

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Biologiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAJESTER

EN SCIENCES BOILOGIQUES

Option :Oléiculture et Oléotechnie

THEME

**Influence du type d'emballage et de la durée
d'entreposage sur la qualité de l'huile d'olive
vierge**

Présenter par : Mme Ait Oumessaoud Malha

Melle Doufene Fatiha

Devant le jury :

Président : M^{me} Hedjal

Promoteur : M^rBenganna M

Examinatrices : M^r Sadoudi

M^{elle} kerbel

Année 2016/2017

Remerciements

Avant toute chose, nous implorons le bon dieu tout puissant de nous Avoir donné le courage, la patience et la volonté pour atteindre notre Objectif et présenter cet humble travail.

A l'issu de ce travail, nous tenons à adresser nos remerciements a :
Notre promoteur **Mr Benganna M.** Maitre-assistant et chargée de Cours au département d'agronomie de **l'U.M.M.T.O.**, d'avoir accepté De nous encadrer, de ses précieux conseils, son soutien durant toute la Réalisation de ce travail, sa disponibilité et son aide.

Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciements à **M^{me} : Hadjal .M** pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury de notre Mémoire.

Nous tenons aussi à adresser nos sincères remerciements à **Mr Sadoudi** et **M^{elle} Kerbel S** d'avoir accepté d'examiner ce modeste Travail.

Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidés de près Ou de loin à réaliser notre travail.

En fin, nous remercions nous familles et nous parents qui ont semés En nous amour des études, et qui n'ont jamais cessé de nous apporter Soutien et force.

Dédicace

A ma mère qui ma aider dans mon chemin d'étude et pour sa présence et son soutien durant ces, nombreuses, années d'études.

A mon cher époux qui a été toujours avec moi et qui n'a pas cessé de m'aider pour atteindre mes objectifs.

A mon fils **Ilyes**

A mes frères et mes sœurs

A toute ma famille

A ma binôme **Fatiha** et toute sa famille

A mes amies **Katia, Dyhia, Maya, Loundja, Feroudja, Samira**

A toute la promotion d'oléiculture et oléotechnie 2016/2017

Et a tous qui nous ont aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Dédicaces

A mes chers parents

En témoignage de ma connaissance pour leur patience, leur sacrifices et leur

Soutien tout au long de mes études.

Que dieu leurs prête sante.

*

A mes chers frères Malik et Nassim

A mes chers sœurs Karima et Nassima

A toute ma famille

A tous mes ami(e)s

(samira, ghenima, yamina, massi, younes, thafsouth, lila, saliha, nouara, lamia,)

*

Mes spéciales dédicaces pour ma binôme Malha et toute sa famille

*

A tous ceux qui nous ont aidés pour la réalisation de ce travail

*

A toute la promotion : Oléiculture 2016/2017

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

*

Que Dieu le tout puissant vous procure continuellement santé, bonheur et tranquillité.

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale	1
Synthèse bibliographique	
I. Composition chimique de l'huile d'olive	
1. Composition chimique de l'huile d'olive	2
1.1. La fraction majeure	2
1.1.1. Les acides gras	2
1.1.2. Les triglycérides	3
1.2. La fraction mineure	4
1.2.1. Les stérols	4
1.2.2. Les alcools	5
1.2.3. Les composés phénoliques	6
1.2.4. Les tocophérols	7
1.2.5. Les hydrocarbures	7
1.2.6. Les pigments	8
1.2.1. Altération des corps gras	9
1.2.1.1. Types d'altération des corps gras	9
A. Oxydation	10
B. Hydrolyse	10
C. Altération thermique	10
II. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive	11
1. Les facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive	11
1.1. Effets du climat	11
1.2. Effet de la maturation	11

1.3. La récolte	11
1.4. Conditions de stockage	12
1.5. L'influence du système d'extraction	12
1.6. Facteurs géographique	13
III. Qualité de l'huile d'olive	
1. Dénomination et définition	14
1.1. L'huile d'olive.....	14
1.1.1. L'huile d'olive vierge	14
1.1.1.1. Les huiles d'olives vierge propres à la consommation	14
A. L'huile d'olive vierge extra	14
B. L'huile d'olive vierge	14
C. L'huile d'olive courante	14
1.1.1.2. L'huile d'olive vierge non propre à la consommation en l'état dénommée l'huile d'olive vierge lampante	14
1.2. L'huile d'olive raffinée	14
1.3. L'huile d'olive	15
2. Evaluation sensorielle.....	15
2.1. Les attributs positifs	15
2.2. Les attributs négatifs	15
3. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive	16
3.1. L'huile d'olive et les maladies cardiovasculaires	16
3.2. L'huile d'olive et les troubles gastriques	16
3.3. L'huile d'olive et le diabète	17
3.4. L'huile d'olive et le stress oxydative	17
3.5. L'huile d'olive et friture	17
3.6. L'huile d'olive et la tension artérielle	18
IV. Emballage et conditionnement de l'huile d'olive	
1. Définition	19
2. Fonction d'emballage	20

3. Différents matériaux d'emballage	21
3.1. L'emballage en verre	21
3.1.1. Définition	21
3.1.2. Caractéristiques du verre	21
3.1.3. Les inconvénients du verre	22
3.1.4 Utilisation du verre	22
3.2. Les matières plastiques	23
3.2.1. Les thermodurcissables	23
3.2.2. Les thermoplastiques	23
3.2.3. Caractéristiques spéciales des emballages plastiques	25
3.3. Emballage métallique	26
3.3.1. Utilisation des emballages métalliques	26
3.3.2. Les avantages et les inconvénients des emballages métalliques.....	27
3.4. Emballage tétra pack	27
3.4.1. Définition	27
3.4.2. Constituants de l'emballage tétra pack	27
3.4.3. Propriétés de l'emballage tétra pack	27
3.5. Papier	27
3.6. Le bois	28
3.6.1. Les avantages et les inconvénients du bois	28
3.7. L'argile	28
3.7.1. Caractéristiques de l'argile	28
4. Le cycle de vie des emballages	29
5. Règlementation des matériaux d'emballage	30
6. Interaction contenant- contenant	30
Partie expérimentale	
I. Matériels et méthodes	
1. Extraction de l'huile	31
2. Matériels	32

3. Méthodes d'analyse	
3.1. Analyse physique	32
3.1.1. Teneur en eau et en matière volatils	32
3.1.2. Absorbance en UV	33
3.2. Analyse chimique	33
3.2.1. Acidité	33
3.2.2. Indice de peroxyde	34
3.2.3. Teneur en chlorophylle et en caroténoïdes	34
3.2.4. Teneur en polyphénols totaux	35
3.2.5. Indice d'iode	36
3.2.6. Les acides gras	36
3.2.7. Le test de schaal	36

II. Résultats et discussions

II.1. Analyse physique	37
II.1.1. Teneur en eau et en matières volatils	37
II.1.1.1. Absorbance dans l'UV	38
A. Absorbance dans l'UV a 232nm	38
B. Absorbance dans l'UV a 270nm	39
II.2. Analyses chimiques :	41
II.2.1. Acidité :	41
II.2.2. Indice de peroxyde	42
II.2.3. Indice d'iode	44
II.2.4. Les pigments	45
II.2.4.1. Les chlorophylles	45
II.2.4.2. Les caroténoïdes	47
II.2.5. Les composés phénoliques	48
II.2.6. Composition en acides gras	50
II.2.7. Test de Shaal.....	52

Conclusion général54

Références bibliographique

Annexes

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius.

COI: Conseil oléicole international.

UV: Ultra Violet

HDL: High Density Lipoprotéin.

LDL: Low Density Lipoprotéin.

nm: Nanomètre.

Meq : Milliéquivalent.

Ii: Indice d'iode.

IP: Indice de Peroxyde.

K₂₃₂ : Coefficient d'extraction spécifique à 232nm.

K₂₇₀ : Coefficient d'extraction spécifique à 270nm.

ppm: Partie par million.

VV : Verre vert.

VT : Verre transparent.

I.T.A.F.V : Institut Technique D'arboriculture Fruitière et de la Vigne.

ASTM: American Society Testing and Materiel.

PEHD : le polyéthylène haute densité,

PEBD : Polyéthylène basse densité.

PP : Le polypropylène.

PS : Polystyrène.

PA : Polyamide.

PET : Polyéthylène Téréphtalate.

PVC : Chlorure de Polyvinyle.

Liste des figures :

Figure 1 : Les principaux stérols de l'huile d'olive.

Figure 2 : les principaux dialcools triterpéniques des huiles d'olive.

Figure 3 : les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive

Figure 4 : Structure général d'un tocophérol.

Figure 5 : Structure général d'un squalène.

Figure 6 : structure d'un β -carotène.

Figure 7 : Schéma récapitulative du cycle de vie des emballages.

Figure 8: évolution de la teneur en eau et matières volatiles (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Figure 9: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 232 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé

Figure 10: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 270 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé

Figure 11: évolution de l'acidité (%) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Figure 12: évolution de l'indice de peroxyde (meq d' O_2 /Kg d'huile d'olive) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Figure 13: Evolution de l'indice d'iode (**g d'iode / 100g d'huile**) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Figure 14: évolution de la teneur en chlorophylle dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage.

Figure 15 : évolution de la teneur en caroténoïdes dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Figure 16 : évolution de la teneur en composés phénoliques (ppm) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Figure 17 : évolution de teste de schaal dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Figure 18 : Courbe étalon pour le dosage des composés phénoliques.

Liste des tableaux :

Tableau I : composition en acides gras d'une huile d'olive.

Tableau II: composition de l'huile d'olive en triglycéride.

Tableau III: Pourcentage de différentes glycérides dans l'huile d'olive.

Tableau IV: les principales altérations des corps gras.

Tableau V: les matières plastiques utilisées dans l'industrie alimentaire.

Tableau VI: Les avantages et inconvénients des emballages métalliques.

Tableau VII: Les avantages et inconvénients de l'emballage en bois.

Tableau VIII : évaluation de la teneur en eau et matières volatiles (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau IX: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 232 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau X: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 270 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau XI : évolution de l'acidité (%) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau XII: évolution de l'indice de peroxyde (**meq d'O₂/Kg d'huile d'olive**) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau XIII : Evolution de l'indice d'iode (**g d'iode/ 100g d'huile**) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau XIV: Evolution de la teneur en chlorophylle (**ppm**) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tableau XV: évolution de la teneur en caroténoïdes dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage

Tableau XVI: Evolution de la teneur en composés phénoliques (**ppm**) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Tableau XVII : évolution des acides gras (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Tableau XVIII: Evolution de la teneur du teste de schaal dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Introduction

Introduction

L'huile d'olive vierge est extraite des olives par des techniques physiques et à froid. Cette huile est assimilée à « un jus d'olive ». Sur le plan chimique, l'huile d'olive vierge, est composée de deux fractions : une majeure (98 à 99%) et une autre mineure de 1 à 2%. La fraction majeure est représentée essentiellement par l'acide oléique (53 à 83%), acide palmitique (10 à 15%) et l'acide linoléique (8 à 14%). La fraction mineure est constituée de plus de 200 constituants appartenant à différentes familles chimiques dont les principales sont : les squalènes, les phytostérols, tocophérols, les phénols, alcools terpéniques ..etc. Ces constituants mineurs sont responsables de ces caractéristiques sensorielles, à la différence des autres huiles végétales. De plus, les vertus thérapeutiques de l'huile d'olive sont attribuées à la composition en acides gras et certains constituants mineurs (**Lopez et al., 2014**).

La qualité de l'huile d'olive vierge est influencée par de nombreux facteurs tels que : la variété d'olivier, les conditions environnementales, le récolte, le stockage des olives, la technologie d'extraction et enfin le type de conditionnement et les conditions et sa durée d'entreposage.

Au cours de son entreposage, l'huile subit principalement deux types d'altération : hydrolyse des triglycérides et l'oxydation des acides gras. L'oxydation est une réaction lente et longue, et aboutit à l'apparition du goût rance. La vitesse de cette réaction dépend de plusieurs facteurs dont le principal est le type d'emballage utilisé. Dans la pratique, plusieurs types d'emballages sont utilisés pour conditionnée l'huile d'olive vierge. Le choix d'un type d'emballage dépend de plusieurs facteurs : de sa disponibilité, de son coût, et le type de marché ciblé.

Dans la présente étude, l'huile d'olive vierge, de la variété Chemlal, est conditionnée dans deux types d'emballage (verre transparent et verre opaque vert) et stockée pendant six mois à la température ambiante et à la lumière du jour. La qualité de l'huile est mise en évidence par des analyses physico-chimiques.

Partie I

Synthèse des données bibliographiques

Chapitre I

Composition chimique de l'huile d'olive

1. Composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive vierge est un système chimique complexe constitué de plus de 250 composés (Angerosa F.al., 2004 ; Kiritsakis.A., 1993). La composition chimique de l'huile d'olive change selon la variété, les conditions climatiques et l'origine géographique (Daoudi F.D., et al., 1981). Les composés chimiques de l'huile sont généralement classés en deux fractions : une fraction majeure et une fraction mineure.

1.1. La fraction majeure

1.1.1. Les acides gras

Les acides gras sont des acides carboxyliques à longue chaîne carbonée linéaire à nombre pairs (majoritaires) et impairs d'atomes de carbone dont le nombre varie de 14 à 24. Ce sont des constituants des graisses et des lipides membranaires. Leur chaîne aliphatique est soit saturée (AGS), soit mono (AGMI) ou polyinsaturée (AGPI) (Frenot et al., 2001). L'huile d'olive est constituée en moyenne de 72% d'acide gras mono-insaturés (AGMI), de 14% d'acide gras polyinsaturés (AGPI) et de 14% d'acide gras saturés (AGS) Harwoodj.L, 2000).

Des normes telles que celle du **Codex Alimentarius** régulent cependant cette variabilité en plaçant des limites hautes et basses sur les proportions de chacun des acides gras qui sont montré dans le tableau I, ci-dessous ;

Tableau I : Composition en acide gras d'une huile d'olive (Veillet S., 2010)

Acides gras	Formule brute	Olivier et al (2003)%	Codex alimentarius (2003) %
Acide myristique	C14 :0	Tr	<0,1
Acide palmitique	C16 :0	7,5-15,6	7,5-20
Acide palmitoléique	C16 :1n-7	0,3-1,9	0,3-3,5
Acide margarique	C17 :0	0,3	0,5
Acide margaroléique	C17 :1n-8	0,5	0,6
Acide stéarique	C18 :0	1,4-3,4	0,5-5
Acide oléique	C18 :1n-9	60,9-82,1	55-83
Acide vaccinique	C18 :1n-7	0,7-3,6	-
Acide linoléique	C18 :2n-6	4,5-16,1	3,5-21
Acide linoléinique	C18 :3n-3	0,4-1,2	1,5
Acide arachidonique	C20 :0	0,3-0,5	0,8

Acide gadoléique	C20 :1n-9	0,2-0,5	-
Acide béhénique	C22 :0	0,2	0,2
Acide lignocérique	C24 :0	0,1	1

1.1.2. Les Triglycérides

Les triglycérides sont les principaux constituants de l'huile d'olive vierge. Un glycéride est un ester d'acides gras avec le glycérol (alcool tertiaire). Le tableau N°II, ci-dessous, montre le pourcentage des triglycérides, des di-glycérides et des mono-glycérides de l'huile d'olive.

Tableau II : Pourcentage de différentes glycérides dans l'huile d'olive

Constituants	Pourcentage
triglycérides	97-98%
di glycérides	2-3%
Mono glycérides	0,1-0,25%

Les teneurs en di-glycérides et en mono-glycérides augmentent, suite à l'hydrolyse des en triglycérides, en libérant des acides gras libres jusqu'à atteindre respectivement 20% et 4% (**Cimato, 1990**).

Les triglycérides sont couramment désignés par trois lettres correspondant aux abréviations des acides gras qui estérifient le glycérol. Ainsi à titre d'exemple, OOO est le trioléoyl glycérol ou trioléine et POO, le pamiroyl, dioléoyl glycérol ou palmitoyldioléine. Les triglycérides qui se trouvent dans des proportions significatives dans l'huile d'olive sont représenté dans le tableau III, ci-dessous.

Tableau III : Composition de l'huile d'olive en triglycéride (**Ryan et al., 1998**)

Nature	% triglycérides
OOO	40-60
POO	10-20
OOL	10-20
POL	5-7
SOO	3-7

1.2. La fraction mineure

Les constituants mineurs de l'huile d'olive sont des indicateurs de son authenticité (**Harwood J.L. et Aparicio R., 2000**), de même que ses caractéristiques sensorielles (**Ollivier D. et al., 2007**). L'huile d'olive vierge se caractérise par son parfum délicat et unique.

1.2.1. Les stérols

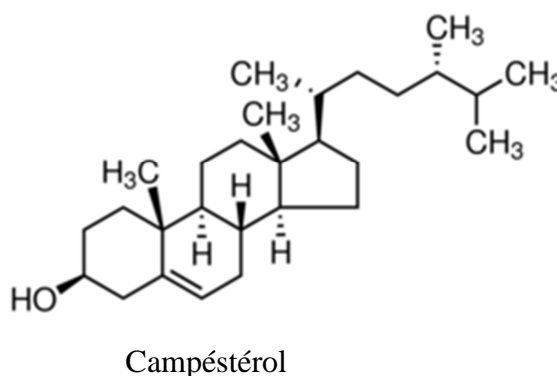
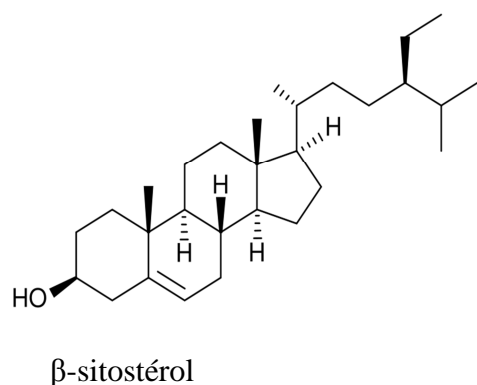
Les stérols végétaux, appelés phytostérols, occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable, constituants non glycéridique des huiles, et ils représentent en poids environ 50% de l'insaponifiable. Sont aussi des composés chimiques ayant une structure similaire à celle du cholestérol et ils appartiennent au même groupe chimique (**Arnaud, 1985**).

