus faible moyenne (0.353 ppm) a été enregistrée au niveau de l'huilerie traditionnelle de Makouda.

Pour l'huilerie moderne nous avons constaté une légère variation de ce paramètre pour les trois régions.

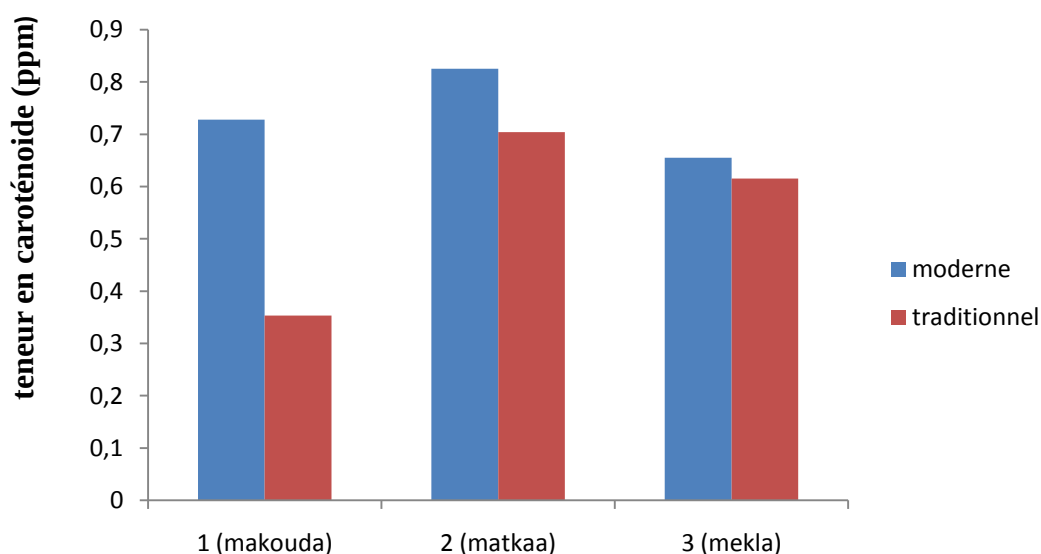


Figure 19. La teneur moyenne en caroténoïde des huiles analysées. (ppm)

Cette faible teneur enregistrée en ces pigments est due au fait que les caroténoïdes s'oxydent rapidement à cause de leur degré d'insaturation élevé, la longue chaîne de double liaison conjuguée (Graille, 2003).

Par contre entre les huileries traditionnelles les valeurs présentent des différences entre les trois régions (de 0,353 à 0,704).

La concentration en caroténoïde dépend de plusieurs facteurs tel que : le cultivar, le climat, la maturation, et le procédé d'extraction. (Kiritsakis, 1998).

L'analyse de la variance à deux facteurs a montré que l'effet de la région n'est pas significatif ($p = 0,502$). Aussi l'effet d'huilerie représente une influence non significative

($p= 0,256$).et l'interaction entre les deux facteurs est non significative. Les résultats de cette analyse sont vérifiés par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%. (Annexe 20).

Selon **Rahmani (1990) et Ait Yacine (2012)**, la présence des caroténoïdes dans huile d'olive dépend du processus d'extraction et des conditions de stockage de l'huile ainsi qu'aux d'autres facteurs.

III.3. Composition en acide gras

La composition en acide gras de l'huile d'olive joue un rôle important pour sa qualité nutritionnelle et organoleptique. Divers facteurs, tels que le degré de maturité des olives, le climat et la variété, ont une incidence sur le profil de composition en acides gras de l'huile d'olive (**Tanouti et al., 2011**).

L'analyse de la chromatographie en phase gazeuse a révélé l'existence de dix (10) acides gras dans la matière grasse issue de l'huile d'olive de trois régions (Makouda; Maâtkas; Mekla). La composition en acides gras a donné quatre (04) acides gras saturés qui sont l'acide palmitique, l'acide stéarique, l'acide arachidique et l'acide margarique. Les acides gras insaturés sont au nombre de six (06) dont quatre sont mono-insaturé:l'acide oléique, acide palmitoléique, acide margaroléique et l'acide gondoïque et deux autres sont polyinsaturé : l'acide linoléique et l'acide linolénique. (tableau 16)

L'huile d'olive analysée a une profile en acide gras caractéristique, dominée par l'acide oléique (C18: 1) insaturée pour tous les échantillons qui présentent des valeurs conformes à la norme établie par le COI (2015) qui doit être compris entre 55 à 83.

Pour les autres acides gras on remarque:

- Acide arachidique: tous les échantillons conformes à la norme établie par le **COI** (2015) qui doit être $\leq 0,6$.
- L'acide palmitoléique: tous les échantillons possèdent des valeurs supérieur à la valeur établie par le COI (2015) qui doit être comprise entre 0,3 à 3,5.
- L'acide linoléique : tous les échantillons présentent des valeurs conformes

- à la norme établie par le COI (2015) qui doit être compris entre 3,5 à 21.
- L'acide linoléique: tous les échantillons conformes à la norme établie par le COI (2015) qui doit être ≤ 1 .
- Acide stéarique et l'acide palmitique: tous les échantillons étudiés ont des teneurs en ces deux acides gras qui répondent aux normes fixées par le COI (2015) qui doit être compris entre 0,5 à 5 et entre 7,5 à 20 pour l'acide stéarique et l'acide palmitique, respectivement.
- Acide margarique et acide margaroléique: tous les échantillons étudiés ont des teneurs en ces deux acides gras qui répondent aux normes fixées par le COI (2015) qui doit être compris entre 0 à 0,3.
- L'acide gondoïque: tous les échantillons conformes à la norme établie par le COI (2015) qui doit être compris entre 0 à 0,4.

La présence de l'acide gras poly insaturé: 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 désaturase qui transforme l'acide oléique (C18 :1) en acide linoléique (C18 :2) au cours de la maturation du fruit (**Gutierrez et al. 1999**).

Les acides gras jouent un rôle important dans la caractérisation sensorielle de l'huile.

Le contenu en acides gras libres ou l'indice d'acidité de l'huile est un indicateur de l'activité de la lipase ainsi que la qualité et la fraîcheur de fruit, de temps de stockage et de la stabilité de l'huile (**Ryan et al. 1998**).

Pour une meilleure conservation de la qualité des huiles, leur teneur en acide linoléique ne doit pas être supérieure à 10% (**Uzzan, 1992**). Rappelons à cet effet que cet acide est le principale responsable du vieillissement de l'huile (**Kiritsakis et al. 1999**).

Tableau 16. Composition en acides gras des huiles d'olives analysées (%).

Acide gras	dénomination	Makouda				Maâtkas			
		moderne		traditionnel		moderne		traditionnel	
		Echa 1	Echa 2	Echa 1	Echa 2	Echa 1	Echa 2	Echa 1	Echa 2
C ₁₆ :0	Acide palmitique	15.35%	15.96%	16.04%	16.01%	12.91%	16.06%	16.46%	16.94%
C ₁₆ :1w9	Acide palmitoléique	3.02%	2.56%	2.74%	2.68%	1.88%	2.51%	2.91%	2.57%
C ₁₇ :0	Acide Margarique	0.03%	0.07%	0.05%	0.02%	0.24%	0.04%	0.03%	0.13%
C ₁₇ :1w8	Acide Margaroléique	0.08%	0.07%	0.09%	0.06%	0.14%	0.09%	0.06%	0.10%
C ₁₈ :0	Acide stéarique	2.03%	2.18%	2.09%	1.90%	2.77%	2.12%	1.86%	1.91%
C ₁₈ :1w9	Acide oléique	62.77%	64.38%	63.70%	63.24%	69.78%	64.13%	65.68%	65.03%
C ₁₈ :2w6	Acide linoléique	15.50%	13.53%	14.05%	14.87%	10.48%	13.62%	11.45%	11.83%
C ₁₈ :3w3	Acide linolénique	0.59%	0.61%	0.58%	0.54%	1.00%	0.71%	0.70%	0.67%
C ₂₀ :0	Acide arachidique	0.31%	0.34%	0.36%	0.36%	0.44%	0.39%	0.46%	0.45%
C ₂₀ :1w9	Acide gondoïque	0.25%	0.25%	0.25%	0.27%	0.30%	0.29%	0.33%	0.33%
Acide gras saturés		17.72%	18.55%	18.54%	18.29%	16.36%	18.61%	18.81%	19.43%
Acide gras mono insaturés		66.12%	67.26%	66.78%	66.25	72.1%	67.02%	68.98%	68.03%
Acide gras polyinsaturés		16.09%	14.14%	14.63%	15.41%	11.48%	14.33%	12.15%	12.5%

Acide gras	dénomination	Mekla			
		moderne		traditionnel	
		Echa 1	Echa 2	Echa 1	Echa 2
C ₁₆ :0	Acide Palmitique	15.91%	16.20%	16.70%	15.90%
C ₁₆ :1w9	Acide palmitoleique	2.71%	2.76%	2.45%	2.92%
C ₁₇ :0	Acide Margarique	0.03%	TRACE	0.07%	0.07%
C ₁₇ :1w8	Acide margaroléique	0.06%	0.07%	0.07%	—
C ₁₈ :0	Acide Stéarique	1.93%	1.94%	1.93%	2.03%
C ₁₈ :1w9	Acide Oléique	64.11%	61.34%	65.54%	63.56%
C ₁₈ :2w6	acide linoléique	13.91%	16.49%	11.95%	14.22%
C ₁₈ :3w3	Acide Linolénique	0.60%	0.59%	0.56%	0.60%
C ₂₀ :0	Acide Arachidique	0.35%	0.34%	0.38%	0.38%
C ₂₀ :1w9	Acide gondoique	0.27%	0.26%	0.30%	0.27%
Acide gras saturés		18.22%	18.48%	19.08%	18.38%
Acide gras mono insaturés		67.15%	64.43%	68.36%	66.75%
Acide gras polyinsaturés		14.51%	17.08%	12.51%	14.82%

IV. L'analyse organoleptique

Les propriétés organoleptiques sont les critères les plus anciens employés pour déterminer les caractéristiques qualitatives d'une huile. La perception sensorielle est toutefois une caractéristique subjective, donc pourquoi elle ne pourrait pas être un instrument légal de l'évaluation de la qualité des huiles.

