



République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ECHAHID HAMMA LAKHDER D'EL OUED

Faculté de la science de la nature et de la vie
Département de biologie cellulaire et moléculaire

N série :

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière: Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliqué

Thème

Etude comparative des différents échantillons d'huile d'olive de la wilaya d'El-Oued de point de vue de l'analyse physico-chimique et chromatographique CPG

Présenté par :

ADAIKA BELKIS

BEN MOUSSA ISLAH

OTHMANI ZINEB

Devant le jury :

Présidente : **Dr. BOUTELIS SAFIA** . MCB université d'El Oued

Examineur : **Dr. ZETTAL HOUSNA** . MCB université d'El Oued

Promoteur : **Dr. SALMI SAID** . MCB université d'El Oued

Année Universitaire : 2020/ 2021

DEDICACES

Je dédie ce travail

A ma très chère mère pour tous ses sacrifices et ses soucis pour les
besoins de nos études,

A mon très cher père pour tous les efforts fournis afin de nous voir un
jour réussir nos projets et nos études,

A mes sœurs KHAOULA et HAIFA et NOUR ELYAKINE
pour leurs soutien morale

A mes frères, NOUREDDINE et FAROUK
pour leur soutien et encouragements sans limite,

A mes grandes parents et mes tantes.

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment,

A tous mes amies .

Belkis

DEDICACES

Je dédie ce travail

A ma très chère mère pour tous ses sacrifices et ses soucis pour les
besoins de nos études,

A mon très cher père pour tous les efforts fournis afin de nous voir un
jour réussir nos projets et nos études.

A mes sœurs Messouada et Hala et Kenza et Razane
pour leurs soutien morale

A mes frères, Abdelbaki et Oussama et Aymene et Asseme
pour leur soutien et encouragements sans limite,

A mon marié BILEL et mes enfants RANIM et DHIAEDDINE

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment,

A tous mes amies et plus particulièrement

(Raja, Baka, Asma H, Khadija, Hafsa, Basma, Hafsa T, Asma A, Loubna, Chayma, Hanane,
Inesse, Noura, safa, kaltoume, Fatima, Zinebe, Sara, Raoya)

Islah

DEDICACES

Je dédie ce travail

A ma très chère mère pour tous ses sacrifices et ses soucis pour les
besoins de nos études,

A mon très cher père pour tous les efforts fournis afin de nous voir un
jour réussir nos projets et nos études.

A mon marié Abdeldjalil et mes enfants Ritedj et Mohamed Siradj.

A mes sœurs Fatima Zahra et Wafa Oum Elfadhl et Amina .
pour leurs soutien morale

A mes frères, Adel et Mohamed Yacine et Aymen .
pour leur soutien et encouragements sans limite,

A toutes celles et à tous ceux qui m'aiment,

A tous mes amies et plus particulièrement ma chère sœurs Souad.

Zineb

Remerciements

Avant tout je tiens à remercier celui qui nous a créés, protégé, aidé et celui qui m'a donné la force, la patience et le courage pour pouvoir accomplir mon travail de mémoire de fin de cycle dans les meilleures conditions en disant « Dieu Merci ».

J'exprime toute ma gratitude et mes sincères remerciements à mon promoteur, PROF.SALMI .Said . Pour avoir accepté de m'encadrer, ses conseils et orientations ainsi que pour la confiance qu'elle m'a donnée tout au long de réalisation de ce travail

Je remercie la direction de l'université de Hama lakhdare à El-Oued ainsi que l'ensemble de son personnel pour m'avoir accueilli et permis d'effectuer les différents tests et analyses et pour avoir mis à ma disposition le matériel et les moyens nécessaires à la réalisation d'une grande partie de ce travail.

Je remercie aussi, tous ceux et toutes celles qui m'ont aidé ou encouragé, à

Résumé

Notre travail a pour but la détermination des caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive de la wilaya d'El-Oued.

Les résultats obtenus révèlent que les pourcentages d'acidité, les indices de peroxydes,, de saponification , ainsi que les résultats de CPG ne répondent pas aux normes fixées par le Codex Stan 33 (2019).

les huiles d'olive de l'échantillon 3 et l'huile de l'échantillon4 affichent des valeurs de point de fumée proches malgré qu'elles soient obtenues par des systèmes d'extraction différents. De plus, ces résultats sont inférieure à la norme du COI, (2019) qui se situe entre 180 et 210°C, contrairement à l'huile de l'échantillon1 et l'échantillon2 dont le point de fumée est se trouve dans l' intervalle à cette norme.

on constate que nos échantillons présentent des indices de réfraction égaux et sont dans l'ensemble conformes aux normes fixées par le Codex-Stan 33, (2019).

On trouve après analyse chromatographique CPG que les échantillons constituées d'une grande variété des acides gras avec des quantités différentes avec une richesse remarquable de l'échantillon 2 en terme de la qualité et la quantité.

الملخص

يهدف عملنا إلى تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيت الزيتون لولاية الوادي .
تكشف النتائج التي تم الحصول عليها أن النسب المئوية للحموضة ، ومؤشرات البيروكسيد، والتصبين لا توافق بالمعايير التي حددها الدستور الغذائي ستان 33 (2019) وقد بدا لنا ان زيت الزيتون من العينة 3 والزيت من العينة 4 لديهم قيم نقطة الاحتراق متشابهة على الرغم من الحصول عليها من خلال أنظمة استخراج مختلفة بالإضافة إلى ذلك , فان هذه النتائج أقل من المعيار الذي يتراوح بين 180 الى 200 درجة مئوية على عكس زيت العينة 1 والعينة 2 التي كانت نقطة احتراقها متوافقة مع المواصفات القياسية. من خلال نتائج التحليل الكروماتوغرافي وجدنا أن العينات تحتوي أنواع مختلفة وبكميات مختلفة من الاحماض الدهنية حيث العينة 2 هي الأكثر غنى بهم كما ونوعا .

Mots clé : Huile d'olive, El-Oued, Procédés d'extraction, Caractérisations, Paramètres physico-chimiques.

الكلمات المفتاحية : زيت الزيتون , الوادي , طرق الاستخراج , صفات ,معايير كيميائية وفيزيائية .

Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	01

Partie bibliographique

Chapitre I: Olivier et Olive

I.1. Olivier	02
I.1.2. . Historique	02
I.1.3.Systématique	02
I.1.3.. Définition et dénomination de l'olivier	02
I.1.4. Oléiculture	03
I.1.4.1. Dans le monde.....	03
I.1.4.2. En Algérie.....	03
I.1.5. Conditions de développements de l'olivier.....	04
I.1.5.1. Climat.....	04
I.1.5.2. Sol.....	04
I.2. Olive	05
I.2.1. Composition chimique de l'olive.....	05
I.2.2. Variétés d'olives	06

Chapitre II: Huile d'olive

II.1. Huiles alimentaires.....	08
II. 2. Huile d'olive	08
II.2.1. Différents types de l'huile d'olive.....	09
II.2. 2. Extraction de l'huile d'olive.....	09
II.2.2.1. Opérations préliminaires.....	09
II.2.2.1.1. Triage des olives	09
II.2.2.1.2. Lavage.....	10
II.2.2.2. Procédé d'extraction de l'huile d'olive.....	10

II.2.2.2.1. Procédé artisanal (système discontinu).....	10
II.2.2.2.2. Procédé industriel (système continu).....	12
II.3. Composition chimique de l'huile d'olive.....	14
II.4. Production et consommation de l'huile d'olive	15
II.5. Qualité de l'huile d'olive	17
• Acidité libre	17
• Indice de peroxyde.....	18
• Absorbance en ultraviolet	18
• Caractéristiques organoleptiques	18
II.6. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive	18
II.6.1. Sol	18
II.6.2. Maturation des fruits.....	18
II.6.3. Attaque par les insectes.....	18
II.6.4. Rapidité de traitement	19
II.6.5. Facteurs technologiques.....	19
II.7. les incroyables bienfaits de l'huile d'olive.....	19

Partie expérimentale

Matériels et Méthodes

I. Echantillonnage des huiles d'olive.....	22
II. Caractérisation des huiles d'olive d'El-Oued	24
II.1. Caractérisation chimique	24
II.1.1. Détermination de l'acidité.....	24
II.1.2. Détermination de l'indice de peroxyde (Ip).....	25
II.1.3. Détermination de l'indice de saponification (Is)	26
II.1.4. Détermination de CPG.....	27
II.2 Caractérisation physique.....	28
II.2.1 Détermination du point de fumée	28
II.2.2. Détermination de l'indice de réfraction	28
III. Analyse statistique.....	28

Résultats et discussion

I. Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive de la wilaya d'El-Oued	29
I.1. Caractérisation chimique.....	29

I.1.1. Acidité	29
I.1.2. Indice de peroxyde	30
I.1.3. Indice de saponification	31
I.1.4 . CPG.....	32
I.2. Caractérisation physique	36
I.2.1. Détermination du point de fumée.....	36
I.2.2. Détermination de l'indice de réfraction	37
Conclusion	38
Références bibliographiques	40
Annexes	

Liste des figures

Figure 01: Coupe longitudinale et transversale d'une olive	05
Figure 02 Principaux pays producteurs de l'huile d'olive	15
Figure 03: Production de l'huile d'olive de 2009 à 2020 en Algérie	16
Figure 04: Principaux pays consommateurs de l'huile d'olive en 2020.....	16
Figure 05: : Consommation de l'huile d'olive de 2009 à 2020 en Algérie	17
Figure 06: : Carte géographique de la willaya d'El-Oued.....	22
Figure 07: Pourcentage d'acidité des huiles d'olive.....	29
Figure 08: Indice de peroxyde des huiles	30
Figure 09: Indice de saponification	31
Figure 10: chromatographie analytique de l'échantillon 01	32
Figure 11: : chromatographie analytique de l'échantillon 02.....	33
Figure 12 chromatographie analytique de l'échantillon 03.....	33
Figure 13: chromatographie analytique de l'échantillon 04.....	34
Figure 14: dénomination des acides gras selon leur nombre de carbone et le nombre d'insaturation.....	34
Figure 15: Point de fumée des huiles d'olive	36
Figure 16: Indice de réfraction des huiles d'olive.....	37

Liste des photos

Photo 01: Alimentation de la chaîne en olive	10
Photo 02: Lavage des olives et alimentation de broyeur	10
Photo 03: Broyage à l'aide de la meule.....	11
Photo 04: Scourtins.....	11
Photo 05: Bassins de sédimentation	12
Photo 06: Broyeur.....	13
Photo 07: Malaxeur	13
Photo 08: Centrifugeuse	14
Photo 09: Echantillons de l'huile d'olive	21

Liste des tableaux

Tableau 01: Composition chimique en % des différentes fractions de l'olive.....	06
Tableau 02: Variétés d'olives en Algérie	07
Tableau 03: Classification des huiles alimentaires selon leurs graines.....	08
Tableau 04: Différents types de l'huile d'olive.....	09
Tableau 05: Identification des échantillons.....	23

Liste des abréviations

AFIDOL : Association Française Interprofessionnelle de l'olive ;

AFNOR : Association Française de Normalisation ;

CNUCED : Conférence des Nations Unies pour le Commerce Et le Développement ;

COI : Conseil Oléicole Internationale ;

DAE : Direction Agricole d'El-Oued;

FAO : Organisation de Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ;

ha : Hectare ;

hl : Hectolitre ;

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne ;

ISO : International Standard Organisation ;

LDL: Low Density Lipoprotein;

µg : Micro gramme ;

m_{eq} : Milliéquivalent ;

nm : Nanomètre ;

.

Introduction

L'olivier a façonné, au fil des millénaires, les paysages, l'histoire, la culture et la gastronomie du bassin de la méditerranée qui, encore aujourd'hui le cœur productive et commercial de l'huile d'olive (**Lazzeri, 2009**).

Une grande importance socioéconomique associée à la culture de l'olivier dans ce bassin. Elle donne lieu à une production de près de 2 988 500 tonnes d'huile d'olive (**COI, 2019**). Il est obtenues par des procédés mécaniques et n'ayant pas subi de raffinage. Ce qui garantit que toutes les vitamines et les substances définissant le goût et qui étaient présentes dans le fruit, se retrouveront intactes dans l'huile (**CNUCED, 2006**).