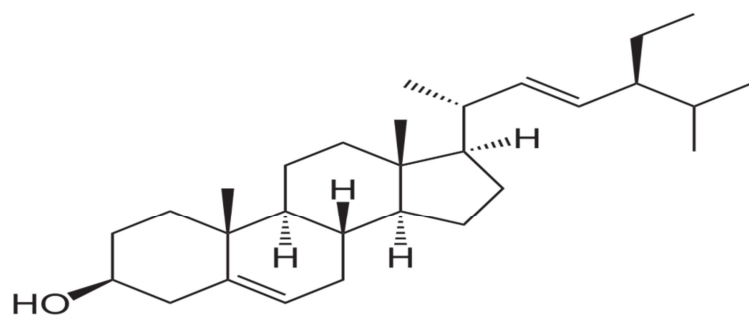
Le patrimoine en phytostérols de l'huile d'olive est singulier. En effet, c'est la seule huile qui contient un taux particulièrement élevé de β -sitostérol, substance qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol (**Osland .R.E, 2002**).

❖ Les principaux stérols de l'huile d'olive :

- Stigmastérol.
- β -Sitostérol.
- Campésterol

Nous représentons dans la figure 1 les structures des principaux stérols de l'huile d'olive.



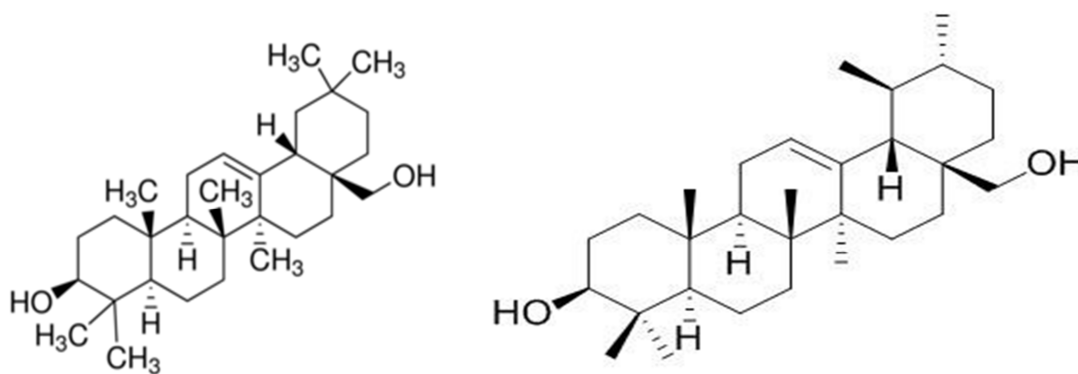


Stigmastérol

Figure 1 : Les principaux stérols de l'huile d'olive.

1.2.2. Les alcools

Les dialcools tri-terpéniques : La fraction insaponifiable de l'huile d'olive contient deux composés alcooliques tri-terpéniques pentacycliques : l'erythrodiol et l'uvaol. La détermination de ces deux composés peut être utile pour la détection de l'huile de grignon dans l'huile d'olive vierge (Sánchez Casas. J et al., 2004).



Erythrodiol

uvaol

Figure 2 : les principaux dialcools triterpéniques des huiles d'olive.

Les Alcools tri terpéniques : Le composant dominant de cette famille est le 24-méthylène-cycloarthénol. Le premier triterpène synthétisé chez l'olivier est le cycloarthénol qui est obtenu suite à une cyclisation du squalène (López-López. A et al., 2008).

Les alcools aliphatiques : Les alcools aliphatiques les plus importants rencontrés dans l'huiles d'olive sont le Docosanol C22, tétracosanol C24 et hexacosanol C26. Selon les auteurs (Rivera delÁlamo R. et al., 2004 ; López-López. A et al., 2008) le mode d'extraction des huiles influence fortement la teneur en alcools aliphatiques.

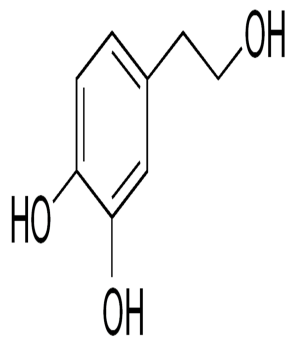
1.2.3. Les composés phénoliques

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'huile d'olive est sa richesse en composés phénoliques. Ces composés sont des antioxydants qui contribuent à la bonne stabilité de l'huile, en augmentent sa résistance à l'auto-oxydation. Ils ont un pouvoir de piéger les radicaux libres et confèrent à l'huile des caractéristiques sensorielles et nutritionnelles intéressantes (**Perrin, 1992 ; Manai, 2006**).

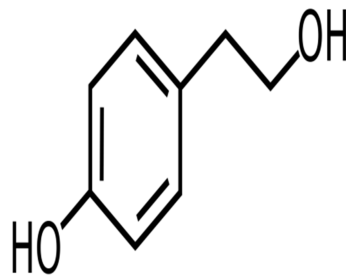
Les composés phénoliques de l'huile sont originaires du fruit. Ils sont transférés dans l'huile durant le processus de trituration. Ce passage dans l'huile s'effectue déjà dans l'olive, le processus de l'extraction ne fait que réduire leurs concentration (**Bronnes A et al., 2002**).

Les principaux composés phénoliques sont :

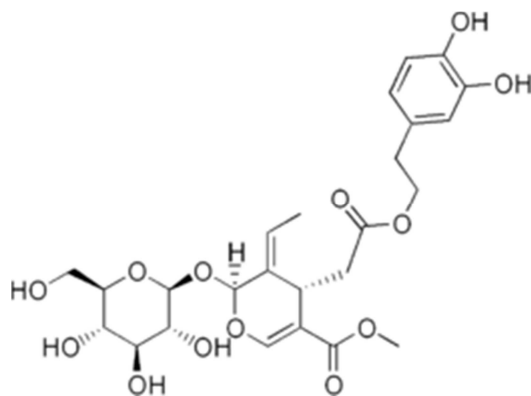
- ✓ Hydroxytyrosol(HT).
- ✓ Le tyrosol (T).
- ✓ L'oleuropéine.



Hydroxytyrosol



tyrosol



Oleuropéine

Figure 3 : les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (**Ocakoglu D. et al., 2009**)

Les substances chimiquement dérivées de l'hydroxytyrosol et l'oléuropeine sont les responsables de l'amertume de fruit (AMIOT *et al.*, 1989).

1.2.4 Les tocophérols

Les tocophérols sont reconnus pour leur double action bénéfique. En effet, ils ont tout d'abord l'atout d'être une vitamine liposoluble (vitamine E) et ont également une forte activité antioxydante (Burton G.W. *et al.*, 1986). La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable (Boskou D. *et al.*, 2006), elle oscille entre 5 et 300ppm, elle est en général supérieure à 100ppm dans l'huile de bonne qualité, avec environ 95% d'alpha tocophérol (Perrin, 1992).

Le différent tocophérol se distingue entre eux par le nombre et la localisation des groupes méthyles (Uzzan, 1992).

Le contenu en tocophérols de l'huile d'olive dépend étroitement de la variété et atteint son niveau maximal durant la première étape de récolte.

On distingue quatre types de tocophérols :

- ✓ Alfa-tocopherol.
- ✓ Beta-tocopherol.
- ✓ Gama-tocopherol.
- ✓ Delta-tocopherol.

La figure 4 illustre la structure chimique de l' α -tocophérol.

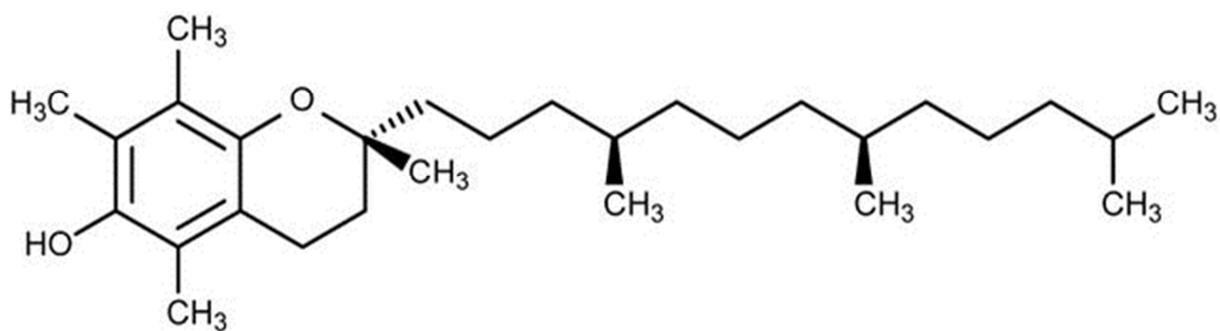


Figure 4 : Structure général d'un tocophérol.

1.2.5. 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 (figure 5) 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.

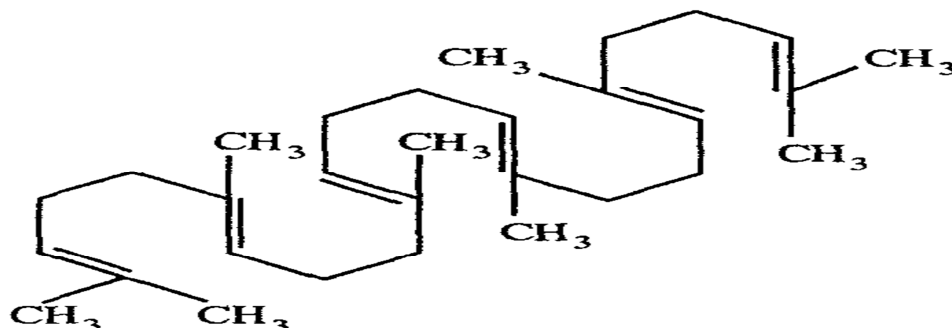


Figure 5 : Structure général d'un squalène.

1.2.6. Les pigments

La coloration de l'huile d'olive vierge est due essentiellement à la présence de pigments colorants appartenant à la famille des caroténoïdes et des chlorophylles.

- ❖ **Les caroténoïdes** : sont des substances naturelles qui jouent le rôle de pigment de couleur jaune à rouge dans beaucoup de fruits et légumes, le plus connue et le bêta-carotène (**Neve, 2002**)

Les principaux caroténoïdes présents dans l'huile d'olive sont la lutéine 30 à 60%, le bêta-carotène 5 à 15% (figure 6) et les xanthophylles (**Karleskind, 1992**).

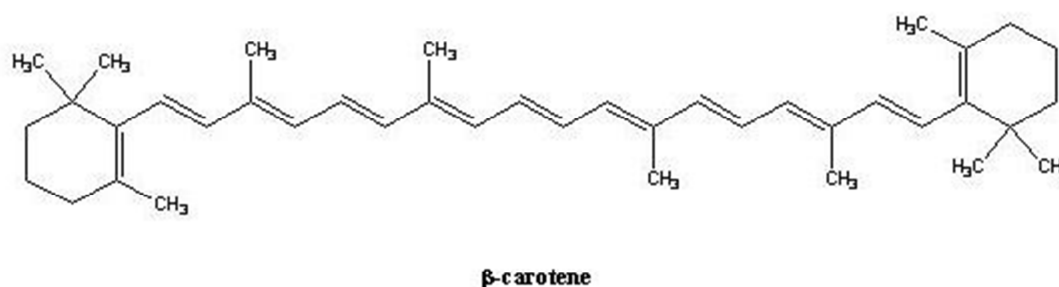


Figure 6 : structure d'un β-carotène.

- ❖ **Les chlorophylles** peuvent agir en photosensibilisateurs. En présence de la lumière, ils produisent de l'oxygène singlet (**Rahmani, 1989 ; Kiritsakis et Osman, 1995**) favorisant ainsi la photo-oxydation de l'huile d'olive, alors qu'à l'obscurité ces pigments ont un pouvoir antioxydant (**Kiritsakis et Osman, 1995**)

1.2.1. Altération des corps gras

Tout les corps gras subissent au cours de leur conservation ou de leur utilisation des altérations oxydatives. Les principaux composés oxydables sont les acides gras insaturés, à l'état libre ou estérifiés en triglycérides, d'autres composés de nature lipidique sont par ailleurs oxydables : vitamines liposolubles, stérols.... Le phénomène d'oxydation des acides gras conduit à une dégradation organoleptiques, avec apparition d'une flaveur caractéristique « rance » qui modifie la qualité marchande du produit.

1.2.1.1. Types d'altération des corps gras

L'hydrolyse et l'oxydation sont les principales voies d'altération des corps gras au cours de leur production, du stockage et de la transformation des huiles, et les facteurs déclenchent ces deux voies d'altération sont décrites dans le tableau N° ci-dessous

Tableau IV : Les principales réactions d'altération des corps gras

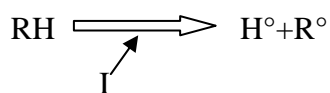
Altérations	Facteurs déclenchant	Composés produits
Hydrolytique (Pokorny, 2003)	Eau Enzymes	Formation de : Acide gras libre, glycérides partiels (mono et di-glycérides)
Oxydative : la stabilité des corps gras à l'oxydation est influencée négativement par l'air, la lumière et plus précisément par l'énergie rayonnée par les radiations courtes(UV). Les traces métalliques (Fe et surtout Cu) sont des catalyseurs d'oxydation, (Pokorny, 2003)	Air	1-Formation de composés volatils responsables du phénomène de rancissement. 2-Formation de produits non volatils : Composés polaires d'oxydation, polymérisés ou non polymérisés.
Thermique (Armelle, 2004)	chauffage	Réactions de polymérisation, cyclisation.

A. Oxydation

- **Mécanisme réactionnel d'oxydation** : Les réactions d'oxydation se déroulent en trois étapes successives

Initiation

En présence d'un initiateur (I), les lipides insaturés (RH) perdent un atome d'hydrogène pour former un radical libre centré sur le carbone (R°).



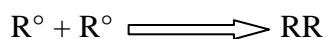
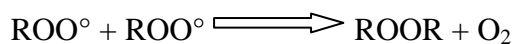
Propagation

Le radical libre, très réactif, fixe une molécule d'oxygène, pour former un radical hydroperoxyde instable, centré sur l'oxygène. Celui-ci arrache à son tour un hydrogène d'un deuxième acide gras, formant un hydroperoxyde non radicalaire plus stable, mais générant une nouvelle espèce radicalaire sur le deuxième acide gras.



Terminaison

Pendant cette phase, les espèces radicalaires réagissent entre elle pour donner des espèces non radicalaire, mettant ainsi fin aux cycles réactionnels.



B. Hydrolyse

L'hydrolyse des lipides sont principalement le fait d'enzymes lipolytiques. Pour les noix et les graine, il s'agit de lipases, de phospholipases et d'estérase. Les lipases et les estérases hydrolysent les liaisons ester de glycéride et libèrent à partir des triglycerides des acides gras, des diglycérides et des monoglycérides. Les acides gras libres formés peuvent ensuite servir de substrats pour les réactions d'oxydation (Yaacoub.R., 2009)

C. Altération thermique

Le chauffage des lipides à des températures supérieures à 100 voire 150°C, conduit à la formation de polymères, de composés cycliques ou isomérisés.

Chapitre II

Les facteurs influencant la qualité de l'huile d'olive

1. Les facteurs influencent la qualité de l'huile d'olive

1.1. Effets du climat

Le climat exerce une grande influence sur la qualité du fruit, à noter que dans les milieux les plus froids, les olives risquent de geler et de donner ainsi une huile de qualité infime, dont la saveur rappelle le colle des bois (Civantos, 1986 ; Fontanazza, 1988 ; Cavusoglu et al., 1990) par contre la température élevée diminue la synthèse des stérols, du squalène, de l'acide oléique et de certains glycérides (Aparicio et Luna, 2002).

1.2. Effet de la maturation

Le degré de maturation des olives au moment de la trituration, affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction des huiles qui sont produites comme suite :

- Au stade de maturité précoce (stade vert), les olives sont peu riches en huile et donnent un produit très susceptible à l'oxydation de par sa teneur exceptionnellement élevée en pigment chlorophyllien, favorisent l'oxydation en présence de lumière et l'huile issue d'olives vertes est également moins riche en composés phénoliques.
- A maturité complète (stade noir), il y a une influence négative sur le taux des composés mineurs responsables des attributs sensoriels de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) et sa stabilité à l'oxydation. Les olives donnent des huiles moins aromatisées, moins riches en composés phénoliques à activité antioxydante.

Ainsi, pour assurer une production oléicole de qualité, il faut procéder à la récolte à un stade optimal de maturité. L'époque optimale de récolte doit être déterminée pour chaque variété d'olive et par région oléicole, en prenant en considération les objectifs suivants :

- Une teneur maximale en huile dans les fruits
- Une huile meilleure qualité
- Un coût aussi faible de la récolte (Ouaouch et Chimi, 2007).

Les paramètres qui mesurent l'état d'oxydation des huiles (acidité, indice de peroxyde) indiquent une détérioration progressive de la qualité de l'huile au fur à mesure de l'avancement de la maturation (Koutsaftakis et al., 2000).

1.3. La récolte :

Il y a lieu de tenir compte de deux facteurs dans la récolte : l'époque et le système.

(**Chemorics International, 2006**). En effet, l'époque de récolte des olives est liée directement au degré de maturité des olives qui affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction en huiles. Aussi, pour assurer une production oléicole de qualité, il faut procéder à la récolte à un stade optimal de maturité. L'époque optimale de la récolte doit être déterminée en réalisant des contrôles périodiques de l'indice de maturité ou d'analyses des olives (extraction chimique ou à l'oléidoseur) (**Friaz Luiz et al., 1991**)

Les fruits ramassés du sol subissent une série d'altérations qui se traduisent par une augmentation de l'acidité et une détérioration de la qualité organoleptique de l'huile extraite de ses olives (**Barranco et al, 2001**). Quant au système de récolte, il faut utiliser les systèmes qui ne détériorent pas l'olive en produisant des blessures, cassure des rameaux ou de bourgeons.

1.4. Conditions de stockage

La qualité de l'huile d'olive est liée au mode et à la durée de stockage des olives avant l'extraction (**Rayan et al., 1998**). En effet, plus la durée de stockage est longue, plus l'acidité libre dans le fruit est importante, ce qui déprécie et dégrade la qualité organoleptique de l'huile extraite.