L'évaluation sensorielle représente aujourd'hui un outil fondamental pour les industriels. Elle s'applique non seulement aux produits alimentaires, mais aussi cosmétique, pharmaceutique et à leurs emballages et s'applique aussi désormais au secteur automobile (Lefebvre *et al*, 2005).

L'analyse des résultats sensoriels illustrés dans le tableau 17 regroupe les échantillons d'huile d'olive analysées en 2 groupes :

- Echantillons présentant des attributs positifs (fruité, amer et piquant), sont classés dans la catégorie des huiles d'olives vierges et courantes avec une acidité $\leq 1,8$.
- Echantillons présentant des attributs négatifs (chômé, moisi, et vineux), sont classés dans la catégorie des huiles d'olives lampantes avec une acidité $\geq 1,8$. En effet, les résultats sont comme suit:

Les échantillons de la région de Makouda présentent des huiles vierges et des huiles courantes issues de l'huilerie moderne et des huiles lampantes issues de l'huilerie traditionnelle.

Les échantillons de la région de Maâtkas présentent des huiles vierges et des huiles lampantes issues de l'huilerie moderne et des huiles courantes et des huiles lampantes issues de l'huilerie traditionnelle.

Les échantillons de la région de Mekla présentent en totalité des huiles lampantes issues de l'huilerie moderne et de l'huilerie traditionnelle.

L'état des olives avant trituration à savoir le stade avancé de la maturité, l'utilisation du gaulage pour la récolte, stockage des olives dans les sacs en jute pendant plusieurs jours, ont favorisé la fermentation et l'altération des olives, ce qui explique les résultats sensoriels.

A noter également que ces attributs négatifs n'ont pas influencé sur l'acidité de ces 12 échantillons.

Tableau 17. Résultats de dégustation des différents échantillons d'huile d'olive de trois régions

Echantillons Des huiles	Numéros échantillons	acidités	Attributs (négatif ,positif)	Catégorie d'huiles
Makouda traditionnelle	01	3,3	Chômé=5,5 Moisi=4	Huile lampante
Makouda traditionnelle	02	2,19	Vineux=5 Chômé=3,5 Moisi=2,5 Piquant=1	Huile lampante
Mekla traditionnelle	01	4,7	Chômé=6 Moisi=2,5 Piquant=1	Huile lampante
Mekla traditionnelle	02	4,1	Moisi=6 Chômé=2	Huile lampante
Maâtkas traditionnelle	01	3,4	Vineux (vinaigre) Chômé=2 Moisi=1	Huile lampante
Maâtkas traditionnelle	02	1,2	Fruit mûr=2 Chômé=3 Moisi=2	Huile courante
Makouda moderne	01	1,4	Fruit mûr=3 Amer=1 Piquant=2 Chômé=3	Huile courante
Makouda moderne	02	0,5	Fruit vert=4 Amer=4,5 Piquant=3,5 Chômé=1	Huile vierge
Mekla moderne	01	1,8	Chômé=5 Moisi=3 Autre=4	Huile lampante
Mekla moderne	02	6,4	Moisi=6 Chômé=2	Huile lampante
Maâtkas moderne	01	1,1	Fruit mûr=5 Amer=2 Piquant=4 Moisi=2 Chômé=1,5	Huile vierge
Maâtkas moderne	02	2,8	Chômé=4 Moisi=3 Piquant=1	Huile lampante

La présence des attributs positifs et négatifs dans l'huile d'olive pourrait être expliquée par:

IV.1. Pour l'attribut négatif

IV.1.1. Chômé/Lies

Flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie ou de l'huile restée en contact avec les « boues » de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves.

IV.1.2. Moisi – humide-terre

Flaveur caractéristique de l'huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures suite à un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité ou de l'huile obtenue d'olives ramassée avec de la terre ou boueuses et non lavées.

IV.1.3. Vineux-vinaigré

Flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre.

IV.2. Attributs positifs

IV.2.1. Fruité

Ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, verts ou mûrs, perçues par voie directe et/ou rétro nasale.

IV.2.2. Amer

Goût élémentaire caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison.

IV.2.3. Piquant

Sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne, principalement à partir d'olives encore vertes pouvant être perçu dans toute la cavité buccale, en particulier dans la gorge.

CONCLUSION



La qualité des huiles d'olives est un ensemble de caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques permettant le classement des huiles en différentes catégories. Cette qualité est influencée par plusieurs facteurs, tels que les techniques culturales, l'apport hydrique, la période de récolte, les conditions du stockage et les techniques d'extraction. Tous ces paramètres nécessitent une étude et une maîtrise approfondies afin d'aboutir à une huile de bonne qualité.

Au cours de notre travail nous avons réalisé une étude comparative entre l'huile d'olive issue de deux (2) systèmes d'extraction (huilerie moderne et traditionnelle), produites au niveau de trois (3) régions de la wilaya de Tizi Ouzou (Makouda, Mâatkas, Mekla), en se basant sur la vérification de la conformité aux normes internationales dans le but d'évaluer la qualité de ces huiles.

L'étude a porté essentiellement sur les caractères physico-chimiques de ces huiles par des analyses relatives à la teneur en eau, l'absorbance spécifique aux rayonnements Ultraviolet, l'acidité libre, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode, l'indice de saponification, la teneur en chlorophylle et en caroténoïdes et la composition en acides gras, complétée par une analyse organoleptique.

Les résultats d'analyse de la teneur en eau et en matière volatiles des huiles analysées ressort que 100% des échantillons d'huile sont conformes à la norme ($\leq 0.2\%$), issues des huileries modernes et traditionnelles de trois régions d'étude.

Les mesures spectrophotométriques à l'Ultra-violet montrent que la totalité échantillons d'huiles étudiées pour les deux huileries de trois régions présentent des valeurs d'extinction à 232 nm supérieures a celle fixées par le COI (≤ 2.5).

Les mesures spectrophotométriques à l'Ultra-violet montrent que la totalité des échantillons d'huiles étudiées dans la région de Mekla présente des valeurs d'extinction à 270 nm supérieures a celle fixées par le COI (≤ 0.22), et les huiles issues de la région de Makouda et Maatkas présentent des valeurs conformes à la norme (moderne et traditionnelle).

Le taux moyen d'acidité enregistré indique que les échantillons d'huilerie moderne des régions de Makouda et Mâatkas sont classées dans la catégorie des huiles vierges propre a la consommation ($< 2\%$), el les échantillons issues des huileries traditionnelles de ces mêmes régions sont classées dans la catégorie huile vierge courante ($< 3,3\%$), par contre les huiles

échantillonnées à Mekla au niveau des deux huileries (moderne et traditionnelle) sont classées dans la catégorie huile vierge lampante non propre à la consommation (>3,3%).

L'indice de peroxyde, la totalité (100 %) des échantillons de l'huile issues de système moderne et traditionnelle pour les trois régions sont conformes à la norme du COI, avec des valeurs inférieures 20 meq O₂ / Kg d'huile.

Les valeurs d'indice d'iode montrent que les échantillons de l'huilerie traditionnelle des régions (Makouda et Maatkas) et moderne de Mekla sont conformes aux normes du COI (75-94). Par contre les échantillons d'huilerie moderne des régions (Makouda et Maatkas) et traditionnelle de Mekla sont inférieures à la norme du COI.

Les résultats de l'indice de saponification des huiles d'olives analysées au niveau des trois (3) régions sont conformes aux normes de COI (184-196).

Les huiles analysées montrent des teneurs faibles en caroténoïde et en chlorophylle, ceci est due probablement au stade de récolte avancé et aux mauvaises conditions de stockage et de trituration des olives (la température et la dure de malaxage).

La composition de ces huiles en acide gras se caractérise en majorité par des teneurs adéquates en acide oléique (55-83%). Certain acides gras :

- Acide linoléique présente des valeurs conformes aux normes (≤ 1).
- Acide linoléique présente des valeurs supérieur aux normes (3,5-21)

Conformément aux normes de dégustation du COI, les résultats des 12 échantillons dégustés et analysés sont comme suit :

Un échantillon d'huilerie moderne de Makouda et un échantillon d'huilerie Maatkas sont classés dans la catégorie huile vierge.

Un échantillon d'huilerie moderne de Makouda et un échantillon d'huilerie traditionnelle de Maatkas sont classés huile vierge courante.

Les échantillons restants au nombre de huit (8) sont classés huile vierge lampante impropre à la consommation à savoir : quatre (4) échantillons de Mekla (moderne et traditionnelles), deux (2) échantillons de Makouda traditionnelle et un (1) échantillon Maatkas moderne et un (1) échantillon Maatkas traditionnelle.