En Algérie, de l'huile d'olive connaît une progression de leur la production. En effet, au cours de la campagne 2015-2016, elle a atteint 73 500 tonnes (**COI_a, 2019**), répartie sur plusieurs wilayas du pays, parmi lesquelles El-Oued.

Selon la Direction de l'Agriculture d'El-Oued **DAE, (2019)**, sur les 2 913 ha de la surface oléicole totale de la wilaya, la production d'olives est de **16 080 Qx**. Quant à la production en huile d'olive, elle est estimée à **390 hl**.

D'après les informations recueillies à El-Oued, trois (3) grandes fermes productrices d'huile d'olive existent. Quant aux variétés d'olives, on retrouve, le Chemlal et la Sigoise. De plus, il existe deux (2) huileries industrielles, et une (1) artisanale dans la ;wilaya d'El-Oued.

En raison des faibles données concernant la caractérisation des huiles d'olive dans la wilaya d'El oued, nous nous sommes intéressées à la détermination de quelques paramètres physico-chimiques de ces huiles provenant de ces huileries Le présent travail est subdivisé en deux parties :

- ❖ La première partie porte sur une synthèse bibliographique sur l'olivier et l'olive ainsi que l'huile d'olive ;
- ❖ La deuxième partie est consacrée à l'expérimentation qui consiste à l'analyse physico-chimique des huiles d'olive suivie par les résultats et discussion.

Chapitre I:

Olivier et

Olive

I.1. Olivier

I.1.1. 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**).

Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confond avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions en ont un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays (**Mendil et Sebai., 2006**).

I.1.2. Systématique

CRONQUIST(1981), classe l'olivier comme suit :

Règne : Plantae

Sous Règne :Tracheobionta.

Division :Mangoliophyta.

Classe :Magnliopsida.

Sous-Classe : Asteridae.

Ordre :Scrophulariales.

Famille :Oleaceae.

Genre : Olea.

Espèce :Olea europea(L).1753.

I.1.3.. 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 et al., 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.

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

I.1.4. Oléiculture

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

I.1.4.1. Dans le monde

La surface totale occupée par l'olivier est d'environ 11 million d'hectares plantés de près de 1,5 milliards de pieds. L'union européenne représente 50% de ce verger, l'Afrique (Afrique du Nord) 25%, le Moyen-Orient 20%, le reste se répartissant entre l'Amérique (Californie, Chili, Argentine...), l'Australie et la Chine (AFIDOL, 2013).

I.1.4.2. En Algérie

D'après la Direction de l'Agriculture d'El-Oued DAE, (2019), la surface oléicole de l'Algérie est de 383 443 ha en 2019. Les trois principales wilayas de Kabylie, à savoir Tizi Ouzou, Bejaïa et Bouira, enregistrent plus de 40% du verger nationale. Pour sa part, la wilaya de Mascara se distingue dans la production de l'olive de table avec près de 488 900 Qx, suivie par la wilaya de Relizane avec 399 550 Qx.

Quant la wilaya d'El-Oued, la surface oléicole totale est estimée 2 913 ha, la production oléicole est 11 790 Qx d'olive de table et 4 290 Qx d'olive d'extraction. Pour l'huile d'olive la production de la wilaya est de 390 hl.

I.1.5. Conditions de développements de l'olivier

Le développement de l'olivier dépend principalement des conditions climatiques et du sol.

I.1.5.1. Climat

- **Température**

La résistance de l'olivier au froid varie selon son stade végétatif. En hiver, il peut supporter des températures de l'ordre de -8°C. L'arbre n'est pas sensible aux températures élevées (+40°C) lorsque son alimentation en eau est assurée. Néanmoins, au-delà de +30°C, son activité végétative est considérablement réduite (**ITAFV, 2006**).

- **Pluviométrie**

Les précipitations hivernales permettent au sol d'emmagasinier des réserves en eau. Les pluies automnales du mois de Septembre et Octobre favorisent le grossissement et la maturation des fruits, la pluviométrie ne doit pas être inférieure à 220mm par an, alors, l'olivier supporte la sécheresse. La période allant du 15juillet au 30septembre est très importante pour le développement des fruits, si elle est trop sèche, les fruits tombent prématurément et le rendement diminue considérablement ; c'est pourquoi, une irrigation est parfois nécessaire (**Boudour, 1998**).

- **hygrométrie (humidité atmosphérique)**

Une humidité élevée favorise le développement de certains parasites et influe défavorablement sur la fécondation, en agglutinant les pollens des fleurs. L'humidité de l'hiver est pratiquement suffisante pour assurer à l'olivier une végétation normale jusqu'au milieu de l'été (**Boudour, 1998**).

- **Neige**

La neige peut provoquer la rupture de la charpenterie (**ITAFV, 2006**).

- **Grêle**

Les chutes de grêle doivent être écartées pour leur risque destructeur du jeune bois, du feuillage et des fruits (**ITAFV, 2006**).

I.1.5.2. Sol

Les facultés d'adaptation de l'olivier aux conditions du climat sont en étroite relation avec les qualités pédo-agrologique du sol. Ainsi, par exemple, en sol profond très perméable, les arbres donneront de bonnes productions, même sous les faibles précipitations (**ITAFV, 2003**).

I.2. Olive

Ce fruit est une drupe charnue, ellipsoïde et à noyau. Sa forme est très variable suivant les variétés. L'olive est généralement allongée et ovale, son diamètre est compris entre 1 et 3 cm (**Argenson et al., 1999**). Sa couleur varie du vert au noir en passant par la couleur rose violacée selon le degré de la maturation du fruit. Son poids varie de 2 à 12 g (**COI, 2003**).

L'olive est constituée de l'épicarpe (cuticule) qui représente 2 à 3% du poids du fruit, du mésocarpe (pulpe) qui contient l'huile et constitue la partie comestible du fruit et de l'endocarpe (noyau) qui contient l'amande. Ces deux derniers compartiments couvrent respectivement 84 à 90 % du poids du fruit (**Roehly, 2000**). La figure suivante représente des coupes longitudinales et transversales d'une olive (Figure 01).

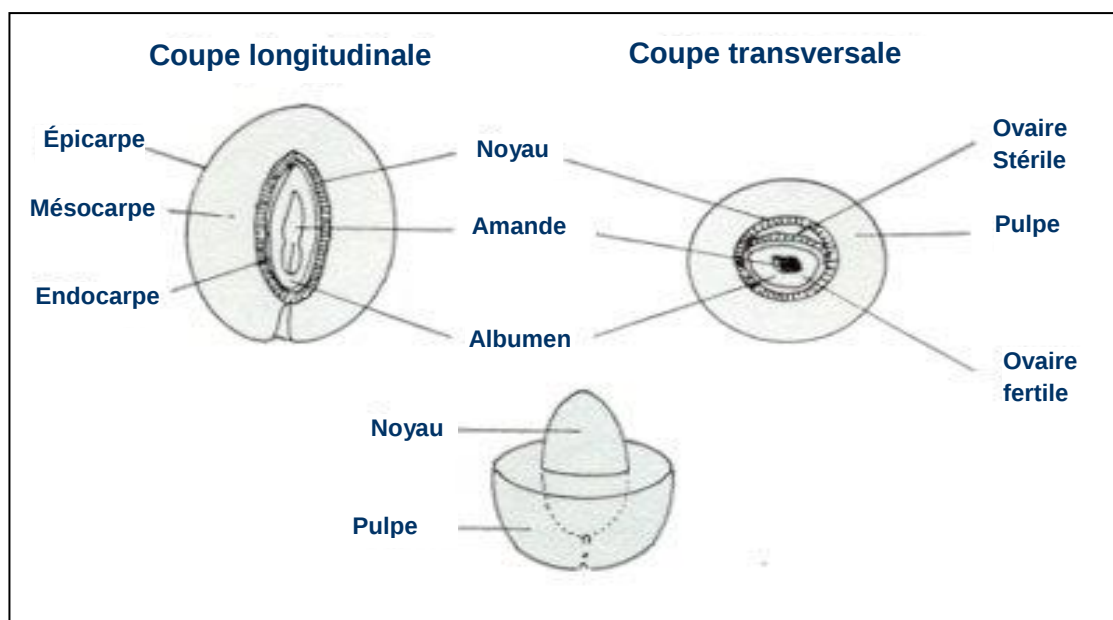


Figure 01: Coupe longitudinale et transversale d'une olive (**Amourette et al, 1998**).

I.2.1. Composition chimique de l'olive

Les triglycérides se trouvent principalement dans la pulpe et le noyau. Leur teneur varie selon la variété du fruit et le degré de maturation (**COI, 2001**). Le tableau 01 illustre la répartition des composés chimiques dans les trois fractions de l'olive.

Tableau 01: Composition chimique en % des différentes fractions de l'olive (**Sansoucy, 1991**).

Fractions	Matières azotées totales	Matières grasses	Cellulose brute	Matières minérales	Autre composés
Epicarpe (cuticule)	9,8	3,4	2,4	1,6	82 ,8
Mésocarpe (pulpe)	9,6	51,8	12,0	2,3	24,2
Endocarpe (noyau et amande)	1,2	0,8	74,1	1,2	22,7

Il est clair que la partie la plus riche en huile est le mésocarpe et celle plus riche en cellulose brute l'endocarpe.

I.2.2. Variétés d'olives

Dès sa mise en culture, l'olivier s'identifie en plusieurs variétés. En fait, cette situation reflète une variabilité morphologique importante qui a conduit à une multitude de noms pour une même variété se trouvant dans des milieux différents (**Argenson et al., 1999**).

Il existe trois types d'olives selon la destination finale du fruit : olives de table, olives à huile et olives mixtes. Les premiers sont plus gros et sont cueillis avant maturité, les seconds sont le plus petits et sont cueillis à maturité optimale lorsque la teneur en huile atteint 18 à 22%, et les derniers, ont des propriétés entre les deux types selon leur cueillette et la zone de culture (**Villa, 2003**).

Parmi les variétés cultivées dans le monde, figurent : Agladaou (France), Meslala (Maroc), Chemlali de Sfax (Tunisie), Picual (Espagne), Kalinjot (Albanie), Mission (États-Unis), Arauco (Argentine), Cobrançosa (Portugal), Aggezi Shami (Égypte), Kalamon (Grèce), Ayvalik (Turquie), Zutica (Yougoslavie R.F), Ascolm Tenera (Italie) (**Caballerro et Barranco, 1999**).

En Algérie, plusieurs variétés d'olives existent suivant les régions dont elles proviennent. Le tableau ci-dessous illustre quelques-unes de ces variétés (**ITAFV, 2006**).

Tableau 02: Variétés d'olives en Algérie (ITAFV, 2006).

variétés	Origine	Diffusion	utilisations	Rendement en huile
Albani	Khenchela (Chechar)	Restreinte	Huile	16 à 20 %
Mekki	Khenchela	Restreinte	Huile	12 à 16 %
Aghenfas	Sétif (Bougaâ)	Restreinte	Double aptitude (huile et olives de table)	16 à 20 %
Boughenfous	Sétif (Bouandas)	Restreinte	Huile	22 à 26 %
Azaradj	Béjaia (Sedouk)	Occupe 10% de la superficie oléicole national	Double aptitude (huile et olives de table)	24 à 28 %
Blanquette de Guelma	Guelma	Assez répandue dans le nord-est constantinois (Skikda, Guelma)	Huile	18 à 22 %
Chemlal	Grande Kabylie	Occupe 40% du verger oléicole algérien	Huile	18 à 22 %
Grosse du Hamma	Constantine (Hamma)	Restreinte	Double aptitude (huile et olives de table)	16 à 20 %
Hamra	Jijel	Nord constantinois	Huile	18 à 22 %
Ronde de Miliana	Ain Defla (Vallée de Miliana)	Restreinte	Double aptitude (huile et olives de table)	16 à 20 %
Rougette de Mitidja	Plaine de Mitidja	Restreinte	Huile	18 à 20 %
Sigoise	Mascara	Occupe 20% du verger oléicole algérien	Double aptitude (huile et olives de table)	18 à 22 %

Chapitre II:

Huile d'olive

II.1. Huiles alimentaires

Les huiles et graisses végétales ont un rôle nécessaire dans notre alimentation, elles se consomment directement sous forme d'huile raffinée ou vierge, ou bien indirectement via de nombreux produits de l'industrie agro-alimentaire (Xavier, 2012).

