



République Algérienne Démocratique et Populaire

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique*

Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Science

Filière : Science Agronomique

Option : Technologie Agro-Alimentaire

Présentée par : Mme IDDIR Anissa épouse HADDAD

Sous le thème

**Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur
stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte.**

Devant le jury composé de :

M. Selselet-Attou Ghalem, Professeur de l'université de Mostaganem	Président
M. Bouderoua Kaddour, ESA Mostaganem	Examineur
M. Cheriguen Abderrahim, Professeur de l'université de Mostaganem	Examineur
M. Bekada Ahmed Mohammed Ali, Professeur de l'université de Mostaganem	Promoteur
M. Ait Saada Djamel, Docteur de l'université de Mostaganem	Co-promoteur

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Je remercie tout d'abord DIEU, le tout puissant de m'avoir accordé santé, courage et foie.

*Au terme de ce travail je tiens à exprimer mes remerciements et mes sincères gratitude à mon directeur de thèse, le Professeur **Bekada Ahmed Mohammed Ali** qui m'a encadré tout au long de cette thèse et qui m'a fait partager ses brillantes intuitions et à remercier également mon co-encadreur, le docteur **Ait Saada Djamel** pour les conseils et l'encouragement qu'il m'a prodigué. Qu'il soit aussi remercié pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux encouragements qu'il m'a prodigué.*

Mes vifs remerciements vont également :

*Au professeur **Selselet-Attou Ghalem** pour l'honneur qu'il m'a fait de présider mon jury et aux professeurs **Bouderoua Kaddour** et **Cheriguene Abderrahim** d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

Je remercie vivement le personnel de la SPA CEVITAL pour m'avoir accueillés au sein de leur laboratoire et de m'avoir permis d'effectuer mes recherches dans les meilleurs conditions.

Mes remerciements vont aussi :

- A Monsieur **Kadous Mokrane**, ancien directeur de l'Institut Technique de l'Arboriculture et de la Vigne de Mohammadia. Mascara.*
- Docteur **Belkheir Mohamed** (Gastro-entérologue) d'Oran et Monsieur **Meziane Mohand Ameziane** de Bouira pour m'avoir accueillés au sein de leurs vergers.*
- Le personnel de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne de Sidi Aich. Takerietz. Bejaia*

Dédicaces

Je dédie ce travail

A Mon Très Cher Fils Etienne

C'est à toi mon adorable ange, ma joie, mon petit trésor que maman dédie ce travail pour te dire que tu resteras pour toujours le rayon du soleil qui égaye ma vie. Je t'aime mon bébé et je te souhaite tous le bonheur du monde.

A Mon cher Mari Haddad Yassine

Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher mari j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour...

Que Dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur

À MES chers PARENTS

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie afin que je puisse un jour vous rendre ne serait ce qu'un peu de ce que vous avez fait pour moi.

A MES CHERS FRERES ET SOEURS

Lynda, Soufiane, Hayet, Mehdi et Youssef. En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A MES CHERS BEAUX PARENTS

Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'avez offert depuis mon mariage, de tous les sacrifices que vous vous êtes imposés pour assurer notre vie de couple et notre bien être, de votre tolérance, et de votre bonté exceptionnelle.

J'espère toujours être à la hauteur de ce que vous attendez de moi, et ne jamais vous décevoir.

Puisse DIEU le tout puissant vous donner santé, bonheur et longue

A MES CHERS BEAUX FRERES ET SOEURS

Nabil, Younnes, Mohand, Nesrine et Nassima. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A MES CHERS PETITS NEVEUX ET NIECES

David, Yani, Alicia, Riadh, Ayman, Rabeh, , Anthinia, , Lina, Cerine, Maria, et Layane. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.

A.M. KADOUS MOKRANE ET TOUTE SA FAMILLE

Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide.