A fin d'améliorer la qualité de toutes les huiles produites au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou, il est important de respecter certaines recommandations à savoir :

- Respecter la période optimum de récolte (stade violet).
- Eviter l'utilisation du gaulage au moment de la récolte.
- Utilisation des caisses en plastique lors du stockage et du transport des olives.
- Diminuer la durée de stockage des olives chez l'oléiculture et au niveau d'huilerie.
- Conserver les olives dans un endroit frais et aéré, à l'abri des intempéries.
- Stocker les huiles dans des récipients : des bouteilles en verre opaque, aux températures adéquates et à l'abri de la lumière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

- ❖ **Abaza L., Msalem M., Daoud D. and Zarrouk M. 2002.** Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 9 (2) : 9-174.
- ❖ **Adrian J., Potus., Poiffait A. et Dauvillier P.1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Ed Tec & Doc Lavoisier Paris. p : 53.
- ❖ **Ait Mane, A.Riane, N. 2002.** Caractérisation physicochimique de trois variétés locales d'huile d'olive : mémoire d'ingénieur en C Q A. promotion.
- ❖ **Ait Yacine Z. 2001.** Etude des facteurs détermination la meilleure période de recolte des olives. *Olivae*.N°88.PP.39-45.
- ❖ **Ait Yacine Z., Serhrouchni M. and Hilali S. 2002.** Evolution de la composition acide de l'huile d'olive à différents stades de la maturité des olives. Cas du Périmètre du Tadla-Maroc. *Olivae*, 94 :51-53.
- ❖ **Ajana H., El Antari A. and Hafidi A. 1998.** Fatty acids and sterols evolution during the
- ❖ **Alves M Pinherion ,Fernanda Quitants,Norberro A.R.C,Morias. 1995.** Rapport entre l'indice de maturation et les processus chimiques détermination des rendements et de la qualité de l'huile d'olive chez les variétés « Conserva De Elvas »et « Bial de Castelo Branoco » .*Olivae* 57.
- ❖ **Angoresa, F.Servili, M.Selvaggi, R. 2004.**Volatile compounds in Virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality.*J.chroma*, Vol 1054, 17-31.
- ❖ **Aparicio, R et Luna, G. 2002.** Caractérisation of monovariétal Virgin Olive Oils.*J.lipids SCI. Techno.*, Vol 104-12-23-28.
- ❖ **Artajo Medina L.S. 2006.** Phenolic compounds: Their role during olive oil extraction and in flaxseed – transfer and antioxidant function. Thèse doctorat Technologie des aliments. pp. 1-21.
- ❖ **Baaziz C. Baghhouil N.Guffens N.Geerts J.,Sternotte V. Sternotte V. Stassin M., Theys A. 2005.** les matières grasses: anges ou demons.p.17.
- ❖ **Belaiche T. 2001.** Effet de la contamination par *Aspergillusflavus*et *Aspergillusochraceus*sur la qualité des olives. *Med ResRev*, N°22, p. 65-75.
- ❖ **Çavusoglu A et Oktar A. (1994).** les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile. *Olivae*. N°52, 18-24-46-51.
- ❖ **Charbonnier A., 1996.** L'huile d'olive (aliment – santé). Préface de professeur Jean-Charles Fruchart. Édition Frison-roche. P.21.
- ❖ **Cheftel J., Cheftel H. et Besançon., 1977 :** introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol 2. Technique et documentation. LAVOISIER. Pp : 158.

Références bibliographiques

- ❖ **Chimi H. 2006.** Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture, 141 : 1-4.
- ❖ **Chimi H., 2002.** Amélioration de la qualité de l'huile d'olive, restructuration et modernisation des unités de trituration des olives. Séminaire international sur l'olivier : Acquis de recherche et contraintes du secteur oléicole Marrakech. P.344.
- ❖ **Chimi, H. 2001.** Qualité des huiles d'olive au Maroc, enquête National et analyse au mensuel d'information et de liaison du PNTTA, transfert de technologie en agriculture, N° 79, pp 5-9.
- ❖ **Christopoulou E., Lazaraki M. and Alexiou F. 1995.** La qualité de l'huile d'olive vierge grecque : critères chimiques et organoleptiques. *Olivae*, 56: 54-59.
- ❖ **Cichelli A. and Pertesana G. P. 2004.** High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oil: chemometric approach to Variety classification. *Journal of Chromatography A*, 1046:141-146.
- ❖ **Cimato A., 1990.** La qualité de l'huile d'olive et les facteurs agronomiques, *Olivae*, Vol.31, pp.20-31.
- ❖ **COI : Conseil Oléicole International. (1997).** Encyclopédie mondiale de l'olivier, 189-207.
- ❖ **COI. (2013)** conseil oléicole international .norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.
- ❖ **COI., (2006).** Guide de gestion de la qualité de l'industrie de l'huile d'olive : les moulins T. 33/ Doc. n° 2-4.
- ❖ **Conseil oléicole international.2006 :l'olivier .p1-2.**
- ❖ **Cortesi N., Fiorino P. and Ponzetti A. 2000.** La composition de l'huile d'olive : rapport entre cultivar et systèmes d'extraction. *Olivae*, 81 : 36-38.
- ❖ **D.S.A. (2012).** Tizi-Ouzou, Algérie.
- ❖ **D.S.A.T.O. (2016).** Direction de service agricole de la wilaya de Tizi- Ouzou.
- ❖ **Dhifi W ; Maalaoui B ; Zitoun B et Marzouk B. (2002).** Influence du système d'extraction sur la qualité organoleptique de l'huile d'olive de Tunisie. *LA RIVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASS*, 245-249.
- ❖ **Di Giovachino L. 1991.** L'extraction de l'huile d'olive par le système de la pression, de la centrifugation et de la percolation: incidence des techniques d'extraction sur les rendements en huile. *Olivae*, 36 :14-40.

Références bibliographiques

- ❖ **Di Giovachino, L. (1996).** Influence des systèmes d'extraction sur la qualité d'huile d'olive. *Olivae*. Octobre 1996. N° 63, 52-63.
- ❖ **Di Giovachino, L. (1997).** *Olivae*. Octobre technologie / production/ qualité. OCL, Vol 4. N° 5, 359-361.
- ❖ **EL Antari A., EL Moudniet A., Ajana H., 2002.** Influence de la variété et de l'environnement sur la composition chimique de l'huile d'olive vierge extra au Maroc. P.321.
- ❖ **Fedeli E. 1997.** Technologie de production et de conservation de l'huile. In : Encyclopédie
- ❖ **Fedeli E. 1999.** Qualité (stockage, conservation et conditionnement de l'huile), réglementation et contrôle. Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oléotechnique. Florence, 10, 11 et 12 mars 1999. Conseil Oléicole International, 1-20.
- ❖ **Frenot M. et Vierling E., 2001.** Biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant. 2^{ème} édition science et technique, D.O.I. N.
- ❖ **Garnier C., 2013.** Huiles d'olive. <http://www.quechoisir.org>.
- ❖ **Graille J. (2003).** Lipides et corps gras alimentaire .edition : Tec et Doc Lavoisier paris ; pp 4,86-96.
- ❖ **Granier G. (2005).** Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelles et organoleptiques. *EARL Domaine de pierredon*. Paris.
- ❖ **Gutierrez F.,Jimenez B.,Ruiz A.et albi M.A.(1999).** Effect of olive ripeness on the oxidative of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and on the different components involved.J Agric.food chemistry.47:121-127.
- ❖ **Jacotot B. (1993).** L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris: Artulen , p280
- ❖ **Karleskind, 1992 A.** Manuel des corps gras : technique et documentation .Tome 1, LAVOISIER.
- ❖ **Karleskind, A. (1992).**Manuel des corps gras. Paris : Ed Lavoisier, p.999-151.
- ❖ **Khelif, M. Rekik H et Arous, M.N. (2003).** La chaine continue dans l'extraction de l'huile d'olive en Tunisie. Technique d'utilisation. *Olivae*. N° 96, 38-42.
- ❖ **Kiritsakis A. and Markakis P. 1987.** Olive oil. *Food Research*, 31: 7-18.
- ❖ **Kiritsakis A.k. (1998).**composition of olive oil .in olive from the tree to the table .Second Edition. Food and nutrition press,inc trumbull,Connecticut,006611,USA .pp.113-154.

Références bibliographiques

- ❖ **Lefebvre, A. Bassereau, J-F., Harris, N., Duchamp, R et Pense, A-M.(2005)** .caractérisation d'une surface par évaluation sensorielle : contribution a l'optimisation d'un procédé de dépolissage de bouteilles en verre. CPI-Casablanca, Morocco, 5P.
- ❖ **Leger C.L. 2003.** L'huile d'olive : sa place dans l'alimentation humaine. In : Lipides et corps.
- ❖ **Lerma-Garcia M.J., Herero-Martinez J.M., Ramis-Ramos G. and Simo-Alfonso. 2008.** Evaluation of the quality of olive oil using fatty acid profiles by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. Food Chemistry, 107: 1307-1313.
- ❖ **MADR (2006).** Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité *Bulletin mensuel d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture*, Royaume du Maroc.
- ❖ **MADR., (2014).** Ministre de l'agriculture et de développement Rural.
- ❖ **Manai, H.2006.** variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisement dirigés. économie, science et technique, Olivae, pp : 17-31.
- ❖ **Mastos, L.Cunha, S.C.Amaral, j.s. (2007).** Chemometric characterization of three varietal olive oil (CVScobrançosa, madural and verdal transmotana) extracted from olive with different maturation indices. Food chemistry, Vol 102, 406-414.
- ❖ **Meftah H.,Latrache H., Hamad F., Hanine H.,Zahir H., et EL Louali M., 2013.** Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc).PP.4-5
- ❖ **Milhau B., 2013.** Passion olive. Acidité de l'huile d'olive. [http:// www .passion olive. Com.](http://www.passionolive.com)

Mondial de l'olivier. Ed. Plaza et Janes, pp. 253-273.
- ❖ **Ouaini N, Medawar S, Daoud R, Ouaini R, Chebib H., Rutledge D.Estephan N., 2005.** État actuel des huileries d'olive au Liban. Potentiel de production, newmedit n°4.P.33.
- ❖ **Ouaouiche A et Chimi H. 2007.** Guide du producteur de l'huile d'olive, projet de développement de petits entreprenariat agro-industriel dans les zones péri urbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes en Maroc,Vienne,34.
- ❖ **Pardo J.E., Cuesta M.A. and Alvarruiz A. 2007.** Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin “Aceite Campo de Montiel” (Ciudad Real, Spain). Food Chemistry, 100: 977–984.
- ❖ **Perrin J.L. 1992.** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. Etude et recherche, 4: 25-31.