Les corps gras comprennent les huiles et les graisses d'origine végétale ou animale (Uzzan, 1992).

Elle a une teneur élevée en acides gras mono-insaturés ou polyinsaturés est bénéfique pour la santé. Chaque huile a une composition en acides gras différente. Le triglycéride est le constituant major (99 %) de l'huile essentielle et le reste étant composé principalement de diglycérides et sont très énergétiques et de vitamine E. Les huiles alimentaires sont fluides à température de 15°C, tandis que les graisses sont plus ou moins solides à cette température (Tremoliere et al., 1980).

Quant à la classification de ces huiles, elle est répartie selon les graines et les fruits oléagineux comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 03: Classification des huiles alimentaires selon leurs graines (Karleskind et al., 1992).

Graines oléagineuses	Fruits oléagineux et leurs huiles
Huile de tournesol Huile de colza, huile de soja Huile de germes de blé Huile de maïs et pépins de raisin Huile de Carthame, huile de Sésame, huile de Cameline, huile d'Œillette Huile de Lin oléagineux Huile d'amande, Noisette, noix de coton	Huile d'olive Huile de palme Huile d'avocat

Donc; l'huile d'olive a une place particulière afin de son image et sa consommation à l'état vierge, ...etc (Karleskind et al., 1992).

II.2. Huile d'olive

C'est un Jus huileux extrait des olives et séparé des autres composantes du fruit. Elle a naturellement des caractéristiques spécifiques et exceptionnelles d'Odeur et de saveur. (Argenson et al., 1999).

II.2.1. Différents types de l'huile d'olive

Le Conseil Oléicole International (COI, 2019) a classé l'huile d'olive en trois catégories selon un ensemble de paramètres reportés dans le tableau suivant.

Tableau 04: Différents types de l'huile d'olive

Huiles d'olives	Huile d'olive extra vierge	-Notation organoleptique égale ou supérieur à 6,5. -Acide oléique : 1g pour 100g maximum.
	Huile d'olive vierge	-Notation organoleptique égale ou supérieur à 5,5. -Acide oléique : 2g pour 100g maximum.
	Huile d'olive vierge courante	-Notation organoleptique égale ou supérieur à 3,5. -Acide oléique : 3,3 pour 100g maximum.

II.2.2. Extraction de l'huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive est soumise à aux procédés d'extraction proprement dits et opérations préliminaires

II.2.2.1. Opérations préliminaires

II.2.2.1.1. Triage des olives

la séparation des corps étrangers (brindilles, terres, cailloux, feuilles....) est le premier étape du cycle de production de l'huile . Selon les ressources des producteurs et le type de culture, ce travail de tri se fera à la main, à l'aide de tamis ou de machines adaptées (Djadoun, 2011).

II.2.2.1.2. Lavage

le lavage est indispensable pour entraine le lessivage de l'huile des olives éclatées ou détériorées. Une installation de décantation permettra de récupérer l'huile que peuvent contenir ces eaux.



Photo01: Alimentation de la chaîne en olive



Photo02: Lavage des olives et alimentation de broyeur

II.2.2.2. Procédé d'extraction de l'huile d'olive

il y'a deux procédés d'extraction de l'huile d'olive: le procédé artisanal et le procédé industriel (Argenson et al., 1999).

II.2.2.2.1. Procédé artisanal (système discontinu)

Le processus artisanal d'extraction de l'huile d'olive comprend trois stades :

❖ Broyage

Les broyeurs à meules en granit (2 à 3 meules) sont employés dans le système à pression. Ils écrasent les olives pendant 20 à 30 minutes. On parvient ainsi non seulement à écraser la pulpe des olives et les noyaux mais aussi à réaliser un début de malaxage de l'ensemble de la pâte de façon simultanée.

Compte tenu de la vitesse de rotation lente de ces meules (10 à 14 tours/minute) réaliser un début de malaxage de l'ensemble de la pâte de façon simultanée, ce qui lui

assure une homogénéité qui permet d'obtenir une finesse uniforme (Djadoun, 2011).donc l'objectif de ce stade est la rupture des parois cellulaires des olives et de permettre la libération des gouttelettes d'huile.



Photo03: Broyage à l'aide de la meule

❖ Pressurage

La pâte obtenue est répartie entre les scourtins empilés, pour être pressée sous la force d'une importante poutre de bois.

Cette pression permet d'obtenir l'huile et ses sous produits qui sont ensuite introduits dans les clarificateurs pour être séparés. L'huile obtenue est stockées dans des jarres (Huelva *et al.*, 2005).



Photo04: Scourtins

❖ Décantation

C'est une Phase qui consiste à séparer l'huile de l'eau contenue dans les olives. L'huile étant plus légère que l'eau, elle remonte à la surface.



Photo 05: Bassins de sédimentation

II.2.2.2.2. Procédé industriel (système continu)

Le nettoyage préliminaire sur le terrain est indispensable parce que Le fruit cueilli sur l'arbre est accompagné d'une quantité également non négligeable de feuilles et de brindilles. Les olives tombées au sol peuvent contenir jusqu'à 15% d'impuretés. (Argenson et al., 1999). Le processus d'extraction de l'huile d'olive est réalisé par une succession d'opérations: effeuillage, lavage, broyage, malaxage de la pâte obtenue, puis passage dans un décanteur et finition dans un séparateur.

Broyage

Le broyage se fait par un broyeur métallique (à marteaux, disques dentés ou cylindres striés) (Roehlly, 2000). Les olives sont broyées complètement, sans dénoyautage préalable. Au cours de cette étape, les enveloppes des cellules des fruits sont déchirées, libérant ainsi l'huile (Nanty, 1985).



Photo 06: Broyeur

❖ **Malaxage**

dans des malaxeurs ,La pâte broyée est entrée pour de rendre la plus compacte afin de pouvoir réaliser dans des conditions optimales l'extraction par pression ou par centrifugation (**Huelva et al., 2005**).



Photo 07: Malaxeur

❖ Centrifugation

Elle utilise des centrifugeuses horizontales nommées décanteurs .

Il se trouve deux types de décanteurs en fonction des produits issus de la centrifugation :

- La séparation intermittente donnant lieu à la production des trois composants : huile, grignon et margine, il est appelé à trois phases.

- La séparation interne des trois composants produisant la sortie indépendante de l'huile et de l'ensemble grignon plus eau de végétation, il est appelé à deux phases **(COI, 2006)**. Cette conception moderne de l'extraction remplace le pressage traditionnel



Photo 08: Centrifugeuse

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

les compositions de l'huile d'olive sont homogénéisées dont les majeurs sont les triacylglycérols (>95%), les acides gras libres en faible pourcentage, du glycérol, des pigments, . il se trouve deux pigments naturels dans l'huile d'olive à savoir les chlorophylles et les caroténoïdes **(Harwood et Aparicio, 2000)**. il y'a aussi un grand nombre de composants dits "mineurs" présents en faibles quantités (0,5 à 15%) **(Kiritsakis, 1998)**.

Elle est très riche en acide oléique, contient peu d'acides gras saturés, modérément d'acide linoléique **(Uzzan, 1992)**.

II.4. Production et Consommation de l'huile d'olive

Le conseil Oléicole international (**COI_a, 2019**), estime que la production mondiale de l'huile d'olive à 2 988 500 tonnes. Les six principaux producteurs pendant la campagne 2018/2019 sont l'Union Européenne avec 2 049 500 tonnes (68.58% de la production mondiale), la Syrie avec 215 000 tonnes (7.19%), la Turquie avec 143 000 tonnes (4.79%), la Tunisie avec 140 000 tonnes (4.68%), le Maroc avec 130 000 tonnes (4.35%), l'Algérie avec 73 500 tonnes (2.46%). La figure ci-dessous représente la production mondiale en huile d'olive.

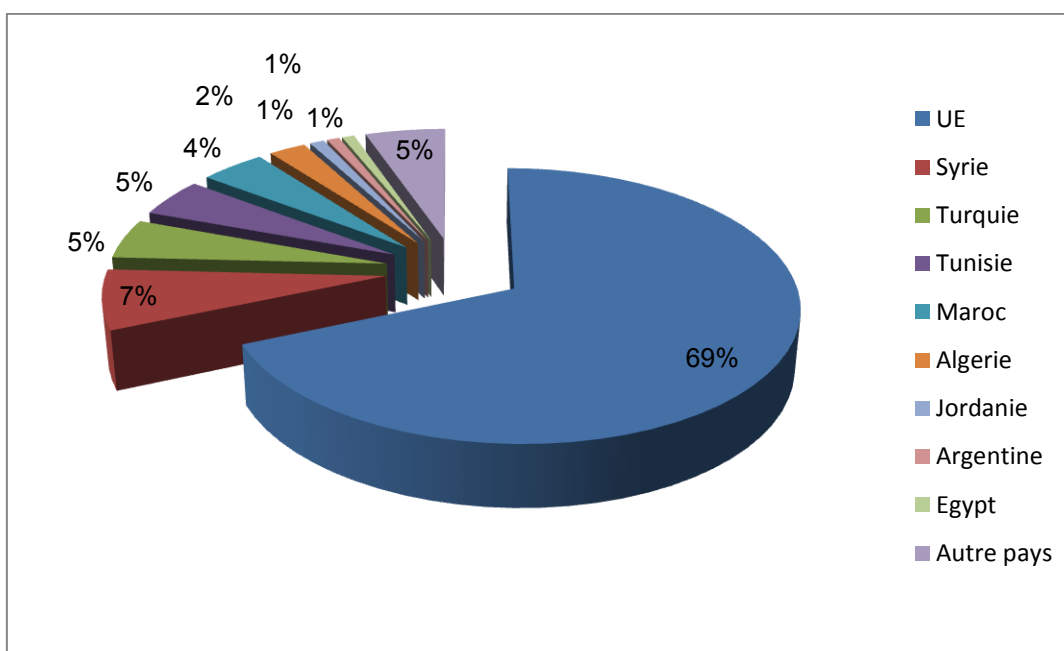


Figure02: Principaux pays producteurs de l'huile d'olive (**COI_a, 2019**).

En Algérie la production de l'huile d'olive varie d'une campagne à une autre comme le montre la figure 11.

La production de l'huile d'olive en Algérie varie d'une campagne à une autre avec un maximum pendant la campagne 2019/2020 où elle atteint 73 500 tonnes puis en 2018/2019 où elle atteint 69 500 tonnes et 67 000 tonnes pendant la campagne 2014/2015 et un minimum pendant la campagne 2010/2011 où elle atteint 21 500 tonnes et en 2011/2012 avec 24 000 tonnes puis 26 500 tonnes pendant la campagne 2013/2014.

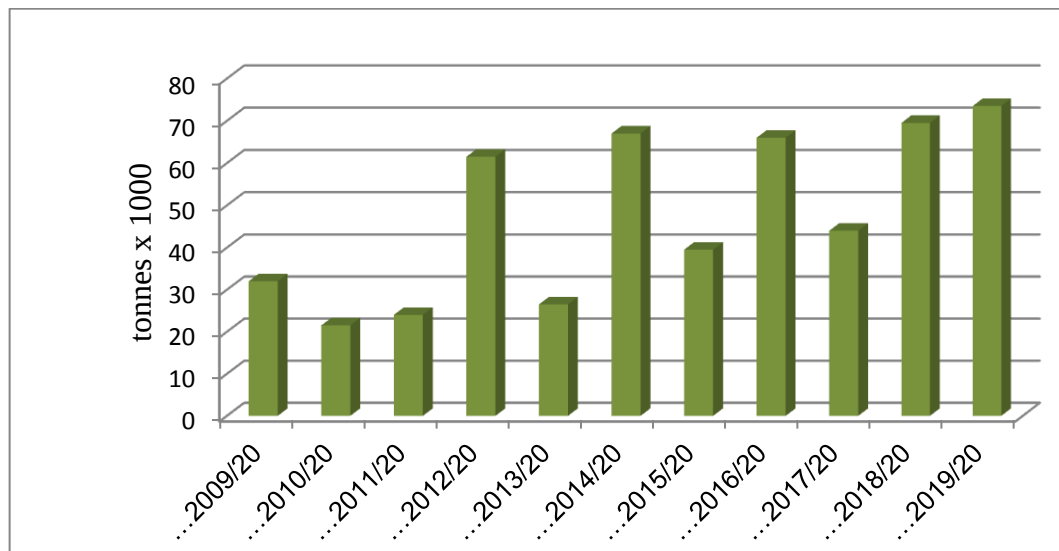


Figure03: Production de l'huile d'olive de 2009 à 2020 en Algérie (COI_a, 2020)

Ces variations a cause de aux incendies de forêts et la sècheresse qui ravagent des milliers d'oliviers chaque année, manque de savoir-faire dans la production et la cueillette de l'olive, provoque la dégradation de la durée de vie des oliviers et aussi la diminution de leur rendement .

