

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri
FACULTE DE MEDECINE
TIZI OUZOU

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة مولود معمري
كلية الطب
تيزي وزو

Département de Pharmacie
N° D'ordre :

٢٠٢٣/٢٠٢٢

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté sous forme d'article et soutenu publiquement
En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Pharmacie

Le : 26/09/2023

Sous le Thème

THEME

Évolution de la qualité de quelques échantillons de l'huile d'olive vierge
de la région de Tizi Ouzou soumis à différentes conditions de stockage et
de traitement

Réalisé par :

ZIANE Thanina

DJEROUM Soheir Fatma Zahra

CHEBBAH Sabrina Lysa

Encadré par :

Dr IBOUKHOULEF Sabrina

Membres du jury :

Pr. A. DAHMOUNE

Pr N. HADHOUM

Dr B. MOKRANI

Dr. S. IBOUKHOULEF

MCA

MCA

MAHU

MAHU

Faculté de Médecine

Faculté de Médecine

Faculté de Médecine

Faculté de Médecine

UMMTO

UMMTO

UMMTO

UMMTO

Présidente de jury

Examinatrice

Examineur

Promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE :2022 /2023

Évolution de la qualité de quelques échantillons de l'huile d'olive vierge de la région de Tizi Ouzou soumis à différentes conditions de stockage et de traitement

Dr. S. IBOUKHOULEF¹ Th. ZIANE², S. DJEROUF³, L. CHEBBAH⁴

¹ Maître assistante en hydro bromatologie, département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi Ouzou UMMTO.

^{2,3,4} Laboratoire d'hydro bromatologie, département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi Ouzou UMMTO.

Contact : bensabrinaph@yahoo.fr, thanina.ziane@fm.ummtto.dz, soheir.fatma.zahra.djeroum@fm.ummtto.dz, lvs.sabrina.chebbah@fm.ummtto.dz

RESUME

Les huiles d'olive sont affectées par plusieurs facteurs, qui entraînent leur dégradation par diverses réactions chimiques, principalement l'oxydation et l'hydrolyse. Cette étude vise à évaluer l'influence des différentes conditions de stockage à savoir la température (ambiante, 4-8C°, 37C°), la lumière, l'oxygène (tubes remplis à 100%, 50% et 25%) et le type d'emballage (verre opaque et transparent/plastique opaque et transparent/aluminium /argile) sur la qualité de trois échantillons d'huile d'olive vierge (H1, H2, H3) collectés lors de la campagne oléicole 2022/2023 dans la région de Tizi Ouzou, en examinant les caractéristiques physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, extinctions spécifiques dans l'ultra-violet K232 et K270, teneur en pigments chlorophylliens et caroténoïdes, densité et indice de réfraction) et le profil organoleptique à T0 (avant traitement et stockage), T1 (après 55 jours de traitement et de stockage) et T2 (après 110 jours de traitement et de stockage). Les résultats obtenus révèlent que la température élevée, l'exposition à la lumière et les fortes concentrations en oxygène ont entraîné une augmentation de l'acidité, l'indice de peroxyde, les extinctions spécifiques K232 et K270, et une dégradation des pigments avec l'altération des critères sensoriels, et que le meilleur matériau pour l'emballage de l'huile d'olive était le verre et l'aluminium. Dans cette étude, il a été donc démontré que le stockage d'une huile d'olive ne doit pas se faire d'une manière aléatoire et qu'il est impératif de tenir en compte l'effet de l'emballage, de l'oxygène, de la température et de la lumière lors de l'entreposage.

Mots clés : Huile d'olive, conditions de stockage, analyse physico-chimique, profil organoleptique.

ABSTRACT

Olive oils are affected by several factors, which lead to their degradation by various chemical reactions, mainly oxidation and hydrolysis. This study aims to evaluate the influence of different storage conditions, namely temperature (ambient, 4-8C°, 37C°), light, oxygen (tubes filled to 100%, 50% and 25%) and packaging type (opaque and transparent glass/opaque and transparent plastic/aluminum/clay) on the quality of three virgin olive oil samples (H1, H2, H3) collected during the 2022/2023 olive growing season in the Tizi Ouzou region, by examining physico-chemical characteristics (acidity, peroxide value, specific ultraviolet extinctions K232 and K270, chlorophyll pigment and carotenoid content, density and refractive index) and organoleptic profile at T0 (before processing and storage), T1 (after 55 days of processing and storage) and T2 (after 110 days of processing and storage). The results obtained revealed that high temperature, exposure to light and high oxygen concentrations led to an increase in acidity, peroxide value, specific extinctions K232 and K270, and pigment degradation with alteration of sensory criteria, and that the best material for olive oil packaging was glass and aluminum. In this study, it was thus demonstrated that olive oil should not be stored randomly, and that it is imperative to take into account the effect of packaging, oxygen, temperature and light during storage.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Keywords : Olive oil, storage conditions, physicochemical analysis, organoleptic profile.

Introduction

Depuis des siècles, jusqu'à nos jours, l'olivier et son huile occupent une place prépondérante dans l'histoire des grandes civilisations antiques et dans la vie quotidienne des populations (1), cet arbre incarne la richesse culturelle, le patrimoine et les traditions. En outre c'est un pilier indispensable dans le régime méditerranéen qui est l'un des régimes alimentaires les plus sains au monde, et les pays méditerranéens demeurent les plus grands producteurs et consommateurs de cette huile (2). L'Algérie se classe au troisième rang en Afrique du Nord(3) dans lequel le verger oléicole national couvre une superficie de plus de 400 mille hectares, avec 61 millions d'arbres(4), sa distribution est concentrée exclusivement au niveau de 6 principales wilayas, dont trois de la région de Kabylie (Bejaia, Tizi-Ouzou, Bouira) où l'huile d'olive est produite artisanalement et joue un rôle important dans la cuisine kabyle, le commerce local et la culture symbolisant la stabilité, la force et la résilience du peuple(5).

Les huiles d'olive vierges (HOV) sont obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*) fait partie de la famille des Oléacées, uniquement par des procédés mécaniques ou physiques dans des conditions thermiques qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration(6). Elles sont classées en HOV propres à la consommation : vierge extra, vierge, courante et en HOV impropres à la consommation dites lampantes(7).

En raison de ses propriétés organoleptiques, nutritionnelles et ses vertus sur la santé humaine(8) telle que la réduction du risque de maladies cardiaques et de maladies neurodégénératives, ses effets anti-inflammatoires, antithrombotiques, antihypertenseurs (9) et anticancéreuses(10), l'huile d'olive est soumise à une réglementation très stricte, notamment par le Conseil Oléicole International (COI) et la Commission Européenne, qui interviennent dans divers aspects liés aux définitions, classification et fixation des caractéristiques physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, extinctions spécifiques K232 et K270, teneur en pigments, densité, indice de réfraction...) et organoleptiques (couleur, saveur, odeur, aspect) tout en établissant des normes et des méthodes d'analyse spécifiques permettant le contrôle de sa qualité et son authenticité(11). Cependant, les huiles d'olive sont affectées par plusieurs facteurs notamment les conditions de stockage à savoir la température, l'exposition à la lumière et à l'air et le type d'emballage utilisé, où elles subissent de nombreuses altérations généralement causées par diverses réactions chimiques, principalement l'oxydation et l'hydrolyse. L'oxydation est subdivisée selon les mécanismes réactionnels mis en œuvre en auto-oxydation et en photo-oxydation. L'auto-oxydation est déterminée par plusieurs facteurs qui sont, entre autres, les niveaux d'insaturation de l'huile, les acides gras libres, la présence des ions métalliques et d'eau, l'emballage, la température élevée, l'oxygène atmosphérique et l'exposition à la lumière dans le cas d'un emballage transparent. D'autre part, la photooxydation est affectée par la quantité totale de pigments chlorophylliens et d'antioxydants naturels (β -carotène, tocophérols, phénols) contenus dans l'HOV (12-14). Ce rancissement oxydatif se déroule en deux étapes, l'étape primaire qui intervient en générant des hydroperoxydes radicalaires, suivie d'une oxydation secondaire où ces peroxydes instables se décomposent pour former des composés volatils qui affectent la qualité de l'huile et qui sont la principale cause des modifications du goût et de l'odeur de l'huile. En revanche l'hydrolyse des corps gras, quelle qu'en soit l'origine enzymatique ou chimique, conduit à la

formation d'acides gras libres et de glycérides partiels (monoglycérides et diglycérides) dont les propriétés sont plus ou moins désagréables d'un point de vue organoleptique⁽¹⁵⁾.

L'objectif du présent travail est d'étudier l'influence des différentes conditions de stockage à savoir la température, la lumière, l'oxygène et le type d'emballage sur la qualité des huiles d'olive vierges, et ce, dans le but d'améliorer les connaissances sur les bonnes pratiques de conservation.

I - Matériels et méthodes

1-Echantillonnage

L'étude expérimentale a été portée sur trois échantillons d'huiles d'olive vierges H1, H2 et H3 de différentes régions de Tizi-Ouzou : Larbaa Nath Irathen, Tizi Rached et Maatkas respectivement, de la campagne oléicole 2022/2023, issus des huileries modernes.

Le travail a été réalisé du 13 février au 03 juin 2023 au laboratoire d'hydro-bromatologie de l'université de Mouloud Mammeri.

Les échantillons ont été conservés à l'abri de la lumière dans des bouteilles en verre opaque étiquetées, bien remplies et fermées hermétiquement. Chaque prélèvement a été accompagné d'une fiche de renseignement sur laquelle sont reportées les informations relatives à la région, la date de récolte, le type d'huilerie et les paramètres physicochimiques et organoleptiques caractérisant leur qualité.

2-Traitement et conditionnement des échantillons

Après une caractérisation physicochimique et organoleptique initiale (T0), les échantillons ont été transférés dans différents flacons et stockés dans différentes conditions de température de lumière d'oxygène et d'emballage, dans le but d'évaluer l'effet de ces dernières sur l'évolution de la qualité de l'huile d'olive.

-Pour étudier l'influence de **la température**, trois tubes en verre opaque (série 01) ont été remplis à 100% du volume total avec l'huile H1 et fermés hermétiquement afin d'éviter l'effet de l'oxygène. Chaque tube a été stocké dans une des trois températures suivantes : à température ambiante du laboratoire, à 37°C dans un incubateur et à une température comprise entre 4°C à 8°C dans un réfrigérateur, pendant 55 jours.

En parallèle trois autres tubes (série 02) traités dans les mêmes conditions sont destinés au stockage pendant 110 jours.

-Pour évaluer l'effet de **la lumière**, deux **sous-séries** ont été établies, chacune constituée de : un tube en verre opaque (VO), un tube en verre transparent (VT), un flacon en plastique opaque (PO) et un flacon en plastique transparent (PT).

Ces **sous-séries** ont été remplies à 100% du volume total avec l'huile H2 et fermées hermétiquement. Une **sous-série (S1)** a été mise à l'abri de la lumière dans une caisse en carton au fond d'un placard, l'autre (**S2**) a été exposée à la lumière du jour et la lumière artificielle du laboratoire, les deux **sous-séries** stockées à température ambiante pendant 55 jours (**série 1**).