Références bibliographiques

- ❖ **Phillips K.M., Ruggio D. M., Toivo J. I., Swank M. A. and Simpkins A.H. 2002.** Free And Esterified Sterol Composition of Edible Oils and Fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15:123–142.
- ❖ **Rahmani M., 2007.** Méthodes d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides. *Technique de laboratoire* n°2. P.18.
- ❖ **Rahmani, M., 1990.** : Mise en point sur le rôle des pigments chlorophylliens dans la photo-oxydation de l'huile d'olive vierge. *EL AWAMIA* 73, pp : 11-12.
- ❖ **Rallo, R.L. (1998).** caractéristique de l'olivieraie traditionnelle .*Olivae* .N°72, p.42-51.
ripening of olives from the Moroccan Picholine cultivar. *Grasas y Aceites*, 49 (5-6): 405-410.
- ❖ **Roehlly, Y. 2000.** La fabrication de l'huile d'olive : une étude bibliographique.
- ❖ **Ruiz L.F., Rodriguez A.G. O., Fernandez M.H., Marquez A. J., Pozo P. L. D., Bernardino J. M., Ayuso T. R. and Ojeda M. U.1999.** *Consejería de Agricultura y Pesca*. 2eme Ed. *Información técnica comunidad europea*. pp. 17-44.
- ❖ **Ryan D., Robardas K. and Lavee S. 1998.** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72 : 26-38.
- ❖ **Salvador M.D., Aranda F. et Fregapane G. 2001.** Influence of fruit ripening on « Cornicabra » virgin olive oil quality a study of four successive crop seasons. *Food chem* Janvier, Vol 73, p. 45-53.
- ❖ **Samaniego-Sanchez C., Quesada-Granados J.J., Lopez-Garcia H., De La Serrana M.C., Lopez-Martinez J. 2010.** Beta-Carotene, squalène and waxes determined by chromatographic method in Picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction system. *Journal of Food Composition and Analysis* 23, 671–676
- ❖ **Tan Y.A et al (1994).** Rapide determination of olive oil carotenoids by HPLC. *J Micronutr Anal.* N°3. pp 97-106
- ❖ **Tanouti K., ELAmrani A., Serghini-Caid H., Khalid A., Bahetta Y., Benali A., Harkous Met Khiair M., 2010.** Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopératives pilotes (la kharma et kenine) au niveau du Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, Volume 5, N°18 .PP.19-24.
- ❖ **Tanouti K., Serghini-caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M., Etelamrani A., 2011.** Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, volume 6, n°22. PP.5-9.

Références bibliographiques

- ❖ **Uzzan A. 1992.** Olive et huile d'olive. In : Manuel des corps gras. Lavoisier, Ed. Technique Et Documents, pp 221-229.
- ❖ **Uzzan A. 1994.** Huile d'olive. In : manuel des corps gras. Lavoisier, Ed. Technique et Documents, pp. 763-766.
- ❖ **Veillet S. 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. *Thèse doctorat*, université d'Avignon et des pays de Vaucluse. France.
- ❖ **Vekiari S.A., Papadopoulou. P et Koutsaftakis. A. 2002:** comparison of different olive oil extraction and the effect storage condition on the quality of the virgin olive oil. *Grasas y Aceites*, N° 53, p324-329.
- ❖ **VICAN, P. 2006.** L'huile d'olive : historique, variétés, origines, vertus thérapeutique et Recette. Édition : « ANAGRAMME », 48, Rue de ponts, P. 5-206.

ANNEXES



Annexe 01 : Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles

Matériel :

- Balance analytique.
- Bécher
- Etuve réglable à $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

Mode opératoire :

- Régler l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;
- Peser un bécher à vide après l'avoir lavé ; séché ;
- Peser 5 g d'huile d'olive dans ce bécher ;
- Introduire le bécher contenant l'huile dans l'étuve pendant 1 heure ;
- Refroidir l'ensemble (bécher huile) dans un dessiccateur ;
- Peser l'ensemble (bécher + huile) ;
- Nous devons remettre à l'étuve une ou plusieurs fois jusqu'à ce que le poids d'huile se stabilise.

Expression des résultats :

L'humidité est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{H\ (\%) = \frac{(M1-M2)}{(M1-M0)} * 100}$$

Où :

H(%) : l'humidité est exprimée en pourcentage de la masse

M0 : le poids de la capsule vide

M1 : le poids de la capsule et la prise d'essai

M2 : le poids de la capsule et la prise d'essai après le séchage

Annexe 02 : détermination de l'absorbance en ultraviolet

Matériels :

- Spectrophotomètre pour mesurer des extinctions dans l'ultraviolet entre 220 et 360 nm, avec possibilité de lecture pour chaque unité nanométrique.
- Cuve en quartz prismatique, avec couvercle ; de parcours optique de 1 cm.

Réactifs :

- Hexane pur.

Mode opératoire :

- Dissoudre 0.1 g d'huile dans 10ml d'hexane pur ;
- Réglage de spectrophotomètre à 232nm et à 270nm ;
- Introduire les cuves à spectrophotomètre remplies, le blanc (hexane pur) puis les échantillons préparer un par un ;

Expression des résultats :

L'extinction spécifique à une longue d'onde est donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{E_{1cm}(\lambda) = \frac{A\lambda}{C \times D}}$$

Où :

$\mathbf{E_{1cm}(\lambda)}$: extinction spécifique à la longueur d'onde ;

$\mathbf{A\lambda}$: densité optique à la longueur d'onde λ ;

$\mathbf{D}$: épaisseur de la cuve en cm ;

$\mathbf{C}$: concentration de la solution en g /100ml

Annexe 03 : détermination de l'acidité

Matériels :

- Balance analytique
- Erlen-meyer
- Burette de 25ml

Réactifs :

- Ethanol.
- Solution de KOH à 0.1N.
- Phénophtaléine, solution à 10g/L dans l'éthanol.

Mode opératoire :

- Dans un Erlen Meyer 1, mettre 25ml d'éthanol+0.5ml de la solution de phénophtaléine. Porter à ébullition.
- A température encore élevée, neutraliser(en utilisant une burette) avec la solution tout en agitant l'Erlen Meyer avec la solution à 0.1 mol/l de KOH jusqu'à apparition d'une coloration rose persistant pendant au moins 10 secondes.
- Dans un Erlen Meyer 2, peser 2.5g d'huile.
- ajouter l'éthanol neutralise (contenu de l'Erlen Meyer 1).mélanger soigneusement.
- Porter le contenu à ébullition et titrer avec la solution KOH (burette), en agitant vigoureusement le contenu de l'Erlen Meyer pendant le titrage quand la coloration rose persiste pendant au moins 10 secondes.
- Noter la chute de la burette (Volume de KOH).

Expression des résultats :

L'acidité est donnée par la relation suivant :

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{C \cdot V \cdot M}{m \cdot 10}$$

Où :

C : concentration exacte de la solution de potasse KOH (mol/l)

V : volume de titrage de KOH en ml

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282.5g/mole).

m : la masse en gramme de la prise d'essai.

Annexe 04: détermination de l'indice de peroxyde

Réactifs :

- Chloroforme
- Acide acétique
- Iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparer juste avant son emploi (0.5g pour 1ml)
- Empois d'amidon à 1%
- Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0.01%

Mode opératoire :

- Peser 2g d'huile dans un ballon ;
- Ajouter 10 ml de Chloroforme ; puis 15ml d'acide acétique ;
- Addition 1ml d'Iodure de potassium KI (solution aqueuse saturée préparer juste avant son emploi (0.5 g pour 1ml)
- Boucher aussitôt le ballon ;
- Agiter le mélange pendant 1mn, le laisser à l'abri de la lumière pendant 5mn ;
- Ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon à 1%, la coloration bleu noirâtre apparaît ;
- Titre l'iode libère jusqu'à la décoloration complète avec la solution de thiosulfate de sodium 0.01N, soit V ce volume ;
- Faire en parallèle un essai à blanc sans l'huile.

Expression des résultats :

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$IP \text{ (méq/kg)} = \frac{(V-V_0)}{P} * N * 1000$$

Où :

IP : indice de peroxyde ;

V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai ;

V0 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc ;

P : poids en grammes de la prise d'essai utilisée ;

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0.01N).

Annexe 05 : Détermination de l'indice de saponification

Réactifs :

- Acide chlorhydrique HCL à 0.5N
- Potasse alcoolique (KOH) à 0.5N
- Phénophtaléine à 1N

Mode opératoire :

- Peser 2g d'huile et les introduire dans un ballon à col rodé ;
- Ajouter 25ml de potasse alcoolique(KOH) à 0.5N ;
- Porter à ébullition sous réfrigérant à reflux (avec un régulateur d'ébullition), pendant une heure, en agitant temps en temps ;
- Titrer à chaud l'excès d'alcalis de KOH avec l'acide chlorhydrique Hcl (0.5N) en présence de phénophtaléine jusqu'à la décoloration complète ;
- Effectuer l'essai à blanc dans les mêmes conditions ;

Expression des résultats :

L'indice de saponification est donné par la relation suivante :

$$IS = \frac{(V1 - V2) \cdot 28.05}{M}$$

Où :

V1 : ml d'Hcl 0.5N utilisé pour l'essai à blanc

V2 : ml d'Hcl utilisé pour l'échantillon

28.05 : mg de KOH contenus dans 1ml de la solution éthanolique de potasse 0.5N

M : poids de l'échantillon d'huile

Annexe 06 : Détermination de l'Indice d'iode

Réactifs :

- éthanol à 96%
- iode alcoolique à 0.2N
- solution d'amidon à 1%
- solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
- Eau distillée

Mode opératoire :

- Dans un ballon taré nous introduisons 0.2g d'huile d'olive, auquel nous ajoutons 10ml d'éthanol à 96%, 10ml d'iode alcoolique (0.2N) et 30ml d'eau distillée.
- L'ensemble du contenu sera agité puis laissé à l'abri de la lumière pendant cinq (5) minutes. L'iode libre sera titré jusqu'à l'apparition de la coloration jaune.
- A l'ensemble de la solution on ajoute 1ml de la solution d'amidon à 1% pour avoir une coloration bleu foncé.
- le titrage dont le volume sera relevé sera fourni avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à la disparition de la coloration bleu.
- un essai à blanc sera effectué en parallèle pour ce protocole expérimental.