*J'espère que mon travail sera le témoignage de mon respect et de mes sentiments
les plus sincères*

*A toutes les personnes qui ont servis pour ma formation, mon éducation et mon
enseignement.*

LISTE DES FIGURES

<u>Figure</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Figure 1	Pays avec des oliveraies bio.....	6
Figure 2	Les différentes variétés d'olivier produites en Algérie.....	10
Figure 3	Etapas de croissance et de développement du fruit d'olive.....	11
Figure 4	Type des sols convenables pour l'olivier.....	13
Figure 5	Production d'huile d'olive par pays 2016/2017.....	16
Figure 6	(a) Systèmes d'extraction traditionnelle. (b) Systèmes d'extraction moderne..	22
Figure 7	Structure des tocophérols.....	29
Figure 8	Indice de maturité des olives.....	48
Figure 9	Teneur en eau des olives.....	49
Figure 10	Rendement en huile des olives.....	50
Figure 11	Évolution de l'acidité libre des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation.....	51
Figure 12	Évolution de l'indice de peroxyde des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation.....	52
Figure 13	Évolution de K 232 des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation	53
Figure 14	Évolution de K 270 des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation	53
Figure 15	Évolution de la teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation.....	54
Figure 16	Évolution de la teneur en chlorophylles des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation.....	54
Figure 17	Évolution de la teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierge extra au cours de la maturation.....	56
Figure 18	Evolution de l'acidité libre des huiles d'olives extra vierge aux cours de leur stockage.....	59
Figure 19	Evolution de l'indice de peroxyde des huiles d'olives extra vierge aux cours de leur stockage.....	60
Figure 20	L'évolution de K232 des huiles d'olive extra vierges au cours de leurs stockage.....	61

Figure 21	L'évolution de K270 des huiles d'olive extra vierges au cours de leur stockage	62
Figure 22	L'évolution de la teneur en caroténoïdes des huiles d'olive extra vierge au cours de leur stockage.....	63
Figure 23	L'évolution de la teneur en chlorophylles des huiles d'olive extra vierges au cours de leur stockage.....	63
Figure 24	L'évolution de la teneur en composés phénoliques totaux des huiles d'olive extra vierges au cours de leur stockage.....	64

QALISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau</u>	<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Tableau 1	Superficie oléicole des pays membres du COI.....	5
Tableau 2	Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde.....	7
Tableau 3	Orientations variétales de l'olivier en Algérie.....	8
Tableau 4	Les différentes phases d'évolution de l'olive et leurs caractéristiques.....	11
Tableau 5	Besoins annuel de l'olivier en minéraux.....	14
Tableau 6	Les prévisions de la production mondiale d'huile d'olive (campagne 2017/2018).....	17
Tableau 7	Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques).....	26
Tableau 8	Les classes majeures des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge.....	27
Tableau 9	Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive.....	28
Tableau 10	Critères de qualité de l'huile d'olive.....	33
Tableau 11	Les vergers étudiés.....	39
Tableau 12	Composition en acides gras des échantillons d'huiles d'olive vierge extra.....	57
Tableau 13	Teneurs des huiles d'olive vierge extra en acide palmitique C16 :0.....	65
Tableau 14	Teneurs des huiles d'olive vierge extra en acide oléique C18 :1.....	66
Tableau 15	Teneurs des huiles d'olive vierge extra en acide linoléique C18 :2.....	66

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : Communauté Européenne.

C E E: Communauté Economique Européenne.

CNUCED : Conference des Nations Unies sur le Commerce et le Développement

COI : Conseil Oleicol International.

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse.

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

ppm : partie par million.

IM : Indice de maturité

O₁ : olive d'Oran récolté au premier stade de maturité.

O₂: olive d'Oran récolté au deuxième stade de maturité.

O₃: olive d'Oran récolté au troisième stade de maturité.

P₁: olive de la plaine récolter au premier stade de maturité.

P₂: olive de la plaine récolter au deuxième stade de maturité.

P₃: olive de la plaine récolter au troisième stade de maturité.

M₁: olive de la montagne récolter au premier stade de maturité.

M₂: olive de la montagne récolter au deuxième stade de maturité.

M₃: olive de la montagne récolter au troisième stade de maturité.

R₁ : première récolte

R₂ : deuxième récolte

R₃ : troisième récolte

TH : rendement en huiles des olives

D : stade de récolte des olives

IP : indice de peroxyde

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. Généralités sur la culture de l'olivier

I.1.	Historique et origine de la culture de l'olivier.....	4
I.2.	Systématique de l'olivier.....	4
I.3.	L'emplacement de l'oléiculture dans le monde	5
I.4.	Situation de l'oléiculture en Algérie.....	6
I.5.	Pays avec des oliveraies bio.....	6
I.6.	Le profil variétal.....	7
I.6.1.	Les principales variétés d'olivier dans le monde.....	7
I.6.2.	Les principales variétés d'olivier en Algérie.....	8
I.7.	L'olive.....	11
I.7.1.	Définition.....	11
I.7.2.	Développement de l'olive.....	11
I.7.3.	Processus et période de maturation des olives.....	12
I.8.	Les exigences de l'olivier.....	12
I.8.1.	La température.....	12
I.8.2.	La pluviométrie.....	13
I.8.3.	Le sol.....	13
I.8.4.	La lumière.....	14
I.8.5.	Le vent.....	14