Deux autres **sous-séries (S1' et S2')** identiques (VO, VT, PO, PT) remplies de la même manière et soumises aux mêmes conditions ont été stockées pendant 110 jours (**série 2**).

-Pour évaluer l'influence de **l'oxygène** sur la qualité de l'huile d'olive, trois tubes en verre opaque ont été remplis avec l'huile H2, le premier à 100% du volume total, le second à 50%

et le troisième à 25%, fermés hermétiquement et stockés à l'abri de la lumière dans une armoire sombre à température ambiante pendant 55 jours (série 01).

L'opération a été répétée de la même manière pour obtenir une deuxième série traitée dans les mêmes conditions et destinée au stockage pendant 110 jours.

-Concernant l'étude de l'effet de l'**emballage**, une seule série a été réalisée, constituée de six bouteilles d'emballages différents : verre opaque, verre transparent, plastique opaque, plastique transparent, argile et aluminium, remplie à 100% avec l'huile H3, fermée hermétiquement et stockée à l'abri de la lumière dans une caisse en carton au fond d'un placard à température ambiante durant 110 jours.

3-Analyses physicochimiques

-Paramètres de pureté (mesurés a T0) :

Densité relative (d) a été déterminée à l'aide d'un pycnomètre à une température de 20°C conformément à la méthode **UICPA N° 2.101** (16). Elle est donnée par la formule suivante :

$$d = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$$

m0 :Masse du pycnomètre vide, exprimée en gramme (g).

m₁ : Masse du pycnomètre rempli d'eau distillée, exprimée en gramme (g).

m₂ : Masse du pycnomètre rempli d'huile d'olive, exprimée en gramme (g).

L'indice de réfraction (n) a été mesuré selon la méthode **UICPA 2.102** (16) : un réfractomètre ABBE est étalonné par de l'eau distillée. Ensuite, une goutte d'huile d'olive est déposée sur la lame du refractomètre préalablement nettoyée, le cercle de la chambre sombre et clair est ajusté à mi-chemin et les valeurs sont lues à une température de 20°C.

-Paramètres de qualité :

Indice d'acide (IA) selon la méthode décrite par le **règlement CEE 2568/91** de la Commission européenne(17): correspond au nombre de mg d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras. IA s'exprime en mg/g.

Acidité libre (A %) exprimée en pourcentage d'acide oléique a été déterminée selon la méthode analytique décrite dans le **règlement CEE 2568/91** de la Commission européenne (17): une prise d'essai de 1g d'HOV est dissoute dans 75ml d'éthanol 95°, le mélange est titré par une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 0.1N en présence de la phénophtaléine comme indicateur coloré. Elle est calculée comme suit :

$$A \% = V * C * \frac{M}{1000} * \frac{100}{m} = \frac{V * C * M}{10 * m}$$

V : Le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé ;

C : La concentration, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée ;

M : La masse molaire, en grammes par mole, de l'acide oléique, elle est égale à 282g /mol ;

m : La masse de la prise d'essai en grammes.

Indice de peroxyde (IP) exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile d'olive a été déterminé selon la méthode **COI/T.20/Doc. 35/Rev. 1-2017** équivalente à la méthode **ISO 3960 :2017** (18, 19) : une prise d'essai de 2 g d'huile d'olive est dissoute dans 15 ml d'acide acétique et 10 ml de chloroforme, 1ml de solution d'iodure de potassium (KI) est ajouté. Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 5 min, puis 75ml d'eau distillée et 1 ml de solution d'empois d'amidon sont ajoutées. L'ensemble est titré par une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ à 0.01N. L'IP est donné par la formule suivante :

$$IP = \frac{(V-V_0) \cdot N \cdot 1000}{m}$$

V : Le volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'échantillon ;

V_0 : Le volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour le blanc ;

N : La normalité de thiosulfate de sodium, elle est égale à 0.01N ;

m : La prise d'essai en grammes.

Extinctions spécifiques et ΔK a été réalisé selon la méthode **COI/T.20/Doc. No 19/Rev. 5-2019** (20) : 0,5 g de l'échantillon est dissout dans 50 ml du cyclohexane. Après homogénéisation, les absorbances aux longueurs d'onde 232 nm et 270 nm sont mesurées à l'aide d'un spectromètre UV-Visible *Thermo Spectronic BIOMATE 3*. Pour la variation de l'extinction spécifique (ΔK) l'absorbance pour l'échantillon d'huile d'olive est mesurée aux longueurs d'onde 266 nm et 274 nm. Les valeurs d'extinctions spécifiques **K232** nm et **K270** nm et le ΔK sont calculées selon la formule suivante :

$$K\lambda = \frac{A\lambda}{C \cdot S}$$

$$\Delta K = Km - \left(\frac{Km-4 + Km+4}{2} \right)$$

$K\lambda$: Extinction spécifique à la longueur d'onde λ ; Km : Extinction spécifique à 270 nm ;

$A\lambda$: Absorbance à la longueur d'onde λ ; $Km-4$: Extinction spécifique à 266 nm ;

C : Concentration de la solution en g/100 ml ; $Km+4$: Extinction spécifique à 274 nm.

S : Trajet optique, il est égal à 1 cm.

Teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes ont été mesurées selon la méthode décrite par **Borello and Domenici 2019** (21) : 7,5 g d'huile est dissoute dans 25 ml du cyclohexane et les absorbances à 670nm et 470 nm sont mesurées respectivement.

Elles sont calculées comme suit :

$$Chlorophylles (ppm) = \frac{A_{670} \cdot 10^6}{613 \cdot 100 \cdot S}$$

A_{670} : L'absorbance à 670 nm ;

S : Le trajet optique, il est égal à 1 cm ;

613 : Le coefficient d'extinction de la chlorophylle dans l'huile.

$$Caroténoïdes (ppm) = \frac{A_{470} \cdot 10^6}{2000 \cdot 100 \cdot S}$$

A_{470} : L'absorbance à 470 nm ;

S : Le trajet optique, et égal à 1 cm ;

2000 : Le coefficient d'extinction de béta- carotène dans l'huile.

4-Analyses organoleptiques

Les critères sensoriels (couleur, aspect, odeur et saveur) ont été évalués par un jury composé de 08 membres regroupant le personnel du laboratoire d'hydro-bromatologie et les internes en pharmacie, avec précision de tous les attributs positifs (fruité vert/mûr, amer, piquant) et négatifs (chômé, moisi-humide, vineux/vinaigré, métallique, rance) perçus cités dans le **règlement CEE 2568/91** ⁽¹⁷⁾.

II -Résultats

1-Analyses physicochimiques

-Paramètres de pureté

Les résultats de la densité et de l'indice de réfraction des huiles d'olive vierges utilisées dans cette étude sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau I).

-Paramètres de qualité

L'ensemble des résultats des analyses physicochimiques initiales (T0) et après traitement et stockage d'une période de 55 jours (T1) et une période de 110 jours (T2) sont regroupés dans le tableau ci-dessous (tableau II).

2-Analyses organoleptiques

Les résultats des analyses organoleptiques obtenus au début de stockage (T initial) sont représentés dans le tableau III, et ceux de la fin de stockage (T final) sont présentés dans le tableau IV.

Tableau I : Résultats des paramètres de pureté des huiles d'olives vierges.

	H1	H2	H3	Normes Codex (6)
Densité relative	0.913	0.911	0.916	0.910-0.916
Indice de réfraction	1.4678	1.4699	1.4701	1.4677-1.4705

Tableau II : Caractérisation physicochimique des huiles d'olives vierges avant et après le traitement et le stockage dans différentes conditions.

FACTEURS	TUBES	T	IA (mg / g)	A%	IP (meq O2/kg)	K 232	K270	K 266	K 274	Δk	Teneurs en caroténoïdes (ppm)	Teneurs en chlorophylles (ppm)
TEMPERATURE (H1)	Ambiante	T0	0,00	0,00	9,50	0,025	0,005	0,040	0,050	-0,040	1,97	3,59
		T1	0,56	0,28	12,20	0,035	0,011	0,015	0,013	-0,003	1,94	3,49
		T2	1,67	0,84	13,59	0,040	0,013	0,008	0,016	0,001	1,92	3,47
	4-8 °C	T0	0,00	0,00	09,50	0,025	0,005	0,040	0,050	-0,040	1,97	3,59
		T1	0,56	0,28	10,31	0,030	0,012	0,005	0,009	0,005	1,97	3,50
		T2	1,22	0,56	11,53	0,037	0,012	0,009	0,023	-0,004	1,95	3,50
	37 °C	T0	0,00	0,00	09,50	0,025	0,005	0,040	0,050	-0,040	1,97	3,59
		T1	1,68	0,85	24,96	0,061	0,019	0,012	0,014	0,006	1,81	3,41
		T2	2,24	1,13	23,68	0,054	0,033	0,010	0,050	0,003	1,76	3,39
Lumière (H2)	VO lumière	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,54	3,10	16,71	0,044	0,020	0,035	0,039	-0,017	1,70	4,20
		T2	8,33	4,19	22,25	0,063	0,025	0,015	0,025	0,005	1,34	3,81
	VT lumière	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,67	3,35	25,87	0,080	0,023	0,014	0,012	0,010	1,21	3,53
		T2	9,44	4,75	36,65	0,113	0,032	0,027	0,019	0,009	0,89	2,61
	PO lumière	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,67	3,60	17,13	0,049	0,029	0,017	0,021	0,010	1,44	3,83
		T2	8,98	4,51	24,01	0,068	0,037	0,090	0,164	-0,090	1,21	3,42
	PT lumière	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,17	3,91	26,44	0,072	0,027	0,016	0,024	0,007	1,01	2,96
		T2	10,1	5,08	37,50	0,121	0,035	0,060	0,006	0,002	0,82	2,11
	VO obscurité	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,73	2,77	09,63	0,030	0,010	0,013	0,019	-0,006	2,30	5,02
		T2	7,29	3,67	10,71	0,041	0,012	0,019	0,031	-0,013	2,29	5,00
	VT obscurité	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	7,29	3,10	10,09	0,035	0,010	0,004	0,018	-0,001	2,31	5,10
		T2	7,22	3,63	11,18	0,041	0,012	0,014	0,020	-0,005	2,30	5,10
	PO obscurité	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	7,22	3,38	15,42	0,049	0,009	0,007	0,017	-0,003	2,29	5,09
		T2	7,85	3,95	22,02	0,065	0,011	0,018	0,023	-0,009	2,22	5,08
	PT obscurité	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	7,22	3,38	18,81	0,055	0,010	0,022	0,026	-0,014	2,29	5,02
		T2	7,85	3,95	22,57	0,070	0,011	0,012	0,004	0,003	2,19	4,96
Oxygène (H2)	100 %	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	5,23	2,63	12,41	0,031	0,009	0,024	0,017	-0,012	2,31	5,01
		T2	5,61	2,82	12,50	0,038	0,011	0,017	0,021	-0,008	2,30	4,94
	50%	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	6,67	3,35	14,50	0,050	0,037	0,022	0,032	0,010	2,20	4,90
		T2	7,28	3,67	34,50	0,114	0,040	0,043	0,027	0,005	2,15	4,81
	25 %	T0	4,99	2,51	08,44	0,026	0,007	0,040	0,052	-0,039	2,33	5,12
		T1	7,24	3,64	23,00	0,077	0,042	0,059	0,023	0,001	2,14	4,70
		T2	7,85	3,95	43,00	0,155	0,060	0,019	0,085	0,008	2,02	4,42
Emballage (H3)	Verre Opaque	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	4,44	2,23	10,60	0,022	0,011	0,021	0,007	-0,003	1,54	3,11
	Verre Transparent	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	4,47	2,25	10,91	0,025	0,012	0,019	0,020	-0,008	1,53	3,10
	Plastique Opaque	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	6,22	3,18	24,24	0,046	0,022	0,013	0,013	0,009	1,55	3,08
	Plastique Transparent	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	6,11	3,07	24,27	0,048	0,017	0,010	0,080	-0,028	1,54	3,11
	Argile	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	6,73	2,82	25,70	0,052	0,027	0,017	0,021	-0,006	1,52	3,11
	Aluminium	T0	4,44	2,23	08,44	0,015	0,010	0,016	0,200	-0,098	1,56	3,12
		T2	4,44	2,23	11,01	0,019	0,012	0,026	0,028	-0,015	1,54	3,09

T0 : Avant le traitement et le stockage / T1 : Après 55 jours de traitement et de stockage / T2 : Après 110 jours de traitement et de stockage.