Expression des résultats :

L'indice d'iode est donné par la relation suivant :

$$I_2 = \frac{(V_0 - V) * N}{P} * 12.69 \text{gd'iode}$$

Où :

V₀ : volume en ml de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé pour l'essai à blanc.

V : volume en ml de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisée (titration).

P : poids en gramme de la prise d'essai.

N : normalité de thiosulfate (0.1N).

Annexe 7 : Détermination des chlorophylles

Réactifs :

- Cyclohexane

Mode opératoire :

- Peser 3g d'huile d'olive et le dissoudre dans 10 ml de cyclohexane.
- Mesure l'absorbance à 670 nm

Expression des résultats :

Les teneurs en chlorophylle, exprimées en mg/kg, sont données par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle en (mg/kg)} = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times 100 \times d}$$

Où :

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

d : épaisseur de la cuve.

Annexe 8 : Détermination des Caroténoïdes

Réactifs :

- Cyclohexane

Mode opératoire :

- Peser 3g d'huile d'olive et le dissoudre dans 10 ml de cyclohexane.
- Mesure l'absorbance à 470 nm.

Expression des résultats :

Les teneurs en caroténoïdes, exprimées en mg/kg, sont données par les formules suivantes :

$$\text{Caroténoïdes (mg/kg)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times d}$$

Où :

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

d : épaisseur de la cuve.

Annexe 09 : Détermination de la composition en acide gras

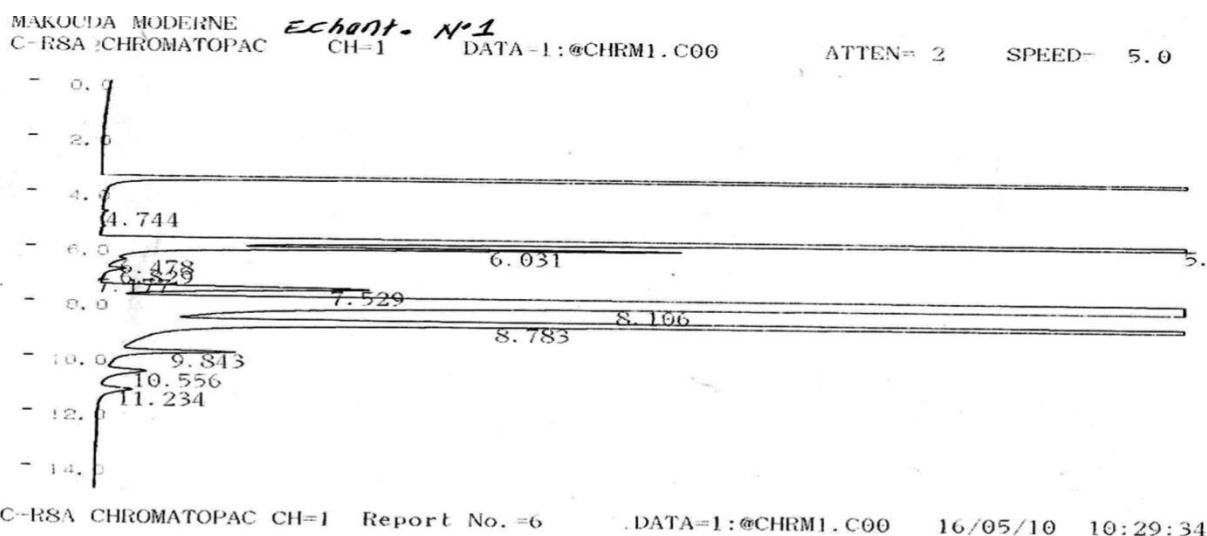
Réactifs :

- Hexane
- solution méthanolique 2 N d'hydroxyde de potassium

Mode opératoire :

- Dans une éprouvette à bouchon visant de 5 ml, peser environ 0.1 g de l'échantillon d'huile.
- Ajouter 2 ml d'heptane ou Hexane et agiter.
- Ajouter 0.2 ml de la solution méthanolique 2 N d'hydroxyde de potassium, boucher à l'aide du bouchon muni d'un joint en PTFE, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 secondes.
- Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire.
- Décanter la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques.
- La solution d'heptane est prête pour l'injection dans le chromatographe.
- Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse chromatographique.
- il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de 12 heures.

Annexe 10 : les résultats de l'analyse de la chromatographie en phase gazeuse

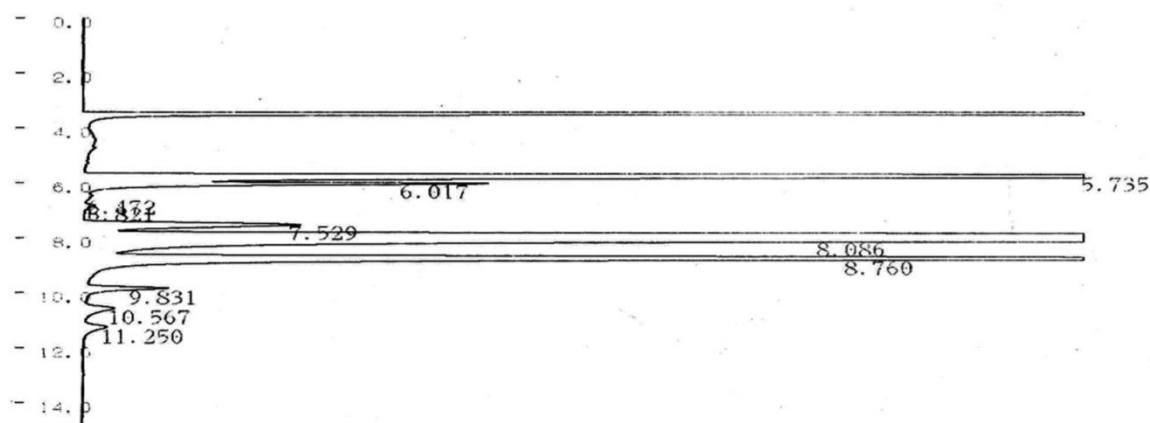


** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.752	84643	14307		2	15.3543	C16:0
	3	6.031	16691	2197	SV	2	3.0277	C16:4
	4	6.478	200	32	T	4	0.0363	C17:0
	5	6.829	470	69	T	4	0.0853	C17:4
	7	7.529	11241	1019	V	6	2.0391	C18:0
	8	8.106	346040	30215	V	7	62.772	C18:1
	9	8.783	85497	9423	SV	8	15.5092	C18:2
	10	9.843	3306	433	T	9	0.5997	C18:3
	11	10.556	1759	144	T	10	0.3191	C20:0
	12	11.234	1418	115	T	11	0.2572	C20:1
TOTAL			551265	57952			100	

ECHANT. 2 MAKOUDA MODERNE

C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 2 SPEED= 5.0



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	5.735	78642	10911		2	15.965	C16:0
	2	6.017	12647	1659	V	2	2.5674	C16:4
	3	6.472	383	32	V	4	0.0777	C17:0
	4	6.821	366	42	V	4	0.0744	C17:4
	5	7.529	10768	891		6	2.186	C18:0
	6	8.086	317134	27197	V	7	64.3808	C18:1
	7	8.76	66664	7116	SV	8	13.5333	C18:2
	8	9.831	3035	331	T	9	0.6162	C18:3
	9	10.567	1680	120	T	10	0.341	C20:0
	10	11.25	1272	90	TV	11	0.2582	C20:1
TOTAL			492591	48389			100	

ECHANT. 1. MAATKAS TRADITIONELLE

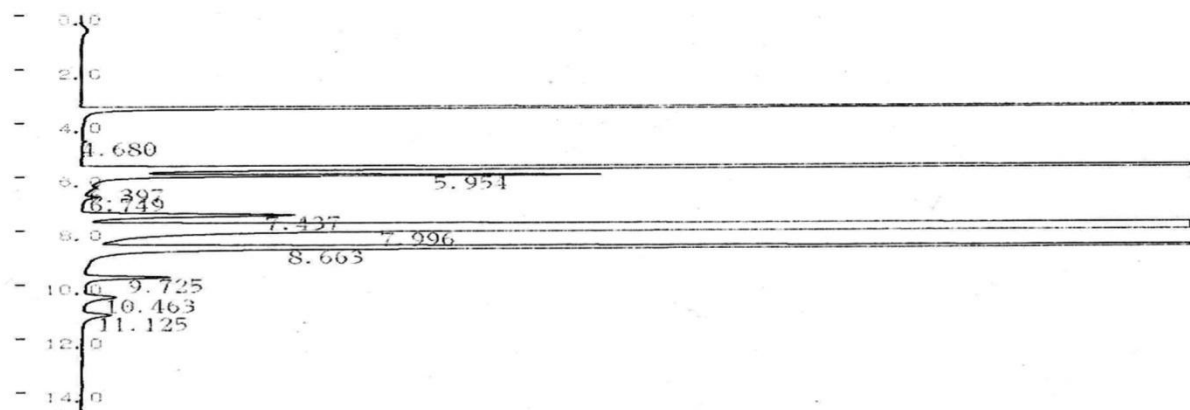
C-RSA CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2

SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=4

DATA=1:@CHRM1.C00

16/05/12 13:18:3

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.681	63092	14029		2	16.465	C16:0
	3	5.954	11185	1940	SV	2	2.919	C16:4
	4	6.397	130	21	T	3	0.034	C17:0
	5	6.749	261	49	T	4	0.0681	C17:4
	6	7.437	7154	798	V	6	1.867	C18:0
	7	7.996	251692	24704	V	6	65.6838	C18:4
	8	8.663	43912	6707	V	8	11.4596	C18:2
	9	9.725	2686	327	V	9	0.701	C18:3
	10	10.463	1778	126	V	9	0.4639	C20:0
	11	11.125	1298	106	V	10	0.3387	C20:4
TOTAL			383187	48807			100	

ECHANT. 2 MAATKAS TRADITIONELLE

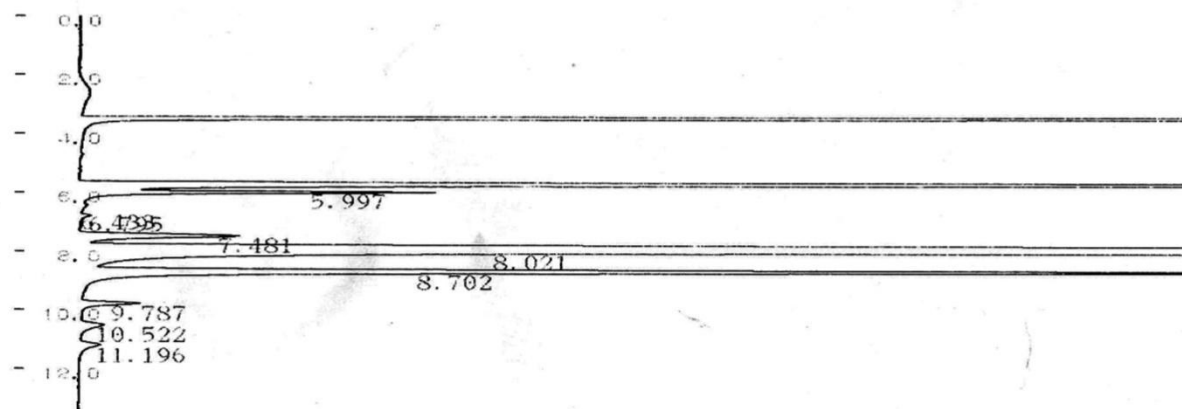
C-RSA CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2

SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=5

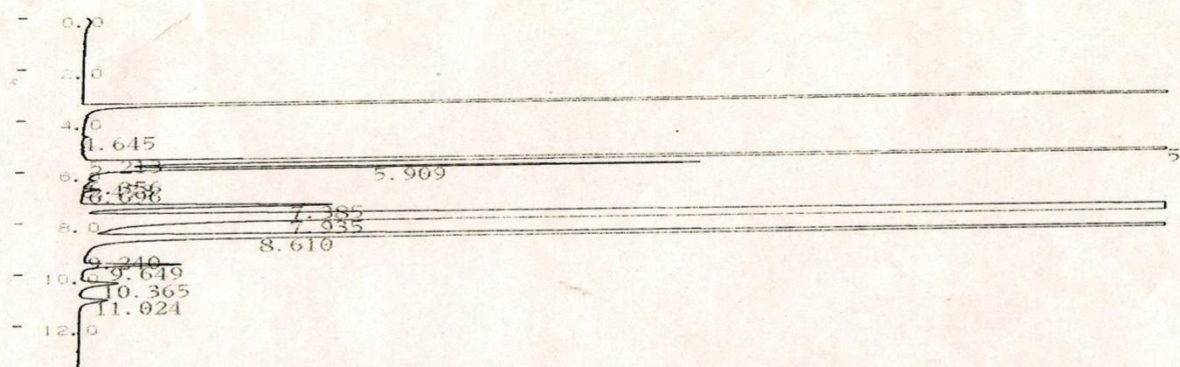
DATA=1:@CHRM1.C00

16/05/12 13:37:

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	5.718	52862	9438		2	16.9411	C16:0
	2	5.997	8048	1328	V	2	2.5792	C16:4
	3	6.433	421	30	V	3	0.1349	C17:0
	4	6.795	319	44	V	4	0.1023	C17:4
	5	7.481	5963	600	V	6	1.9109	C18:0
	6	8.021	202928	20421	V	7	65.0336	C18:1
	7	8.702	36923	4765	V	8	11.8331	C18:2
	8	9.787	2110	227	V	9	0.6763	C18:3
	9	10.522	1425	94	V	10	0.4566	C20:0
	10	11.196	1036	77	V	10	0.3319	C20:4
TOTAL			312035	37024			100	

ECHANT. 2. MEKLA TRADITIONNELLE
C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 2 SPEED= 5.0



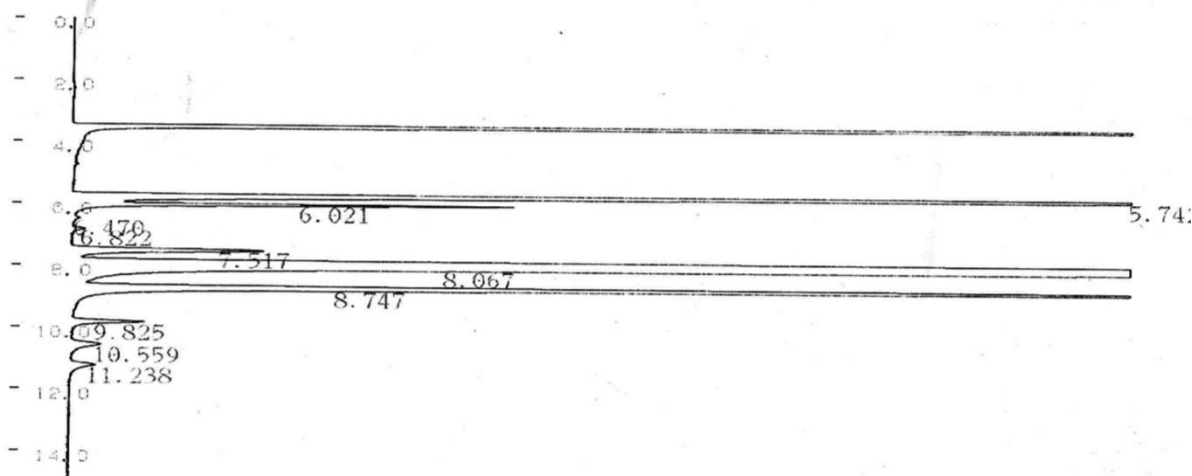
C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=3 DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/12 13:03:22

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.213	140	3				
	3	5.637	61904	14989	V	2	15.9038	C16:0
	4	5.909	11395	2362	SV	2	2.9275	C16:0
	7	6.696	294	58	T	4	0.0756	C17:0
	8	7.385	7921	958		5	2.0349	C18:0
	9	7.935	247420	24794	V	6	63.5647	C18:1
	10	8.61	55380	8559	SV	7	14.2277	C18:2
	12	9.649	2360	370	T	9	0.6063	C18:3
	13	10.365	1493	140	T	9	0.3836	C20:0
	14	11.024	1074	104	TV	10	0.2759	C20:1

TOTAL 389380 52336 100

C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00 ATTEN= 2 SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=7 DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/12 14:10:36

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	5.742	56851	12953		2	16.7025	C16:0
	2	6.021	8370	1731	V	2	2.459	C16:1
	3	6.47	247	29	V	4	0.0727	C17:0
	4	6.822	260	49	V	4	0.0763	C17:1
	5	7.517	6587	754		6	1.9352	C18:0
	6	8.067	223100	22362	V	7	65.5454	C18:1
	7	8.747	40694	6092	SV	8	11.9557	C18:2
	8	9.825	1924	280	T	9	0.5652	C18:3
	9	10.559	1317	114	T	10	0.3869	C20:0
	10	11.238	1025	96	TV	11	0.3011	C20:1

TOTAL 340375 44459 100

ECHANT. 1 MAKOUA TRADITIONNELLE

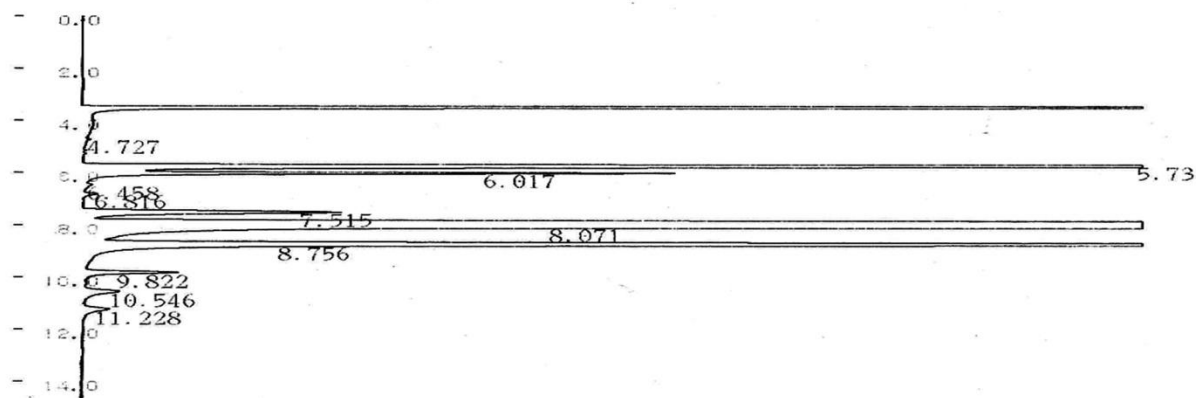
C-RSA CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2

SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=10

DATA=1:@CHRM1.C00

16/05/10 12:42:58

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.738	68278	14674		2	16.04	C16:0
	3	6.017	11688	2304	V	2	2.7458	C16:0
	4	6.458	236	36	V	4	0.0555	C17:0
	5	6.816	398	56	V	4	0.0935	C17:0
	6	7.515	8902	1009		6	2.0912	C18:0
	7	8.071	271180	27111	V	7	63.7056	C18:1
	8	8.756	59831	8772	SV	8	14.0554	C18:2
	9	9.822	2505	357	T	9	0.5885	C18:3
	10	10.546	1571	135	T	10	0.3691	C20:0
	11	11.228	1088	97	T	11	0.2555	C20:1

TOTAL

425677

54548

100

ECHANT. 2 MAKOUA TRADITIONNELLE

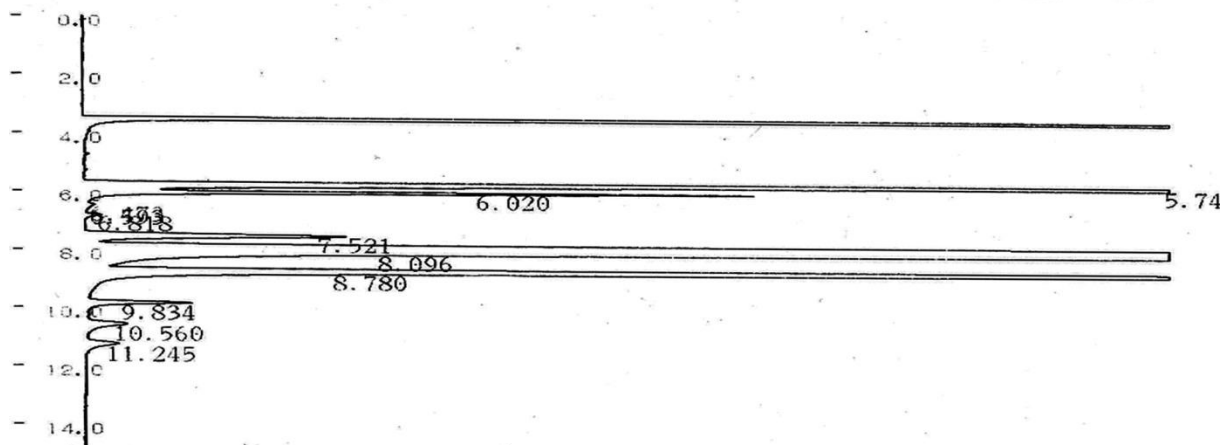
C-RSA CHROMATOPAC

CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2

SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=9

DATA=1:@CHRM1.C00

16/05/10 12:25:30

* CALCULATION REPORT *

H	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
	1	5.744	80053	16340		2	16.0106	C16:0
	2	6.02	13437	2519	SV	2	2.6874	C16:0
	3	6.473	122	23	T	4	0.0244	C17:0
	5	6.818	347	58	T	4	0.0693	C17:0
	6	7.521	9530	985		6	1.906	C18:0
	7	8.096	316230	30189	V	7	63.2461	C18:1
	8	8.78	74355	10339	SV	8	14.871	C18:2
	9	9.834	2748	387	T	9	0.5496	C18:3
	10	10.56	1809	148	TV	10	0.3618	C20:0
	11	11.245	1369	119	TV	11	0.2739	C20:1

TOTAL

499999

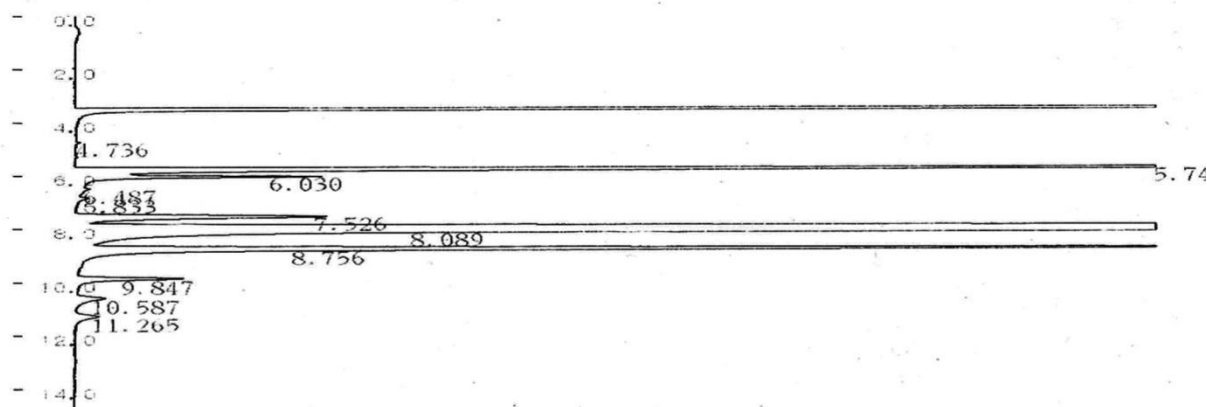
61107

100

ECHANT. 1 MAATKAS MODERNE
C-RSA CHROMATOPAC CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2 SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=6

DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/12 13:52:46

** CALCULATION REPORT **

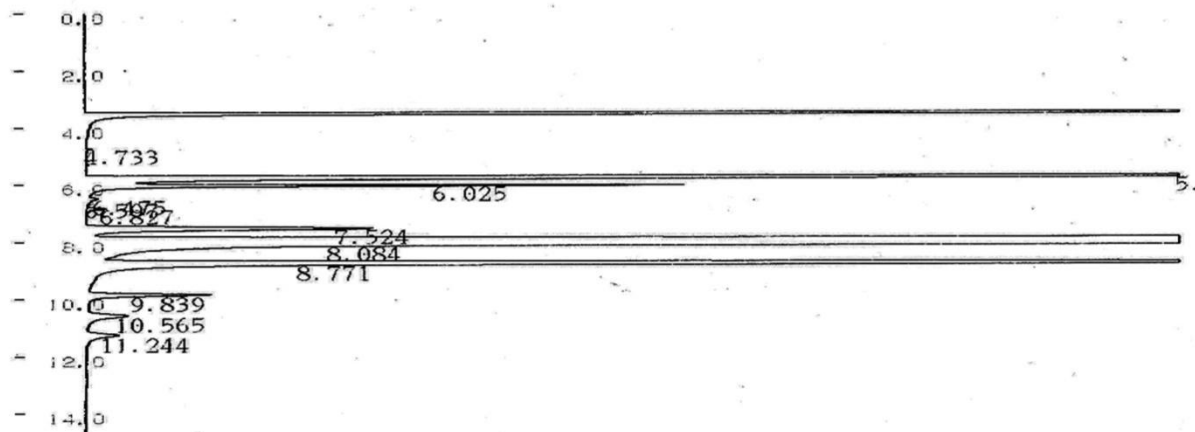
CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.747	43431	8769		2	12.9183	C16:0
	3	6.03	6346	953	V	2	1.8875	C16:0
	4	6.487	812	59	V	4	0.2415	C17:0
	5	6.833	486	54	V	4	0.1445	C17:0
	6	7.526	9323	967	V	6	2.7731	C18:0
	7	8.089	234606	23225	V	7	69.7812	C18:1
	8	8.756	35264	4898	V	8	10.4888	C18:2
	9	9.847	3394	410	V	9	1.0094	C18:3
	10	10.587	1503	115	V	10	0.4469	C20:0
	11	11.265	1038	88		11	0.3088	C20:1
TOTAL			336202	39537			100	

ECHANT. 2 MAATKA MODERNE

C-RSA CHROMATOPAC CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2 SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=8

DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/10 11:43:02

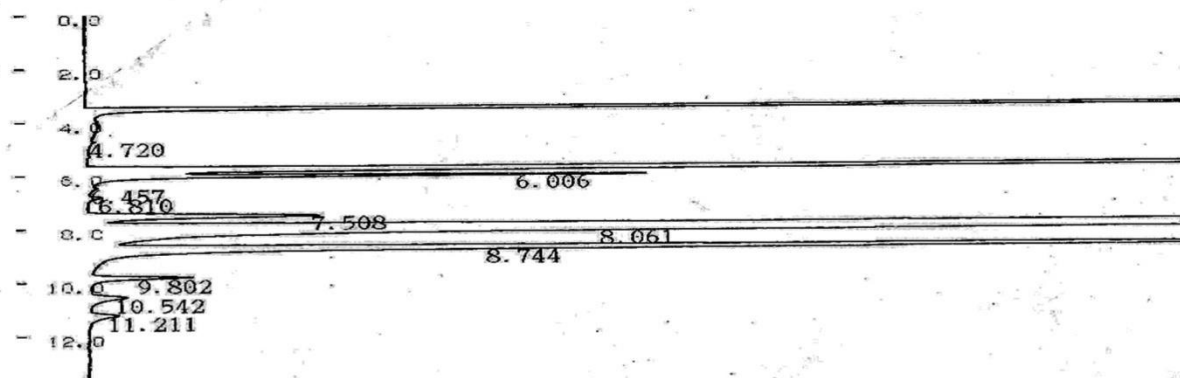
** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.75	66504	16320		2	16.0623	C16:0
	3	6.025	10402	2251	SV	2	2.5124	C16:0
	4	6.475	176	36	T	4	0.0425	C17:0
	6	6.827	379	73	T	4	0.0916	C17:0
	7	7.524	8784	1082		6	2.1215	C18:0
	8	8.084	265563	26997	V	7	64.1393	C18:1
	9	8.771	56403	8649	SV	8	13.6224	C18:2
	10	9.839	2947	460	T	9	0.7119	C18:3
	11	10.565	1645	149	TV	10	0.3973	C20:0
	12	11.244	1237	118	TV	11	0.2989	C20:1
TOTAL			414041	56134			100	