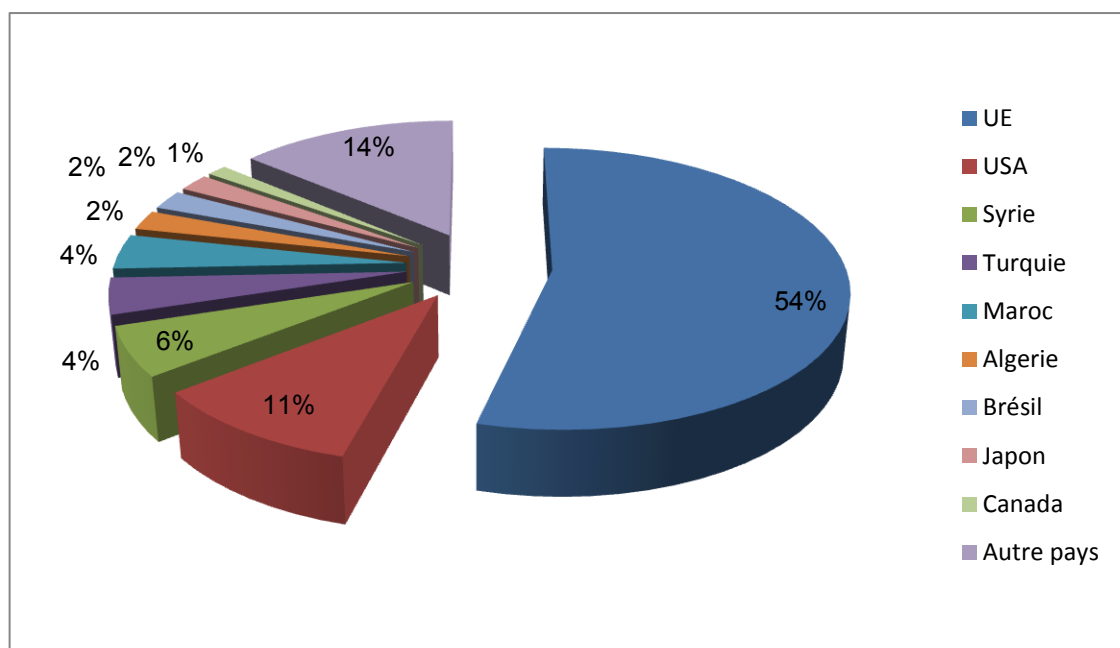


Figure04: Principaux pays consommateurs de l'huile d'olive en 2020 (COI_b, 2020).

En effet, d'après les données statistiques publiées par COI, 2019, l'union européenne occupe la place de premiers consommateurs d'huile d'olive avec 54.03 %. Quant à la consommation de l'huile d'olive, elle varie selon les pays.

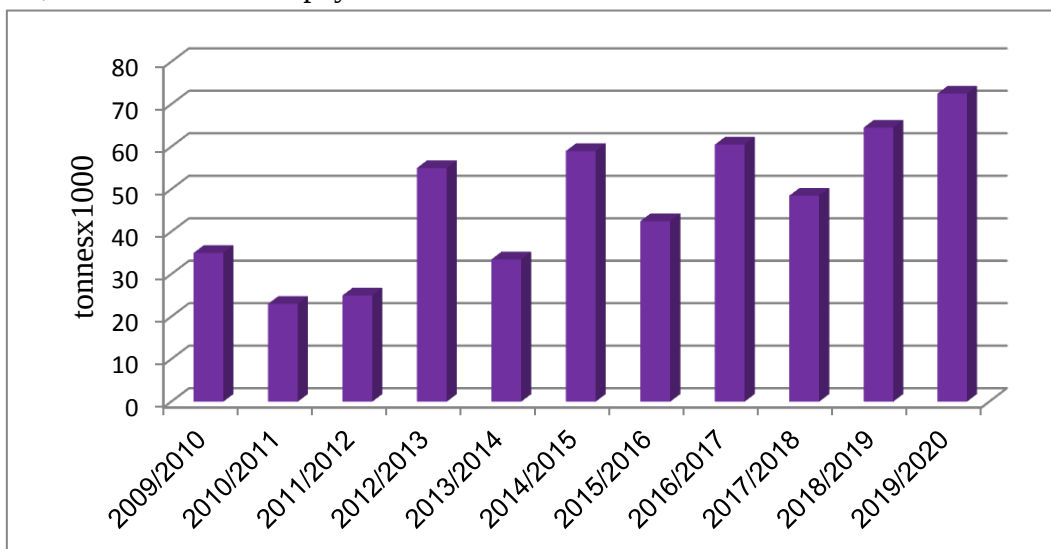


Figure 05: Consommation de l'huile d'olive de 2009 à 2020 en Algérie (COI_b, 2020).

En Algérie, la consommation de l'huile d'olive varie d'une campagne à une autre avec un maximum pendant la campagne 2019/2020 où elle atteint 72 500 tonnes ensuite en 2018/2019 avec 64 500 tonnes et en 2016/2017 avec 60 500 tonnes et un minimum pendant la campagne 2010/2011 avec 23 000 tonnes.

II.5. Qualité de l'huile d'olive

conformément aux définitions de la norme commerciale adoptée par le conseil oléicole international (COI, 2013), . La qualité de l'huile d'olive est définie comme étant l'ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles permettant de classer l'huile d'olive en différentes catégories . Cette qualité dépend aux caractéristiques suivantes

- **Acidité libre**

Le pourcentage en acidité libre est une mesure de l'hydrolyse des glycérides. Elle est le pourcentage des acides gras libres, exprimée conventionnellement. En acide oléique pour la grande majorité des huiles. L'acidité est un critère de classement dans le commerce c'est un indice de la qualité (Perrin, 1992).

- **Indice de peroxyde**

La détermination de l'indice de peroxyde est basée sur l'oxydation des iodures en iode par l'oxygène actif du peroxyde.. La norme internationale recommandée pour les huiles d'olive **Codex Stan 33, (2019)** qui recommandent un indice de peroxyde inférieur ou égale à 20 meq d'O₂/Kg. Les valeurs sont exprimés en milliéquivalents d'oxygène actif par Kg de corps gras .

- **Absorbance en ultraviolet**

On mesure par un spectrophotomètre l'extraction spécifique dans l'UV (**Perrin,1992**).si on détermine l'absorbance à 270 nm ;il est possible de décaler la présence des produits secondaires d'auto-oxydation (diènes, triènes, conjugués) dans les corps gras

- **Caractéristiques organoleptique**

Les analyses sensorielles reposent sur le goût, l'odeur ; et la couleur.

II.6. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

La qualité de l'huile d'olive commence au moment de la plantation de telle ou telle variété, continue à travers la conduite culturale de l'olivier, l'époque et les modalités de récolte, les travaux préliminaires et la durée de stockage avant transformation et la conduite technologique d'extraction, ainsi que les conditions de stockage et de distribution de l'huile (**Onudi, 2007**).

II.6.1. Sol

Les sols ceux caractérisés par un équilibre entre sable, argile et limon , avec des caractéristiques chimiques favorables (sels minéraux ;ph...) sont les mieux (**COI, 2007**) parceque le sol permet à l'olivier d'exprimer toute sa capacité de production, (**Kiritakis et Osman, 1995**).

II.6.2. Maturation des fruits

D'autre façon, la maturation est importante sur certain paramètres qui déterminent les qualités organoleptiques et nutritionnelles de l'huile (**Montedoro et al., 1992**).

II.6.3. Attaque par les insectes

les fruits attaqués par la mouche de l'olive a une couleur rougeâtre ou violacée et tombent prématurément ; et aussi l'huile produite a un goût désagréable et mauvais (**Coutin, 2003**).

II.6.4. Rapidité de traitement

La rapidité de traitement des olives : Si le stockage sera long (plus de 48 heures); la dégradation sera d'autant plus accentuée **(Benabid, 2009)**.

Si on une fois récoltées, il faut pressées les olives le plus rapidement possible sous peine de perdre leur odeur. Du fait de sa composition en huile, l'olive s'abîme très vite une fois récoltée

II.6.5. Facteurs technologiques

Il y a plusieurs facteurs technologiques tels que les conditions d'extraction de l'huile au cours du broyage, du malaxage et de la séparation **(COI, 2012)**. Le stockage des huiles, quel que soit le mode de production, est susceptible d'entraîner des dégradations spontanées dans des conditions inappropriées (humidité relative, température élevée.....etc.) **(Hirsch, 2003)**.

II.7. les incroyables bienfaits de l'huile d'olive

De toutes les graisses alimentaire, l'huile d'olive est la plus riche en acides gras mono-insaturés, elle en contient environ 70%. Cette caractéristique en fait un excellent préventifs des maladies cardio-vasculaires: De nombreuses études ont confirmé les avantages de l'huile d'olive. il est très riche en antioxydants (polyphénols ; les acides gras insaturés, principalement l'acide oléique,), en vitamines E et autre constituants . Elle est 5 fois plus riche en vitamine E que le beurre. La vitamine E joue un rôle essentiel dans le développement cérébral et contribue à retarder le vieillissement des organes et tissus vitaux **(Argenson et al, 1999)**. l'huile d'olive diminue le risque des maladies cardiovasculaires, le taux du mauvaise cholestérol (LDL) **(Pelletier et al., 1995)**.

Des recherches réalisées en Grèce et à Harvard ont mis en évidence une diminution de plusieurs types de cancers au cours la consommation et utilisation d'huile d'olive comme : les cancers de de l'épidermoïdes; , du colon ; de l'œsophage et de la prostate et aussi le cancrs de sain **(Lior, 2003)**. réfléchissez bien avant de l'utiliser pour faire de la cuisson: la chaleur détruit de 5 à 30% des polyphénols, selon l'American Institute for Cancer Research. Tâchez de consommer une ou deux cuillères à table (15 à 20ml) d'huile d'olive tous les jours.

Utilisez de l'huile d'olive extra-vierge: elle contient des taux supérieurs de polyphénols bons pour la santé et anti-inflammatoires.

Versez de l'huile en filet sur vos légumes ou vos salades, ou trempez-y simplement un morceau de pain.

L'utilisation de l'huile d'olive pour traiter les problèmes fonctionnels des voies digestives est très ancienne. Cette action dépend d'une base physiologique précise et spéciale, la régulation de la motricité gastro-intestinale et de la digestion par l'arrivée des graisses dans le haut duodénum. D'autres façons, la vidange gastrique et la réponse colique à l'alimentation, sont sous la dépendance des lipides alimentaires, et que selon la nature de ceux-ci et la qualité du mélange, l'impression subjective de confort post-prandial, de "légèreté" peut être changée **(Karleskind et al., 1992)**. L'huile d'olive recèle une quantité exceptionnelle d'acide oléique, un gras mono-insaturé, ainsi que des composants appelés polyphénols. Cette combinaison unique permet de réduire l'inflammation et d'entretenir la souplesse des parois artérielles afin que la pression sanguine demeure basse. Elle aide également à diminuer le cholestérol, à activer des gènes qui protègent des maladies cardiaques et de l'état prédiabétique connu sous le nom de syndrome métabolique.

Partie

expérimentale

Matériels et

Méthodes

I. Echantillonnage des huiles d'olive

Les échantillons d'huile d'olive sont collectés au niveau des unités régionales de trituration d'olives de système traditionnel et industriel. Ces échantillons prélevées au mois de **janvier 2021** directement des lieux de l'extraction après stockage de 1 mois, sont mise dans des flacons de 250ml bien fermés, couverts par le papier aluminium et étiquetés (date de prélèvement, la région, le mode d'extraction) et enfin sont placés à l'obscurité et au frais jusqu'au début des analyse.