Tableau III : Caractérisation organoleptique des huiles d'olive vierges au début de stockage (T initial).

Echantillon	Couleur	Aspect	Odeur	Saveur
Huile H1	Jaune foncé	Limpide	Fruité	-Amer intense -Piquant intense
Huile H2	Jaune foncé	Limpide	Fruité	Fruité
Huile H3	Jaune verdâtre	Limpide	Fruité	Amer léger

Tableau IV : Caractérisation organoleptique des huiles d'olives vierges à la fin de stockage.

Facteurs	Échantillons	Couleur	Aspect	Odeur	Saveur
Température (H1)	Ambiante	Jaune foncé	Limpide	Fruité	-Amer intense -Piquant intense
	4°C à 8°C	Jaune foncé	Trouble +	Fruité	-Amer moyen -Piquant moyen
	37°C	Jaune foncé	Limpide	Fruité	-Amer léger -Piquant léger
Lumière (H2)	Exposé	Jaune clair	Limpide	Rance	Rance
	Obscurité	Jaune verdâtre	Limpide	Fruité	Fruité
Air (H2)	100%	Jaune verdâtre	Limpide	Fruité	Fruité
	25 %	Jaune verdâtre	Limpide	Fruité	Rance
Emballage (H3)	Verre Opaque	Jaune foncé	Limpide	Fruité	Amer léger
	Verre Transparent	Jaune foncé	Limpide	Fruité	Fruité
	Plastique Opaque	Jaune foncé	Limpide	Fruité	Fruité
	Plastique Transparent	Jaune foncé	Limpide	Rance	Rance
	Argile	Jaune foncé	Limpide	Rance	Rance
	Aluminium	Jaune foncé	Limpide	Fruité	Fruité

-Des représentations graphiques de l'évolution de l'acidité, l'indice de peroxyde, les extinctions spécifiques K232 et K270, les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes, sont illustrées dans les figures 1,2,3,4,5 et 6 respectivement.

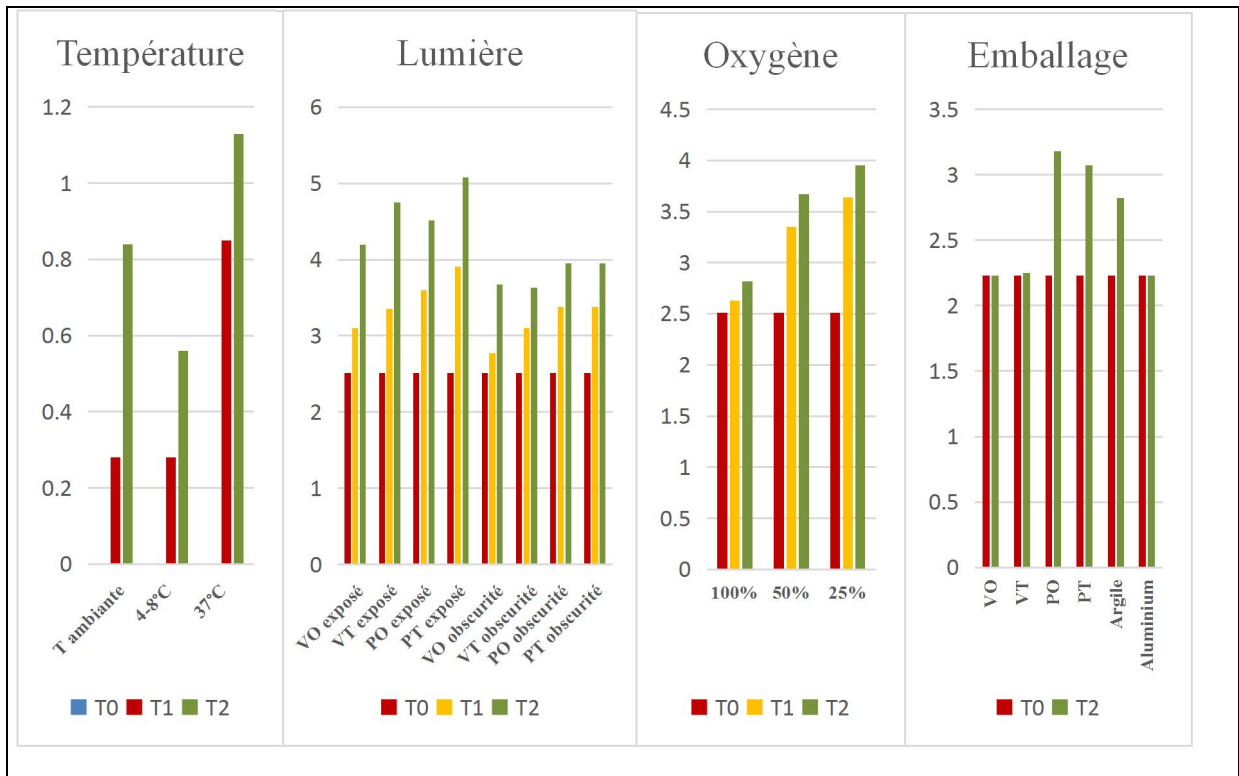


Figure 1 : Évolution de l'acidité libre (%) des huiles d'olive vierges dans différentes conditions de stockage au cours du temps.

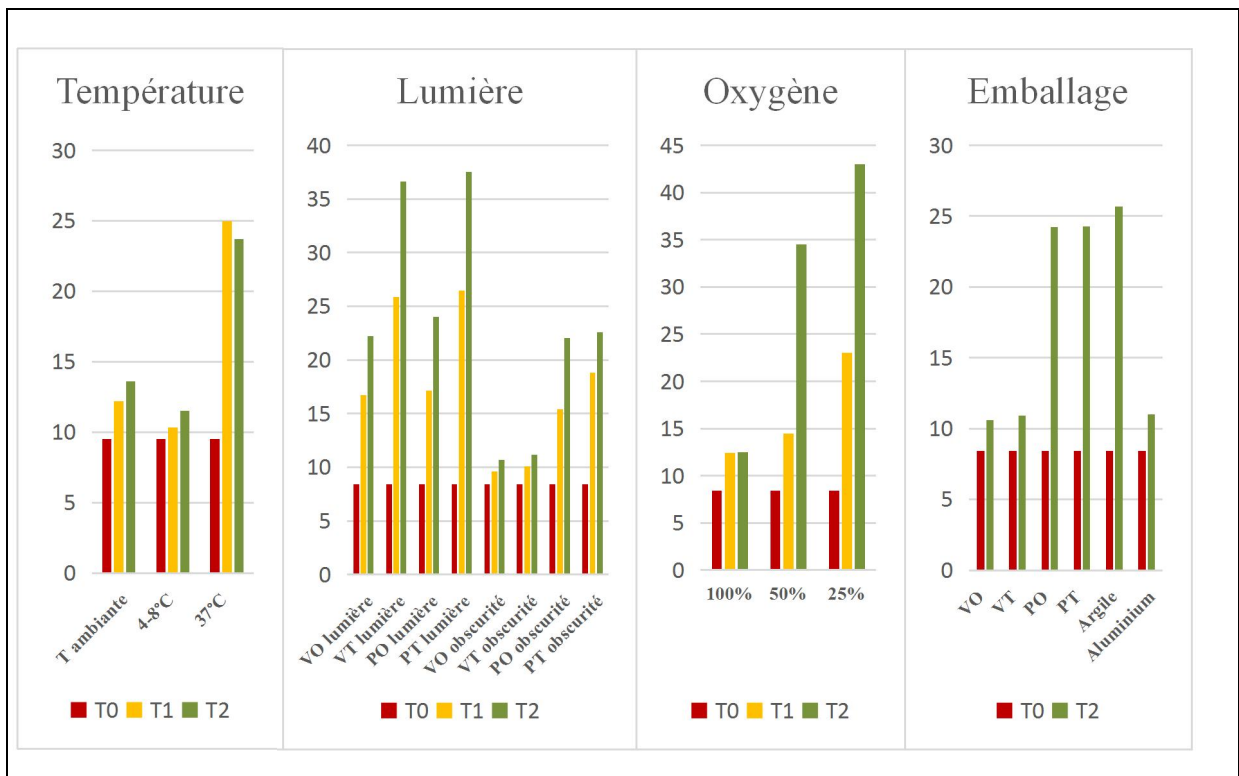


Figure 2 : Évolution de l'indice de peroxyde (MeqO₂/kg) des huiles d'olives vierges dans différentes conditions de stockage au cours du temps.