Chapitre II. Généralités sur l'huile d'olive

II.1.	Définition.....	15
II.2.	La production mondiale en huile d'olive.....	15
II.3.	Synoptique de fabrication d'huile d'olive.....	17

II.3.1.	Récolte des olives.....	17
II.3.2.	Transport des olives.....	18
II.3.3.	Réception et stockage des olives.....	18
II.3.4.	Défeuillage.....	18
II.3.5.	Lavage.....	19
II.3.6.	Broyage.....	19
II.3.7.	Malaxage.....	19
II.3.8.	Séparation des phases.....	19
II.3.8.1.	Séparation des phases liquides-solides.....	20
II.3.8.2.	Séparation des phases liquides-liquides.....	20
II.4.	Procédés d'extraction d'huiles d'olives.....	20
II.4.1.	Procédé discontinu ou système à presse.....	20
II.4.2.	Procédé continu ou par centrifugation.....	21
II.4.2.1.	Procédé continu à deux phases.....	21
II.4.2.2.	Procédé continu à trois phases.....	21
II.5.	Conservation de l'huile d'olive.....	23
II.6.	Les catégories d'huiles d'olive.....	23
II.6.1.	Huile d'olive vierge.....	23
II.6.2.	Huile d'olive raffinée.....	24
II.6.3.	Huile d'olive.....	24

Chapitre III. Composition et bienfaits de l'huile d'olive

III.1.	Composition de l'huile d'olive.....	25
III.1.1.	Fraction saponifiable.....	25
III.1.1.1.	Triglycérides.....	25
III.1.1.2.	Acides gras.....	25
III.1.2.	Fraction insaponifiable.....	26
III.1.2.1.	Composés phénoliques.....	27
III.1.2.2.	Les stérols.....	28
III.1.2.3.	Les flavonoïdes.....	29
III.1.2.4.	Les tocophérols.....	29
III.1.2.5.	Les pigments (chlorophylles et caroténoïdes).....	30
III.1.2.6.	Hydrocarbures.....	31

III.2.	Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive.....	31
---------------	--	-----------

Chapitre IV. Amélioration de la qualité de l'huile d'olive

IV.1.	Critères de qualité d'huile d'olive.....	33
IV.2.	Critères de qualité relatifs à l'altération.....	34
IV.3.	Les facteurs affectant la qualité de l'huile d'olive.....	34
IV.3.1.	Les facteurs pédoclimatiques.....	35
IV.3.2.	La maturation des olives.....	35
IV.3.3.	Système de récolte des olives.....	37
IV.3.4.	Stockage des olives avant trituration.....	37
IV.3.5.	Technologie d'extraction.....	37
IV.3.6.	L'incidence des conditions de stockage.....	37
IV.3.7.	Ravageurs et maladies.....	37
IV.4.	La qualité des huiles d'olive Algérienne.....	38

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Chapitre I: Évolution des paramètres physico-chimiques et de qualité d'huiles d'olive vierge-extra de la variété chemlal issues de différentes altitudes et dates de maturation des olives

1.	Matériel et méthodes	39
1.1.	Matériel végétal.....	39
1.2.	Échantillonnage et extraction de l'huile.....	40
1.3.	Analyses réalisées sur les olives.....	40
1.3.1.	Indice de maturité.....	40
1.3.2.	Teneur en eau des olives.....	41
1.3.3.	Teneur en huile des olives.....	41
1.4.	Analyses réalisées sur l'huile.....	42
1.4.1.	Acidité libre.....	42
1.4.2.	Indice de peroxyde.....	43
1.4.3.	Absorbance dans les UV.....	44

1.4.4.	Dosage des chlorophylles et caroténoïdes.....	44
1.4.5.	Extraction et dosage des polyphénols totaux.....	45
1.4.6.	Détermination du profil en acides gras par chromatographie en phase gazeuse....	46
1.5.	Étude statistique.....	47