L'huile d'olive doit être conservée soigneusement à tous les stades jusqu'au moment où elle est mise à la consommation. Les conditions de stockage (la durée, la température,...) ont un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde, la stabilité, la couleur, la composition en acides gras et en tocophérols (**Pereira et al., 2002**).

1.5. L'influence du système d'extraction

La dilution des pâtes d'olives avec l'eau chaude dans le système d'extraction par centrifugation. Se traduit par une réduction de la teneur en antioxydants naturel (phénols totaux, O-diphénols, Alcools) des huiles produite. Cela est due à la solubilité de ces substances dans l'eau, les huiles produites par les systèmes de pression et de percolation sont plus riches en antioxydants naturels, en outre, les huiles obtenues par le système de pression présentent des caractéristiques sensorielles indésirables (odeur de ferment, odeur de moisi ... etc.) par rapport à celle obtenues par le système de centrifugation à trois phases.

1.5. Facteurs géographiques

Les olives cultivées dans différentes zones géographiques présentent des caractéristiques différentes. La qualité de l'huile d'olive est affectée par l'altitude. Cette dernière affecte la composition de l'huile d'olive en acides gras, principalement l'acide oléique. Les olives cultivées à haute altitude donnent des huiles riches en acides gras mono insaturés, bien que les olives cultivées à faible altitude donnent des huiles riches en acides gras saturés donc plus stable. De même elle présente un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode et la teneur en polyphénols (**Ranalli, 1999**).

Chapitre III
Qualité de l'huile d'olive

1. Dénomination et définitions

Les différentes appellations de l'huile d'olives selon le conseil oléicole international, 2015

1.1. L'huile d'olive est l'huile 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. Elle est commercialisée selon les dénominations et définitions ci-après :

1.1.1. Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autre procédés physique dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas l'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

1.1.1.1. Les huiles d'olive vierge propres à la consommation en l'état comportent :

- A) **L'huile d'olive vierge extra** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 gramme pour 100 grammes ;
- B) **L'huile d'olive vierge** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2 grammes pour 100 grammes ;
- C) **L'huile d'olive vierge courante** : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes ;

1.1.1.2. Les huiles d'olive vierge non propre à la consommation en l'état dénommée huile d'olive vierge lampante est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieur à 3,3 grammes pour 100 grammes. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.

1.2. L'huile d'olive raffinée est l'huile d'olive obtenue par des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 gramme pour 100 grammes.

1-3/ l'huile d'olive est l'huile constituée par le coupage d'huile d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1 gramme pour 100 grammes.

2. Evaluation sensorielle :

Les propriétés organoleptiques sont les critères les plus anciennement utilisées pour distinguer la qualité d'une huile (**Salvador et al., 2000**).

L'évaluation organoleptique de l'huile vierge est en fonction des attributs positifs et négatifs. Le classement des huiles d'olive vierges en fonction de ces attributs est déterminé par un jury dégustateurs sélectionnés et entraînés (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

2.1. Les attributs positifs :

- Fruité : ensemble des sensations olfactives de l'huile par voie directe ou rétro nasale, dépendant de la variété des olives, provenant des fruits sains et frais, verts ou murs.
- Amer : goût caractéristique de l'huile obtenus d'olive vertes ou au stade de la véraison.
- Piquant : sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne à partir des olives vertes.

2.2. Les attributs négatifs :

- Chômé : flaveur caractéristique de l'huile extraite d'olives entassées dans un état avancé de fermentation anaérobie.
- Moisi-humide : flaveur caractéristique de l'huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et levures par suite d'un stockage des olives pendant plusieurs jours dans l'humidité.
- Vineux-vinaigré : flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre. Cette flaveur est due à un processus de fermentation des olives qui donne de l'acide acétique, acétate d'éthyle et éthanol.

D'autres attributs négatifs peuvent exister par exemple : cuit ou brûlé, margines, saumure, terre, etc. (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

3. intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive

Des études épidémiologiques (**Motard-Bélanger A. et al, 2008 ; Rotondo S. et De Gaetano G., 2000**) ont montré que l'alimentation méditerranéenne traditionnelle, dans laquelle l'huile d'olive a une place importante, jouait un rôle majeur dans la prévention des facteurs de risques des maladies cardiovasculaires, telles que dyslipidémies, hypertension et diabète.

L'huile d'olive a un impact sur le plan nutritionnel par la présence dans sa composition d'un acide gras mono-insaturé : l'acide oléique et de composants mineurs qui sont à des teneurs plus élevées dans une huile vierge

L'utilisation de l'huile d'olive en médecine date depuis les époques les plus anciennes.

La forte teneur de l'huile d'olive en acide oléique constitue un réel atout d'un point de vue intérêt nutritionnel.

3.1. L'huile d'olive et les maladies cardiovasculaires

Les auteurs **Keys A. et al.,(1986), Jacotot, (1999)** et **Kratz et al.,(2002)** ont montré qu'un régime riche en acides gras mono-insaturés, réduisait le cholestérol total et le cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL,) sans affecter le cholestérol des lipoprotéines de haute densité (HDL). Par rapport à un régime riche en acides gras polyinsaturés, le régime riche en acides gras mono-insaturés augmente le cholestérol des lipoprotéines de haute densité. De plus, le régime riche en acides gras mono-insaturé réduit le cholestérol total et les triglycérides.

Les acides gras mono-insaturés ont une influence sur le métabolisme des lipoprotéines de haute densité qui ont un effet protecteur contre l'athérosclérose. En effet, ces lipoprotéines sont impliquées dans la captation du cholestérol cellulaire.

3.2. L'huile d'olive et les troubles gastriques

Les propriétés digestives de l'huile d'olive ont conduit à son utilisation dans le traitement des troubles gastriques, biliaires, et de la constipation. La motricité gastrique est stimulée par les acides gras mono-insaturés comparativement à des acides gras saturés.

En fait, les principaux effets digestifs de l'huile d'olive portent sur le fonctionnement biliaire : stimulation de la sécrétion hépatique de la bile par le foie (cholérétique) et des propriétés cholagogue (stimule la vésicule biliaire à se contracter et à déverser dans le duodénum la bile indispensable à la digestion des lipides (**Jacotot, 1997 ; Charbonier, 1985**).

De part sa teneur élevée en acide oléique, l'huile d'olive semble être selon (**Charbonier .A et Richard J.L., 1996**), la mieux tolérée par l'estomac, il diminue la pression du sphincter inférieur de l'œsophage et s'élimine le plus rapidement de l'estomac, c'est donc la matière grasse qui entraîne le moins de phénomènes de reflux gastro-œsophagien et de stase gastrique.

Ces auteurs ont montré que l'absorption de l'huile d'olive abaisse considérablement l'acidité gastrique, c'est également un laxatif doux, et présente donc des effets bénéfiques sur les gastrites hyper chlorhydrique et les ulcères gastroduodénaux.

3.3. L'huile d'olive et le diabète

Beauchamp G. et al., (2005) a mis en évidence la présence dans l'huile d'olive vierge d'agents naturels qui auraient un rôle d'anti-inflammatoire sur l'organisme. Selon (**Berra, De Gasperi, 1980**), l'huile d'olive joue aussi un grand rôle dans la prévention et le ralentissement de l'apparition du diabète sucré. La consommation d'huile d'olive prévient la résistance à l'insuline et ses éventuelles conséquences négatives. En outre, l'huile d'olive permet un meilleur contrôle du glucose dans le sang et diminue la pression artérielle. L'huile d'olive améliore de manière significative l'utilisation du glucose par les cellules et réduit les niveaux de triglycérides dans le sang.

3.4. L'huile d'olive et le stress oxydatif

Différentes études épidémiologiques ont également permis de démontrer que l'huile d'olive a un effet protecteur contre certains types de tumeurs malignes (sein, prostate, , endomètre, tractus digestif, etc.) (**Trichopoulou A. et al., 2000 ; Littman A.J. et al., 2001**).

Par ailleurs, l'huile d'olive joue un rôle important dans l'augmentation de l'espérance de vie à cause de sa richesse en vitamine E qui joue un rôle biologique positif pour déplacer les radicaux libres, molécules impliquées dans certaines maladies chroniques et dans le processus de vieillissement. La consommation d'huile d'olive protège les individus contre la détérioration des fonctions cognitives provoquée par le vieillissement et contre la perte de mémoire liée à l'âge. (**Rosa M. et al., 2004**).

3.5. L'huile d'olive et friture

L'huile d'olive est aussi très conseillée pour la friture à cause de sa composition en acides gras mono insaturés qui la rendent plus résistante à la chaleur. C'est pourquoi elle peut être réutilisée pour la friture sans subir d'hydrogénation ou d'isomérisation, processus qui

annulent les effets positifs sur le métabolisme des lipides. C'est l'huile la plus légère et la plus savoureuse pour la friture des aliments (**Terdazi W. et al., 2010**).

3.6. L'huile d'olive et la tension artérielle

Certains chercheurs ont montrés que l'huile d'olive a aussi des bienfaits sur la tension artérielle et indiquent que l'emploi de l'huile d'olive permet de réduire les doses quotidiennes d'antihypertenseurs, probablement en raison des niveaux supérieurs d'oxyde nitrique favorisés par les polyphénols de l'huile d'olive. (**Perona J.S. et al., 2004**)

Chapitre IV

Emballage et conditionnement de l'huile d'olive

1. Définition

L'emballage et la dernière opération industrielle de la chaîne de fabrication d'un produit alimentaire. Un emballage alimentaire est l'ensemble des techniques et des matériaux utilisés pour contenir, protéger et conserver des produits pendant leur distribution et leur stockage. Ainsi que pour les identifier, donner leur mode d'emploi et assurer leur promotion.

2. Fonction d'emballage

L'emballage doit contribuer à la conservation des produits, c'est-à-dire maintenir le plus longtemps possible son plus haut degré de qualité, en agissant pour ralentir ou supprimer les effets des mécanismes physico-chimiques ou microbiologiques d'altération (**Multon, 1998**).

L'emballage constitue une barrière entre le produit et le milieu extérieur ; il doit donc assurer :

- **Une fonction du contenant** : l'emballage doit être apte à contenir le produit pour lequel il a été choisi. Il est donc important de raisonner son choix en terme de couple produit-emballage ;
- **Une fonction de présentation** : visant à retenir l'attention et à séduire l'acheteur dans le linéaire de distribution ;
- **Une fonction d'information** : par l'étiquetage ;
- **Une fonction de service** : cette notion s'étend à la commodité d'emploi, notamment à la facilité d'ouverture sans outils particuliers et à la réutilisation ;
- **Une fonction de sécurité alimentaire** : protection vis-à-vis des contaminations ou des pollutions délictueuse (fraude, malveillance, etc....) ;
- **Une fonction de protection physique** ; vis-à-vis des chocs mécanique (manutention, transport), des variations de température (emballage isotherme), de lumière (matériaux filtrants les UV) ;
- **Une fonction principale** : protection de la qualité du produit alimentaire contre les agents extérieurs d'altérations physico-chimiques et microbiologiques des aliments, associés à une obligation d'innocuité toxicologique et d'inertie chimique des matériaux constituant l'emballage vis-à-vis de son contenu (**Molton, 1998**).

3. Différents matériaux d'emballages

Il existe une grande variété de matériaux d'emballage, offrant des possibilités d'utilisation très diversifiées.

Les principaux matériaux utilisés pour la fabrication de l'emballage alimentaire sont : le verre, le papier, le bois, l'argile, le métal, et les matières plastiques.

3.1. Emballage en verre

Le verre est l'un des plus anciens matériaux parmi ceux utilisés dans la confection des emballages des produits alimentaires. En effet, seuls la peau d'animaux, le bois et la terre cuite l'ont précédé dans ce domaine. Mais la fabrication automatique des emballages utilisés aujourd'hui est encore plus récente (**Cheftel et al., 1976**).

3.1.1. Définition

Par définition de l'ASTM (American Society Testing and Matériel), le matériau verre est un solide minéral obtenu par fusion et qui se solidifie sans se cristalliser. Tous les verres utilisés dans l'emballage sont de type sodocalcique composés de :

- Silice qui est l'agent vitrifiant, apporté par le sable ;
- Oxyde de sodium apporté par le carbonate de soude, qui est l'agent fondant permettant l'abaissement de la température de fusion et pour une petite partie le sulfate de soude comme affinant ;
- Oxyde de calcium, de magnésium et d'aluminium

A cette famille de base, on doit ajouter :

- Des décolorants (cobalt, sélénium) ;
- Des colorants (oxyde de fer, chrome, manganèse, cobalt...) pour obtenir les teintes souhaitées ;
- Des oxydants ou des réducteurs (sulfate, charbon, le sulfure) pour obtenir en particulier les nuances et les propriétés filtrantes souhaitées.

3.1.2. Caractéristiques du verre

D'après **HUGEL et PAJEAN (1998)**, le verre utilisé comme matériau d'emballage en agroalimentaire doit présenter des caractéristiques suivantes :

- Il doit être chimiquement inerte vis-à-vis des liquides et des produits alimentaires et ne présente pas de problème de compatibilité ;
- Transparent pour contrôler visuellement le produit et de le faire voir au consommateur. Il peut être coloré pour permettre une protection contre les rayons ultraviolet ;
- Rigide pouvant prendre des formes variées mettant en valeur les produits emballés ;
- Sans odeur et ne transmet pas les goûts et ne les modifie pas ;
- Résistant à la pression interne élevée qui lui font subir certains liquides (exemple : eau minérale gazeuse, limonade) ;
- Le verre est un matériau recyclable (**Multon, 1998**) ;
- Réduction des produits toxiques permettent une utilisation à moindre risque pour la santé ou l'environnement ;
- Durée de vie ou d'action très importante si on prend soin.

3.1.3. Les inconvénients du verre

Les inconvénients qu'on peut avoir par rapport à l'utilisation du verre comme emballage alimentaire ne sont pas nombreux :

- Le coût d'achat est élevé
- Il est cassable ce qui rend son utilisation difficile.
- Poids très supérieur aux autres matériaux.

3.1.4. Utilisation du verre

Le verre est essentiellement utilisé pour l'emballage des boissons et les produits alimentaires solides ou semi-liquides (produit laitiers, aliments pour bébé, confiture...).

On distingue plusieurs variétés de verre selon leur capacité à absorber les radiations et à faire barrage aux ultra-violets (**Beauchesne, 2008**).

- Le verre blanc pour l'eau, certains jus, les confitures, les yaourts ;
- Le verre champagne (teinte vert-bleu) pour la bière et l'huile ;
- Le verre feuille morte pour certains jus ;
- Le verre ombre-rouge pour la bière et certains jus.

3.2. Les matières plastiques

Depuis les années 50, l'industrie d'emballage en plastique a connu un essor considérable. Les matières plastique ont envahi notre vie quotidienne, la production mondiale est passée d'environ 30 millions de tonnes en 1970 à 134 millions en 1998 (**Lesueur et Faustin, 2001**).

Le plastique désigne une famille de matières fabriquées à partir du pétrole ou de gaz naturel. Après raffinage, distillation du pétrole et craquage du napha qui en résulte, on obtient des molécules chimiques de base, dites les monomères. Ces dernières peuvent s'assembler entre eux, en chaînes ou en réseau, pour former des polymères. Les résines peuvent être subdivisées en deux catégories : les thermoplastiques et les thermodurcissables (**Lesueur et Faustin, 2001**).

3.2.1. Les thermodurcissables

Les résines thermodurcissables, en général, se décomposent lorsqu'elles sont chauffées. Une fois durcies, leurs formes ne peuvent plus être modifiées. Dans cette catégorie, on retrouve la résine époxyde, les polyesters non saturés et la silicone (**Lesueur et Faustin, 2001**).

3.2.2. Les thermoplastiques

Les thermoplastiques sont obtenus à partir des chaînes de polymère linéaire ou ramifiés qui se ramollissent sous l'effet de la chaleur et durcissent à froid de façon réversible. Ils sont les plus utilisés en plasturgie. On y retrouve le polyéthylène haute densité (**PEHD**), le polypropylène (**PP**), polystyrène (**PS**), le polyamide (**PA**) et le polyéthylène téréphtalate (**PET**). Ces cinq polymères représentent à eux seuls, 90% du marché mondiale des plastiques d'emballage (**Riquet, 1998**).

Tableau V : les matières plastiques utilisées dans l'industrie alimentaire (Reyne, 1991).

MATERIAUX		PROPRIETES		APPLICATION
		POSTIVES	NEGATIVES	
PE	PEbd	-souplesse sans plastifiant -tenue aux chocs -impermeabilité à l'eau -translucidité	-perméabilité aux gaz O ₂ , CO ₂ -forte oxydation aux UV -Sensibilité à la fissuration sous contraintes	-sachets pour produit alimentaire (fruit et légumes) -sacs de grande contenance (farine, sucre) -Corps creux : bouteilles de lait pasteurisé -filet pour saucissons
	PEhd	Qualité précédentes avec en plus : -tenue au chaud (100°C) -meilleure résistance à la fissuration sous contraintes	*mêmes inconvénients avec plus -opacité : bruit sous forme de film	-sachet pour viande ou poissons surgelés. -doublure de papier de boucherie.
PP		-semi-rigide à rigide, excellente résistance à la flexion -tenue à la température supérieure à 100°C -bonne inertie chimique (huile, graisse...) Résistance mécanique -transparence et brillance -apte à la congélation (-40°C).	*les mêmes que celles du PEhd -inflammabilité -perméabilité aux gaz sous faible épaisseur -oxydation sous UV -faible résistance à froid -faible densité (0,90)	-sacs de très grosse consistance, pour pomme de terre, farine, sel -films pour produits alimentaires (biscottes, biscuit, chips, purée)
PVC		-transparence -inertie chimique -stabilité dimensionnelle	-densité élevée (1,4) -tenue thermique réduite	-corps creux : bouteille alimentaire pour eau minérale, huile, vinaigre -feuilles thermoformées :

	-faible perméabilité aux gaz, huile, graisse	Fragilité à basse température (10°C)	barquette et plateau empreintes pour beurre biscuits
PVCdc	-imperméabilité à la vapeur d'eau, aux gaz, aux aromes -inertie chimique (acides, bases, huiles, graisses) -translucidité	-dégradation de la chaleur et aux UV	-complexe papier PVdc pour produits sensible à l'humidité (biscuits) -complexe pour viande, fromage
PS	-rigidité -stabilité et précision de formes et de dimensions -transparence « cristal » -tenue aux climats tropicaux et à froids	-fragilité aux chocs -sensibilité élevée aux solvants, huiles -peu étanche à la vapeur d'eau	-pots produits laitiers (yaourt, crème fraîche) -feuilles bi-orientées pour les barquettes thermoformées
PET	-tenue mécanique -stabilité dimensionnelle -excellente transparence -imperméabilité aux gaz assez bonne -tenue aux températures 60°C et plus de 100°C jusqu'à 200°C -tenue pression interne -tenue aux solvants	-sensibilité à l'hydrolyse (eau à 70°C) et aux UV -ramollissement dans les hydrocarbures	-films pour complexe, en particulier emballage sous vide de produits odorants (amandes, cacahuètes, café) -bouteille de boissons, de jus de fruit et des huiles

3.2.3. Caractéristiques spéciales des emballages plastiques

Thermique : présentent une température de transition vitreuse au-delà de laquelle leurs propriétés mécanique changent (passage d'un état vitreux à un état caoutchouteuse) ainsi qu'une température de fusion (si cristallins).