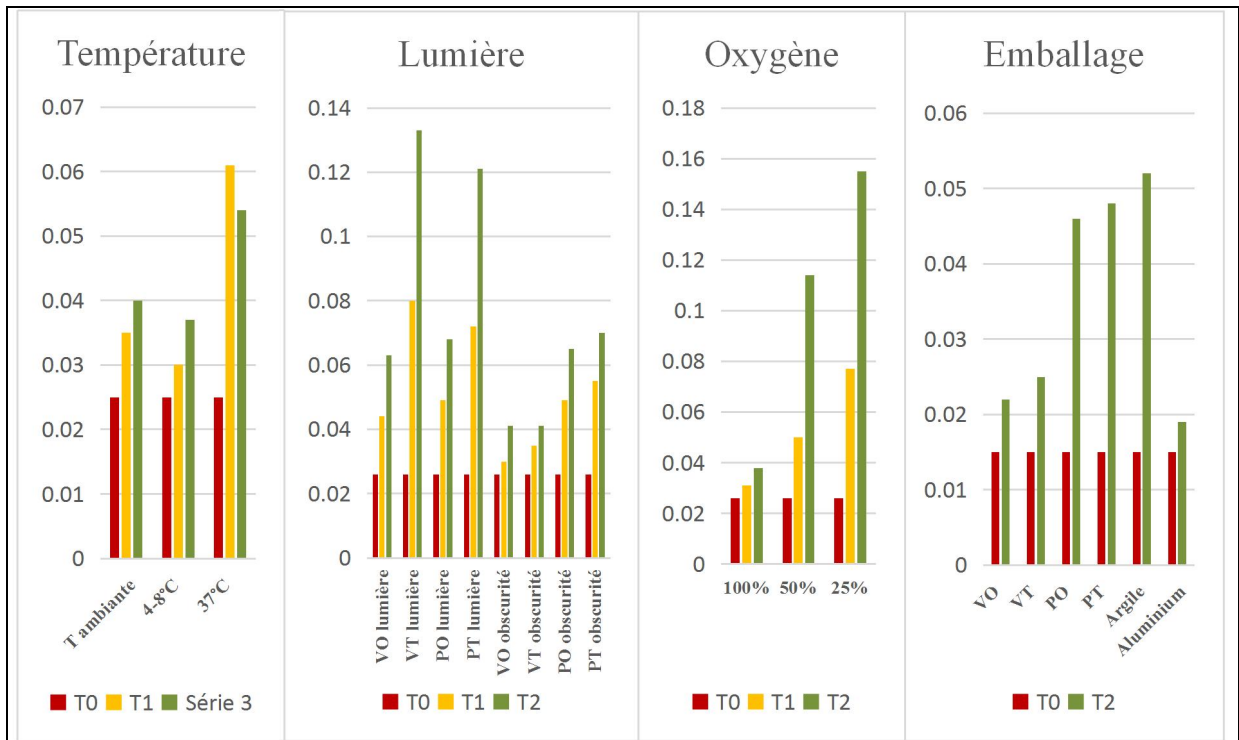


Figure 3 : Évolution de l’extinction spécifique K232 des huiles d’olives vierges sous différentes conditions de stockage au cours du temps.

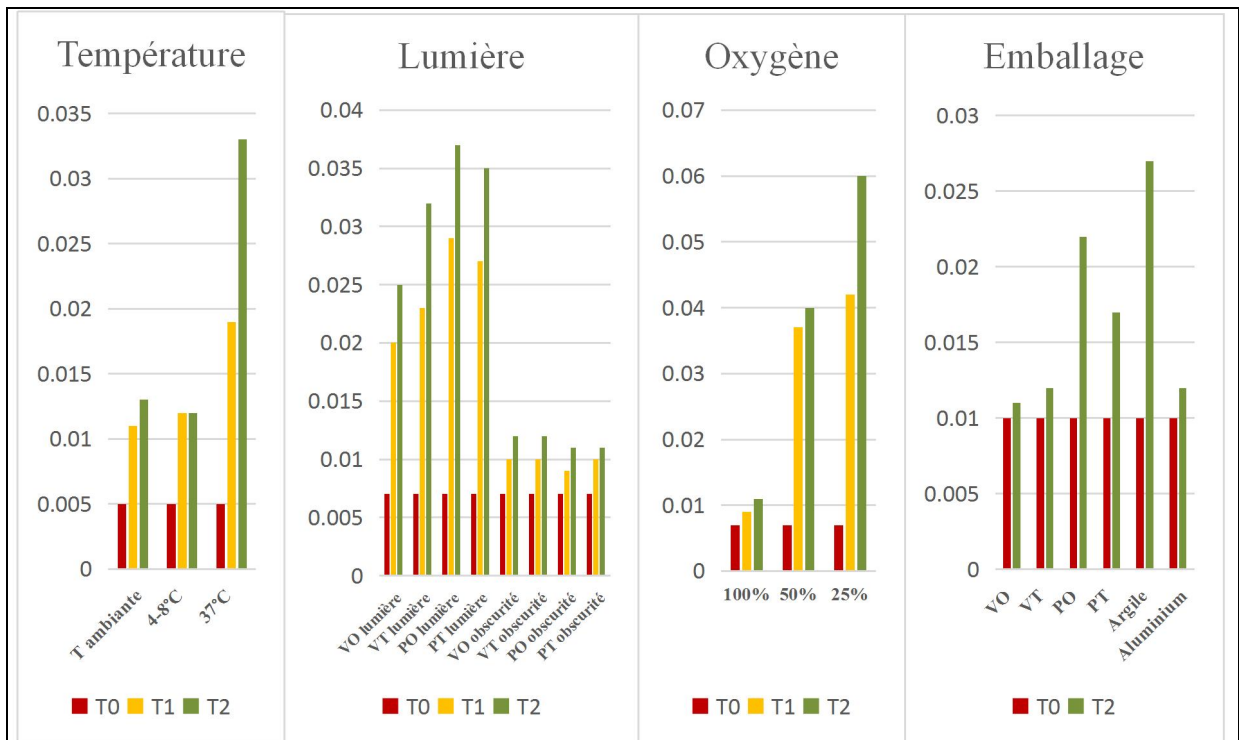


Figure 4 : Évolution de l’extinction spécifique K270 des huiles d’olive vierges sous différentes conditions de stockage au cours du temps.

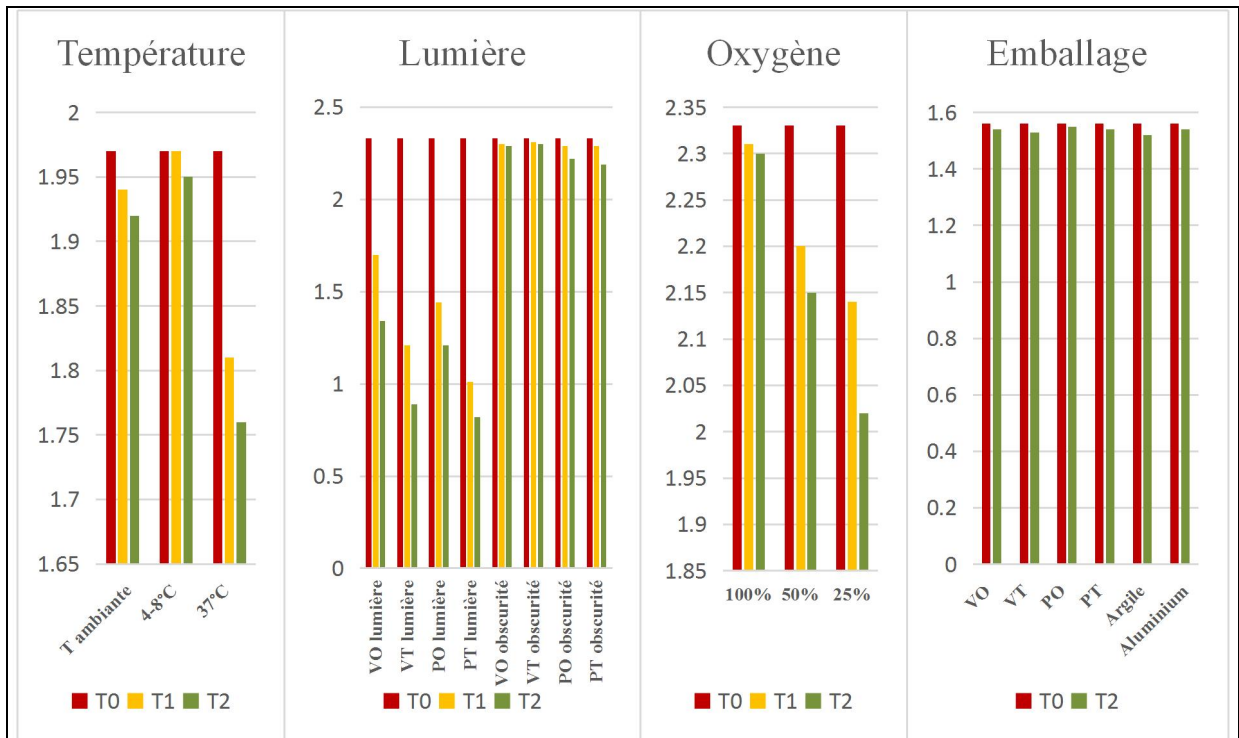


Figure 5 : Évolution de la teneur en caroténoïdes (ppm) des huiles d'olives vierges sous différentes conditions de stockage au cours du temps.

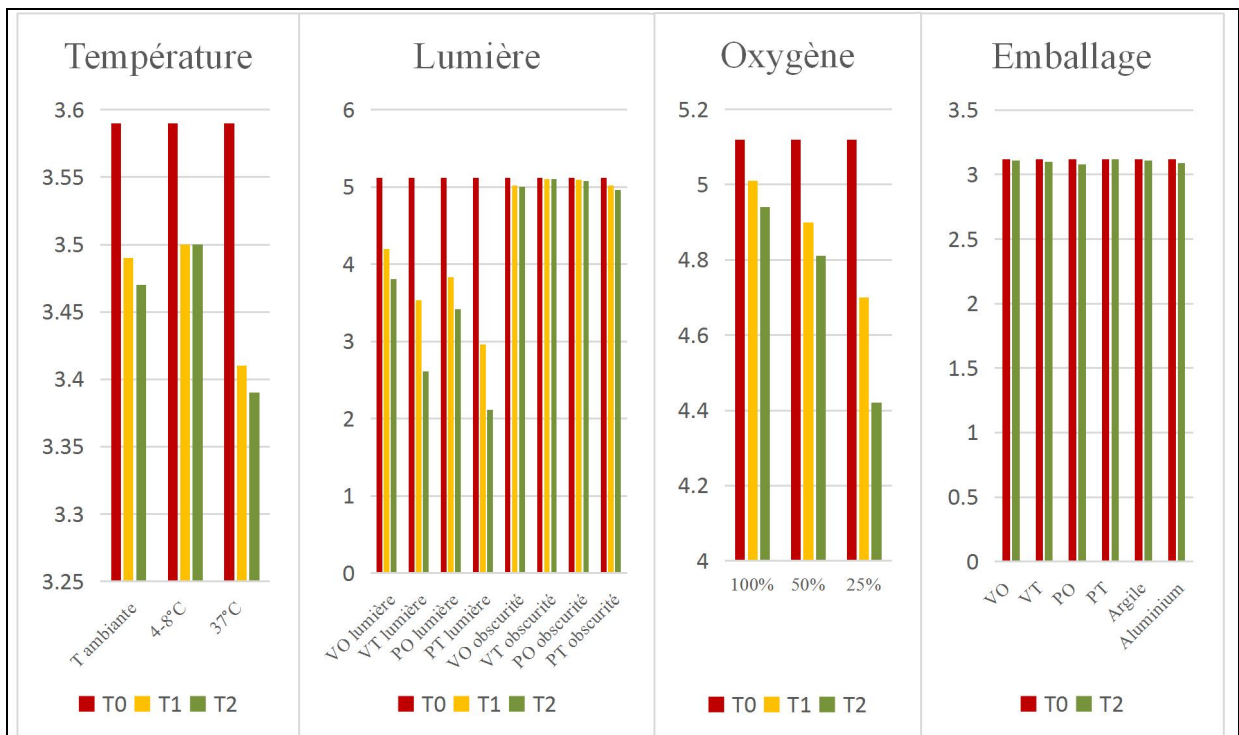


Figure 6 : Évolution de la teneur en chlorophylles (ppm) des huiles d'olive vierges sous différentes conditions de stockage au cours du temps.