Nos huiles d'olives au nombre de quatre (4) , sont extraites par des procédés traditionnels et industriels au niveau des huileries de la wilaya d'El-Oued est localisées dans différentes communes.(EL OUED – HASSANI ABDELKIRIM- OUERMESS)



Photo 09: Echantillons des huiles d'olive



Figure 06 : Carte géographique de la wilaya d'El-Oued.

Les informations relatives aux échantillons de l'huile d'olive figurent dans le tableau (05).

Tableau 05 : Identification des échantillons.

huileries	Variétés	Nature de fruits	Durée de stockage du fruit (jours)	Date du prélèvement	Mode d'extraction
1	Monzalina	Non traités	10 ou plus	18/01/2020	Industriel à 3 phases
2	Chemlal	Non traités	0	14/01/2020	Industriel à 2 phases
	Sigoise				
3	Chemlal	Non traités	10 ou plus	18/01/2020	Industriel à 3 phases
4	Chemlal	Non traités	4 à 7	16/01/2020	Traditionnel (artisanal)
	Sigoise				
	Fercani				
	Vedère				
	Sefianie				
	Corné				

Nos quatre (4) échantillons d'huile d'olive sont composés d'un mélange de variétés d'olive.

Le travail est réalisé au niveau du Laboratoire de Valorisation et Technologie des Ressources Sahariennes (VTRS) d'université HAMA Lakhder à El-Oued ainsi qu'au laboratoire pédagogique de faculté de sciences de la nature et de la vie

II. Caractérisation des huiles d'olive d'El-Oued

II.1. Caractérisation chimique

II.1.1. Détermination de l'acidité

➤ Principe

Il consiste à mettre en solution une prise d'essai dans un mélange de solvants, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (ISO 660, 2012) selon la réaction suivante :



➤ Mode opératoire

Dans une fiole (250ml), on introduit une prise d'essai (P) de 2,5 g de l'huile d'olive dissoute successivement dans 50 ml du mélange d'oxyde diéthylique/éthanol (25 ml diéthylique : 25 ml éthanol), préalablement neutralisé. On ajoute ensuite quelques gouttes de phénolphtaléine et on titre sous agitation avec la solution d'hydroxyde de potassium à 0,1 mole par litre jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant durant au moins 10 secondes).

En parallèle, on réalise un essai à blanc dans les mêmes conditions en absence de l'huile d'olive.

➤ Expression des résultats

L'acidité d'une huile est exprimée en gramme d'acide oléique par 100g d'huile, selon l'équation suivante :

$$A\% = \frac{V \cdot C \cdot M}{10 \cdot P}$$

V : Volume en millilitre de la solution titrée de KOH utilisée pour l'échantillon.

C : Concentration en moles/litre, de la solution titrée de KOH utilisée à 0,1 N.

M : Masse molaire de l'acide oléique (282 g/mole).

P : Prise d'essai en grammes.

10 : Facteur de conversion

II.1.2. Détermination de l'indice de peroxyde (IP)

➤ Principe

La prise d'essai en solution dans un mélange d'acide acétique et chloroforme est traitée par l'iodure de potassium. L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium (ISO 660, 2012).

➤ Mode opératoire

On ajoute 12ml de chloroforme à 2g de l'échantillon à analyser dans une fiole de 250 ml puis on agite énergiquement. On additionne 18ml de l'acide acétique avec 0.5g d'iodure de potassium (KI), on couvre la fiole, on agite pendant une minute et on le laisse 5 minutes à l'abri de la lumière et à une température de 25°C. On ajoute 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon. Lorsqu'il y a virage de couleur vers le bleu, on titre à l'aide de thiosulfate de sodium à 0,01N.

On effectue un essai à blanc en utilisant que les solutions.

➤ Expression des résultats

L'indice de peroxyde est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par Kg d'échantillon :

$$Ip(\text{meq d'O}_2/\text{kg}) = \frac{N. (V_1 - V_2). 1000}{P}$$

V₁: Volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc.

V₂: Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'échantillon.

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium 0.01N.

P: Prise d'essai en gramme.

1000 : Facteur de conversion

II.1.3. Détermination de l'indice de saponification (Is)

L'indice de saponification est le nombre en milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH), nécessaire pour saponifier 1 g de matière grasse (ISO 660, 2012).

➤ Principe

La prise d'essai est soumise à un chauffage avec une solution d'hydroxyde de potassium, et titrage de l'excès de KOH par l'acide chlorhydrique en présence de l'indicateur coloré : la phénolphthaléine

➤ Mode opératoire

Dans un ballon à fond rond, on pèse 2g d'huile d'olive, on ajoute 25ml d'hydroxyde de potassium à 0,1 N, on place un réfrigérant sur le ballon et on chauffe sur une plaque chauffante pendant une heure.

Après refroidissement, on verse quelques gouttes de phénolphthaléine qui donne la couleur rose et on titre l'excès de potasse avec l'acide chlorhydrique (HCl) à 0,5N jusqu'à disparition complète de la couleur.

Dans les mêmes conditions, on effectue un essai à blanc sans l'huile d'olive.

➤ Expression des résultats

$$Is = \frac{(VHCL_{\text{témoin}} - VHCL_{\text{essai}}) \cdot N \cdot PM}{P}$$

PM: Poids moléculaires de KOH =56,1g/mole.

N: Normalité de l'HCl (0,5N).

P : Prise d'essai (g).

V : Volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl).

II.1.4. Détermination de CPG

➤ Principe

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est, comme toutes les techniques de chromatographie, une technique qui permet de séparer des molécules d'un mélange éventuellement très complexe de nature très diverses. Elle s'applique principalement aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition.

Le mélange à analyser est vaporisé à l'entrée d'une colonne, qui renferme une substance active solide ou liquide appelée phase stationnaire, puis il est transporté à travers celle-ci à l'aide d'un gaz porteur (ou gaz vecteur). Les différentes molécules du mélange vont se séparer et sortir de la colonne les unes après les autres après un certain laps de temps qui est fonction de l'affinité de la phase stationnaire avec ces molécules.

Pour avoir des composants de l'huile d'olive sous forme vaporisable, il faut exposer ce dernier à une estérification selon les étapes expliquées ci-dessous.

➤ Mode Opératoire

Dans un ballon à fond rond, on pèse 1g d'huile d'olive, on ajoute 10 ml de méthanol et 0.1ml d'hydroxyde de potassium à 0,1 N, on place un réfrigérant sur le ballon et on chauffe dans un bain huileux sur une plaque chauffante pendant trois heures puis on lave l'échantillon par l'eau ultra pure puis met le résidu dans l'appareillage de CPG.

II.2. Caractérisation physique

II.2.1. Détermination du point de fumée

Le point de fumée est la température à laquelle l'échantillon chauffé progressivement dans des conditions bien définies, émet des fumées de façon continue (**Karleskind et al., 1992**). La substance fume en donnant un mauvais goût à ces huiles. Il dépend de la teneur de l'huile en acides gras libres et d'autres composés volatils (**Apfelbaum et al., 2008**).

➤ Mode opératoire

Dans un bécher, on pèse 20ml de l'huile d'olive, on le place sur une plaque chauffante jusqu'à ce que la fumée devienne visible. On retire le bécher et on plonge directement le thermomètre pour mesurer la température du point de fumée

II.2.2 Détermination de l'indice de réfraction

L'indice de réfraction représente le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde définie (589.6nm) dans le vide, à sa vitesse dans la substance (**ISO 660, 2012**).

➤ Principe

Il consiste à mesurer à l'aide d'un réfractomètre convenable l'indice de réfraction de l'échantillon liquide, à une température constante de 20°C (**ISO 660, 2012**).

➤ Mode opératoire

L'évaluation de l'indice de réfraction consiste à mettre deux gouttes d'huile sur le prisme, et à lire la valeur enregistrée sur l'écran à deux températures ; à 20°C et à la température dominante au moment de la détermination de l'indice de réfraction.

III. Analyse statistique

Le traitement des résultats est réalisé par l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil 5% en utilisant Microsoft Office Excel Stat2010.

Partie
expérimentale
Résultats et
discussion

I. Caractérisation physico-chimique des huiles d'olive de la wilaya d'El-Oued

I.1. Caractérisation chimique

I.1.1. Acidité

L'acidité est exprimée en pourcentage d'acide oléique de l'huile d'olive. Il est utilisé comme un paramètre simple et efficace pour l'évaluation qualitative et la classification par catégorie commerciale de l'huile d'olive (**ISO 660, 2012**).

La figure 16 présente les résultats obtenus de nos quatre (04) échantillons :

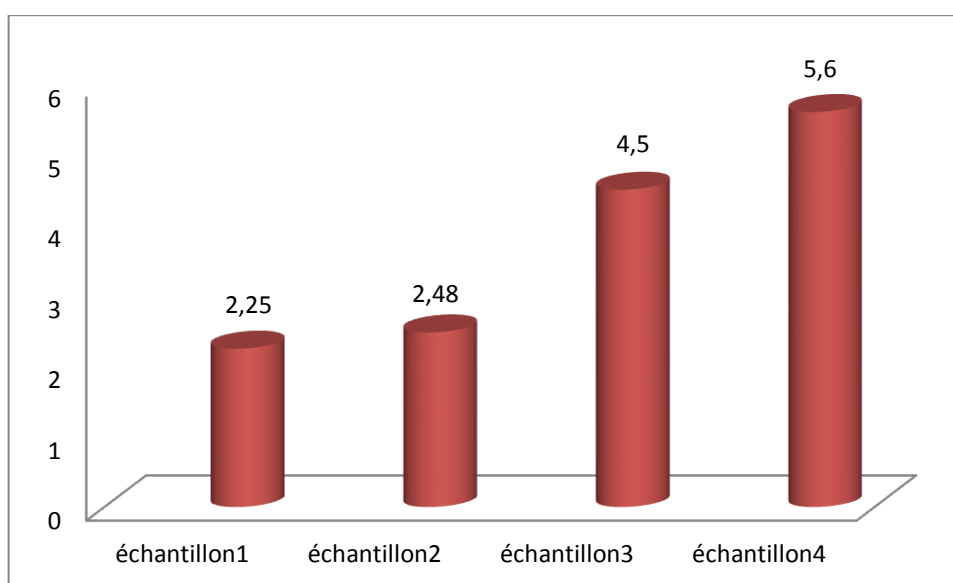


Figure07: Pourcentage d'acidité des huiles d'olive.

Le pourcentage d'acidité des échantillons de la wilaya varie de 2.25 à 5.6. De plus, les résultats de les échantillons 3 et 4 sont supérieurs à la norme fixée par **Codex stan 33, (2019)** qui est de 3,3%. Par contre les échantillons 1 et 2 sont inférieure à la norme.

D'après ces résultats, on constate que les deux premières échantillons de la wilaya sont classées comme huile d'olive vierge courante étant donné que leur acidité est $< 3,3\%$ (**COI, 2019**).et pour les échantillons 3 et 4 sont classés comme huile d'olive vierge lampante ($> 3,3\%$)

Elle peut être dûe aux conditions de cueillette, d'extraction, de la durée de conservation de l'olive et des conditions de son stockage. L'augmentation en acidité

provoque la dégradation des triglycérides en entraînant la libération des acides gras libres (Sifi *et al.*, 2001).

D'autres facteurs peuvent être à l'origine de l'augmentation de l'acidité des huiles d'olive, parmi lesquels figure les fruits blessés suite aux mauvaises conditions de stockage des olives (Mordret *et al.*, 1997), ainsi que la période entre la cueillette et l'extraction selon Sanchez, (1999) et Dugo *et al.*, (2004). De plus, la meurtrissure du fruit, en raison de sa chute de l'arbre, crée des conditions favorables pour le contact des enzymes du fruit avec les substrats et le développement de l'acidité lipolytique (Benabid, 2009).

I.1.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde constitue un paramètre important de qualité des huiles alimentaires (COI, 2009). Il détermine la présence des hydro peroxydes et constitue l'un des moyens les plus directs pour mesurer l'auto-oxydation lipidique. A cet égard, les huiles analysées ont donné les résultats suivants.