Cristallinité : affecte les propriétés mécaniques et optiques (la plupart des polymères sont semi cristallins).

Mécanique : courbe de déformation en traction différente due à une réorganisation des chaînes entre elles après le phénomène de striction (contraction). Les propriétés mécaniques d'un polymère dépendent aussi de son taux de cristallinité.

Ces propriétés sont modifiables par l'ajout d'additifs (**Anonyme1, 2003**).

3.3. Emballage métallique

L'utilisation des matériaux métalliques pour l'emballage se justifie par certaines caractéristiques qui sont : aptitude à la mise en forme, rigidité, solidité, imperméabilité, protection contre la lumière, ... (**Kleniewski, 1998**).

Ils sont fabriqués à partir de fer blanc (feuille d'acier revêtue d'une couche d'étain pur sur ses deux faces) ; de fer chromé (acier doux revêtue de chrome métallique et d'oxydes de chrome) ou d'alliage d'aluminium (**Beauchesne, 2008**)

Ces emballages ont à l'intérieur un vernis à base d'époxyde, d'acrylique de polyester ou d'organosol vinylique à fin de limiter l'attaque du métal par l'aliment. Le vernis doit être chimiquement inerte, inodore, incolore et doit avoir une bonne résistance mécanique (protection contre les rayures).

3.3.1. Utilisation des emballages métalliques

Les secteurs d'intervention sont très variés, on peut citer :

- Les boîtes de conserve pour produits alimentaires conditionnés ;
- Emballage légers : barquettes thermoscellées ;
- Bidon et boîtes pour produits alimentaires non appertisés (huile, sirops, pulpes de fruits, boissons gazeuses ...) (**ANONYME 2**)

3.3.2. Les avantages et inconvénients des emballages métalliques

Sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI : Les avantages et inconvénients des emballages métalliques.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne propriétés barrière • Très bonne résistance mécanique et à 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosion possible • Sensible aux chocs au niveau des

la chaleur <ul style="list-style-type: none"> • Recyclable 	fermetures <ul style="list-style-type: none"> • Réutilisation limitée • Opaque
--	---

3.4. Emballage tétra pack

L'emballage en tétra pack est une large utilisation pour le conditionnement de toutes sortes d'aliment. Il permet aux consommateurs de bénéficier d'aliments savoureux, sains et parfaitement salubres. Le tétra pack est aussi un emballage écologique, il diminue les impacts environnementaux de leurs activités.

3.4.1. Définition

L'emballage en tétra pack est un emballage complexe constitué de multicouches. Chaque couche est constituée d'un matériau différent, efficace pour une fonction spécifique. On trouve deux types d'emballage tétra pack : le tétra pack aseptique et le tétra pack non aseptique qui diffèrent selon leur structures.

3.4.2. Constituant de l'emballage tétra pack

L'emballage tétra pack est fait de trois matériaux superposés en couche : de carton de haute qualité (75%), de polyéthylène (20%) et de l'aluminium (5%) dans le cas de tétra pack aseptique (MUTHWILL et al, 1998).

3.4.3. Propriétés de l'emballage tétra pack

Les principales propriétés de l'emballage tétra pack on peu cité (ANONYME 3)

- robuste, incassable et étanche ;
- Il protège les produit sensible contre les effets de l'oxygène, des bactéries et de la lumière ;
- les emballages en tétra pack aseptique préservent la fraîcheur des contenus à température ambiante. Ils n'exigent aucune réfrigération, économisant ainsi de l'énergie ;
- il a une très large utilisation : lait et produits laitiers, fruits et légumes, glaces, huiles végétales.
- un emballage d'un tétra pack d'un litre pèse aujourd'hui de 25 à 36 grammes.

3.5. Papier

Il est le résultat d'enchevêtrement d'éléments fibreux fins disposés pour former une nappe régulière. C'est un support bon marché, renouvelable et recyclable donnant une rigidité à l'emballage, mais n'ayant pas de propriétés barrière ou de soudabilité.

Il devra donc être utilisé sous forme de complexe (exemple : en association avec une feuille d'aluminium et un polymère pour la soudure).

3.6. Bois

Matériau naturel, homogène, composé de fibres résistantes liées entre elle par une structure élastique, c'est une matière première des papiers et cartons.

Le bois brute présente beaucoup de qualité telles que : légèreté, bonne résistance mécanique et chimique, isolation thermique, bonne hygroscopicité (absorbe l'eau sans condensation). Il est utilisé soit au niveau primaire comme plateaux pour les fruits et légumes, secondaire comme boîtes de fromage ou tertiaire palettes (**Beauchesne, 2008**).

3.6.1. Les avantages et inconvénients de l'emballage en bois

Sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : Les avantages et inconvénients de l'emballage en bois

Avantage	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Légère et souple • Recyclable • Biodégradable • Bon marché 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibles à l'humidité (donc utilisable pour produit peu humides ou à durée de vie courte) • Résistance mécanique limitée • Opaque

3.7. L'argile

C'est un mélange de terre à grains très fins et de sable. Ces matériaux ont d'abord reçu une forme puis fixé par la cuisson, ils sont utilisés comme articles ménagers (assiettes...).

3.7.1. Caractéristique de l'argile

L'argile est considérée comme un bon régulateur par ces propriétés d'absorption et de diffusion de l'humidité, elle est perméable à l'eau et dispose d'une masse volumique importante, ce qui permet d'emmagasiner la chaleur et de la restituer lorsqu'il fait froid.

4. Le cycle de vie des emballages

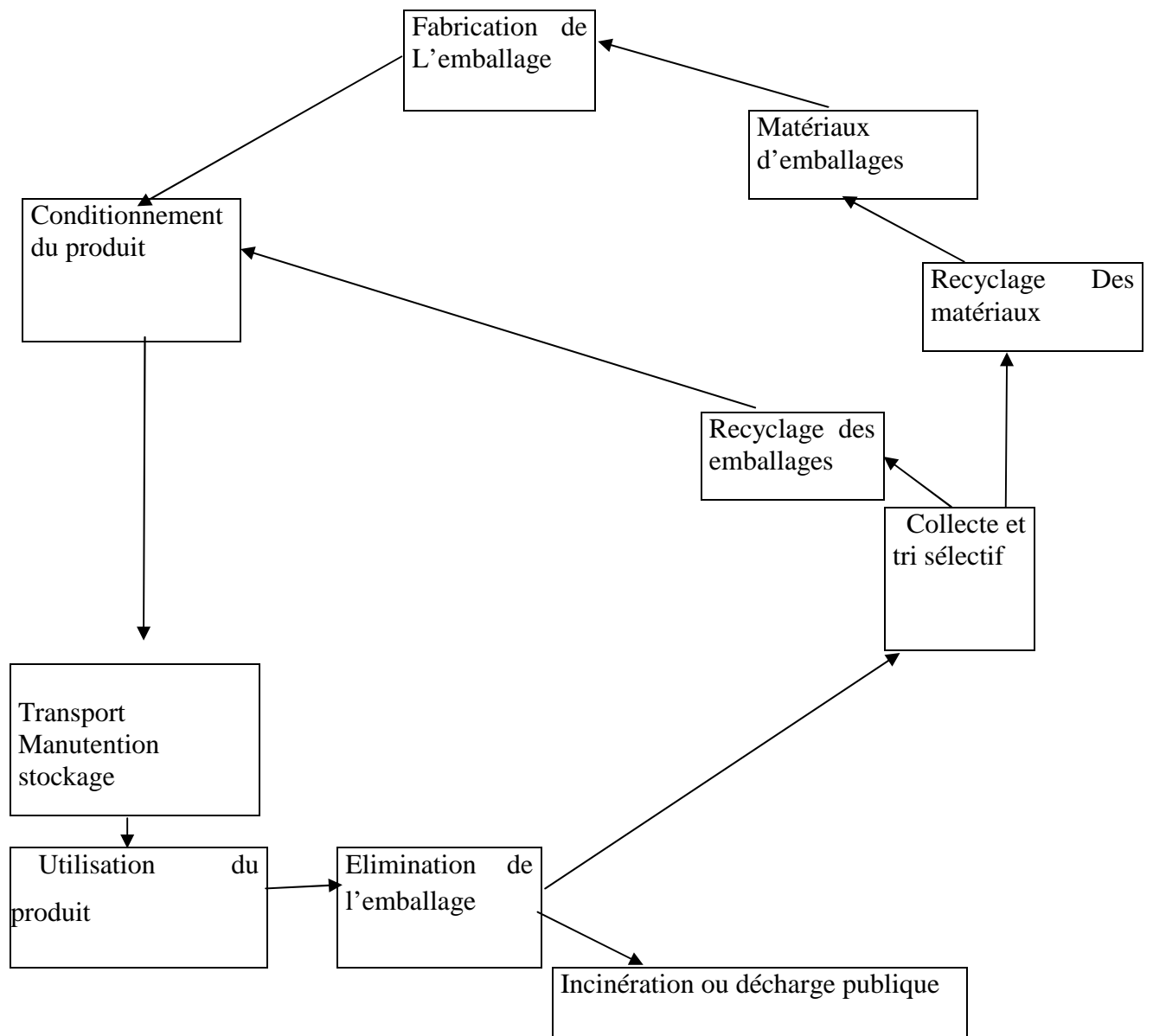


Figure 7 : Schéma récapitulative du cycle de vie des emballages

5. Réglementation des matériaux d'emballage

La réglementation relative aux matériaux en contact des denrées alimentaire a été élaborée au niveau national et communautaire, dans le but d'assurer la protection de la santé du consommateur. Ces matériaux d'emballage doivent satisfaire les principes suivants :

- **Principe d'inertie** : se caractérise par la non migration globale ou spécifique des constituants dans une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine, animale ou d'entraîner une modification inacceptable dans l'aliment (ANONYME, 2004)
- **Principe de composition** : qui peut se traduire par une liste positive des substances autorisées pour la fabrication des matériaux ;
- **Principe d'étiquetage** : il indique si le matériau est apte au contact alimentaire ou non.

6. Interaction contenant-contenu

Les phénomènes d'échange entre le produit et son emballage sont le résultat des interactions entre la matière, l'emballage et son environnement, entraînant des modifications dans la composition du produit alimentaire et son emballage (Hotch, 1997).

Il existe plusieurs contamination de l'aliment parmi ces sources on peut citer :

- L'emballage : un emballage idéal est celui qui possède une parfaite inertie chimique, il existe toujours des interactions entre l'emballage et l'aliment telles que :
 - **La sorption** : est généralement utilisé pour décrire un processus intégrant la pénétration puis la dispersion du diffusant dans la matrice (Pannarum, 2001);
 - **La perméation** : elle décrit le phénomène de solubilisation, diffusion de molécules volatiles venant de l'aliment et/ou de l'extérieur à travers l'emballage (gaz, vapeur d'eau, composés d'arome) (Berlinet, 2006) ;
 - **La migration** : le terme migration désigne la masse de ce qui migre, elle s'exprime en mg/Kg d'aliment (Gontard, 1999).

Les molécules susceptibles de migrer sont soit des traces de monomères résiduels ou des contaminants liés au recyclage, soit des additifs ou des produits de dégradation ou des adjuvants (Sailland, 2008).

- **L'aliment** : les constituants de l'aliment peuvent être transférés à l'emballage et d'en modifier sa structure en activant ainsi la migration du contenant vers le contenu, c'est le cas des aliments gras pour lesquels les interactions avec l'emballage augmentent avec le temps et avec l'élévation de la température.
- **L'environnement** : les odeurs résiduelles d'un lieu de stockage, les constituants d'ancre de la paroi externe de l'emballage peuvent traverser le contenant et venir altérer l'aliment tant au niveau organoleptique (**Riquet, 1998**).

Partie II
Partie expérimentale

Matériels et méthodes

Notre étude a pour but de suivre l'évolution de certains paramètres physicochimiques de l'huile d'olive conditionnée dans deux types d'emballage (**verre transparent et verre opaque**) et entreposée pendant six mois au laboratoire, à la température ambiante et à la lumière du jour.

I.1.Extraction de l'huile

L'huile d'olive vierge étudiée est issue des olives de la variété Chemlal (stade tournât) récoltées au 26 Décembre 2016, dans la région de Ouadhia, wilaya de Tizi ousou. L'huile est extraite au moyen d'un oléodoseur le 27 décembre 2016. L'échantillon d'olives (25 KG) est lavé pour se débarrasser de toutes les impuretés, qu'elles soient minérales ou organiques. Une fois lavées, les olives sont broyées au moyen d'un broyeur à marteau, en acier inoxydable, de façon à ce que la pulpe d'olive soit complètement désagrégée et les noyaux cassés de manière à obtenir une pâte d'olive. La pâte d'olive est ensuite malaxée, dans un thermo-malaxeur, pendant trente minutes, sans l'ajout d'eau. Le malaxage permet de rompre l'émulsion eau/huile et de former des gouttelettes d'huile volumineuses facile à séparer pendant la centrifugation. La pâte d'olive malaxée subit une centrifugation à une vitesse de 3500 tours par minute. Cette étape permet de séparer la pâte malaxée en deux phases : le grignon et le mélange huile/margine. Ce mélange est mis dans des éprouvettes graduées, et l'huile est séparée des margines par décantation naturelle due à la différence de densité entre les deux phases (huile/margine). Nous avons récupérée environ 5 litre d'huile sur les 25 kg d'olives utilisée, soit un rendement de 20%.

L'huile extraite a été conditionnée dans un bidon en PET, de 5 litre. Ce récipient a été couvert pour le mettre à l'abri de la lumière, et stocké au réfrigérateur jusqu'au mois de Mars, début des analyses physico-chimiques. L'huile est ensuite répartie dans des bouteilles en verre (de 300 ml) de deux types : verre transparent et verre opaque qui sont remplis à 96%. Ces échantillons ont fait l'objet d'une série d'analyses à trois dates différentes, à raison de trois mois entre une série d'analyse et une autre : D1 (mois de Mars), D2 (mois de Juin) et D3 (mois de Septembre). Les différentes analyses physico-chimiques réalisées sont : humidité et matière volatiles, acidité, indice de peroxyde, absorbance dans l'UV, acide gras, indice d'iode, polyphénols totaux, pigments (chlorophylles et caroténoïdes), test de Schaal.

Cette étude a été réalisée au laboratoire des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques (laboratoire commun 1) de l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou.

I.2. Matériel

Le matériel du laboratoire utilisé pour nos différentes analyses physico-chimique appareillage et petit matériel est :

Appareillages

- Spectrophotomètre UV visible
- Etuve ;
- Balance analytique ;
- Plaque chauffante ;
- Chronomètre ;
- Agitateur ;
- Dessiccateur.

Petit matériel

- Burettes graduée ;
- Eprouvette graduée ;
- Fioles d'ermen Meyer ;
- Ballons à col rond muni d'un bouchon à fond plat ;
- Pipettes ;
- Béchers ;
- Tubes à vis.

I.3. Méthodes d'analyse

I.3.1. Analyses physique

I.3.1.1. Teneur en eau et matière volatiles

La teneur en eau et matière volatiles est déterminée selon la méthode décrite par la norme **AFNOR NF T60-201 d'octobre 1984**.

La teneur en eau et matière volatile est déterminée par la perte du poids de l'échantillon chauffé à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant un temps suffisamment court pour éviter l'oxydation mais suffisamment long pour permettre leur élimination totale (Annexe).

Expression des résultats

La teneur en eau et matières volatiles (mv) exprimée en pourcentage est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau et mv} = (m_1 - m_2 / m_1 - m_0) \times 100$$

M_0 : masse en gramme du bécher ;

M_1 : masse en gramme du bécher et de la prise d'essai ;

M_2 : masse de bécher et du résidu de la prise d'essai après chauffage.

I.3.1.2.L'absorbance en ultraviolet

Les produits d'oxydation des acides gras insaturés absorbent à des longueurs d'ondes différentes. Ceux qui ont des structures diéniques conjuguées absorbent dans l'UV au voisinage de 232nm, alors que les produits secondaires d'oxydation avec une structure triénique conjuguée absorbent au voisinage de 270 nm.

La détermination des absorbances dans un domaine spécifique aux rayonnements UV a été effectuée conformément à la norme **AFNOR NF T60-232 de juillet 1978**.

Principe

Mesure de l'absorbance dans un domaine spécifique de longueur d'onde (232-270nm) d'un échantillon d'huile dissout dans un solvant (hexane).

Expression des résultats

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

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

I.3.2. Analyse chimique

I.3.2.1. Acidité

L'acidité d'une huile d'olive est exprimée par le pourcentage d'acide oléique du poids moléculaire de 282,5g/mol.

La méthode utilisée est celle décrite par la norme **AFNOR NF T60-204 de décembre 1984**.

Principe

Le principe de la détermination de l'acidité de l'huile d'olive est celui d'un dosage acido-basique. C'est une réaction de neutralisation.