III-Discussion

Analyses physicochimiques

1-Paramètres de pureté

-**La densité relative** d'une huile renseigne sur sa pureté, elle est influencée par sa composition intrinsèque, la longueur de la chaîne hydrocarbonée ainsi que l'insaturation de ses acides gras constitutifs (22).

Les résultats obtenus de la densité des échantillons étudiés, représentés dans le tableau I, sont tous conformes par rapport à la norme établie par le **Codex Alimentarius** (0,910 – 0,916) (6), ce qui indique que les huiles étudiées sont toutes pures.

Ces valeurs sont proches de celles obtenues par l'étude antérieure menée par **Nekrouf, Mendaci et al.** dans la wilaya de Tizi Ouzou (23).

-**L'indice de réfraction** est un critère important de pureté de l'huile, il nous renseigne sur la longueur des chaînes carbonées et l'insaturation des acides gras qui entrent dans sa composition(24).

Les résultats de la mesure de l'indice de réfraction des échantillons analysés sont compris entre 1,4678 et 1,4705. Ces valeurs répondent à la norme établie par le Codex Alimentarius (6) ce qui confirme que ces huiles sont pures.

Meriem, Boukhama Bouchra et al. Hamoudi, Aouadi et al. ont rapporté des valeurs similaires pour les huiles d'olive produites dans les régions de Guelma et Jijel respectivement (24, 25).

2-Paramètres de qualité

2.1-Acidité libre est un critère de qualité, exprimé en pourcentage d'acide gras libre (acide oléique), qui permet de classer l'huile d'olive en vierge, vierge extra, courante et lampante. Il contrôle le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acides gras des triglycérides(26).

-Effet de la température

L'analyse de l'acidité libre de l'huile H1 a révélé que cette huile a une acidité de 0 %. Selon les normes **COI 2022** (7), l'échantillon est de type vierge extra. Les résultats (tableau I) ont montré que l'acidité augmente au cours du temps et cette augmentation est plus intense à des températures plus élevées, la teneur en acide a changé de 112,8% à 37°C alors qu'à température ambiante a été modifiée de l'ordre de 83,8% après 110 j de stockage et la variation à T° de réfrigération (4 -8°C) a été la plus faible de l'ordre de 56% à T2. Cette augmentation peut s'expliquer par les changements chimiques et biologiques accélérés dus aux effets de la température élevée qui sous-tendent l'hydrolyse des triglycérides en acides gras libres (27). La qualité de l'huile H1 a été considérablement altérée, notamment à 37°C, passant d'extra vierge à vierge courante.

L'étude de **Ait Abbas Y** a montré que l'huile stockée à température de réfrigération présente les valeurs les plus faibles en acidité (28).

-Effet de la lumière

L'analyse initiale de l'échantillon H2 a révélé que ce dernier a une acidité de 2,51%. D'après les critères fixés par le **COI 2022** (7), cet échantillon a été classé comme huile vierge courante. Les résultats (tableau I) montrent que le changement d'acidité dans la série exposée à la lumière compris dans la fourchette de 23% à 56% à T1 et de 67% à 102% à T2 est hautement considérable par rapport à la série non exposée, où le changement a été varié dans les intervalles de 10% à 35% à T1 et de 46% à 57% à T2. Cette variation peut être expliquée par la capacité de la lumière à catalyser l'hydrolyse ainsi que l'augmentation de la température causée par le soleil (3). La qualité de l'échantillon a été détériorée sous l'action de la lumière en passant d'une huile courante à une huile lampante impropre à la consommation. D'autre part, l'étude de **Caponio et al.** a montré que l'échantillon exposé à la lumière ne présente aucune différence significative d'indice d'acidité (29).

-Effet de l'oxygène

Les résultats illustrés par la figure 1 relèvent que l'échantillon H2 a subi une faible variation dans le tube rempli à 100% tandis que les autres tubes (25 % et 50 %) montrent des extrêmes changements, qui peuvent être mis en évidence par le fait que le changement d'acidité est le résultat d'une oxydation poussée par l'effet de l'oxygène de l'espace de tête des bouteilles, le responsable de la dégradation des acides gras insaturés (acide oléique et linoléique) (30). Ainsi des modifications dissemblables d'environ 44% dans le tube rempli à 50 % et 58% dans le tube rempli à 25% ont été notées après 110 j de stockage, cette variabilité a été attribuée à la quantité d'oxygène dans les bouteilles qui joue un rôle important pour catalyser les réactions de formation des acides(31).

Di Giovacchino et al. a montré que la qualité y compris l'indice d'acide sont conservées plus longtemps si les bouteilles sont entièrement remplies(32).

-Effet de l'emballage

L'huile H3 a présenté une acidité de 2,23% d'acide oléique. Selon les critères de **COI 2022**(7), elle appartient à la catégorie de l'huile vierge courante.

Après la conservation, le pourcentage de l'acidité libre de l'huile d'olive stockée dans l'emballage en plastique était le plus élevé de l'ordre de 43% par rapport aux autres conditionnements, une modification mineure a été due par l'argile de l'ordre de 26%, et la préservation de la teneur en acide à travers l'emballage en verre (0,89%) et en aluminium (0,17%) indique que l'emballage en plastique provoque les processus hydrolytiques. Cela s'expliquerait par la plus grande perméabilité à l'oxygène des plastiques par rapport au verre et à d'autres matériaux(33).

Ces résultats sont comparables aux études menées par **Ben Tekaya et Hassouna** (34) et **Mendez et al.** (35) qui ont trouvé que le type d'emballage (verre, métal) n'a pas d'effet significatif sur la stabilité des huiles d'olive par comparaison au plastique qui a provoqué des changements majeurs à la fin du stockage de l'huile.

2.2-Indice de peroxyde vise à évaluer la quantité d'espèces peroxydiques présentes dans l'huile d'olive, offrant ainsi un aperçu de son degré d'oxydation primaire par l'action direct de l'oxygène et l'action indirect des autres facteurs permettant à l'oxygène de se fixer sur les acides gras(36).

Les indices de peroxyde initiaux des huiles H1, H2 et H3 étaient conformes à la norme fixée par le **COI 2022** ($\leq 20 \text{mEq O}_2/\text{kg}$) ce qui signifie que ces huiles sont de bonne qualité et propres à la consommation⁽⁷⁾.

-Effet de la température

Les résultats obtenus montrent que l'indice de peroxyde a augmenté par rapport à la valeur initiale aux différentes températures de stockage dans les deux temps d'étude (T1/T2).

Les variations étaient minimales à T° de réfrigération (4°C - 8°C) et à T° ambiante. Cependant, une augmentation maximale de 162.74% est marquée à T1 pour l'échantillon stocké à 37°C, suivie d'une baisse légère de 5% à T2.

Ceci peut être justifié par l'accélération de la vitesse d'oxydation primaire et la forte formation des peroxydes sous l'effet de la température élevée. Ces derniers sont des molécules instables, ils se décomposent sous l'effet de la chaleur en donnant naissance à des produits secondaires : radicaux libre, cétones, aldéhydes et les composés volatils, ce qui est à l'origine de la diminution de l'IP à T2⁽³⁷⁾.

Nos résultats sont discordants avec ceux rapportés par **Conte, Milani et al.** qui ont justifié la variation non significative de l'IP à température élevée par l'instabilité des peroxydes⁽³⁸⁾.

-Effet de la lumière

Les résultats des analyses révèlent que les IP ont augmenté dans les deux séries (obscurité/lumière) dans les deux temps de l'étude. L'augmentation a été plus prononcée dans la série exposée à la lumière dépassant la norme de 20 meq/kg d'huile fixée par le COI, ce qui peut être dû au déroulement de la réaction de photo-oxydation, initiée par la lumière en présence de photo-sensibilisateurs (chlorophylles) qui transforment l'oxygène triplet en oxygène singlet excité. Ce dernier, en étant très réactif, se fixe aux acides gras insaturés (AGI) pour former des hydroperoxydes^(39, 40).

A noter que, les HOV conservées dans des flacons transparents ont enregistré les taux d'augmentations les plus élevés (344.3% pour le PT et 334% pour le VT) à T2 par rapport à ceux stockées dans des flacons opaques (152% pour PO et 135% pour le VO), dus à la grande perméabilité aux rayonnements UV.

Ces résultats se concordent avec ceux obtenus dans les études faites par **Drici Adil** ⁽³¹⁾ **Boudiaf Amina** ⁽⁴¹⁾.

-Effet de l'oxygène

Les résultats illustrés dans le tableau (II) montrent que les valeurs d'IP augmentent d'une manière proportionnelle avec le volume occupé par l'air dans le tube, pour enregistrer l'élévation la plus intense de 409% dans le tube rempli à 25%, un résultat qui peut être justifier par l'auto-oxydation qui est un phénomène purement chimique et spontané dès que les huiles contenant des acides gras insaturés sont en contact avec l'oxygène atmosphérique, générant ainsi des peroxydes comme produits primaires d'oxydation⁽⁴²⁾. Ces résultats s'assortissant avec ceux des études menées par **Ayton, Mailer et al.** ⁽⁴³⁾ et **Krichene, Allalout et al.** ⁽⁴⁴⁾.

-Effet de l'emballage

Les résultats de cette étude révèlent que l'augmentation de l'IP était plus accentuée pour les huiles conservées dans l'argile et les plastiques opaques et transparents avec des hausses de 204%, 187.24% et 187.52% respectivement.

Dans le cas de l'argile l'élévation peut être attribuée à plusieurs facteurs favorisant l'oxydation de l'huile notamment l'hygroscopicité et la présence des minéraux et des composés qui peuvent réagir avec les constituants de l'huile (45). Cependant l'augmentation dans le plastique est due principalement à la perméabilité de ce matériau à l'air: l'oxygène de l'air peut réagir avec l'huile et amorcer le processus d'oxydation comme cité précédemment(30). Dans les autres conditionnements (VO/VT/Aluminium) les variations étaient moins importantes ne dépassant pas 30%, et ce, en raison de leur inertie et imperméabilité à l'air, l'oxygène disponible pour les réactions d'auto-oxydation soit épuisé et la production de peroxydes est donc arrêtée (46).

Ainsi, les emballages conservant la qualité de l'huile d'olive peuvent être classés en termes d'indice peroxyde comme suit : Verre opaque > verre transparent >aluminium >plastique opaque >plastique transparent >argile.

De mêmes aboutissements ont été aperçus dans les études faites par **Abadi, Afaneh et al.** (47), **Dabbou, Gharbi et al.** (48) et **Kontominas** (49).