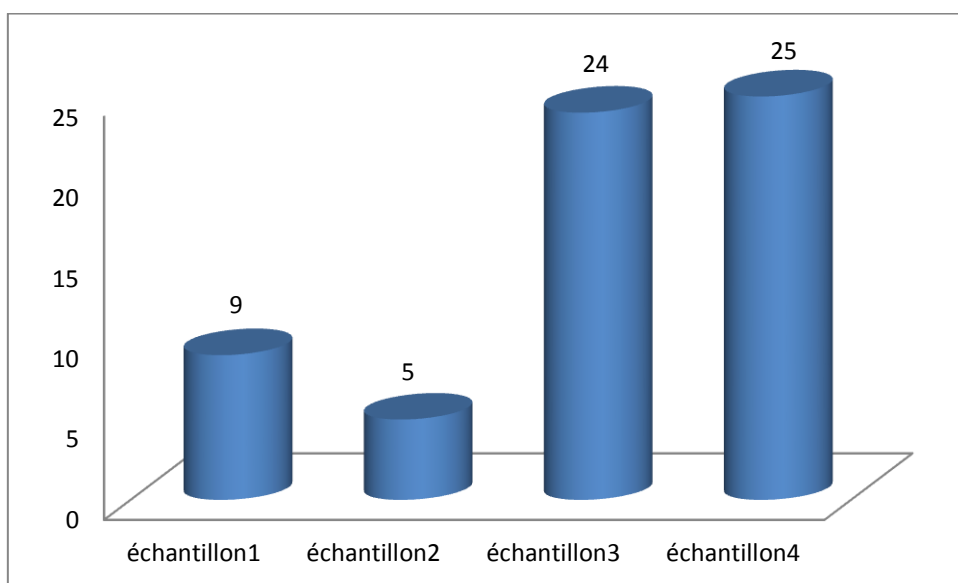


Figure08: Indice de peroxyde des huiles.

D'après la figure, on constate que l'huile d'olive de l'échantillon4 obtenue par le procédé artisanale et de l'échantillon3 extraite industriellement à trois phases ont des indices de peroxydes plus élevés respectivement (25 meq d'O₂/ Kg) et (24 meq d'O₂/ Kg).

Ces résultats montrent que les valeurs ne répondent pas aux normes **Codex stan 33, (2019)** qui recommandent un indice de peroxyde inférieur ou égale à 20 meq d'O₂/kg.

. D'autre part, les échantillons 1 et 2 extraite par le procédé industriel à trois phases et à deux phases respectivement enregistrent des indices de peroxyde inférieure aux normes (9 meq d'O₂/ Kg et 5 meq d' d'O₂/ Kg) qui sont classé comme huiles d'olive vierge courante.

La teneur en indice de peroxyde est influencée par l'état sanitaire des fruits, les conditions de transformation des olives (transport, cueillette à l'aire libre), le système d'extraction, l'humidité, luminosité, et l'augmentation progressive de la température (Moussay *et al.*, 1995 et Ben Abdeljelil, 2003).

I.1.3. Indice de saponification

L'indice de saponification qui nous renseigne sur la longueur des chaînes des acides gras constitutifs des triglycérides et relatif aux huiles d'olive d'El-Oued est donne comme suit :

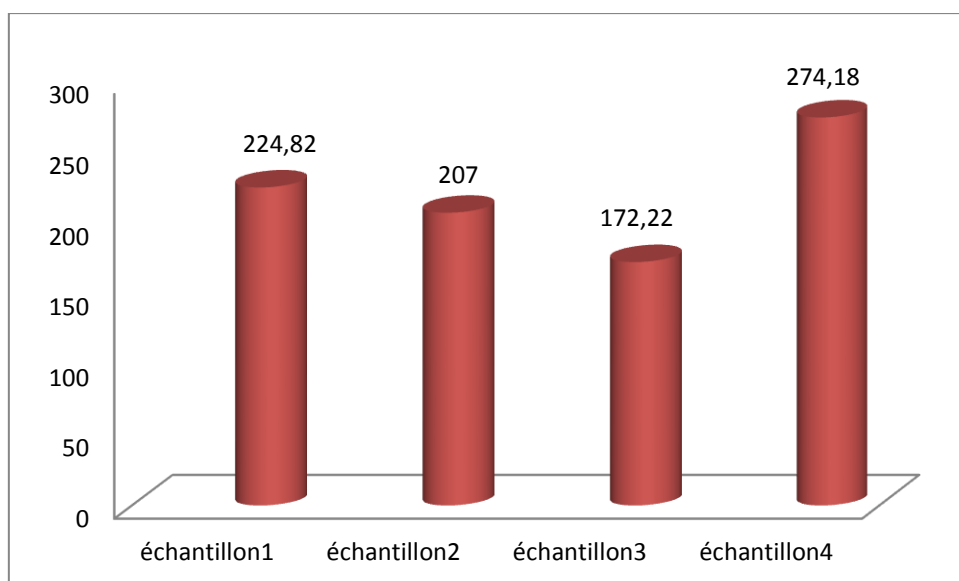


Figure09: Indice de saponification.

L'indice de saponification de l'échantillon4(274,18) extraite par le procédé artisanale est plus élevé que celui de les autres échantillons extraites par le procédé industriel.

La norme établie par le **Codex stan 33, (2019)** recommande des indices de saponification entre 184 et 196 inférieurs à nos chiffres sauf que l'échantillon3 qui sont inférieure à la norme.

I.1.4 .Chromatographie à phase gazeux (CPG)

Voila les schéma requissent par l'appareillage de CPG après les différents étapes de chromatographie a phase gazeuse expliquée précédemment dans la partie matériel et méthode

Echantillon 1

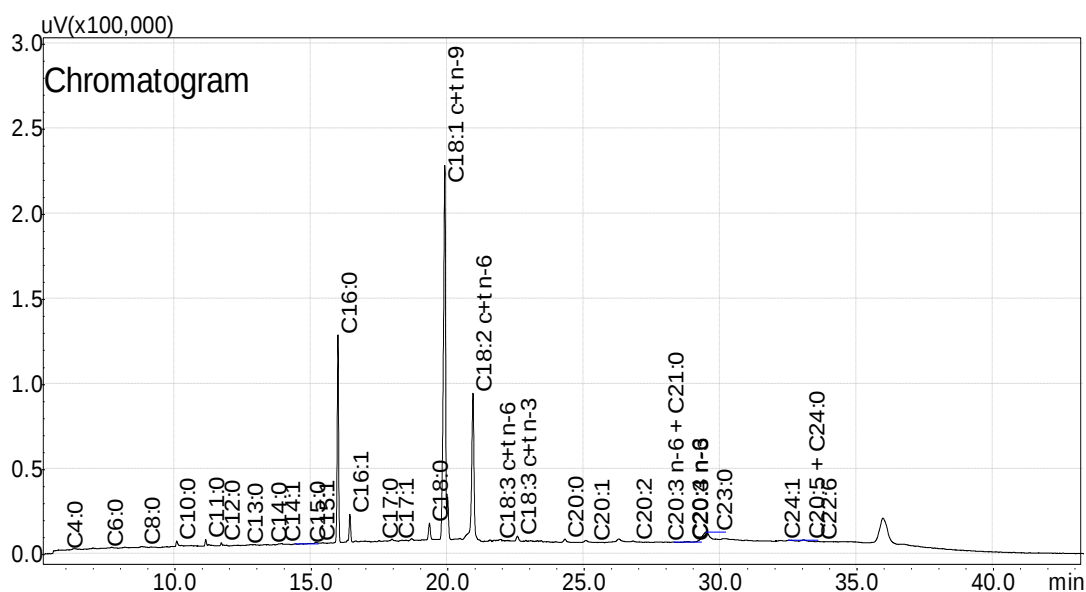


Figure10: chromatographie analytique de l'échantillon 01

Echantillon 02

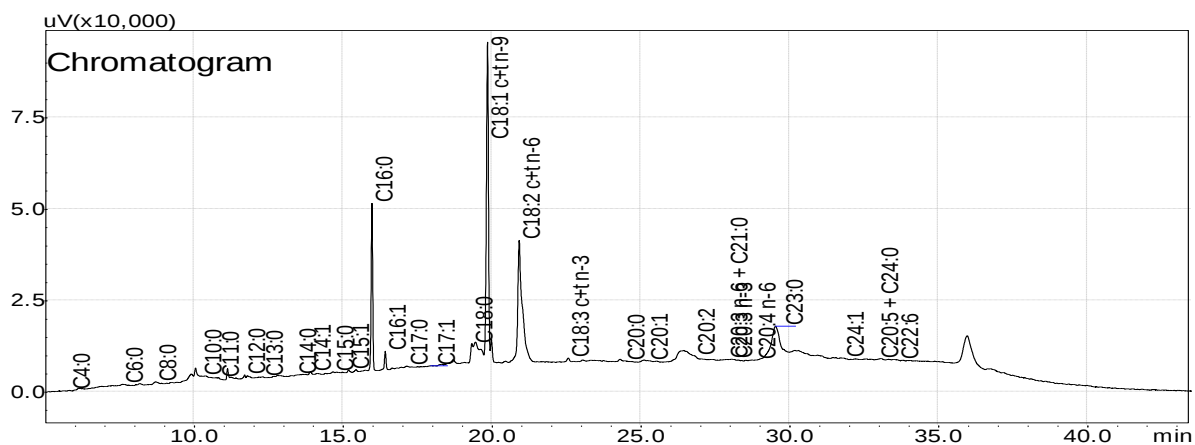


Figure11: chromatographie analytique de l'échantillon 02

Echantillon 03

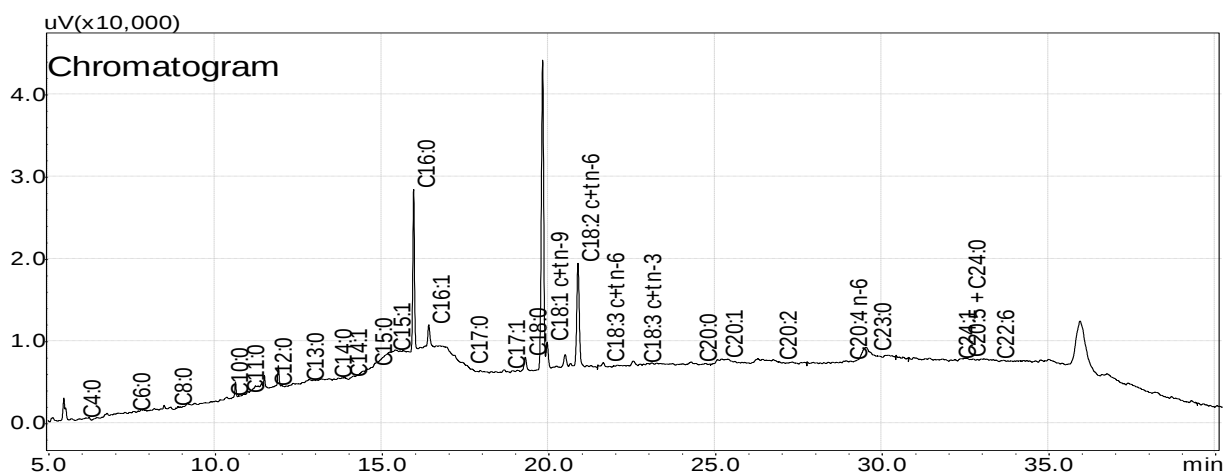


Figure12: chromatographie analytique de l'échantillon 03

Echantillon 04

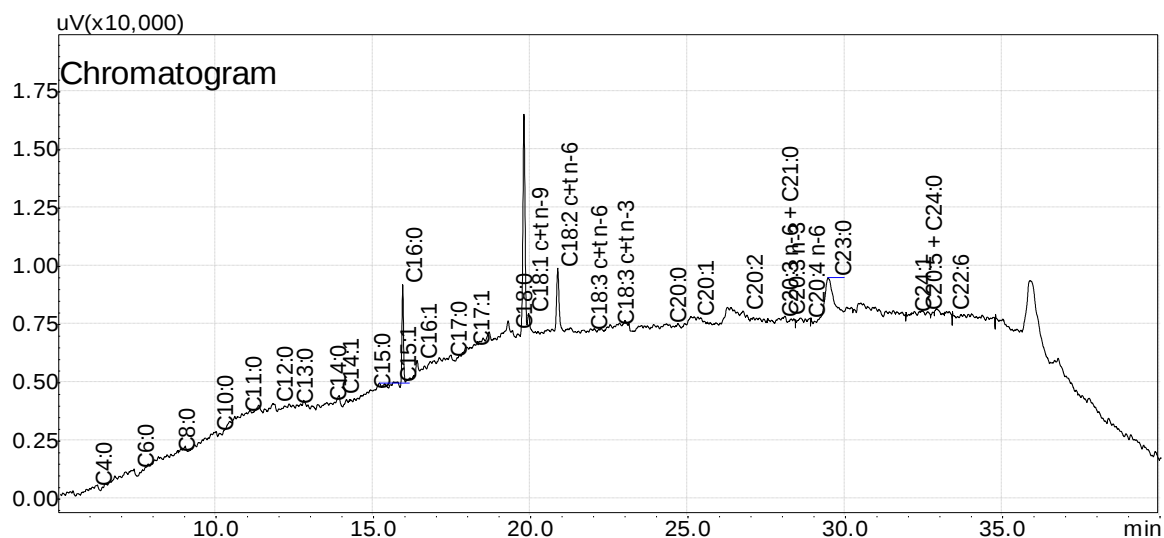


Figure13: chromatographie analytique de l'échantillon 04

Chaque pic désigne une acide gras c'est l'aspect qualitatif , et l'aire de pic donne une idée sur l'aspect quantitatif d'où se base notre discussion et comparaison entre les différents échantillons.