Expression des résultats

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

N : normalité de KOH ;

V : volume en ml de la chute dans la burette ;

M : poids moléculaire de l'acide oléique (282,5g/mole) ;

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

I.3.2.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de microgrammes d'oxygène actif par milligramme de corps gras.

La détermination de l'indice de peroxyde est basée sur la méthode décrite par la norme **NF T60-220 de décembre 1968**.

En présence de l'oxygène de l'air, les acides gras insaturés du corps gras s'oxydent en donnant les peroxydes.

Expression des résultats

$$I_p \text{ (meq d'oxygène/kg)} = \frac{(V - V_0) \cdot N}{P} \times 1000$$

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

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

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,1N) ;

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

I.3.2.3. Teneur en chlorophylle et en caroténoïdes

La détermination de la teneur en chlorophylles et en caroténoïdes a été effectuée conformément à la méthode décrite par (Minguez-Mosquere *et al.*, 1991).

Principe

Le principe de cette méthode consiste en la mesure de l'absorbance, à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes, d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane.

Expression des résultats

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

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

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

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

d : épaisseur de la cuve en cm (1 cm).

I.3.2.4. Teneur en polyphénols totaux

Il consiste à l'extraction des composés phénoliques par une solution aqueuse de méthanol à 60% afin de déterminer leur concentration dans l'huile d'olive. La méthode utilisée est décrite par (Gutfinger et al., 1981), les résultats sont exprimés en mg d'acide gallique par kg d'huile d'olive.

Principe

La concentration en composés phénoliques est déterminée en utilisant le réactif Folin-ciocalteu. Ce dernier est réduit par les composés phénoliques pour donner une coloration bleue. L'intensité de la coloration est directement proportionnelle à la concentration des polyphénols dans la solution.

Expression des résultats :

- Tracer la courbe d'étalonnage correspondante (Annexe) à des concentrations connues de l'acide gallique en fonction des densités optiques lues au spectrophotomètre ;
- Déterminer graphiquement les différentes concentrations des extraits phénoliques.

I.3.2.5. Indice d'iode

L'indice d'iode (I_i) est le nombre de grammes d'iode fixé par 100 grammes de corps gras.

L'indice d'iode est calculée par la méthode décrite (**Maestri et al., 1998**)

Principe

Le principe consiste de calculée l'indice d'iode à partir des acides gras insaturés (acide palmitoléique, acide oléique, acide linoléique, acide linoléique).

Expression des résultats

$$I_i = (\% \text{ d'acide palmitoléique} \times 1,001) + (\% \text{ d'acide oléique} \times 0,899) + (\% \text{ d'acide linoléique} \times 1,814) + (\% \text{ d'acide linoléique} \times 2,737)$$

I.3.2.6. Le test de Schaal

Ce test consiste à oxyder la matière grasse dans une étuve à 60°C. La mise en évidence de l'oxydation est montré par la mesure de l'indice de peroxyde sur des prélèvements fait après cinq jours (**Nadeem et al. 2013**).

Résultats et discussion

I. Analyse physiques :

I-1. Les teneurs en eau et matières volatiles :

Les valeurs de la teneur en eau et matières volatiles sont présentées dans le tableau N°VIII et la figure N°8

Tableau VIII : évaluation de la teneur en eau et matières volatiles (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Type d'emballage	Durée de stockage		
	Témoin (j=0)	Deuxième mois	Quatrième mois
Verre transparent	0,10	0,09	0,156
Verre opaque vert	0,10	0,2	0,1065

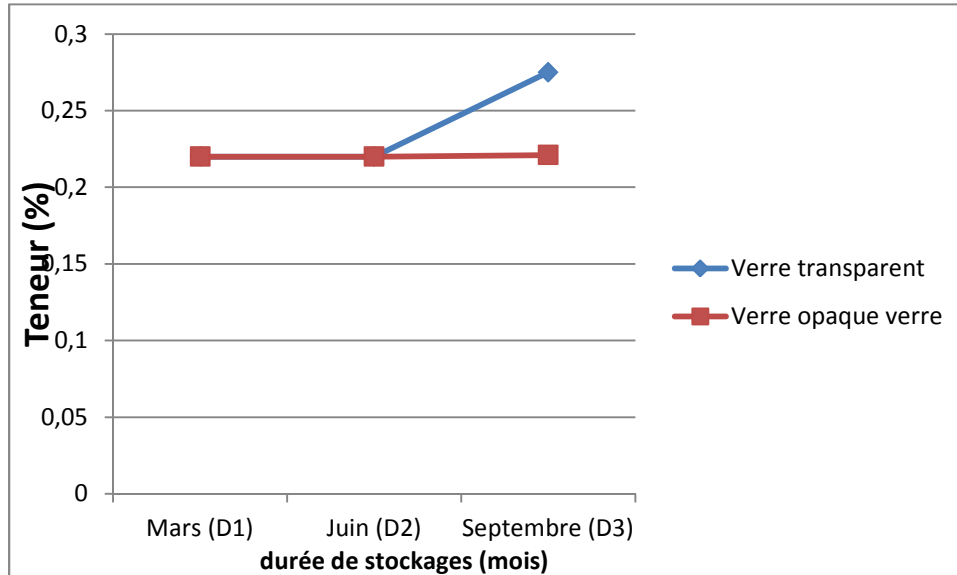


Figure 8 : évolution de la teneur en eau et matières volatiles (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Tous les corps gras d'origine animale ou végétale renferment de l'eau ; cette eau est susceptible d'avoir une incidence sur la qualité des corps gras. Elle constitue en effet le

support de développement microbien, d'action d'enzyme susceptible de générer des phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation (**Karlskind, 1992**).

La figure N°8 montre que le taux d'humidité de l'huile d'olive dans l'emballage verre vert ne varie pas, cependant dans le cas de l'emballage vert transparent, nous constatons une légère augmentation à partir de D2.

La teneur en eau dans l'huile est principalement liée au système d'extraction de l'huile d'olive. Par ailleurs, un taux d'humidité élevé peut favoriser les réactions hydrolytiques et d'oxydation.

Enfin, les résultats enregistrés sont tous conforme aux normes établit par le **COI (2015)**.

I.2. Absorbance dans l'UV

L'absorbance de la lumière UV par les huiles est en relation avec la nature, le nombre et la position des doubles liaisons. Les diènes et les triènes conjugués absorbent respectivement au voisinage de 232 nm et 270 nm (**Karleskind, 1992**).

I.2.1. Absorbance dans l'UV à 232 nm.

L'auto- oxydation des acides gras polyinsaturés s'accompagne d'une conjugaison des doubles liaisons des hydro peroxydes pour donner des systèmes diéniques absorbant au voisinage de 232nm. Les absorbances dans l'UV à 232 nm sont donc significatives de l'auto oxydation et de degré de stabilité de l'huile au cours de stockage (**Sifi et al.,2001**). Plus l'absorbance à 232 nm est forte plus les corps gras sont oxydés.

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

Les valeurs de l'absorbance au rayonnement UV à 232 nm de l'huile analysé sont illustrées dans le tableau N°IX et la figure N°9.

Tableau IX: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 232 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Type d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	1,8	2,1	2,4
Verre opaque vert	1,8	2,01	2,01

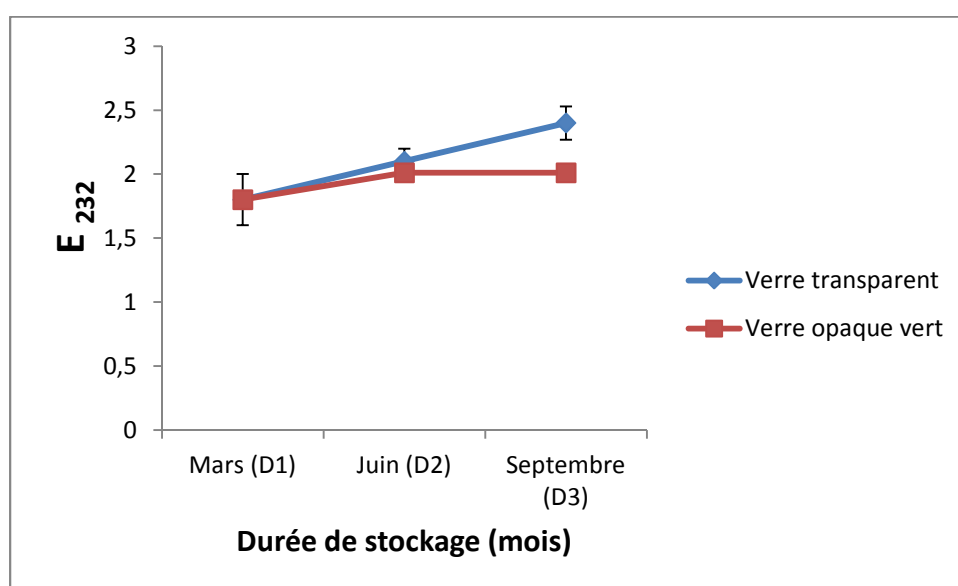


Figure 9: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 232 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Les valeurs de l'Abs 232 nm, illustrées dans la figure N°9, montre une légère augmentation de cet indice, dans le cas de l'emballage verre vert ; ainsi les valeurs obtenues varient de 1,8 (D1) à 2,01 (D3). Cependant dans le cas de l'huile conditionnée dans l'emballage en verre type transparent, cet indice augmente significativement de D1 (1,8) à D3 (2,4). Cet augmentation signifie l'augmentation des produits primaires d'oxydation, les hydroperoxydes. L'abs à 232 nm suit la même évolution que l'indice de peroxyde.

I.2.2. Absorbance dans l'UV à 270 nm

Plus l'absorbance à 270 nm est élevée, plus les corps gras sont riches en produits secondaires d'oxydation. Les triènes conjugués (dans le cas de la présence d'acides gras a

trois doubles liaisons) et les produits secondaires d'oxydation tels que les aldéhydes et cétone α -insaturés, absorbent la lumière vers 270nm.

Les valeurs de l'absorbance au rayonnement UV à 270 nm de l'huile analysé sont illustrées dans le tableau N°X et la figure N°10

Tableau X: évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 270 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Type d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	0,11	0,13	0,17
Verre opaque vert	0,11	0,13	0,19

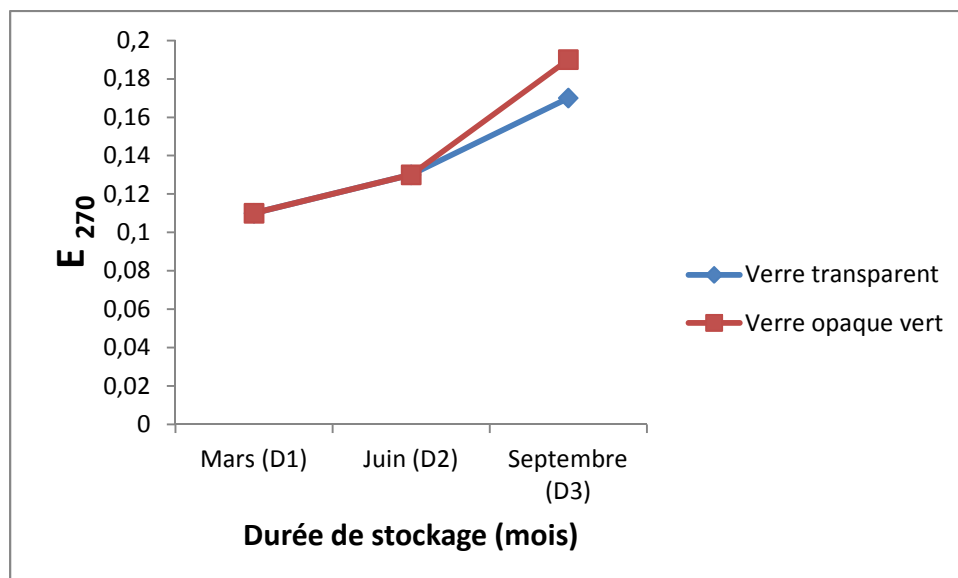


Figure 10 : évolution de l'absorbance au rayonnement UV à 270 nm de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Dans le cas de l'absorbance à 270 nm, les résultats enregistrés montre une augmentation significative de cet indice dans l'huile d'olive conditionnée les deux types

d'emballage. L'augmentation de cet indice est significative de l'oxydation secondaire de l'huile. Les résultats enregistrés sont inclus dans la catégorie de l'huile d'olive vierge extra vierge.

D'après les résultats la moyenne des valeurs initiales (mois de mars) des extinctions spécifiques de l'huile d'olive stockée dans le verre transparent et le verre opaque vert à 232 nm et à 270 nm sont respectivement de 1.8 et de 0.11 c'est-à-dire situées dans les limites fixées par le **COI(2015)** pour les huiles d'olives vierges (≤ 2.5 pour l'extinction à 232 nm, ≤ 0.22 pour l'extinction à 270 nm).

II. Analyses chimiques

II.1. Acidité

L'acidité est un critère important, permet de classer les huiles de différentes catégories en fonction de leur teneur en acide gras libres (**Manai et al., 2006**). Elle nous renseigne principalement sur l'altération des triglycérides à la suite d'une hydrolyse chimique ou enzymatique lorsqu'ils se trouvent dans les conditions propices (**Adriain et al., 1998**).

Les valeurs de l'acidité sont présentées dans le tableau N°XI et la figure N°11

Tableau XI : évolution de l'acidité (%) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Types d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	0,22	0,22	0,275
Verre opaque vert	0,22	0,22	0,221

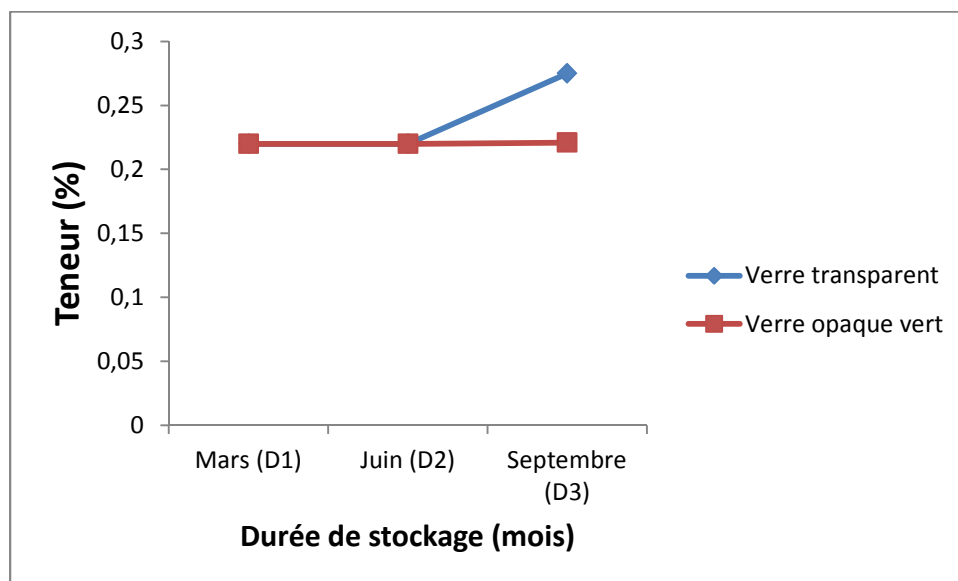


Figure 11: évolution de l'acidité (%) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Le taux d'acidité de l'huile dans l'emballage de type verre vert (VV) ne varie pas au cours de son entreposage. Cependant, dans le cas de l'emballage type VT nous constatons une légère augmentation du taux d'acidité à partir du sixième mois de stockage, ceci peut s'expliquer par l'hydrolyse spontanée ou enzymatique des triglycérides.

En se référant à la norme du **COI (2015)**, les valeurs enregistrées sont incluses dans la catégorie de l'huile d'olive vierge extra.

II.2. Indice de peroxyde

La détermination de la teneur en peroxyde ou en hydro peroxydes dans les huiles permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produite au cours du stockage et/ou la transformation de l'huile. La formation des peroxydes est due à la présence de l'oxygène dissout dans l'huile et de certains catalyseurs (UV, eau, enzyme, trace de métaux, etc.) (**Osawa et al., 2007**). L'indice de peroxyde représente la mesure du vieillissement de l'huile d'olive et qui augmente donc avec le temps (**Lazzeri, 2009**).

Les valeurs de l'indice de peroxyde obtenues sont représentées dans le tableau N°XII et la figure N°12

Tableau XII: évolution de l'indice de peroxyde (meq d'O₂/Kg d'huile d'olive) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

	Durée du stockage		
Types d'emballage	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	3,5	6,75	9,52
Verre opaque vert	3,5	7,87	10,50

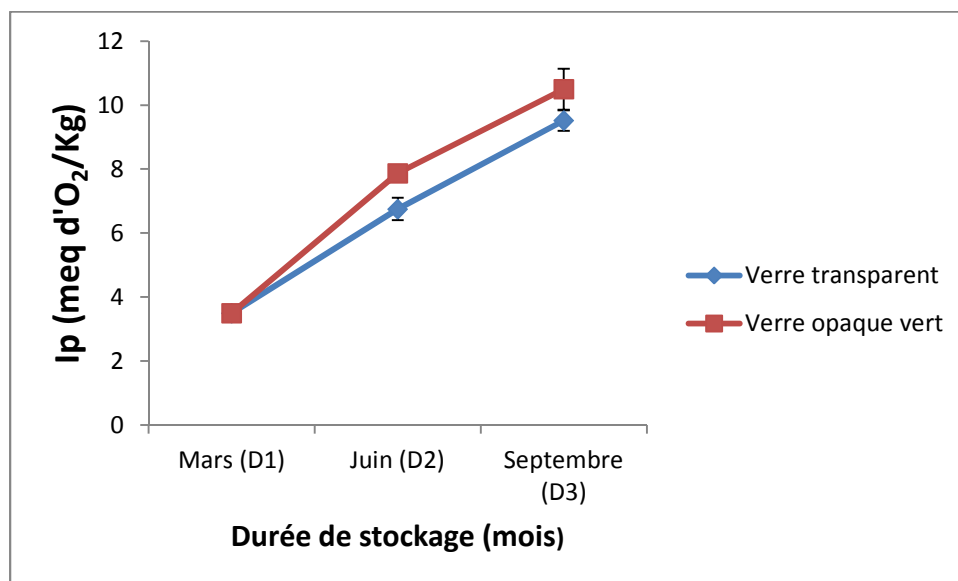


Figure 12 : Evolution de l'indice de peroxyde (**meq d'O₂/Kg d'huile d'olive**) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

La figure N°12 illustre l'augmentation de l'indice de peroxyde au cours de l'entreposage de l'huile dans les deux types d'emballage. En effet, dans le cas de l'emballage type VT, la valeur de cet indice passe de 3,5 méqg d'O₂ D1) à 9,52 (D3), après six mois de stockage ; dans le cas de l'emballage type VV, cet indice a varié de 3,5 à D1 à 10,5 à D3. Selon Perrin (1992) l'élévation de l'indice de peroxyde au cours de l'entreposage de l'huile peut s'expliquer par l'oxydation des acides gras insaturés. En effet, l'oxydation est une réaction lente et longue et qui se déroule principalement au cours de stockage de l'huile. Par ailleurs, les valeurs de l'indice de peroxyde enregistrées sont toutes conforme à la norme établie par la COI (2015).