2.3- Examen spectrophotométrique dans l'ultraviolet

Les extinctions spécifiques K232 et K270 d'une huile d'olive fournissent des informations complémentaires sur sa qualité, car elles renseignent sur son degré d'oxydation. L'oxydation de l'huile d'olive conduit à la formation d'hydroperoxydes linoléique, diènes conjugués qui absorbent près de 232 nm. Au fur et à mesure que l'oxydation se poursuit, des produits d'oxydation secondaires se forment. Particulièrement des dicétones et des cétones insaturées et triènes conjugués absorbent à 270 nm(50), plus l'extinction à 232 nm est forte, plus l'huile est peroxydée. De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus l'huile est riche en produits d'oxydation secondaires(51).

-D'après le tableau (I) aucunes des valeurs des extinctions, initiales et celles obtenues après le traitement, ne dépassent la limite maximale fixée par **COI 2022** (7) : l'huile d'olive extra vierge **H1** : à 232nm \leq 2,50, à 270nm \leq 0,22, l'huile d'olive vierge courante **H2** et **H3** : à 232 nm \leq 2,60 et à 270nm \leq 0,30.

K232

-Effet de la température

Selon les résultats du tableau I, une élévation importante du paramètre K232 a été observée pour l'échantillon d'huile d'olive stocké à la température de 37°C, 144% pour T1 et 116% pour T2 comparés aux autres échantillons stockés à température basse (48%) et ambiante (60 %) après les deux périodes de stockage. Cette augmentation peut être expliquée par l'effet de la température élevée sur la formation des produits primaires d'oxydation (peroxydes) (52). Une légère diminution a été marquée par l'échantillon stocké à 37°C entre T1 et T2, cela peut être justifié par l'accélération de la vitesse d'oxydation primaire et la transformation des hydroperoxydes en produits secondaires (aldéhydes et cétones) sous l'influence de la haute température (53). Ces résultats sont similaires avec les travaux de recherches menés par **Allouche, Jiménez et al.** (54).

-Effet de la lumière

Le tableau I montre que les valeurs d'absorbance de K232 pour les deux séries (lumière et obscurité) ont été augmentées au cours du temps, avec une augmentation plus prononcée dans

la série exposée à la lumière comprise dans la fourchette de 142% à 365% après toute la période de stockage, comparant à la série d'obscurité où les changements ont été plus faibles, compris dans la fourchette de 57% à 169% après le stockage à T2. Ces résultats indiquent la forte formation des produits primaires sous l'effet de la lumière (photo-dégradation) (31). De telles constatations ont été rapportées par l'étude faite par **Pristouri, Badeka et al.** à l'université **grecque d'Ioannina**, affirmant que la transmission lumineuse du conteneur était l'un des facteurs qui augmentaient le niveau du K232 (55).

-Effet de l'oxygène

Selon les résultats présentés dans la figure (4), le coefficient d'extinction K232 a été augmenté au cours du temps. Le tube (100 %) a montré une augmentation mineure de 19 % à 45 % par rapport aux autres échantillons, le tube (50 %) a montré une augmentation de 92 % à 338 %, une grande augmentation dans l'échantillon (25%) entre 197% et 496%. Cette majoration peut être justifiée par l'action de l'oxygène retrouvé dans l'espace libre de la bouteille sur la production d'hydro peroxydes, ainsi ces résultats suggèrent que l'huile d'olive s'oxyde très rapidement lorsqu'elle est exposée à l'oxygène(43). Ces aboutissements renforcent les résultats menés par **Del Nobile, Bove et al.** qui ont démontré que le volume d'oxygène dans l'espace de tête a un effet destructeur dans la dégradation de la qualité de l'huile d'olive(56).

-Effet de l'emballage

La figure (4) relève que les valeurs de l'extinctions spécifique K232 ont marqué une élévation excessive dans les matériaux d'emballage en plastique opaque (208%), transparent (220%) et en argile (247%), par contre une élévation minimale dans le verre opaque (47%), transparent (66%) et dans l'aluminium (26%). Cela peut être dû à l'action conjointe de la transmission de l'oxygène à travers le plastique qui accentue les réactions d'oxydations primaires suite à l'auto-oxydation (57), et celle des métaux contenus dans l'argile qui catalysent les réactions d'oxydation(58), contrairement au verre, qui est considéré comme une bonne barrière à l'oxygène, minimisant l'oxydation(59). De même, le faible taux d'évolution dans l'aluminium est justifié par son degré élevé de protection contre l'oxygène, contribuant à prévenir l'oxydation de l'huile d'olive (60). Ces résultats sont en accord général avec ceux de l'étude de **Méndez et Falqué** qui ont rapporté que les valeurs du coefficient K232 ont été plus augmentées dans les huiles conservées dans le plastique que les autres matériaux (35).

K 270

-Effet de la température

Les résultats (tableau I) révèlent que le coefficient d'extinction k270 a augmenté avec l'élévation de la température au fil du temps, l'échantillon conservé à 37°C rapportant des valeurs plus intenses de l'ordre de 560% que ceux conservés à température ambiante et de réfrigération (160% et 140% respectivement). Cette évolution s'explique par une augmentation de la formation des produits d'oxydation secondaires, principalement les aldéhydes et les cétones, résultant de l'auto oxydation catalysée par la chaleur(61, 62).

Semblable à l'étude de **Brkić Bubola et al.** les concentrations totales de cétones ont augmenté à toutes les températures après le stockage, bien que ces changements étaient moins prononcés à des températures plus basses(63).

De même, **Yıldırım** a montré que les échantillons d'huile d'olive stockés à température ambiante étaient moins stables à l'oxydation que les échantillons d'huile stockés dans des réfrigérateurs⁽⁶⁴⁾.

-Effet de la lumière

D'après la Fig. 4, par rapport aux échantillons exposés à la lumière, les échantillons stockés dans l'obscurité ont montré une meilleure stabilité oxydative tout au long du processus de stockage avec une absorbance plus faible comprise entre 28% et 70% par rapport à la série exposée à la lumière qui a eu une évolution d'environ 257% à 400% , un résultat qui peut être attribué à la forte formation de produits d'oxydation secondaires sous l'influence de la lumière⁽³¹⁾.

Ces résultats sont comparables avec ceux de **Caponio et al.** qui ont constaté que les composés d'hydroperoxydes secondaires prédominaient dans les huiles stockées sous lumière diffuse après deux mois de stockage⁽²⁹⁾.

-Effet de l'oxygène

Les résultats présentés dans le tableau I ont montré que l'absorbance de K270 a été affectée par l'exposition à l'oxygène. L'échantillon entièrement rempli a marqué une faible augmentation de l'ordre de 20 % à T1 et 40% à T2 par rapport aux autres échantillons qui ont marqué une forte augmentation après les deux périodes de stockage, le tube rempli à 50% a eu une modification variant de 280% à 470% et le tube rempli à 25% passe de 500% à 757%. Cela peut être expliqué par l'oxydation accélérée provoquée par l'oxygène qui provoque la décomposition des produits d'oxydation primaires (K232) en produits d'oxydation secondaires tels que les aldéhydes et les cétones mesurés à K270⁽⁴³⁾.

Ces résultats sont très similaires à ceux de **Krichener et al.** qui ont trouvé une grande influence de l'oxygène sur la formation des produits secondaires⁽⁶⁵⁾.

-Effet de l'emballage

Selon les résultats expérimentaux présentés sur la figure 4, le coefficient d'extinction à 270 a marqué une élévation considérable pour les huiles d'olive conditionnées dans l'emballage en plastique opaque (70%), transparent (120%) et dans l'argile (170%), par contre une basse augmentation pour les huiles d'olive conditionnées dans le verre opaque (10%), transparent (20%) et l'aluminium (20%). Cela peut être justifié par une oxydation primaire plus accentuée dans l'emballage en plastique par rapport aux autres matériaux car les plastiques sont plus perméables à l'oxygène que les autres conditionnements⁽³³⁾, l'aluminium est considéré comme une barrière fiable contre l'oxygène et le verre est imperméable aux gaz⁽⁶⁶⁾. En outre la plus grande élévation dans l'argile peut être expliquée par le fait catalytique engendrer par les métaux contenus dans l'argile qui provoquent une accumulation des produits secondaires d'oxydation⁽⁶⁷⁾.

Les résultats sont en bon accord avec ceux obtenus par **Gargouri et al.** qui ont trouvé que la valeur K270 de l'huile stockée dans le verre opaque est la plus faible par rapport à d'autres matériaux⁽⁶⁸⁾.

La variation d'extinction spécifique ΔK sert à distinguer l'absorption due aux produits d'oxydation de celle due aux triènes conjugués provoqués par le raffinage des huiles d'olive et absorbant également à la longueur d'onde 270nm. Les valeurs trouvées pour l'ensemble des

échantillons respectent les normes établies par le COI (≤ 0.01), ce qui signifie que les huiles analysées n'ont pas subi un processus de raffinage^(7, 69).

2.4-Teneur en chlorophylles et caroténoïdes

Ces pigments naturels sont responsables de la nuance vert jaunâtre de l'huile d'olive⁽⁷⁰⁾ et jouent un rôle important dans sa stabilité oxydative au cours de son stockage et dans la préservation de sa qualité^(71, 72). Leur contenu dans l'huile d'olive s'étend entre 1 et 20 ppm⁽⁷³⁾. Les huiles utilisées présentent des teneurs en pigments variant de 3.12 à 5.12 ppm pour les chlorophylles, respectant ainsi les limites de celles mises en œuvre par le **COI 2022** (2 à 14 ppm), et de 1.56 à 2.33 ppm pour les caroténoïdes, qui sont donc, inférieures aux normes fixées par le même règlement (2,71 à 13,4 ppm). Ces résultats semblent être inférieurs à celles rapportées par **Douzane, Daas et al.**⁽⁷⁴⁾.

-Effet de la température

Dans notre étude, les échantillons stockés à 4-8°C et à température ambiante ont enregistré une légère diminution des teneurs en pigments comparativement à ceux incubés à 37 °C qui ont marqué les taux de diminution les plus élevés : 5.57 % pour les chlorophylles et 10.66 % pour les caroténoïdes. Cette diminution peut être attribuée à la dégradation thermique accélérée de ces pigments sensibles à la chaleur, les liaisons chimiques au sein de ces pigments sont altérées et fragilisées sous l'effet de la chaleur, ce qui entraîne des changements dans leur structure et leur couleur ⁽³¹⁾.

A noter que des études antérieures ont aussi abouti à des résultats similaires telles que les études menées par **Gallardo-Guerrero, Gandul-Rojas et al., Ayton, Mailer et al.** et **Díez-Betriu, Bustamante et al.** ^(43, 75, 76).

-Effet de la lumière

Pour tous les échantillons stockés à l'obscurité (VO/VT/PO/PT), les niveaux de pigments sont restés presque inchangés pendant la période de stockage de 110 jours. Cependant, les échantillons exposés à la lumière ont montré des diminutions drastiques, où on observe des taux de diminution plus importants dans les HOV stockés dans des flacons transparents (diminution de 58.79% de chlorophylles et de 64.81% de caroténoïdes) par rapport à ceux stockés dans des flacons opaques (diminution de 25.59% de chlorophylles et de 42.49% de caroténoïdes).