Dans ce tableau on va montres les désignations des différents chiffres qui codent chacune pour une acide gras précis:

Acide gras	Dénomination
C16:0	Acide palmitique
C16:1 ω 9	Acide hypogéique ³
C16:1 ω 7	Acide palmitoléique
C17:0	Acide margarique ⁴
C17:1 ω 8	Acide margaroléique ⁴
C18:0	Acide stéarique
C18:1 ω 9	Acide oléique
C18:1 ω 7	Acide vaccénique ³
C18:2 ω 6	Acide linoléique
C18:3 ω 3	Acide linolénique
C20:0	Acide arachidique
C20:1 ω 9	Acide gondolque
C22:0	Acide béhénique
C24:0	Acide lignocérique

Figure14: dénomination des acides gras selon leur nombre de carbone et le nombre d'insaturation

On constate que:

pour l'acide linoléique présent dans tous les échantillon par l'ordre quantitatif décroissant suivant (selon l'aire de pic)

échantillon 2 >échantillon 3> échantillon 4> échantillon 1

pour l'acide arachidonique présent dans tous les échantillons par l'ordre quantitatif

échantillon 2 >échantillon 3> échantillon 4> échantillon 1

pour l'acide gadoleique présent dans tous les échantillons par l'ordre quantitatif décroissant suivant (selon l'aire de pic)

échantillon 2 >échantillon 3> échantillon 4> échantillon 1

Pour l'acide palmitique présents dans tous les échantillon par l'ordre quantitatif décroissant suivant (selon l'aire de pic)

échantillon 2 >échantillon 3> échantillon 1> échantillon 4

Pour l'acide oléique présent dans tous les échantillons par l'ordre quantitatif décroissant suivant (selon l'aire de pic)

échantillon 2 >échantillon 3> échantillon 1> échantillon 4

Avec la présence en quantité minimale dans toutes les échantillons d'autres acides gras comme :

acide caprique

acide laurique

acide éléostéarique

acide éicosatétraénoïques

I.2. Caractérisation physique

I.2. 3. Détermination du point de fumée

Ce paramètre indique la température à partir de laquelle notre huile d'olive dégage de la fumée.

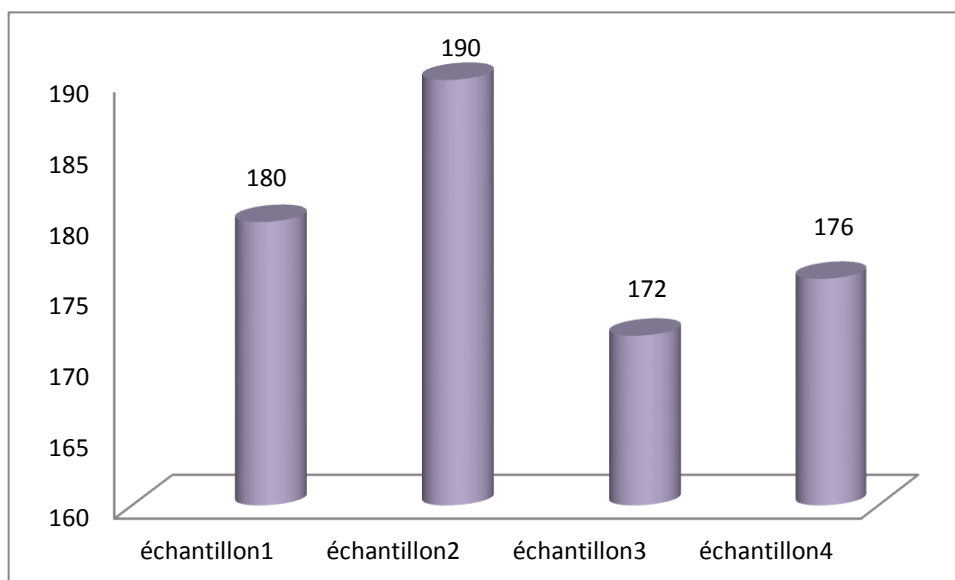


Figure 15: Point de fumée des huiles d'olive.

D'après cette figure, les huiles d'olive de l'échantillon 3 et l'huile de l'échantillon4 affichent des valeurs de point de fumée proches malgré qu'elles soient obtenues par des systèmes d'extraction différents.

De plus, ces résultats sont inférieure à la norme du **COI, (2019)** qui se situe entre 180 et 210°C, contrairement à l'huile de l'échantillon1 et l'échantillon2 dont le point de fumée est se trouve dans l' intervalle à cette norme.

I.2.5. Détermination de l'indice de réfraction

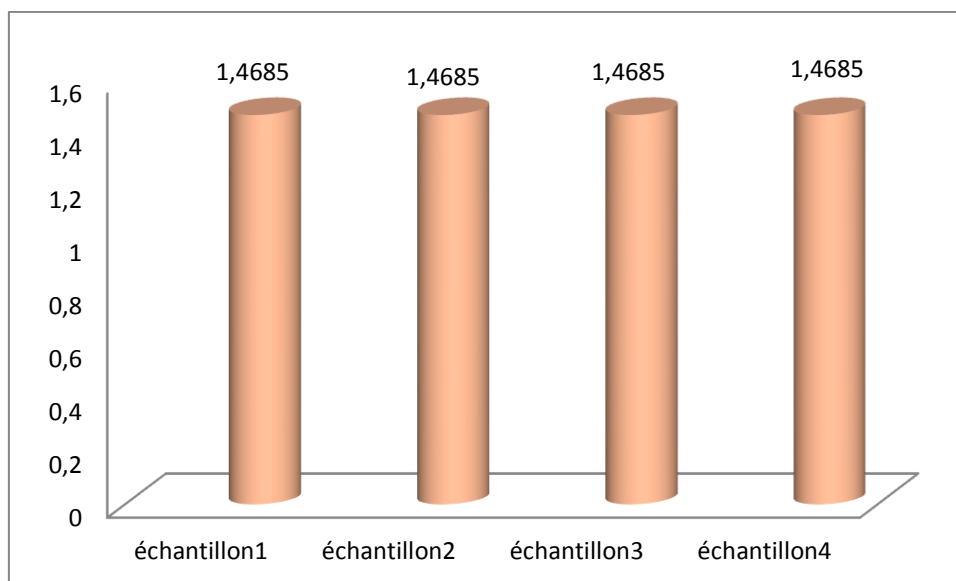


Figure16: Indice de réfraction des huiles d'olive.

A travers les résultats, on constate que nos échantillons présentent des indices de réfraction égaux et sont dans l'ensemble conformes aux normes fixées par le **Codex-Stan 33, (2019)** (1,4670 à 1,4705).

Conclusion

Notre travail a pour but la caractérisation des huiles d'olive de quatre échantillons de la wilaya d'El-Oued, et extraites par des procédés traditionnelle et industriel.

L'analyse de l'acidité des huiles d'olive révèle des pourcentages entre 5.6 et 225, ce qui signifie que les deux premiers échantillons de la wilaya sont classés comme huile d'olive vierge courante étant donné que leur acidité est inférieure à 3,3% selon le Conseil Oléicole International **COI, 2019**). Et pour les échantillons 3 et 4 sont classées comme huile d'olive vierge lampante (supérieure 3,3%) .

L'huile d'olive de l'échantillon 4 obtenue par le procédé artisanal et de l'échantillon 3 extraite industriellement à trois phases ont des indices de peroxydes plus élevés respectivement (25 meq d'O₂/ Kg) et (24 meq d'O₂/ Kg).

Ces résultats montrent que les valeurs ne répondent pas aux normes **Codex Stan 33, (2019)** qui recommandent un indice de peroxyde inférieur ou égale à 20 meq d'O₂/kg .

D'autre part, les échantillons 1 et 2 extraits par le procédé industriel à trois phases et à deux phases respectivement enregistrent des indices de peroxyde inférieurs aux normes (9 meq d'O₂/ Kg et 5 meq d'O₂/ Kg) qui sont classés comme huiles d'olive vierge courante.

L'indice de saponification de l'échantillon 4 (274,18) extraite par le procédé artisanal est plus élevé que celui de les autres échantillons extraits par le procédé industriel. La norme établie par le **Codex stan 33, (2019)** recommande des indices de saponification entre 184 et 196 inférieurs à nos chiffres sauf que l'échantillon 3 qui est inférieur à la norme.

Les huiles d'olive de l'échantillon 3 et l'huile de l'échantillon 4 affichent des valeurs de point de fumée proches malgré qu'elles soient obtenues par des systèmes d'extraction différents. De plus, ces résultats sont inférieurs à la norme du **COI, (2019)** qui se situe entre 180 et 210°C, contrairement à l'huile de l'échantillon 1 et l'échantillon 2 dont le point de fumée est se trouve dans l' intervalle à cette norme.

On constate que nos échantillons présentent des indices de réfraction égaux et sont dans l'ensemble conformes aux normes fixées par le Codex-Stan 33, (2019) . On trouve après analyse chromatographique CPG que les échantillons constituées d'une grande variété des acides gras avec des quantités différentes avec une richesse remarquable de l'échantillon 2 en terme de la qualité et la quantité.

A la fin de ce travail, il y'a plusieurs des points de vues sont envisageables pour la poursuite de cette étude, parmi lesquelles :

- des analyses spectrales (infra rouge, florescence, la Résonance Magnétique Nucléaire RMN....).
- une caractérisation plus poussée et plus complète des huiles d'olive de ces régions par l'analyse des tocophérols, des composés phénoliques, de la composition des acides gras, des stérols.....
- étude de l'influence de la variété, les conditions environnementales de culture, des procédés d'extraction, de l'altitude et des conditions de stockage.
- une analyse par un échantillonnage plus grand.
- une appréciation organoleptique est recommandée

A.F.I.D.O.L. (2013) Association Française Interprofessionnelle de l'olive. Market olea, le marché mondial de l'huile d'olive. N° 20.p 01

Alarcon de lastra,E. Motilva ,V. Hemerrias, J.M et al. (2001) Mediterranean Diet and Health; biological important of olive oil / Current pharmaceutical disign, **2001**, N°7, PP.933-950.

Amourette, Mc. et Comet, G. (1998)Le livre de l'olivie. *Ed : La calade, France.*
pp : 13-74

Apfelbaum, M. Craplet, B. Dupin, H. Leusieur, B. et Bour. (2008) Le régime méditerranéen. *Biotechnol. Prog.* 45(1) : 12p.

Argenson, C. Régis, S. Jourdain, J.M. Vaysse, P. (1999) L'olivier. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. P 14

Audigie, J. Figarella, F. Zouszain, A. (1984) Manipulations d'analyse biochimiques. 1^{ère} édition, 4^{ème} tirage. Paris : Doin Editeur. 273 p.

Ben Abdeljelil, K. (2003) L'utilisation de matière grasse dans l'alimentation avicole : caractéristique nutritionnelle et recommandation pratique. P120.