2.	Résultats et discussion	47
-----------	--------------------------------	-----------

2.1.	Indice de maturité.....	48
2.2.	Teneur en eau des olives	49
2.3.	Teneur en huile d'olive.....	49
2.4.	Analyses analytique des indices de qualité.....	50
2.4.1.	Acidité libre.....	50
2.4.2.	Indice de peroxyde.....	51
2.4.3.	Extinction spécifique dans les UV.....	52
2.5.	Pigments (chlorophylles et caroténoïdes).....	53
2.6.	Teneur en polyphénols.....	55
2.7.	Composition en acides gras.....	56

Chapitre II : Évolution des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité des huiles d'olive vierges extra récoltées à différentes altitudes et stade de maturité durant leur stockage

1.	Matériels et méthodes	58
-----------	------------------------------	-----------

1.1.	Prélèvement et préparation des échantillons.....	58
1.2.	Analyses physico-chimiques.....	58

2.	Résultats et discussions	58
-----------	---------------------------------	-----------

2.1.	Analyses analytique des indices de qualité durant le stockage.....	58
2.1.1.	Acidité libre.....	59
2.1.2.	Indice de peroxyde.....	60
2.2.	Extinction spécifique dans les UV.....	61
2.3.	Pigments (caroténoïdes et chlorophylles).....	62

2.4.	Teneur en composés phénoliques totaux.....	64
2.5.	Profil des acides gras.....	65
	Conclusion générale et perspectives.....	67
	Références bibliographiques.....	69

Annexes

Publication

Résumé

Le premier aspect traité dans ce travail consiste à déterminer l'évolution des paramètres physico-chimiques et de la qualité des huiles d'olive vierges-extra. Les huiles étudiées appartiennent à la variété Chemlal, cultivée dans deux régions à différentes altitudes : Ain Elbeida (Oran), Mchedallah et Illitene (Bouira). La récolte des olives a été faite à différents stades de maturité des olives. Les résultats obtenus montrent que l'altitude et la maturation sont deux facteurs qui influencent significativement ($P \leq 0,001$) la qualité des huiles d'olive. Une maturité très avancée a été observée pour les olives provenant des basses altitudes. Les olives de la région d'Oran à 80 m d'altitude mûrissent très vite que les olives de M'chedallah à 474 m et plus que celles de la région d'Illiten qui fait plus de 700 m. Le profil des acides gras était influencé par l'altitude. L'acide oléique, critère de nutrition et de qualité de l'huile d'olive, augmente avec l'altitude, mais ne dépasse pas la limite fixée par le Conseil oléicole international. Par contre, la teneur en pigments et en composés phénoliques diminuait avec la maturation des olives. Le deuxième volet de cette étude concerne l'évolution des paramètres de qualité des huiles d'olive vierges- extra au cours de leur stockage. Les caractéristiques d'huile d'olive sont fortement liées à la qualité qui est influencée de même par plusieurs paramètres tel que la maturité des olives, la variété, les techniques culturales, les modes d'extraction, etc. Parmi les facteurs, nous nous sommes intéressés dans le présent travail à l'étude de l'impact de la maturité, altitude et le temps de stockage sur la qualité de l'huile d'olive. Après une durée de stockage de 12 mois, l'influence des deux paramètres ; altitude, maturation et leurs interactions se trouve significatives ($P \leq 0,05$) sur les principaux critères de qualité de l'huile d'olive tels que l'acidité, l'indice de peroxyde, l'extinction spécifique à 232 nm et 270 nm, la teneur en pigments (caroténoïdes et en chlorophylle), la teneur en composés phénoliques totaux ainsi que le profil des acides.

Mots clés : Chemlal, huile d'olive extra vierge, qualité, maturité, altitude, stockage.

Abstract

The first aspect dealt with in this work consists in determining the evolution of physicochemical parameters and the quality of virgin-extra virgin oils. The oils studied belong to the variety Chemlal, grown in two regions at different altitudes: Ain Elbeida (Oran), Mchedallah and Illitene (Bouira). The olives were harvested at different stages of maturity of the olives. The results obtained show that altitude and maturation are two factors that

significantly influence ($P \leq 0,001$) the quality of olive oils. A very advanced maturity has been observed for olives coming from low altitudes. The olives of the Oran region at 80 m altitude ripen very quickly that the olives of M'chedallah to 474 m and more than those of the region of Illiten which is more than 700 m. The fatty acid profile was influenced by altitude. Oleic acid, a criterion of nutrition and quality of olive oil, increases with altitude but does not exceed the limit set by the International Olive Council. On the other hand, the content of pigments and phenolic compounds decreased with the maturation of the olives. The second part of this study concerns the evolution of the quality parameters of virgin olive oils extra during storage. The characteristics of olive oil are strongly linked to the quality, which is also influenced by several parameters such as olive maturity, variety, cultivation techniques, extraction methods, etc. Among the factors, we are interested in the present work to study the impact of maturity, altitude and storage time on the quality of olive oil. After a storage period of 12 months, the influence of the two parameters; altitude, maturation and their interactions is significant ($P \leq 0,05$) on the main quality criteria of olive oil such as acidity, peroxide index, specific extinction at 232 nm and 270 nm, the pigment content (carotenoids and chlorophyll), the content of total phenolic compounds as well as the profile of the acids.