Cette baisse peut s'expliquer par la dégradation de ces pigments et leur implication dans le processus de photo-oxydation. En effet les chlorophylles sont des photosensibilisateurs dotés d'un pouvoir pro-oxydant en présence de la lumière, transformant l'oxygène triplet en oxygène singlet très réactif responsable de la formation des peroxydes et des radicaux libres qui sont hautement réactifs et peuvent provoquer des dommages oxydatifs aux chlorophylles^(40, 77). En revanche, les caroténoïdes agissent comme des inhibiteurs de la photo-oxydation en désactivant l'O₂ singlet formé (antioxydants)⁽⁷⁸⁾.

Ces résultats sont en bon accord avec ceux trouvés dans les études menées par **Ait Mouloud, Henna et al.** ⁽⁷⁹⁾, et **Del Caro, Vacca et al.** ⁽⁸⁰⁾.

-Effet de l'oxygène

Les résultats de cette étude montrent que les teneurs en pigments diminuent avec la diminution du volume de l'HOV dans les tubes pour marquer les pourcentages de diminution

les plus élevés de 13.3% en chlorophylles et 8.15% en caroténoïdes dans l'échantillon rempli à 25% à T2, ce qui peut être justifié par les réactions d'auto-oxydation qui implique l'interaction de l'oxygène avec les composants insaturés de l'huile d'olive, principalement les acides gras insaturés, mais aussi les pigments en raison de leurs doubles liaisons présentes dans leurs structures moléculaires particulièrement sensibles à l'oxydation.

Ces résultats sont semblables avec ceux rapportés par **Iqdiam, Welt et al.** qui ont trouvé des pertes importantes avec des concentrations élevées d'O₂ (81).

-Effet de l'emballage

Notre étude révèle que les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes dans les sept échantillons (Tableau I) ont resté relativement constantes après 110 jours de stockage ne dépassant pas le taux de diminution de 3%. Ce qui signifie que le type d'emballage n'aurait pas d'effet sur ces pigments.

L'étude de l'effet de la lumière et de l'air a été réalisée sur la même huile H2, ce qui a rendu possible la comparaison de leur impact sur la qualité de cette huile d'olive vierge : d'après les résultats obtenus, l'exposition à lumière a eu un effet plus important sur l'acidité libre et sur la teneur en pigments chlorophylliens et caroténoïdes alors que le contact avec l'oxygène a eu un effet plus considérable sur l'indice de peroxyde et sur les extinctions spécifiques à 232nm et 270nm.

III.2-Analyse organoleptique

C'est une analyse sensorielle qui complète l'analyse physico-chimique. Cette analyse permet d'apprécier à la fois l'état des olives avant trituration et le vieillissement de l'huile (oxydée à caractère rance)(82).

-Couleur

La couleur représente le critère principal des paramètres organoleptiques utilisés dans l'estimation de la qualité d'une huile d'olive vierge, et le premier attribut évalué par les consommateurs(83, 84).

Dans notre étude, tous les échantillons ont conservé leurs couleurs initiales, mise à part les échantillons exposés à la lumière qui ont passé du jaune verdâtre au jaune claire, ce qui peut être justifié par le déroulement de la photo-oxydation et donc, la dégradation prononcée des pigments chlorophylliens et caroténoïdes(41).

-Aspect

Les résultats du tableau **IV** montrent que l'aspect n'a changé qu'au niveau de l'échantillon du réfrigérateur (4°C à 8°C), passant d'une huile d'olive limpide à une huile trouble, ceci s'explique par la solidification et la formation des dépôts dû à la cristallisation partielle des acides gras saturés et des triglycérides à des températures plus froides, inférieures à 10 °C, cela généralement n'affecte pas la qualité de l'huile d'olive et peut être amélioré en réchauffant lentement l'huile à température ambiante (85).

-Odeur et saveur

Les analyses représentées dans les tableaux **III** et **IV** relèvent qu'un rancissement a été apparu au niveau des échantillons exposés à la lumière et à l'oxygène et les échantillons conditionnés dans le plastique et dans l'argile, cette altération peut être attribuée à la formation des composés volatiles indésirables (des aldéhydes, des cétones, des alcools ...), résultant d'une

forte oxydation provoquée par la lumière et l'oxygène de l'air, ainsi par les traces des métaux argileux (43).

Conclusion

Cette étude nous a permis de mieux comprendre l'impact des conditions de stockage sur la qualité des huiles d'olive vierges algériennes. En se concentrant sur certains nombres de paramètres physico-chimiques importants (indice d'acide, indice de peroxyde, spectroscopie UV-visible et la teneur en chlorophylles et en caroténoïdes) qui ont permis de quantifier les changements et les réactions d'oxydation, nous avons obtenus des données concrètes sur la stabilité et la qualité des huiles d'olive. De plus, l'ajout de l'analyse organoleptiques nous a permis de compléter ces résultats en évaluant les attributs sensoriels tels que la couleur, l'odeur et le goût, en donnant une vision holistique de l'évolution de H1, H2 et H3.

-L'exposition à des températures élevées peut accélérer la détérioration de l'huile d'olive. En augmentant l'acidité et les peroxydes par l'accélération du processus d'oxydation, de plus la chaleur entraîne une dégradation des pigments naturels.

-À basse température, les acides gras saturés de l'huile d'olive peuvent cristalliser et former des particules solides qui entraînent un aspect trouble.

-La lumière également a des effets néfastes sur la composition et la stabilité oxydative de l'huile d'olive, les échantillons exposés à la lumière ont perdu la couleur d'origine de l'huile, ces échantillons ont été sévèrement acidifiés et oxydés.

-Minimiser l'exposition à l'oxygène est essentiel pour maintenir la stabilité de l'huile d'olive vierge. Le rancissement de l'huile due à l'oxydation entraîne la dégradation des nutriments et la formation de divers produits qui donnent à l'huile d'olive des odeurs et des goûts indésirables

-L'entreposage de l'huile d'olive dans des bouteilles en plastique favorise et accélère la production de peroxydes et d'acides gras libres.

-L'argile provoque une perte de qualité sensorielle et une altération de stabilité due à la migration minérale.

-L'exposition à lumière a un effet plus important sur l'acidité libre et sur la teneur en pigments tandis que le contact avec l'oxygène a un effet plus considérable sur l'indice de peroxyde et les extinctions spécifiques à 232nm et 270nm.

-Le stockage inapproprié de l'huile d'olive entraîne une détérioration de sa qualité, sous l'influence de la température l'huile d'olive passe de vierge extra à vierge courante, et de courante à lampante sous l'effet de la lumière et l'oxygène.

En conséquence des résultats rapportés, pour garantir une stabilité optimale et maintenir une huile d'olive de haute qualité pendant une longue période, il est recommandé de respecter les bonnes pratiques de stockage :

-Conserver l'huile d'olive à une température stable et modérée.

-Eviter l'exposition à la lumière et au soleil, les huiles d'olive doivent être stockées dans un endroit frais et sombre.

-Les grands volumes d'oxygène dans l'espace en tête des récipients doivent être évités avec maintenance de l'herméticité.

-Les matériaux d'emballages doivent garantir une protection accrue contre la lumière et l'oxygène, d'ailleurs il faut privilégier les bouteilles en verre opaque et éviter le plastique transparent.

Le maintien de la qualité de l'huile d'olive est aussi crucial pour les commerçants pour fidéliser leurs clients et renforcer leur réputation.

Références

1. Henry S. L'huile d'olive: son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique: UHP-Université Henri Poincaré; 2003.
2. Meftah H, Latrache H, Hamadi F, Hanine H, Zahir H. El louali, M. Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région tadla azilal (maroc)[comparison of the physico-chemical characteristics of the olive oil coming from different zones in tadla azilal area (morocco)]. J Mater Environ Sci. 2014;5(2):641-6.
3. Bendi Djelloul MC-e, Belkherroubi L. Contrôle de qualité et de conformité d'étiquetage de quelques huiles d'olive commercialisées à Tlemcen. مجلة الإبتكار والتسويق. 2022;5(2):115-96.
4. Sais HA, Fethallah R, Fahas M. Les exploitations oléicoles en Algérie; quelle performance économique?
5. Lamani O, Ilbert H. La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie? New Medit. 2016;15(3):19-28.
6. Stan C. Stan 33-1981 (2021). Standard for Olive Oils and Olive Pomace Oils Adopted in. 1981.
7. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive (2022).
8. Abed Hasna ZK. Etude physicochimique et hédonique de quelques huiles d'olive Algériennes et commerciales 2016.
9. Lairon D. Intervention studies on Mediterranean diet and cardiovascular risk. Molecular nutrition & food research. 2007;51(10):1209-14.
10. Braakhuis AJ, Campion P, Bishop KS. Reducing breast cancer recurrence: the role of dietary polyphenolics. Nutrients. 2016;8(9):547.
11. Aimoune Y, Zeghloul S, Idoui TE. Contrôle de qualité de l'huile d'olive de la région de Jijel: Université de Jijel; 2013.
12. Boskou D. Olive oil: chemistry and technology: AOCS Publishing; 2006.
13. Galanakis CM, Tsatalas P, Charalambous Z, Galanakis IM. Polyphenols recovered from olive mill wastewater as natural preservatives in extra virgin olive oils and refined olive kernel oils. Environmental Technology & Innovation. 2018;10:62-70.
14. Plard Jrm. Apport de la chimométrie et des plans d'expériences pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive au cours de différents processus de vieillissement: Aix-Marseille; 2014.
15. Garnier N. Quel rôle pour les chimistes dans les recherches en archéologie? Histoire matérielles: terre cuite, bois, métal et autres objets Des pots et des potes: Mélanges offerts à Lucien Rivet Autun, éd Mergoïl, coll Archéologie & Histoire Romaine. 2016(33):31-50.
16. Pure IUo, Applied Chemistry. Applied Chemistry Division. Commission on Oils F, Derivatives, Dieffenbacher A, Pocklington W. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats, and Derivatives: 1st Supplement to the 7th Revised and Enlarged Edition: Blackwell Scientific Publications; 1992.
17. Commission E. Commission Regulation (EEC) No 2568/91 of 11 July 1991 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. Off J L. 1991;248(1).
18. Oléicole IC. COI/T.20/Doc. No 35/Rev.1-2017. DETERMINATION OF PEROXIDE VALUE. 2017.
19. ISO. 3960:2017 Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de l'indice de peroxyde — Détermination avec point d'arrêt iodométrique. 2017.
20. International CO. 2019. spectrophotometric investigation in the ultraviolet. COI/T.20/Doc. No 19/Rev. 5-2019:7.
21. Borello E, Domenici V. Determination of pigments in virgin and extra-virgin olive oils: a comparison between two near UV-vis spectroscopic techniques. Foods. 2019;8(1):18.
22. Amimer L, Yazid A. Effet du traitement thermique sur les caractéristiques physico-chimiques d'huile d'olive" moderne": Université Mouloud Mammeri; 2021.
23. NEKROUF CL, MENDACI N, BERKOUNE O. Contrôle qualité de l'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou. 2019.