Les métaux de transition (Fe, Cu) provenant des impuretés (terre, poussières) en contact des olives, se comportent comme des initiateurs et favorisent l'oxydation des triglycérides et des acides gras insaturés (Chimi, 2006).

II.3. Indice d'iode

Selon Frenot et Vierlind (2001), l'indice d'iode est un paramètre qui détermine quantitativement les instaurations globales de la matière grasse.

Les valeurs de l'indice d'iode des huiles analysées sont illustrées dans le tableau N°XIII et la figure N°13

Tableau XIII : Evolution de l'indice d'iode (g d'iode/ 100g d'huile) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Types d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	87,49	83,90	87,08
Verre opaque vert	87,49	84,09	84,66

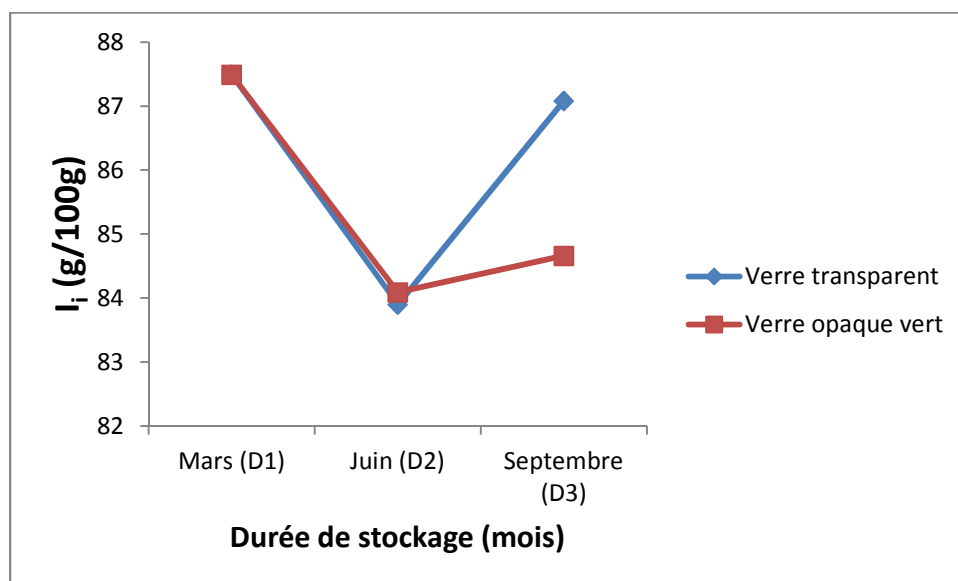


Figure 13: Evolution de l'indice d'iode (**g d'iode / 100g d'huile**) de l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

Les résultats enregistrés de l'indice d'iode (g d'iode / 100g d'huile), dans le cas de l'emballage VT, révèlent une baisse de 87,5 (D1) à 83,9 (D2) puis une augmentation pour atteindre 87,08 à D3. Dans le cas de l'emballage type Verre vert, nous avons enregistré une baisse entre D1 et D2 puis une stabilité entre D2 et D3. La diminution enregistrée de cet indice au cours de stockage de l'huile signifie une baisse de leur degré d'insaturation qui est due à l'oxydation, comme le montre les indices d'oxydation (indice de peroxyde, abs 232, abs 270 et le test de Shall).

D'après les valeurs enregistrées des échantillons analysés on remarque que tous les résultats sont conforme aux normes fixées par le **COI (2015)**.

II.4. Les pigments

II.4.1. Les chlorophylles

La couleur de l'huile d'olive vierge est critère de choix des consommateurs. Les chlorophylles sont responsables de la couleur verte de l'huile. Cependant, les chlorophylles sont indésirables dans les huiles végétales en raison de leur effet négatif sur la stabilité de l'huile (**Rayan et al., 1999**). Elles ont un pouvoir photo sensibilisateur et peuvent être, par conséquent à l'origine de l'oxydation de l'huile (**Rahmani, 1989**).

La teneur en chlorophylle des huiles d'olive peut varier en fonction de degré de maturité des fruits. Elle se dégrade au cours de la maturité des olives au dépend de la phéophytines responsables de la coloration verte de l'huile (**Ait Yacine et al., 2001**).

Les teneurs en chlorophylles sont représentées dans le tableau N°XIV et la figure N°14

TableauXIV: Evolution de la teneur en chlorophylle (**ppm**) dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage utilisé.

	Durée de stockage		
Type d'emballage	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	5.546	0.415	0.236
Verre opaque vert	5.546	0.285	0.04

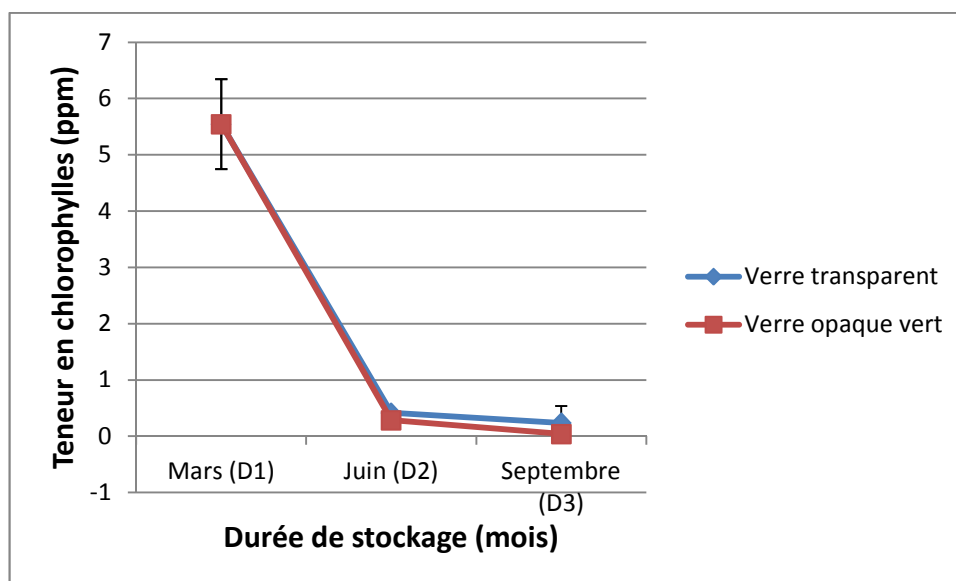


Figure 14 : évolution de la teneur en chlorophylle dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage.

Les résultats illustrés dans la figure N°14 montre une baisse de la teneur en chlorophylle de l'huile d'olive vierge au cours de son stockage dans les deux types d'emballage étudiés. En effet, dans le cas de l'emballage VT, la teneur en chlorophylle et de 5,5 ppm à D1 puis diminue pour atteindre 0,415 ppm à D2 et 0,236 à D3, après six mois d'entreposage. Dans le cas de l'emballage VV, cette baisse est encore plus importante, les teneurs en chlorophylle enregistrées sont respectivement 5,5 ppm à D1, 0,285 à D2 et 0,04 ppm à D3. L'analyse statistique a révélé une différence significative. Plusieurs auteurs ont rapporté une baisse du pigment chlorophyllien au cours de stockage de l'huile d'olive vierge (**Mordret, 1999**)

Ces teneurs sont relativement faibles en se référant à la fourchette rapportée par **Mordret (1999)** qui est de 0 à 10ppm.

Cette diminution pourrait être due à une dégradation de la chlorophylle par oxydation en présence de l'O₂ par diffusion (Tanouti, 2010).

II.4.2. Les caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des éléments essentiels de l'huile d'olive responsables de la couleur jaune, elles possèdent des propriétés anti oxydantes (inhibiteurs très efficaces de la photo-oxydation induite par les pigments chlorophylliens. Les caroténoïdes sont des précurseurs de la provitamine A (Roca et Minguéz-Mosquera, 2001).

Les teneurs en caroténoïdes dans les échantillons sont représentées dans le tableau N°XV et la figure N°15.

Tableau XV: évolution de la teneur en caroténoïdes dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage

	Durée de stockage		
Type d'emballage	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	2.7	0.302	0.23
Verre opaque vert	2.7	0.255	0.27

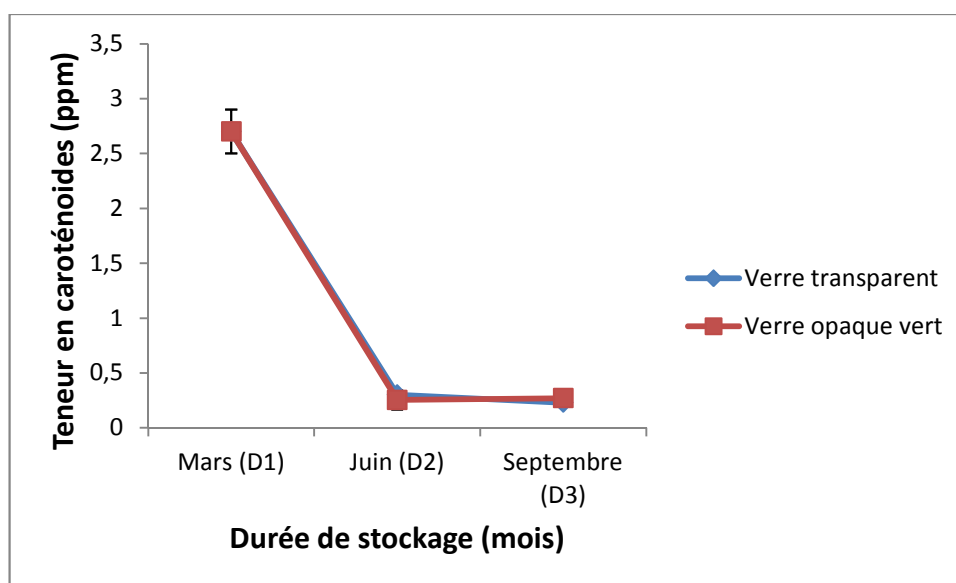


Figure 15: Evolution de la teneur en caroténoïdes dans l'huile d'olive en fonction de la durée de conservation et le type d'emballage.

De même que les chlorophylles, les caroténoïdes diminuent significativement pendant l'entreposage de l'huile. Cette baisse peut s'expliquer par leur oxydation (**Rahmani et Csallany., 1991**). L'allure de cette baisse est presque similaire dans les deux types d'emballage, VT et VV. Ainsi, et après six mois de stockage, nous avons enregistré, une baisse de 2,7 ppm à 0,23 ppm dans l'emballage VT et à 0,27 ppm dans l'emballage VV. Cette baisse est due à leur dégradation oxydative à cause de leur degré d'instauration élevé (**Graille, 2003**). Toutefois, ces teneurs sont incluses dans la fourchette de 0 à 7,7 ppm, établi par le COI.

D'après **GINMO et al, (2002)**, la teneur en caroténoïdes dépend du degré de maturation des olives. En effet, au cours de la maturation, la teneur en caroténoïdes diminue graduellement. Cette diminution devient prononcée avec l'augmentation de la synthèse des anthocyanes (**Roca et Minguéz- Mosquera, 2001**). La diminution de la teneur en caroténoïdes peut être due à l'oxydation de ces pigments comme second substrat au cours de la peroxydation lipidique sous l'action de lipoxygénase (**Minguéz-Mosquera et al., 1990**).

II.5. Les composés phénoliques

L'huile d'olive vierge est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de substances phénoliques naturelles, qui lui confèrent son goût si particulier, à la fois amer et fruité (**Perrin, 1992**). Ces composants antioxydants dans les olives sont également responsables de la stabilité d'huile d'olive (**Visioli et al, 1998**).

Les teneurs en composés phénoliques des huiles analysées sont illustrées dans le tableau N°XVI et la figure N°16.

Tableau XVI: Evolution de la teneur en composés phénoliques (**ppm**) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Types d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	182,75	110,5	73,4
Verre opaque vert	182,75	122	84

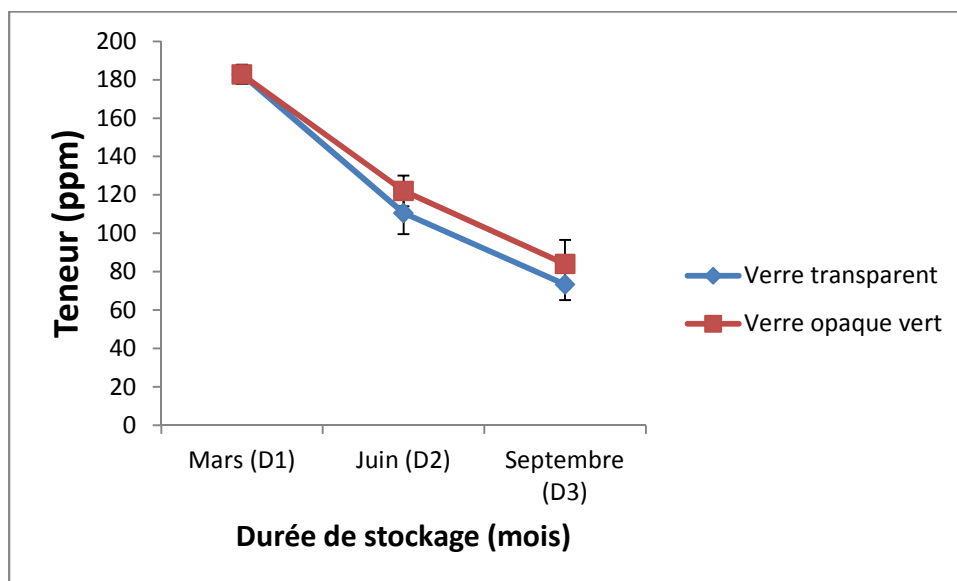


Figure 16: évolution de la teneur en composés phénoliques (**ppm**) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Les résultats illustrés dans la figure N°16 montre une baisse significative de la teneur en composés phénoliques, dans les deux types d'emballage. En effet, les valeurs enregistrées varient de 182,7 ppm à 73 ppm dans l'emballage type VT et de 182,7 ppm à 84 ppm dans l'emballage type VV. Cette baisse est due à l'oxydation des composés phénoliques pendant le stockage de l'huile (**Mendez et Falqué., 2002**).

D'après **OUAOUICH, CHIMI (2007)**, la teneur en composés phénoliques est influencée par plusieurs facteurs à savoir :

- La variété des olives ;

- Degré de maturité des olives : il y'a une influence négative sur le taux des composés mineurs responsables des attributs sensoriels de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) et de sa stabilité à l'oxydation (polyphénols) ;
- La durée et les conditions de stockage des olives ;
- Le système d'extraction adapté : le broyage prolongé des olives à l'air libre favorise l'oxydation et la polymérisation des polyphénols ;
- Les techniques culturales et les conditions pédoclimatiques.

II.6. Composition en acides gras :

La composition en acides gras de l'huile d'olive joue un rôle important au niveau de sa qualité nutritionnelle. C'est l'importance de l'apport d'acide gras mono-insaturés avec un taux d'acide oléique allant de 55% et pouvant atteindre 83% qui confère son originalité à l'huile d'olive, ainsi que ses vertus en termes de santé. Divers facteurs, tels que le degré de maturité des olives, le climat, la variété ont une incidence sur le profil de composition en acides gras de l'huile d'olive (**Garcia et al., 1996b ; Judde, 2004 ; Ollé, 2000**).

Tableau XVII: évolution des acides gras (%) dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Acides gras	Emballage	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Acide palmitique (C16 : 0)	Verre transparent	17,03%	17,66%	17.04 %
	Verre opaque vert	17,03%	17,17%	16.98 %
Acide palmitoléique (C16 :1)	Verre transparent	2,23%	1,99%	2.33 %
	Verre opaque vert	2,23%	1,95%	2,03%
Acide Margarique (C17 :0)	Verre transparent	Trace	/	/
	Verre opaque vert	Trace	/	/
Acide stéarique (C18 :0)	Verre transparent	2,05%	2,22%	2.94 %
	Verre opaque vert	2,05%	2,29%	2.22 %
Acide oléique (C18 :1)	Verre transparent	62,23%	62,75%	60.52 %
	Verre opaque vert	62,23%	63,25%	63.29 %

Acide linoléique (C18 :2)	Verre transparent	15,40%	13,98%	14.81 %
	Verre opaque vert	15,40%	14,13%	13.93 %
Acide linoléique (C18 :3)	Verre transparent	0,51%	0,53%	1.19 %
	Verre opaque vert	0,51%	0,48%	0.64 %
Acide arachidique (C20 :0)	Verre transparent	0,33%	0,42%	1.13 %
	Verre opaque vert	0,33%	0,69%	0.88 %
Acide gondoïque (C20 :1)	Verre transparent	0,19%	/	Trace
	Verre opaque vert	0,19%	Trace	Trace

Dans le présent travail, les résultats d'analyse des échantillons montre que la composition en acide gras de leurs huiles d'olive est conforme aux spécifications exigées par la norme commerciale COI, toutefois cette composition est variable selon le type d'emballage et la durée du stockage.

Acides gras saturés

Cette classe des acides gras est représentée par l'acide palmitique (C16 :0), l'acide margrique (C17 : 0) et l'acide stéarique (C18 :0). L'acide palmitique est l'acide gras dominant de ce groupe. Dans le cas de l'huile de la variété chemlal, conditionnée pendant six mois dans deux types d'emballage (VV et VT), les teneurs en acide palmitique sont très proche : elle varie entre 16,98% à 17,66%. La stabilité de la teneur en acide palmitique peut s'expliquer par le fait que cet acide gras ne contient pas de doubles liaisons susceptible à la réaction d'oxydation.