Keywords: Chemlal, extra virgin olive oil, quality, maturity, altitude, storage.

المخلص

الجانب الأول الذي تم تناوله في هذا العمل هو تحديد تطور الاعدادات الفيزيوكيميائية وجودة زيت الزيتون البكر الممتاز. الزيتون المدروسة ينتمون إلى صنف شمال المزرع في منطقتين على ارتفاعات مختلفة عين البيضاء (وهران)، وامشالة وإيليتين (البويرة). تم حصاد الزيتون في مراحل مختلفة من النضج. النتائج التي تم الحصول عليها تبين أن الارتفاع والنضج عاملان يؤثران بشكل كبير ($P \leq 0.001$) على جودة زيت الزيتون. وقد لوحظ نضج متقدم جدا للزيتون في الارتفاعات المنخفضة. زيتون منطقة وهران على ارتفاع 80 متر ينضج بسرعة كبيرة من زيتون امشالة على ارتفاع 474 متر و من منطقة إيليتين التي يزيد ارتفاعها 700 متر. الارتفاع يؤثر على الأحماض الدهنية. حمض الأوليك الذي هو معيار التغذية وجودة زيت الزيتون، يزداد مع الارتفاع ولكن لا يتجاوز الحد الذي حدده مجلس الزيتون الدولية. من ناحية أخرى، انخفاض محتوى الأصباغ والمركبات الفينولية مع نضج الزيتون. الجزء الثاني من هذه الدراسة يتعلق بتطور الاعدادات وجودة زيت الزيتون البكر الممتاز أثناء التخزين. ملامح من زيت الزيتون ترتبط ارتباطا وثيقا بالجودة التي تتأثر الكثير الاعدادات مثل نضج الزيتون، والصنف، وتقنيات المحاصيل، والأساليب الاستخلاص، الخ. من بين العوامل، كنا مهتمين بالعمل الحالي لدراسة تأثير النضج والارتفاع ووقت التخزين على جودة الزيت الزيتون. بعد فترة تخزين لمدة 12 شهرا، وتأثير العاملين الارتفاع والنضج وتفاعلهم مهمة ($P \leq 0.05$) على المعايير الرئيسية لجودة زيت الزيتون مثل الحموضة وقيمة البيروكسيد والانقراض المحدد في 232 نانومتر و 270 نانومتر، محتوى الأصباغ (الكاروتينات والكلوروفيل)، محتوى مجموع المركبات الفينولية وكذلك للأحماض الدهنية.

الكلمات المفتاحية: شمال، زيت الزيتون البكر الممتاز، الجودة، النضج، الارتفاع، التخزين

INTRODUCTION
GénéRALE

Introduction générale

L'olivier est une richesse avérée du paysage agricole, il fait partie intégrante de l'histoire du bassin méditerranéen. La production de l'huile d'olive a un rôle majeur sur l'économie, l'emploi ainsi que la biodiversité des régions méditerranéennes, notamment pour les familles pauvres et à faible revenu. Ces vertus thérapeutiques ne sont plus à démontrer, d'ailleurs, plusieurs livres sacrés dont la Bible et le Saint Coran ont cité ses vertus naturelles et diététiques. L'huile d'olive représente des bienfaits liés les uns aux autres, sa composition en acides gras, où l'acide oléique qui est le composant principal et/ou à la présence des biomolécules mineures, telles que les vitamines et les antioxydants naturels (De Faveri.D *et al.*, 2008).

À l'échelle mondiale, l'huile d'olive vierge extra a été incluse dans un régime alimentaire équilibré en raison de ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques bien connues (Dag *et al.*, 2011; Kavallari *et al.*, 2011 & Bengana *et al.*, 2013). La production mondiale d'huile d'olive est concentrée dans la région méditerranéenne avec 98%, dont 75% sont produites par les États membres méditerranéens de l'Union européenne (Kavallari *et al.*, 2011). Ces dernières années, de nouveaux pays producteurs ont mis en place la culture de l'olive et de l'huile d'olive. L'Algérie est considérée comme un nouveau pays exportateur d'huile d'olive vierge.