Benabid, H. (2009) Caractérisation de l'huile d'olive Algérienne, apport des méthodes chimio métriques. Thèse de doctorat en science alimentaire ; université Mentouri Constantine. 30-67 p.

Bouchefra, A et Idoui, T. (2004) L'effet nutritionnel de l'huile d'olive vierge de la wilaya de Jijel sur les performances de croissance. Univercité de Jijel. Algérie.20-21.

Boudour, N. (1998) Etude comparative de la composition chimique de deux variétés d'huile d'olive issu de région de Guelma et Tademaït. Thèse de magistère, INATAA, université de Constantine. 138 p.

Caballerro, J. et Barranco, D. (1999) Identification et conservation des ressources génétiques: ressource génétiques, Madrid, 22p.

Cladoveo, M.L. Del Curatolo, D Gomes, T et al. (2007) Effet des différentes températures et atmosphère de stockage sur la qualité de l'huile d'olive de Conatina.Chimie alimentaire102, PP. 571-576.

CNUCED, (2006) Information sur l'huile d'olive; le marché: production et consommation.

- Codex Stan 33, (2019)** Normes pour les huiles végétales portant un non spécifiques, Amendé.
- COI, (2001)** Conseil Oléicole International. Norme commerciale applicable à l'huile d'olive et à l'huile de grignons d'olive, COI/T.15/NC n° 2/Rév. 10.
- COI, (2003)** Conseil Oléicole International. Normes commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI /T 15 /NC n°3/Rev.1.
- COI, (2006)** Normes internationales applicables aux huiles d'olives et aux huiles des grignons d'olive, COI /T 15 / NCN°3.
- COI, (2007)** Conseil Oléicole International. Techniques de production en oléiculture, 24p.
- COI, (2009)** Conseil Oléicole International. Norme commerciale applicable à l'huile d'olive et à l'huile de grignons d'olive, COI/ T 15/ NC n° 3/Rev 4 : 7-16.
- COI, (2013)** Conseil Oléicole Internationale. Guide de la gestion de la qualité de l'industrie de l'huile d'olive : les moulins, T. 33/ DOC. N°2, 10p.
- COI_a, (2019)** Conseil Oléicole International. Production mondiale de l'huile d'olive.
- COI_b, (2019)** Conseil Oléicole International. Consommation mondiale de l'huile d'olive.
- COI_c, (2019)** Conseil Oléicole International. Normes commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive, COI/T.15/NC n°3/Rév.
- Coutin, R. (2003)** Les insectes de l'olivier, *Insectes* ; Vol : 130, p19
- D.A.E, (2019)** Direction de l'Agriculture d'El-Oued. Evaluation de la mise en œuvre du programme de développement du programme oléicole. P 01
- 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 Grasse*, V LXXIX, pp : 245-249.
- Djadoun, S. (2011)** Influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive assistée par micro-ondes. Thèse de magistère en chimie. Université Mouloud Mmmeri, Tizi-Ouzou. P 14-16.
- Dugo, G. Turg , C. Pllicno, D. Mavrogenie V. et Pipitone, R. (2004)** Caractérisation d'huile d'olive vierge siciliennes *Olivae*, N 0101 :44-52.

FAO, (1979) Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Manuel of food quality control. Edition : 03 commodities. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. P 409.

Gerard, M. (2005) Les huiles végétales pures de la graine au pot d'échappement-un carburant vert: 2p.

Harwood, J.L. et Aparicio, R. (2000) Hand book of olive oil: analysis and properties. Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publications, Inc: 620p.

Hirsch, M. (2003) Rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments sur la question d'un éventuel bien être exposition à l'aspartame et tumeurs du cerveau. Maisons-Alfort, 9p.

Huelva, D.C. et Garcia, B. et Manuel, D. (2005) Organisation industrielle et évolution technique dans le secteur des huileries Analyse historique de la réalité espagnole. *Olivae*, N°21. Oléagineux, corps gras, lipides. Vol. 11, N°3, pp: 217-222.

I.T.A.F.V. (2003) Institut Technologique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne : La culture de l'olivier en intensif et choix variétal.

I.T.A.F.V. (2006) Institut Technologique de l'arboriculture fruitière et de la vigne EL HAMMA. Alger.

ISO, 660 (2012) Organisation Internationale de Normalisation : Norme internationale. Corps gras d'origines animal et végétal - détermination de l'indice d'acidité et de l'acidité. 2^{ème} édition 660.

ISO, 660 (2012) Organisation Internationale de Normalisation : Norme internationale. Corps gras d'origines animal et végétal - détermination de l'indice de peroxyde. 2^{ème} édition 660.

ISO, 660 (2012) Organisation Internationale de Normalisation : Norme internationale. Corps gras d'origines animal et végétal - détermination de l'indice de saponification. 2^{ème} édition 660.

ISO, 660 (2012) Organisation Internationale de Normalisation : Norme internationale. Corps gras d'origines animal et végétal - détermination de l'indice de réfraction. 2^{ème} édition 660.

Karleskind, A. Wolff, J.P. et Guthmann, J.F. (1992) Manuel des corps gras. Tome 2. Edition *Tec et Doc*, Lavoisier : Paris. PP: 1148-1299.

Kiritakis, A. et Osman, M. (1995) Effet du β carotène et de α -tocophérol sur la stabilité photo-oxydative de l'huile d'olive. *Ed: Rev Olivae*. 56: 25

- Kiritsakis, A.K. (1998)** Composition of olive oil. In olive oil from the tree to the table. Second Edition. Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, 006611, USA. pp. 113-154.
- Lazzeri Yvette, (2009)** Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture
- Lior, X. (2003)** The effects of fish oil, olive oil, oleic acid and linoleic acid on colorectal neoplastic processes; Clinical Nutrition, 22 (1), p71-79.
- Mendil, M. et Sebai, A. (2006)** Catalogue des variétés Algérienne de l'olivier : l'olivier en Algérie, N°1840.
- Montedoro, G. et al, (1992)** pectin's production from olive vegetation waters and its use in the mechanical olive oil extraction process to increase oil yields and improve quality, Ital, J. Food.
- Mordret, F. (1992)** Manuel des corps gras. Analyse des corps gras. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Tome 2. pp : 1147-1341.
- Mordret, F. Conférence Chevreuil. (1997)** Evolution des critères de qualité des huiles d'olives vierges- perspectives. *OCI*. V61. pp : 69-76.
- Moussay, I. Metzidakis, A. Gerardopoulos, D.G. (1995)** The effect of Field storage of koroneiki and mastoids olives on oil quality characteristics la Rivista Italiana. Delle Sostanze Grasse, vol LXXII. GIOGNO.
- Nanty, E. (1985)** Olivier et huile d'olive. Thèse de doctorat en pharmacie; université de Clermont-Ferrand I, 23p.
- Onudi, (2007)** Organisation des Unies pour le Développement Industriel. Guide du producteur de l'huile d'olive, 12p.
- Pelletier, X. Belbraouet, S. et Mirabel, D. (1995)** A diet moderately enriched in phytosterols lowers plasma cholesterol concentrations in normocholesterolemic humans. *Ann Nutr Metab*, 39: 291-295.
- Perrin, (1992)** Détermination de l'altération in KARLESKIND A : Manuel des corps gras. Tome 2
- Rallo, R. L. (1998)** Caractéristique de l'olivieraie traditionnelle. *Olivae*. N°72, 42 p.
- Ribereau-gayon, J. Peynaud, E. Sudraud, P. et Ribereau-gayon, P. (1982)**

Traité d'œnologie. Sciences et techniques du vin, Tome 3. Vinifications, transformation du vin, Paris, Dunod.

Roehlly, Y. (2000) La fabrication de l'huile d'olive : une étude bibliographique. CBEARC de Montpellier; pp: 6-22.

Rougereau, A. (1981) Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Techniques et documentation, Aparaia : Lavoisier. 245p.

Sanchez, A. (1999) Contribution à la connaissance analytique de l'huile d'olive algérienne. *Olivae*. N°57. pp : 50-53.

Sansoucy, R. (1991) Problème généraux de l'utilisation des sous-produits agroindustriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne.

Sifi, S ; Ben Hamida, J et Amamou, T. (2001) Impact du système de trituration des olives sur la qualité d'huile d'olive obtenue.

Su, Q. Rowle, K.G. Itsiopoulus, C. et Odea, K. (2002) Identification and quantization of major arylterpenoids unselected components of the Mediterranean diet: green leafy vegetables and olive oil. *Eur. J. Clin.* 56:1149p.

Talantikite, M. (1988) Etude comparative des principales variétés d'huiles d'olive d'Algérie. « Influence du raffinage sur leur qualité organoléptiques et nutritionnelles ». Thèse de Magister, INA Alger.

Tchiégang, C. Dandjouma, A. Kapseu, C. et Parmentier, M. (2005) Optimisation de l'extraction de l'huile par pressage des amandes de *Ricinus communis* L. *Journal of Food Engineering*, volume 68, issue1, pp 79-87.

Tlidjane et Sassane, (2014) Caractérisation physico-chimiques d'huile d'olive Algérienne (Constantine et collo). Mémoire d'ingéniorat de l'INATAA ; Université Mentouri Constantine pp : 34-41.

Tremolières, J. Serville, Y. Jacqot, R. et Dupin, H. (1980) Manuel d'alimentation humaine. Tome 1: les bases de l'alimentation. Edition : E.S.F. Paris. 553p.

Uzzan, A. (1992) Olive et l'huile d'olive in KARLESKIND. A, manuel des corps gras. Tome 1. Ed: Technique et documentation. LAVOISIER Paris. pp: 221-228.

Vican, P. (2006) L'huile d'olive : historique, variétés, origines, vertus thérapeutique et Recette. Edition "ANAGRAMME", 48, Rue de pont, 10p.

Villa, P. (2003) La culture de l'olivier: les variétés, les différents types de culture, les tailles, les engrais, les soins, la récolte et la production d'huile d'olive. Edition : De Vecchi S.A, Paris.25p

Xavier, P. (2012) Technologies des corps gras (huile et graisse végétales). Edition techniques de l'Ingénieur. Paris. pp: 1-17.

Annexes n 01: Réactifs des paramètres chimiques**➤ Acidité**

- Solution oxyde diéthylique/éthanol ;
- Solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0.1 N ;
- Solution de phénolphthaléine à 1%.

➤ Indice de peroxyde

- Chloroforme ;
- Acide acétique ;
- Solution d'iodure de potassium (KI) ;
- Eau distillée ;
- Empois d'amidon ;
- Solution de thiosulfate de sodium Na_2SO_3 à 0.01N.

➤ Indice de saponification

- Solution éthanolique d'hydroxyde de potassium à 0.1% ;
- Solution de phénolphthaléine 1% ;
- Solution d'acide chlorhydrique à 0.5N.

➤ CPG

- Méthanol
- hydroxyde de potassium (KOH)
- Hexene

Annexe n 02 : Pourcentage de l'acidité des huiles d'olive selon les communes

Commune	Acidité(%)
Echantillon 01	E=2.25
Echantillon 02	E=2.48
Echantillon 03	E=4.5
Echantillon 04	E=5.6

NB : E= essai

Annexe n 03: Indice de peroxyde en meq d'O₂/Kg d'huile d'olive selon les commune

Commune	Indice de peroxyde (meq d'O₂/ Kg)
Echantillon01	E=09
Echantillon02	E=05
Echantillon 03	E=24
Echantillon 04	E=25

NB : E= essai

Annexe n 04 : Indice de saponification des huiles d'olive selon les communes

Commune	Indice de saponification (mg/g)
Echantillon 01	E=224.8
Echantillon02	E= 207
Echantillon 03	E=172.22
Echantillon 04	E=274.8

NB : E= essai

NB : E= essai

Annexe n 14: Point de fumée des huiles d'olive selon les communes.

Commune	Point de fumé (°C)
Echantillon 01	E =180
Echantillon02	E=190
Echantillon03	E=172
Echantillon04	E=162

NB : E= essai

Annexe n 15 : Indices de réfraction des huiles d'olive selon les communes

Commune	Indice de réfraction
Echantillon 01	E= :1,4685
Echantillon02	E= 1,4685
Echantillon03	E= 1,4685
Echantillon04	E=1,4685

NB : E= essai