24. Meriem B, Boukhama Bouchra CI, Samiha D. Etude qualitative des huiles d'olive de la région de Guelma. 2022.
25. Hamoudi H, Aouadi S, Bezaz N, Khennouf HE. Etude physico-chimique de la qualité de l'huile d'olive vierge de la variété «chemial'cultivée à settara w. de jijel: Université de jijel; 2005.
26. Grossi M, Palagano R, Bendini A, Riccò B, Servili M, García-González DL, et al. Design and in-house validation of a portable system for the determination of free acidity in virgin olive oil. *Food Control*. 2019;104:208-16.
27. Guerdouh N, Terra C, Zernadji H, Laggoune SE. Impact de l'entreposage sur les qualités physicochimiques et sensorielles de l'huile d'olive: Université de jijel; 2020.
28. Ait Abbas Y. Effet des conditions de stockage sur les caractéristiques physicochimiques de l'huile d'olive vierge: Université Mouloud Mammeri; 2019.
29. Caponio F, Bilancia MT, Pasqualone A, Sikorska E, Gomes T. Influence of the exposure to light on extra virgin olive oil quality during storage. *European Food Research and Technology*. 2005;221:92-8.
30. Boukouira L, Khellafi A, Bekka-Hadji FE. Effet de l'emballage sur les caractéristiques physico-chimiques et la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge conservée: emballage plastique et verre: Université de Jijel; 2021.
31. DRICI ADIL DE. Etude de qualité de l'huile d'olive algérienne: effet des conditions de stockage. 2019.
32. Giovacchino L, Mucciarella M, Costantini N, Ferrante M, Surricchio G, Sestili S, editors. *Virgin olive oil storage and stability*. IV International Symposium on Olive Growing 586; 2000.
33. TEKAYA I, Amor IBTB, Belgaied S, El Atrache A, Hassouna M. Étude du conditionnement de l'huile d'olive dans les emballages en plastique. *Sciences des aliments*. 2007;27:214-33.
34. Tekaya IB, Hassouna M. Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. 2005;12(5-6):447-54.
35. Méndez AI, Falqué E. Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food control*. 2007;18(5):521-9.
36. Elias L, Lezoul N. Impact de la durée du stockage des olives sur la qualité d'huile: Université Mouloud Mammeri; 2017.
37. Samaniego-Sánchez C, Oliveras-López MJ, Quesada-Granados JJ, Villalón-Mir M, Serrana HLG. Alterations in picual extra virgin olive oils under different storage conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2012;114(2):194-204.
38. Conte L, Milani A, Calligaris S, Rovellini P, Lucci P, Nicoli MC. Temperature dependence of oxidation kinetics of extra virgin olive oil (EVOO) and shelf-life prediction. *Foods*. 2020;9(3):295.
39. TAOUDIAT A. Effet de l'aromatisation par des huiles essentielles sur la stabilité photo-oxydative de l'huile d'olive vierge pendant le stockage 2019.
40. Lehara H, Mouheb S. Effet du traitement thermique sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive «Traditionnelle»: Université Mouloud Mammeri; 2021.
41. Boudiaf Amina ZM. Caractérisation physico-chimique des huiles d'olive stockées 2019.
42. M'baye BK, Alouemine S, Lô B, Bassene E. Etude de l'effet de la température sur les huiles alimentaires en mauritanie: Dosage des indices de peroxyde. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*. 2012;19:26-33.
43. Ayton J, Mailer RJ, Graham K. The effect of storage conditions on extra virgin olive oil quality: RIRDC; 2012.
44. Krichene D, Allalout A, Mancebo-Campos V, Salvador MD, Zarrouk M, Fregapane G. Stability of virgin olive oil and behaviour of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. *Food Chemistry*. 2010;121(1):171-7.
45. Genot C, editor *Oxydation (des lipides?) dans les matières grasses et les aliments: mécanismes et évaluation*. Webinaire SFEL; 2019.
46. Meziani F. Influence de l'emballage et des conditions de stockage sur la qualité de l'huile d'olive vierge: Université Mouloud Mammeri; 2015.

47. Abbadi J, Afaneh I, Ayyad Z, Al-Rimawi F, Sultan W, Kanaan K. Evaluation of the Effect of Packaging Materials and Storage Temperatures on Quality Degradation of Extra Virgin Olive Oil from Olives Grown in Palestine. *American Journal of Food Science and Technology*. 2014;2(5):162-74.
48. Dabbou S, Gharbi I, Brahmi F, Nakbi A, Hammami M. Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(74):16929-36.
49. Kontominas MG. Olive oil packaging: Recent developments. *Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing*. 2017:279-94.
50. GHARBY S, HARHAR H, KARTAH B, EL MONFALOUTI H, MAATA N, GUILLAUME D, et al. Influence de l'origine du fruit (terroir, caprin) et de la méthode d'extraction sur la composition chimique, les caractéristiques organoleptiques et la stabilité de l'huile d'argane. *Actes du Premier Congrès International de l'Arganier Agadir, Morocco*. 2011:203-14.
51. Boulfane S, Maata N, Anouar A, Hilali S. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. *Journal of Applied Biosciences*. 2015;87:8022-9.
52. Imène B, Mnasser H. Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*. 2005;12.
53. Sharma R, Sharma P. Storage behaviour of olive (*Olea europaea* L.) oil in different packages. 2006.
54. Allouche Y, Jiménez A, Gaforio JJ, Uceda M, Beltrán G. How Heating Affects Extra Virgin Olive Oil Quality Indexes and Chemical Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(23):9646-54.
55. Pristouri G, Badeka A, Kontominas MG. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. *Food Control*. 2010;21(4):412-8.
56. Del Nobile MA, Bove S, La Notte E, Sacchi R. Influence of packaging geometry and material properties on the oxidation kinetic of bottled virgin olive oil. *Journal of Food Engineering*. 2003;57(2):189-97.
57. Gargouri B, Zribi A, Bouaziz M. Effect of containers on the quality of Chemlali olive oil during storage. *Journal of Food Science and Technology -Mysore-*. 2014.
58. De Leonardis A, Macchiola V. Catalytic effect of the Cu (II)-and Fe (III)-cyclo-hexanebutyrates on olive oil oxidation measured by Rancimat. *European journal of lipid science and technology*. 2002;104(3):156-60.
59. Hammar A, Tahenni S. Effet des matériaux d'emballage et des conditions de stockage sur la qualité de l'huile d'olive conservée: Université Mouloud Mammeri; 2018.
60. Wang S, Li X, Rodrigues R, Flynn D. Packaging influences on olive oil quality: A review of the literature. *UC Davis Olive Center*. 2014:1-5.
61. Gómez-Alonso S, Mancebo-Campos V, Salvador MD, Fregapane G. Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature. *Food Chemistry*. 2007;100(1):36-42.
62. Bouhadjra K. Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge: UMMTO; 2011.
63. Bubola KB, Koprivnjak O, Sladonja B, Belobrajčić I. Influence of storage temperature on quality parameters, phenols and volatile compounds of Croatian virgin olive oils. *Grasas y aceites*. 2014;65(3):e034-e.
64. Yıldırım G. Effect of storage time on olive oil quality: Izmir Institute of Technology (Turkey); 2009.
65. Krichene D, Allalout A, Mancebo-Campos V, Salvador M, Zarrouk M, Fregapane G. Stability of virgin olive oil and behaviour of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. *Food Chemistry*. 2010;121(1):171-7.
66. Asma A. Emballage alimentaire: Caractéristiques d'emballage métallique et rôle des interactions matériaux/aliments dans la valorisation des produits alimentaires. 2021.
67. Sun YE, Wang WD, Chen HW, Li C. Autoxidation of unsaturated lipids in food

- emulsion. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2011;51(5):453-66.
68. Gargouri B, Zribi A, Bouaziz M. Effect of containers on the quality of Chemlali olive oil during storage. *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52:1948-59.
69. Tanouti K, Elamrani A, Serghini-Caid H, Khalid A, Bahetta Y, Benali A, et al. Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopérative pilotes (Iakrarma et Kenine) au niveau du Maroc Oriental. *Les technologies de laboratoire*. 2010;5(18).
70. Nahla A, Fatima Zohra Boughamssa Ilyes LB, Faris M. Contribution à l'étude de la qualité d'huile d'olive de trois régions: Guelma, Skikda et Jijel. 2022.
71. Deiana P, Molinu MG, Dore A, Culeddu N, Dettori S, Santona M. Evolution of monovarietal virgin olive oils as a function of chemical composition and oxidation status. *Natural Product Research*. 2023;37(14):2437-41.
72. Tanouti K, Serghini-Caid H, Chaieb E, Benali A, Harkous M, Elamrani A. Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*. 2011;6(22).
73. Boskou D. *Olive oil: chemistry and technology*: Elsevier; 2015.
74. Douzane M, Daas MS, Ait Ouazou A, Anane C, Moussi S, Abdi A, et al. Étude de la variabilité physico-chimique de l'huile d'olive de différents cultivars introduits et un cultivar local. *Recherche Agronomique*. 2023;21(1):5-23.
75. Gallardo-Guerrero L, Gandul-Rojas B, Roca M, Mínguez-Mosquera MI. Effect of storage on the original pigment profile of Spanish virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2005;82:33-9.
76. Díez-Betriu A, Bustamante J, Romero A, Ninot A, Tres A, Vichi S, et al. Effect of the Storage Conditions and Freezing Speed on the Color and Chlorophyll Profile of Premium Extra Virgin Olive Oils. *Foods*. 2023;12(1):222.
77. SELAIMIA R. *Etude de l'huile d'olive d'Algérie 2018*.
78. Tekaya IB, Hassouna M. Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*. 2007;14(1):60-7.
79. Ait Mouloud I, Henna R, Tahenni S. Effets des conditions de stockage sur la qualité de certaines huiles végétales: Université Mouloud Mammeri; 2020.
80. Del Caro A, Vacca V, Poiana M, Fenu P, Piga A. Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv) from whole and de-stoned fruits. *Food chemistry*. 2006;98(2):311-6.
81. Iqdiam BM, Welt BA, Goodrich-Schneider R, Sims CA, Baker IV GL, Marshall MR. Influence of headspace oxygen on quality and shelf life of extra virgin olive oil during storage. *Food Packaging and Shelf Life*. 2020;23:100433.
82. Pouyet B, Ollivier V. Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*. 2014;21(5):D508.
83. Ilak Peršurić AS. Segmenting olive oil consumers based on consumption and preferences toward extrinsic, intrinsic and sensorial attributes of olive oil. *Sustainability*. 2020;12(16):6379.
84. Perito MA, Sacchetti G, Di Mattia CD, Chiodo E, Pittia P, Saguy IS, et al. Buy local! Familiarity and preferences for extra virgin olive oil of Italian consumers. *Journal of Food Products Marketing*. 2019;25(4):462-77.
85. Derbah S, Hamidi F. *Etude bibliographique sur l'huile d'olive et l'effet des conditions de stockage sur sa qualité*: Université Mouloud Mammeri; 2020.