ECHANT. D MEKLA MODERNE
C-RSA CHROMATOPAC CH=1

DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2 SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=11

DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/10 13:00:00

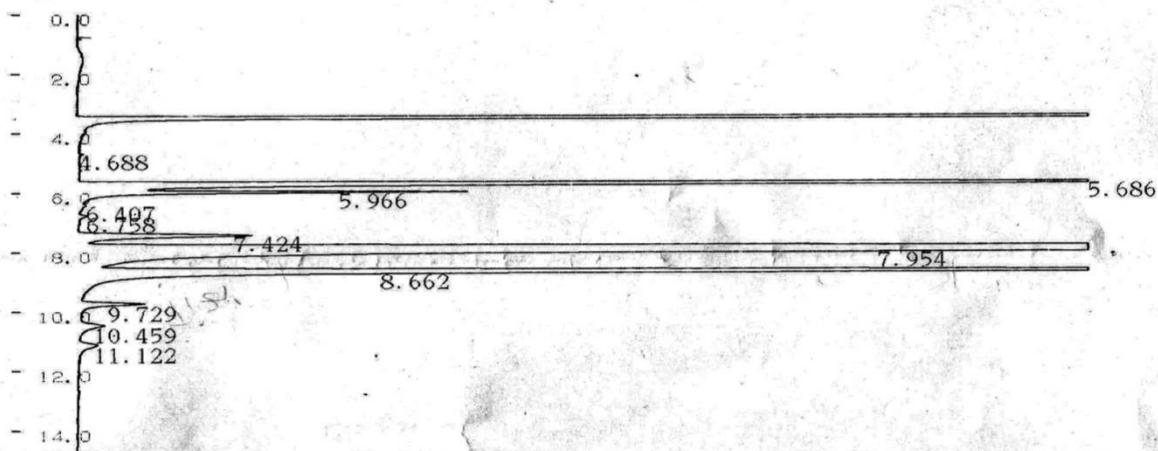
** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.729	74005	13733		2	15.9166	C16:0
	3	6.006	12612	2106	SV	2	2.7124	C16:1
	4	6.457	140	19	T	4	0.0301	C17:0
	5	6.81	312	51	T	4	0.067	C17:0
	6	7.508	9014	875		6	1.9386	C18:0
	7	8.061	298097	27316	V	7	64.1133	C18:1
	8	8.744	65007	8464	SV	8	13.9813	C18:2
	9	9.802	2818	371	T	9	0.6061	C18:3
	10	10.542	1663	134	T	10	0.3577	C20:0
	11	11.211	1287	108	T	10	0.2768	C20:0
TOTAL			464953	53178			100	

ECHANT. MEKLA MODE RNE N^echant N2-

C-RSA CHROMATOPAC CH=1 DATA=1:@CHRM1.C00

ATTEN= 2 SPEED= 5.0



C-RSA CHROMATOPAC CH=1 Report No.=4

DATA=1:@CHRM1.C00 16/05/31 10:47:38

** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2	5.686	52741	10903		2	16.2079	C16:0
	3	5.966	8994	1587	SV	3	2.7641	C16:1
	5	6.758	132	35	TV	5	0.0405	C17:1
	6	7.424	6319	709		6	1.9418	C18:0
	7	7.954	199619	20871	V	7	61.3454	C18:1
	8	8.662	53668	7272	SV	8	16.4927	C18:2
	9	9.729	1921	257	T	9	0.5902	C18:3
	10	10.459	1133	96	T	10	0.348	C20:0
	11	11.122	877	73	T	11	0.2694	C20:1
TOTAL			325402	41803			100	

Annexe 11 : Conditions opératoires pour les esters méthyliques

Conditions Chromatographiques pour esters méthyliques des huiles	
Chromatographe	Chrompack CP 9002
Détecteur	FID (250c°)
Injecteur	SPLIT 1/100 (250 C°)
Gaz vecteur	Azote
Colonne Capillaire	Cp Sil 8 CB (5% phenyl+95% dimethylpolysiloxane)
Longueur	30m
Diamètre intérieur	0.32 mm *0.25 UM
Epaisseur	0.25 µm
Injecteur	250° C
Détecteur	280°C
Four	190°C
Quantité injectée	0.8 ul
Vitesse du papier	0.5 cm /mn

Annexe 12 : Analyse de la variance de la teneur en eau et matière volatile des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,073	23	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,007	2	0,004	1,202	0,32422		
VAR.FACTEUR 2	0,003	1	0,003	0,816	0,38166		
VAR.INTER F1*2	0,007	2	0,004	1,213	0,32102		
VAR.RESIDUELLE 1	0,056	18	0,003			0,056	84,00%

Annexe 13 : Analyse de la variance de l'UV à 232 nm des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,879	23	0,038				
VAR.FACTEUR 1	0,415	2	0,208	32,408	0		
VAR.FACTEUR 2	0,18	1	0,18	28,141	0,00006		
VAR.INTER F1*2	0,168	2	0,084	13,129	0,00034		
VAR.RESIDUELLE 1	0,115	18	0,006			0,08	2,86%

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'UV à 232nm (pour facteur région)

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Mekla	2,898	A	
2.0	Maâtkas	2,885	A	
1.0	Makouda	2,612		B

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'UV à 232nm (pour facteur huilerie)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	m	2,885	A	
2.0	t	2,712		B

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'UV à 232nm (pour région-huilerie)

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 1.0	Maâtkas m	3,075	A		
3.0 1.0	Mekla m	2,983	A		
3.0 2.0	Mekla t	2,813		B	
2.0 2.0	Maâtkas t	2,695		B	C
1.0 2.0	Makouda t	2,628			C
1.0 1.0	Makouda m	2,597			C

Annexe 14 : Analyse de la variance de l'UV à 270 nm des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,035	23	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,014	2	0,007	6,419	0,00788		
VAR.FACTEUR 2	0	1	0	0,242	0,63359		
VAR.INTER F1*2	0,001	2	0	0,298	0,74902		
VAR.RESIDUELLE 1	0,02	18	0,001			0,033	14,98%

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'UV à 270nm

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Mekla	0,254	A	
2.0	Maâtkas	0,216		B
1.0	Makouda	0,195		B

Annexe 15 : Analyse de la variance de l'acidité des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	66,76	23	2,903				
VAR.FACTEUR 1	30,066	2	15,033	8,947	0,00208		
VAR.FACTEUR 2	3,45	1	3,45	2,054	0,16588		
VAR.INTER F1*2	3,001	2	1,5	0,893	0,42947		
VAR.RESIDUELLE 1	30,243	18	1,68			1,296	46,64%

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'acidité

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Mekla	4,35	A	
2.0	Maâtkas	2,163		B
1.0	Makouda	1,825		B

Annexe 16 : Analyse de la variance de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	490,156	23	21,311				
VAR.FACTEUR 1	16,938	2	8,469	0,379	0,6941		
VAR.FACTEUR 2	7,594	1	7,594	0,34	0,57334		
VAR.INTER F1*2	63,813	2	31,906	1,429	0,26496		
VAR.RESIDUELLE 1	401,813	18	22,323			4,725	36,17%

Annexe 17 : Analyse de la variance de l'indice d'iode des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2777,134	23	120,745				
VAR.FACTEUR 1	158,506	2	79,253	0,96	0,40378		
VAR.FACTEUR 2	162,449	1	162,449	1,968	0,17472		
VAR.INTER F1*2	970,407	2	485,204	5,878	0,01081		
VAR.RESIDUELLE 1	1485,772	18	82,543			9,085	11,95%

Test de NEUMAN-KEULS au seuil 5% pour l'indice d'iode

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3.0 1.0	Mekla m	85,43	A
2.0 2.0	Maâtkas t	84,688	A
1.0 2.0	Makouda t	78,103	A
3.0 2.0	Mekla t	73,183	A
1.0 1.0	Makoudam	67,943	A
2.0 1.0	Maâtkas m	66,99	A

Annexe 18 : Analyse de la variance de l'indice de saponification des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	697,706	23	30,335				
VAR.FACTEUR 1	102,018	2	51,009	1,819	0,18935		
VAR.FACTEUR 2	32,154	1	32,154	1,147	0,29901		
VAR.INTER F1*2	58,831	2	29,415	1,049	0,37228		
VAR.RESIDUELLE 1	504,704	18	28,039			5,295	2,83%

Annexe 19 : Analyse de la variance de la teneur en chlorophylles des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	64,27	23	2,794				
VAR.FACTEUR 1	7,91	2	3,955	1,592	0,22995		
VAR.FACTEUR 2	8,461	1	8,461	3,406	0,07841		
VAR.INTER F1*2	3,179	2	1,589	0,64	0,54346		
VAR.RESIDUELLE 1	44,72	18	2,484			1,576	122,26%

Annexe 20 : Analyse de la variance de la teneur en caroténoïdes des échantillons d'huile d'olive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,042	23	0,132				
VAR.FACTEUR 1	0,203	2	0,101	0,724	0,50253		
VAR.FACTEUR 2	0,192	1	0,192	1,369	0,25638		
VAR.INTER F1*2	0,122	2	0,061	0,434	0,65907		
VAR.RESIDUELLE 1	2,525	18	0,14			0,375	57,94%

Annexe 21 : Normes commerciales organoleptiques du COI

Catégories	Médiane du Défaut	Médiane du Fruité
Extra	Médiane du défaut = 0	Médiane du fruité > 0
Vierge	0 < Médiane du défaut < 3,5	Médiane du fruité > 0
Courante	3.5 < Médiane du défaut < 6 ou 0 < Médiane du défaut < 3,5	Médiane du fruité = 0
Lampante	Médiane du défaut > 6	