Acides gras mono-insaturés

Appartenant à ce groupe, l'acide palmitoléique (C16 :1) et l'acide oléique (C18 :1). Ce dernier est la plus dominant de ce groupe et de tous les acides gras de l'huile d'olive vierge. Dans le cas de l'huile conditionnée dans l'emballage en verre transparent, la teneur en acide oléique est stable dans les trois premiers de son conditionnement dont la valeur oscille entre 62,2 à 62,7 ; cette teneur diminue significativement après six mois de stockage dans ce type d'emballage. Cependant, dans le cas du matériau VV, la teneur en acide oléique reste stable pendant les six mois de stockage.

Acides gras polyinsaturés

L'acide linoléique, l'acide linoléique, l'acide arachidique et l'acide gondoique sont les acides gras représentatifs des acides gras polyinsaturés. L'acide linoléique est l'acide gras le plus important de ce groupe. La teneur en acide linoléique diminue au cours de l'entreposage de l'huile dans les deux types d'emballage (VV et VT). En effet, les taux de cet acide gras diminuent de 15,4% à 13,98% dans l'emballage type VT, et de 15,4% à 13,93% dans l'emballage type VV. Cette baisse pourrait être due à l'oxydation de cet acide gras. Cette baisse est parallèle à la diminution de la teneur en polyphénols, qui jouent le rôle d'antioxydants.

II.7. Test de Shall

Ce test consiste à oxyder la matière grasse dans une étuve portée à 60°C. La mise en évidence de l'oxydation est montrée par la mesure de l'indice de peroxyde sur des prélèvements faits toutes 4, 8, ou 24h (Wolf, JP, 1968). Cette méthode présente l'avantage de se rapprocher des conditions réelles de stockage (cas des flacons transparents d'huiles conservées à la lumière du jour et à température ambiante).

Les teneurs du teste de schaal sont représentées dans le tableau N°XVIII et la figure N°17.

Tableau XVIII: Evolution de la teneur du teste de schaal dans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Types d'emballage	Durée de stockage		
	Mars (D1)	Juin (D2)	Septembre (D3)
Verre transparent	34,5	21,66	16,25
Verre opaque vert	34,5	19,51	17

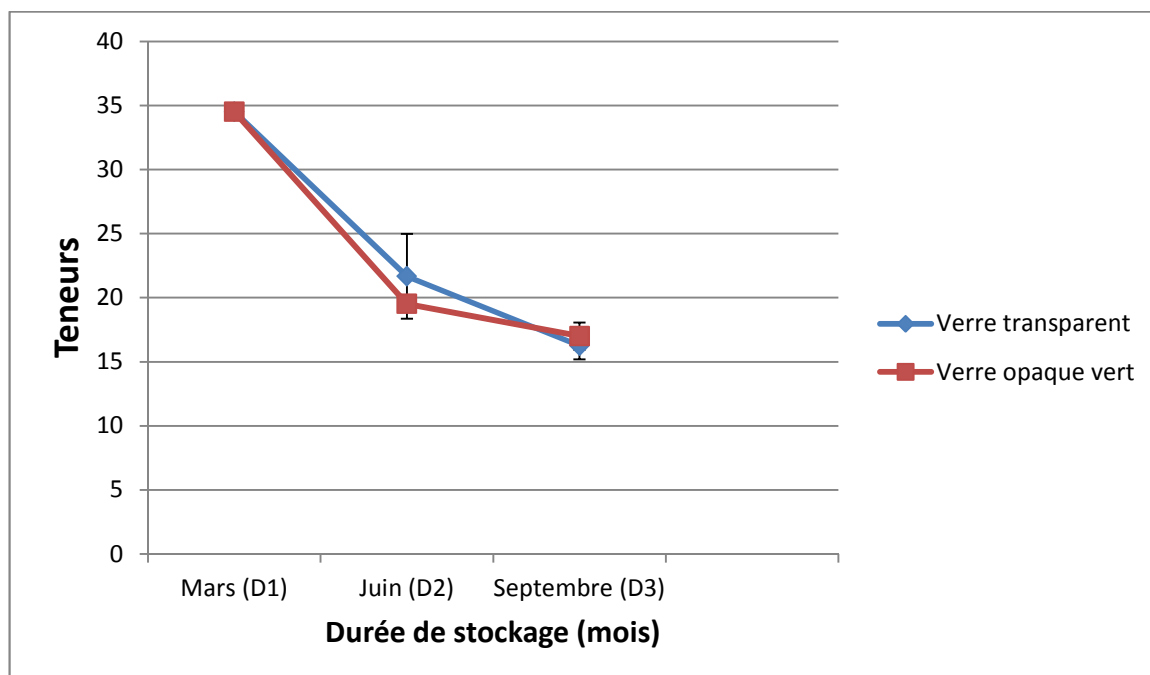


Figure 17: évolution de teste de schaaldans l'huile d'olive en fonction de la durée du stockage et le type d'emballage utilisé.

Le test de Schaal est révélateur de la stabilité oxydative de l'huile. (Nadeem *et al.*, 2013 ; Anwar *et al.*, 2007). Les résultats obtenus montrent une baisse de la stabilité oxydative de l'huile conditionnée dans les deux types d'emballage. Cette baisse peut s'expliquer par la diminution de la teneur en antioxydants. De plus, parallèlement à la diminution de ce test de stabilité, nous avons enregistré une augmentation des indices d'oxydation.

Conclusion

Conclusion

L'huile d'olive est l'une des huiles végétales les plus anciennes, obtenue à partir du fruit de l'olivier, et uniquement par l'utilisation des procédés physiques, sans recourir à des étapes de raffinage. L'absence de cette dernière permet à l'huile d'olive de conserver tous ces antioxydants, c'est la seule huile qui peut être consommée sous forme brute sans traitement préalable, et elle a une place particulière en raison de son image et sa consommation à l'état vierge.

Le stockage de l'huile d'olive vierge est une étape cruciale à la préservation de la qualité de l'huile. Dans cette étude nous avons choisi deux types d'emballage en verre : vert transparent et le verre opaque vert, dans lesquels l'huile d'olive vierge de la variété Chemlal est entreposée pendant six mois. Les résultats obtenus montrent un effet remarquable de la durée d'entreposage, toutefois, le type d'emballage n'a pas montré une grande influence.

Les plus importantes de ces variations concernent les indices d'oxydation, la teneur en acides gras insaturés, le degré d'insaturation de l'huile, la teneur en pigments et en antioxydants phénoliques et la stabilité oxydative de l'huile.

L'oxydation est la réaction d'altération la plus redoutable au cours de stockage de l'huile. L'oxydation primaire et secondaire des huiles étudiées augmente au cours de son entreposage. Cette réaction est légèrement plus importante dans l'emballage transparent.

Une perte importante en antioxydants phénoliques, en pigments (chlorophylles et caroténoïdes) ont été enregistrées dans les deux types d'emballage au cours de l'entreposage. Ceci pourrait influencer la qualité sensorielle de l'huile ainsi que sa stabilité oxydative.

Le profil en acide gras, lui aussi, a subi des modifications, particulièrement les acides gras insaturés. En effet, la teneur en acide linoléique a diminué.

La stabilité oxydative des huiles étudiées a baissé au cours de la conservation dans les deux types d'emballage.

Dans ce qui précède, les différents résultats obtenus révèlent que l'huile subit des modifications chimiques pendant les six mois d'entreposage, toutefois, le type d'emballage n'a pas montré de grandes différences.

Cette étude sera poursuivie encore pendant les neuf (09) mois prochains.

References Bibliographie

A

- **ADRIAN J., POTUS J., POIFFIAI TA., DAVVILIER P., (1998)** : Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires, Ed. Tec et Doc, Lavoisier.
- **AIT YACINE Z., HILALI S. et SERRHROUCHNI M., (2001)** ; Etude de quelques paramètres déterminant de la date de récolte des olives dans le périmètre de TADLA. In : *Olivae* N°88.
- **AMIOT MJ., FLEURIET A. et MACHEIX JJ.** Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phyto chem.* 1989, V28, p: 67-69.
- **ANGEROSA F., SERVILI M., SELVAGGINI R., TATICCHI A., ESPOSTO S., MONTEDORO G.F. (2004).** Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J. Chromatogr. A* 1054,p: 17-31.
- **ANONYME 1, (2003).** Fiche E3 : Matières plastiques. Laboratoire National d'Essais.
- **ANONYME 2, (2004).** Arcelor packaging international. In : [www. Arcelor packaging intel.com](http://www.Arcelorpackagingintel.com)
- **ANONYME 3, (2007).** Les récipients en plastique pour l'eau et les aliments. www.delaplanete.org
- **ANONYME 4, (2004).** Brochure 1227 des Editions de Journal Officiel sur les réglementations concernant les produits alimentaires. In : www.Axesspack.com
- **ANWAR, F., HUSSAIN, I., IQBAL, S., BHANGER, M, I. 2007.** Enhancement of the oxydative stability of somevegetableoils by blendingwithMoringaoleiferaoil. *Food Chemistery*, 103 ; 1181-1191.
- **APARICIO R. et LUNA G.**Caractérisation of monovarietal Virgin olive oils. *J. Lipid sci. Technol.* Septembre 2002, V104, p. 1-12.
- **ARMELLE J., (2004).** Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique. Mécanismes, conséquence, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelle application. *OCL*. 11, N°6 : 414-418.
- **ARNAUD P.** Cours de chimie organique. Ed. Gauthier-Villars, 1985, 505p.

B

- **BARRANCO D., FERNANDEZ-ESCOBAR R., RALLO L (2001).** El cultivodelolivo. P. 38-51-551-562-573-597-599-602-61

- **BEAUCHAMP G., KEAST R., MOREL D., LIN J., PIKA J., HAN Q., SMITH A.B., BRESLIN P.A.S.,(2005).** Ibuprofen like activity in extra-virgin olive oil. *Revue Nature* 437, 45-46.
- **BEAUCHESNE Z., (2008) ;** Emballage alimentaire : enjeux et opportunités.
- **BERLING L-C., (2006).** Etude de l'influence de l'emballage et de la matière sur la qualité du jus d'orange. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires (ENSIA). Thèse Doctorat, France.
- **BERRA G., De GASPERI R. (1980).** Qualitanutrizionale dell'olio di oliva. In : III Congresso internazionale sul valore biologico dell'olio di oliva- la Conea, Creta (Grecia), 8-12 settembre, p. 427.
- **BOSKOU D., BLEKASI G., TSIMIDOU M. (2006).** Olive oil composition. Dans D. Boskou (Ed.), *Olive oil, chemistry and technology* (2nd edition). Champaign Illinois: American oil Chemists society. USA. Pp 41-72.
- **BURTON G.W., INGOLD K.U. (1986).** Vitamin E: Application of the principes of physical organic Chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of Chemical Research*. 19 pp 194-201.

C

- **CAVUSOGLU A. et OKTAR A.** Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture de l'huile d'olive. *Olivae*, Juin 1994, N°52, p.18-24.
- **CHARBONIER A, RICHARD. J.L (1996).** L'huile d'olive, aliment- santé, Ed, Frison- Roche, France, page 1000.
- **CHARBONIER A. (1985).** Acquisitions récentes sur la valeur biologique de l'huile d'olive en France. In : 1° Congr.Nazionale di terapia, 8-12 décembre, Rome, Italie.
- **CHEFTEL J. C. et CHEFTEL H. et BESANCON P., (1976).** Introduction à la technologie des aliments. Vol 2, Edition Lavoisier. Paris.
- **CHEMONICS INTERNATIONAL, INC (2006).** Guide de bonne pratique de fabrication des huiles d'olive. Ministère de l'Agriculture, de Développement Rural et des Pêches Maritimes. Royaume du Maroc 17-19-21.
- **CHIMI H, 2006.** Technologie d'extraction de l'huile d'olive et les gestions de sa qualité. *Bultinmonsuel d'information et de liaison du PNTTA, Transfert de technologie en Agriculture*. N°141.

- **CIMATO A.** La qualité de l'huile d'olive et les facteurs agronomiques. *Olivae*, N°31, avril 1990, p : 20-31.
- **CIVANTOS L.** Agronomic factors influencing olive oil quality. Séminaire international sur la technologie de l'huile d'olive et la valorisation des sous produits. Izmir, Turquie, 1986.
- **COI, (2015)** conseil oléicole international. Norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.

D

- **DAOUDI F.D., CHERIF A.(1981).** Etude comparative des acides gras des quelques huiles d'olives tunisienne- Influence du procédé technologique d'extraction sur la qualité des huiles obtenues, *Revue Française des Corps gras*, Vol. 5, p : 236-245.

F

- **FONTANAZZA G.** Comment cultiver en vue de la qualité de l'huile. *Olivae*, décembre 1988, N°24, p. 31-39.
- **FRENOT M. et VIERLING E.** (2001). Les lipides, In : biochimie des aliments-diététique du sujet bien portant. P : 79-105. Ed : doin bordeaux. ISBN : 2-7040-0856-6.
- **FRENOT M. et VIERLING E., (2001)** ; Biochimie des aliments et diététique du sujet bien portant. Science des aliments. Edition Doin.
- **FRIASIUIZ., GARCIA ORTIZ RODRIGUZZ A., HERMOSO FERNANDEZ M., JIMINEZ MARQUEZ A., LLAVERO DEL POZO M., MORALES BERNANDINO J.,RUANO AYUSO T., UCEDOJEDA M (1991).** Analistas de laboratorio de almazara. P.17-18-24-57-61

G

- **GARCIA JM, SILVIA S, CARMEN MPC. 1996b.** Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.* 44: 264-267.
- **GIMENO E., CASTELLOTE A.I., LAMUELA-RAVENTOS RAVENTOS R.M., DE LA TPRRE M.C., and LOPEZ-SABATER M.C (2002).** The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, -tocopherol, β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 101, 833-837.

- **GONTARD N., (1999).** Pourquoi emballer et comment. In Bulletin de Réseau TPA, N° :16.
- **GRAILLE J, 2003.** Lipides et corps gras alimentaires. Edition : Tec & Doc Lavoisier paris.

H

- **HARWOOD J.L., APARICIO R. (2000).** Handbook of olive oil: analysis and properties, Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publication, Inc. p.620.
- **HOTCHKISS J.H., (1997).** Food packaging interactions influencing quality and safty food additions and contaminants. PP: 601-607.
- **HUGEL R., PAJEA N., (1998) ;** Le verre d'emballage. In MULTON G. et BUREAU G. ; Emballage des denrées alimentaires de grande consommation. Edition Tec et Doc. Lavoisier. PP 299-311. Paris.

J

- **JACOTO B. (1997).** Intérêt nutritionnel de la consommation de l'huile d'olive. OCL 4(5), 373-374.
- **JACOTO B. (1999).** Huile d'olive et lipoprotéines. OCL 6(1), 84-85.
- **JACOTO B. (1993).** L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris: Artulen, ,p280.
Pigments
- **JUDDE A. 2004.** Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique: mécanisme, consequence, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelle application? OCL 11 : 414-418.

K

- **KARLESKIND A.** Manuel des corps gras. Paris : Lavoisier, 1992, p : 999-1571.
- **KARLESKIND., (1992) :** Manuel des corps gras. Ed. Tec et Doc – Lavoisier. V1.PP : 221-222.
- **KEYS A., MENOTTI A., KARVONEM M.J., BLACKBURNI H., BUZINA R., DIODORDEVIC B.S., DONTAS A.S., FIDANZA F., KEYS M.H., KROMHOUT D., NEDUKOVIC S., PUNSAR S., SECCARECCIA F., TOSHIMA H. (1986).**The diet and 15 death rate in seven countries study. Am. J. Epidemiol. 124, 903-915.

- **KIRITSAKIS A. et OSMAN M.** Effet du B-carotène et de l'α-tocophérol sur la stabilité photo-oxydative de l'huile d'olive. *Olivae*, Avril 1995, N°56, p : 25-28.
- **KIRITSAKIS A.K.**, (1993). La chimie de l'arome de l'huile d'olive. *Olivae*, 45(2), p : 28-33.
- **KLENIEWSKI A.**, (1998). Emballages métallique légers pour produits alimentaires non appertisés. In : **MULTON J. L. et BUREAU G.** Emballage des denrées alimentaires de grande consommation. Techniques et Documentation Lavoisier. Paris.
- **KOUTSATAKIS A, KOTSIFAKI E, STEFANNOUDAKI E et CERT A.** Etude triennale sur les variations de plusieurs caractéristiques chimiques et de divers composants mineurs des huiles d'olives vierge obtenues à partir d'olives cueilles à plusieurs degrés de maturité. *Olivae*, 2000, V80, p. 22-27.
- **KRATZ M., CULLEN P., KANNENBERG F., KASSNER A., FOBKER M., ABUJA P. M., ASSMANN G., WAHRBUG U. (2002).**Effect of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low density lipoprotein. *European Journal of Clinical Nutrition*. 56(1) pp: 72-81.

L

- **LAZZERI YVETTE. (2009).** Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne.
- **LESUEUR F. et FAUSTIN F., (2001).** Les plastiques : définition. In : comprendre les facteurs clé de la valorisation des matières plastiques résiduelles. IPEC et RECYC-QUEBEC. 5-8.
- **LITTMAN A.J, BERESFORD S.A, WHITE E (2001).** The association of dietary fat and plant foods with endometrial cancer (United States). *Cancer Causes Control*. Oct; 12(8): 691-702.
- **Lopez S. , Beatriz Bermudez , Sergio Montserrat-de la Paz , Sara Jaramillo , Lourdes M. Varela , Almudena Ortega-Gomez , Rocio Abia , Francisco J.G. Muriana (2014).** Membrane composition and dynamics: A target of bioactive virgin olive oil constituents. *Biochimica et Biophysica Acta* 1838, 1638–1656.
- **LOPEZ-LOPEZ A., MONTANO A., RUIZ-MENDEZ M. V., GARRIDO-FERNANDEZ A. (2008).**Sterols, Fatty alcohols, and triterpenic alcohols in commercial table olives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 253-262.

M

- **MANAI H.** Variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisements dirigés. *Economie, Science et Technique, Olivae*, Décembre 2006, N°106, p : 17-31.
- **MANAI H.** Variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisement dirigés. *Economie, Science et Technique, Olivae*, Décembre 2006, N°106, p. 17-31.
- **MENDEZ A. I., FALQUE E. (2007).**Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Agric* 67: 153-61.
- **MINGUEZ-MOSQUERA M.I., GANDUL-ROJAS B., GARRIDO-FERNANDEZ J., and GALLARDO-GUERRERO L. (1990).** Pigments present in virgin olive oil. *Journal of American oil Chemistry Society*, V 67(3): 192-196.
- **MORDRET F., (1999) ;** Evolution des critères de qualité des huiles d'olive vierge et perspectives. *OCL*, VOL.6N°1, PP : 9-76.
- **MOTARD-BELANGER A., CHAREST A., GRENIER G., PAQUIN P., CHOUINARD P.Y., LEMIEUX S., COUTURE P., LAMARCHE B. (2008).**Study on the effects of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*. 87 (3) pp: 593-599.
- **MULTON J-L., (1998) ;** Fonction de l'emballage. In : MULTON J-L. et BUREAU G. ; *Emballage des denrées alimentaires de grande consommation*. Edition Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- **MUTHWILL F., BRGER J.F., LECOP M., (1998).**Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe de papier, polyéthylène et aluminium.

N

- **NADEE, M., ABDULLAH, M., HUSSAIN, I. 2013a.** Improvement of the oxydative stability of butteroil by blendingwithMoringaoleiferaoil, *Journal of Food Processing and Preservation*. Doi : 10.1111/ jf pp.12108

O

- **OCAKOGLU D., TOKATLI F., BANU O., FIGEN K. (2009).**Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years *Food Chemistry* 113 401-410.

- **OLIVIERI D., PINATEL C., DUPUY N., GUERERE M., ARTAUD J., (2007).** Caractérisation sensorielle et chimique d'huile d'olive vierge de six AOC française, O.C.L, Vol. 14, Issue 2, p. 141-149.
- **OLLE M. 2002.** Analyse des corps gras DGCCRF, Laboratoire interrégional de Montpellier France, Technique de l'ingénieur, p. 3325.
- **OSAWA, C.C., GUARALDO, A.L., RAGAZZI S. (2007).** Correlation between free fatty acid of vegetable oils evaluated by rapid test and the official method. J. Of food Composition and analysis, Vol. 20p: 523-528.
- **OSLAND R.E., (2002).** Phytosterols in human nutrition. AnnualReview of Nutrition 22, 533-549.
- **OUAOUICH A et CHIMI H,** Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUUDI), Vienne 2007.
- **OUAOUICH A et CHIMI H,** Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUUDI), Vienne 2007.

P

- **PANNARUM P.Y., (2001).** Migration à partir des bouteilles recyclées. Elaboration et validation d'un modèle applicable aux barrières fonctionnelles. Thèse Doctorat. Reinns
- **PEREIRA J. A., CASAL S., BENTO A., OLIVEIRA M.B.P. P., (2002)**
- **PERONA J.S., CANIZARES J., MONTERO E., SANCHEZ- DOMIUEZ J.M., CATALA A., RUIZ-GUTIEREZ V., (2004),** Virgin olive oil reduces blood pressure in hypertensive elderly subjects. Clinical Nutrition, 2, 191-200.
- **PERRIN J L, 1992.** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et son huile. Revue française des corps gras. N°39, pp : 25-31.
- **PERRIN J.L.** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. Mise au point. Rev. Fr. Corps Gras, 1992, V39, p : 25-32.
- **POKORNY J. (2003).** Problèmes de stabilité des produits alimentaire liés à la présence des lipides. In : **Graille J.** Lipides et corps gras alimentaires. Techniques et Documentation Lavoisier. Paris. 51-79.

R

- **RAHMAN M.** Photo-oxydation des huiles d'olive : Influence de la composition chimique. Rev. Fr. corps gras, 1989, N°36 (9/10), p : 355-360.
- **RAHMANI M., (1989)** ; Mise au point sur le role des pigments chlorophylliens dans la photo-oxydation de l'huile d'olive vierge. Olivae 26, p30-32.
- **RANALLI A., DE MATTIA G., PATUMI M., PROIETTI P., (1999)**
- **RAYAN D. et ROBARDS K. et LAVEE S., (1998).** Evolution de la qualité de l'huile d'olive. Olivae, N°72. PP : 23-38.
- **REYNE, (1991).** Les plastiques dans l'emballage. Edition Hermés Paris.
- **RIQUET A.M, (1998).** Emballages alimentaires et santé du consommateur. INRA
- **RIQUET A.M., (1998).** Emballages alimentaires et sécurité du consommateur. INRA.
- **RIVERA DELALAMOI R.M., FREGAPANE G., ARANDA F., GOMEZ-ALONSO S., SALVADOR M.D., (2004).** Sterols and alcohols composition of Cornicabra virgin olive oil: The campesterol content exceeds the upper limit of 4% established by the EU regulations. Food Chemistry, 84, 533-537.
- **ROCA M., MINGUEZ-MOSQUERA M.I. (2001).**Chandes in the natural ratio between chlorophylls and carotenoids in olive fruit during processing for virgin olive oil.J.Am. Oil Chem. Sec 78(2), 133-138.
- **ROSA M., LAMUELA-RAVENTOS E., GIMENO E., MONTSE F., CASTELLOTE A.I., COVAS M., De La TORRE-BORONAT M.C., LOPEZ-SABATER M.C., (2004).**Interaction of Olive Oil Phenol Antioxidant Components with Low-density Lipoprotein. Biol Res 37: 247-252.
- **ROTONDO S., De GAETANO G. (2000).**Protection from cardiovascular disease by wine and its derived products. Epidemiological evidence and biological mechanisms. World Review of Nutrition and Dietetics. 87 p 90-113.
- **RYAN D. ; ROBARDAS K. et LAEE S (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. Olivae, N°72, juin 1998, p : 23-38.
- **RYAN D., ROBARDS K. et LAEE S., (1998).** Evolution de la qualité de l'huile d'olive. Olivae, 72. PP: 23-38.

S

- **SAILLAND P., (2008).** Forum sur les emballages. Pole technologie agroalimentaire. ASBT. Newsletter, N°8.

- **SALVADOR M-D, ARANDA F, et GOMEZ- ALONSO S, et FREGAPANE G.** Quality caractérisation of Cornicabra Virgin olive Oil. Oil Chem, 2000, V1, P. 31-38
- **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 C omposition and Analysis 23, 671-676.
- **SANCHEZ CASAS J., OSORIO BUEN E., MONTANO GARCIA A. M., MARTINEZ CANO M. (2004).** Sterols and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oils from cultivars of Extremadura (Spain). Food Chemistry, 87, 225-230.
- **SIFI S, BEN HAMIDA J et AMAMOU T, (2001).** Impacte du système de trituration des olives sur la qualité d’huile d’olive obtenue. Olivae, N°84, PP: 33-38.
- **SIMOPOULOS A. and VISIOLI F., Eds., Karger Press, Basel, pp 56-77.**

T

- **TANOUDI K., ELAMRANI A., SERGHINI-CAIDH., KHALID A., BAHETTA Y., BENALI A., HARKOUS MET KHIAR M., 2010.**Caractérisation d’huiles d’olive produites dans des cooperatives pilotes (la krama et kenine) au niveau du Maroc oriental. Les technologies de laboratoire, Volume 5, N°18. PP.19-24.
- **TERDAZI W., AIT YACINE Z., OUSSAMA A., (2010).** Etude comparative de la stabilité de l’huile d’olive de la Picholine marocaine et de l’Arbéquine. Olivae, N°113 page 22-26.
- **TRICHOPOULOU A., LAGIOU P., Kuper H., TRICHOPOULO D., (2000).** Cancer and Mediterranean dietary traditions. Departement of Hygiene and Epidemiology, University of Athens Medical School, Greece. Cancer Epidemiol Biomarkers, Sep;9(9): 869-873.

U

- **UZZAN A.** Olive et l’huile d’olive. In A. Karleskindcoord. Manuel des corps gras. Ed.

V

- **VEILLET S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse/ Académie d'Aix-Marseille Université d'Avignon et des pays de Vaucluse-science des procédés- science des aliments.
- **VISIOLIF AND GALLIC,** The effect of minor constituents of olive oil on cardiovascular disease: new findings. Nutrition Reviews. (1998) 56(5): 142-147.

W

- **WOLF. JP, 1968.** In : Manuel d'analyse des corps gras ; Azoulay éditeur, Paris

Y

- **YAACOU R.,** Impact nutritionnel et sanitaire de la torréfaction des fruits et graines oléagineux ; Intérêt de la fluorescence comme outil de contrôle des composés néoformés ; thèse de doctorat ; N°2009AGT 0048 ; Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (agro paris tech).

Annexes

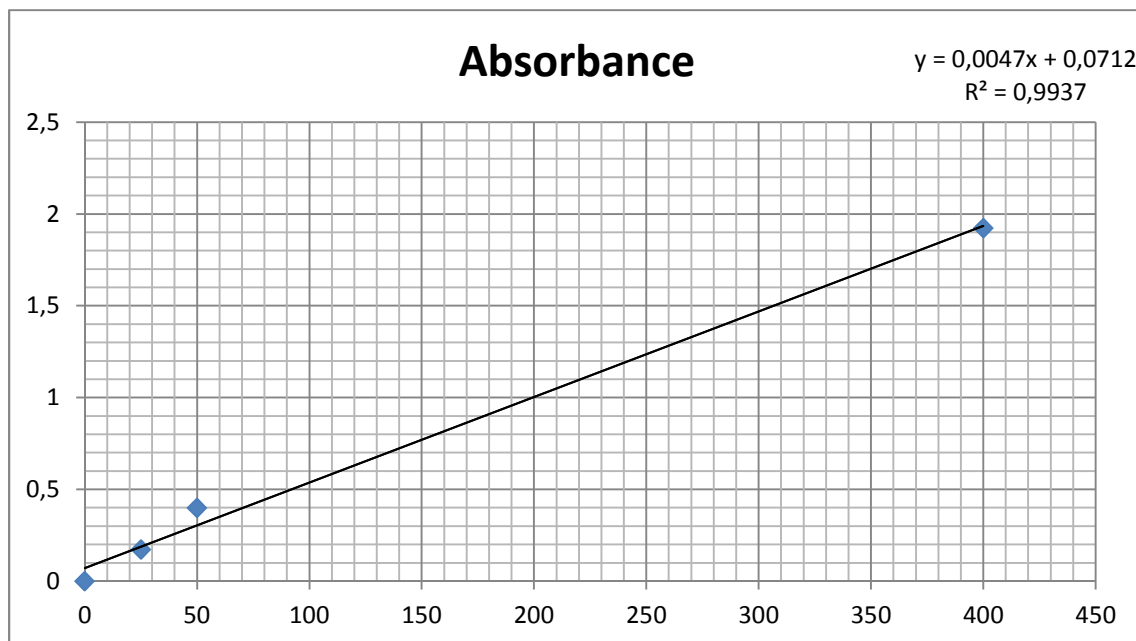


Figure 18 : courbe étalon pour le dosage des composés phénoliques.

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

Mode opératoire :

- Régler l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;
- Peser un bécher à vide après l'avoir lavé ; sécher ;
- Peser 5g 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.

Annexe 02 : Détermination de l'absorbance en ultraviolet

Réactifs :

- Hexane pur.

Mode opératoire :

- Dissoudre 0,1g 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.

Annexe 03 : Détermination de l'acidité

Réactifs :

- Ethanol ;
- Hydroxyde de potassium 0,1 N (0,1 mole/litre) ;
- Phénolphtaléine (10g/l dans l'éthanol).

Mode opératoire :

- Dans un Erlen Meyer¹, mettre 25ml d'éthanol avec 0,5ml de la solution de phénolphtaléine ;
- Porter à ébullition ;

- A température encore élevée, neutraliser(en utilisant une burette) avec précaution tout en agitant l'Erlen Meyer avec la solution à 0,1 mole /l de KOH jusqu'à apparition d'une coloration rose persistant au moins 10 secondes ;
 - Dans un Erlen Meyer², peser 2,5 d'huile ;
- Ajouter l'éthanol neutralisé (contenu de l'Erlen Meyer¹) ;
- Mélanger soigneusement ;
- Porter le contenu à ébullition ;
- Titrer avec la solution de KOH (Burette) ;
- En agitant vigoureusement le contenu de l'Erlen Meyer pendant le titrage ;
- Arrêter le titrage quand la coloration rose persiste pendant au moins de 10 secondes.

Annexe 04 : Détermination de l'indice de peroxyde

Réactifs :

- Chloroforme ;
- Acide acétique ;
- Solution aqueuse d'iodure de potassium saturée ;
- Thiosulfate de sodium 0,01N ;
- Solution d'amidon.

Mode opératoire :

- Peser 2g d'huile dans un Erlen Meyer ;
- Ajouter 10 ml de chloroforme avec 15 ml d'acide acétique tout en agitant afin de dissoudre l'échantillon ;
- Ajouter 1 ml de la solution de KI ;
- Boucher aussitôt ;
- Agiter énergiquement pendant 1 mn ;
- Laisser 5 mn à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15°C et 25°C ;
- Ajouter 75 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 0,5 ml de la solution d'amidon ;
- Agiter énergiquement ; si une couleur violacée apparaît, il y a présence de peroxyde ;
- Titrer, tout en agitant, avec la solution de thiosulfate de sodium (0,01N) jusqu'à disparition de la coloration violette ;

- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions.

Annexe 05 : Détermination des chlorophylles et des caroténoïdes

réactifs :

- Cyclohexane

Mode opératoire :

- Peser 3g d'huile d'olive et le dissoudre dans 10ml de cyclohexane ;
- Mesurer l'absorbance à 670nm pour les chlorophylles et à 470nm pour les caroténoïdes.

Annexe 06 : Détermination de la teneur en phénols totaux

Réactifs :

- Hexane ;
- Méthanol ;
- Folin de ciocalteau ;
- Bicarbonate de sodium.

Mode opératoire :

- Dans un tube à vis, 2,5g d'huile sont dissoute dans 5ml d'hexane ;
- Ajouter 5 ml de mélange méthanol/eau (60/40, v/v), agiter vigoureusement pendant 2min ;
- Laisser reposer pendant 5min, deux phases non miscibles se séparent distinctement, au moyen d'une pipette, la phase aqueuse méthanol/eau (5 ml) est récupérée et mise dans un autre tube ;
- Additionner 0,5 ml de folin ciocalteau et 5 ml d'eau distillée ;
- Enfin 1 ml d'une solution de bicarbonate de sodium à 35% ajouté ;
- Laisser reposer à l'abri de la lumière pendant 2 heures ;
- Enfin, la lecture est faite dans un spectrophotomètre à 725nm ;
- Un essai à blanc est préparé dans les mêmes conditions.

Annexe 07 : Mode opératoire

Courbe d'étalonnage : on dilue la solution standardisée de l'acide gallique de manière à obtenir les concentrations (c) suivantes : 0,025 ; 0,05 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,4 mg dans 1ml de la solution ;

- On dilue 0,5ml de chacun de ces solutions standardisée dans 10ml d'eau distillée ;
- On ajoute 0,5 ml de Folin Denis puis on laisse reposer pendant 3 minutes ;
- On ajoute 1ml de la solution saturée Na_2CO_3 , la couleur bleue apparaît ;
- On mesure la densité optique (DO) des solutions standardisée avec un spectrophotomètre UV visible à 750 nm.

Annexe 08 : Détermination de la composition en acide gras

Réactifs :

- Hexane ;
- Hydroxyde de potassium méthanolique à 2N.

Mode opératoire :

- Dans un tube à vis peser 0,2g d'huile ;
- Ajoutés 3ml d'hexane ;
- Additionnée 0,4ml d'hydroxyde de potassium méthanolique à 2N ;
- 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 la 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 09 : détermination du teste de schaal

Réactifs :

- Chloroforme ;
- Acide acétique ;
- Solution aqueuse d'iodure de potassium saturée ;
- Thiosulfate de sodium 0,01N ;

- Solution d'amidon.

Mode opératoire :

- Peser 20g d'huile dans un bécher puis le mettre dans l'étuve à 60°C pendant cinq jours ;
- Peser 2g d'huile retiré de l'étuve dans un Erlen Meyer ;
- Ajouter 10 ml de chloroforme avec 15 ml d'acide acétique tout en agitant afin de dissoudre l'échantillon ;
- Ajouter 1 ml de la solution de KI ;
- Boucher aussitôt ;
- Agiter énergiquement pendant 1 mn ;
- Laisser 5 mn à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15°C et 25°C ;
- Ajouter 75 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 0,5 ml de la solution d'amidon ;
- Agiter énergiquement ; si une couleur violacée apparaît, il y a présence de peroxyde ;
- Titrer, tout en agitant, avec la solution de thiosulfate de sodium (0,01N) jusqu'à disparition de la coloration violette ;
- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions.

Résumé

Notre étude porte sur l'influence de deux types d'emballage (verre transparent et le verre opaque vert) en fonction de la durée d'entreposage (six mois) sur la qualité de l'huile d'olive, du point de vue physico-chimique.

L'huile d'olive vierge utilisée dans cette étude a été extraite, au moyen d'un oléodoseur, à partir des olives de la variété Chemlal récoltées, au mois de Décembre 2016, dans la région de Ouadhias (Tizi ousou). Ces huiles ont été conditionnées dans deux types d'emballages : verre transparent et verre opaque vert. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées à trois dates différentes : D1 (mois de Mars), D2 (mois de Juin), D3 (mois de Septembre).

Les résultats obtenus montrent l'effet important de la durée de stockage de l'huile : augmentation des indices d'oxydation primaires (IP, Abs 232 nm) et secondaires (Abs 270 nm), et une baisse de l'acide linoléique, de la teneur en pigments et en antioxydants, et de la stabilité oxydative de l'huile. Le type d'emballage a montré un effet moins important que la durée de stockage, ainsi les indices les plus influencés sont les indices d'oxydation et les composés phénoliques et l'indice d'iode.

Mots clés : huile extra vierge, emballage, stockage, acides gras, antioxydants, stabilité oxydative