En Algérie, l'huile d'olive joue un rôle économique et social majeur. Le verger oléicole national couvre une superficie de plus de 400 mille hectares avec un nombre d'olivier atteignant les 6200000 arbres (DSASI, 2015). La filière oléicole est localisée dans la zone de la montagne (Kabylie, 55%) où l'autoconsommation est favorisée (Nouad, 2004). Au cours de ces dernières années, l'Algérie a une tendance à développer la culture de l'olivier dans certaines régions spécifiques de son territoire, elle cherche à introduire la culture de l'olivier vers le Sahara. Comme elle a fait beaucoup de progrès dans le but d'améliorer la quantité de production et la qualité des huiles vierges à vierge extra. Chemlal est la variété la plus répandue en Algérie. Elle est principalement distribuée dans le centre-nord de l'Algérie, en particulier en Kabylie, sa zone traditionnelle.

La qualité et la composition de l'huile d'olive sont fortement influencées par plusieurs facteurs et leurs interactions, à savoir: la variété, la région de culture, les techniques de

culture, le moment de la récolte, le stockage des olives et les procédures d'extraction (Yun et Surh, 2012 et Bengana et al., 2013).

Le moment optimal de la récolte est le principal facteur déterminant la qualité et la quantité d'huile d'olive (Al-Maaitah et al., 2009). De plus, plusieurs études ont été orientées dans le contexte d'étudier l'effet de l'altitude, des conditions climatiques, du moment optimal des récoltes, de la maturation de la qualité et de la quantité d'huile d'olive extra-vierge (Dag et al., 2011; Arslan et Schreiner, 2012 & Bengana et al., 2013).

La concurrence mondiale pour la production d'une huile d'olive de qualité est de plus en plus intense face aux exigences accrues des consommateurs, en termes de traçabilité des produits, des conditions et de processus de fabrication (Lamani et Ilbert, 2016). La mise en valeur de sa spécificité constitue aujourd'hui l'une des priorités majeures du développement de la filière oléicole nationale Algérienne. La production d'huile d'olive en Algérie augmente d'année en année avec les zones de culture. Cependant, la qualité reste une préoccupation majeure pour les oléiculteurs, du fait de la négligence et du manque de connaissance du secteur oléicole, ce qui nous a permis de mener cette étude afin d'évaluer et d'améliorer les paramètres de qualité de l'huile d'olive extra-vierge Algérienne. Dans ce cas, il est nécessaire que l'Algérie accorde une haute importance aux aspects politiques tels que la qualité et la valorisation des produits oléicoles (Boudi, 2012).

Au cours de stockage, les huiles subissent de nombreuses transmutations sous l'action de la lumière, de l'oxygène et des températures élevées. Ces changements sont en général provoqués par diverses réactions chimiques dont l'oxydation est le premier facteur d'altération. L'autooxydation est la cause principale de la détérioration des huiles au cours de leur stockage, elle dépend de plusieurs facteurs comme la composition initiale de l'huile, la présence et la teneur en composés mineurs à l'activité pro ou antioxydante (minéraux, tocophérols, carotènes, chlorophylles) et les conditions de stockage.

Cette étude a pour but de définir dans deux zones bien déterminée :

- L'influence du climat, altitude et date de récolte sur la qualité des huiles d'olive d'une variété Chemlal issue de deux régions, l'Ouest Algérien (Oran) et le Centre Algérien (Bouira). Cette partie nous permettra de voir l'effet de l'environnement, du climat sur

la qualité des huiles obtenue ainsi de déterminer la meilleure période de récolte à fin d'améliorer la qualité des huiles d'olive Algériennes.

- L'influence des trois variables (maturité, altitude et durée de stockage) sur les paramètres de qualité, acidité libre, indice de peroxyde, extinction spécifique (K 232 et K 270), pigments (caroténoïdes et chlorophylles), composés phénoliques totaux et le profil des acides gras.

Partie
bibliographique

Chapitre I. Généralités sur la culture de l'olivier

I.1. Historique et origine de la culture de l'olivier

L'olivier est un arbre rustique localisé dans le bassin méditerranéen, sa longévité est très remarquable et sa croissance végétative est répartie en deux périodes le printemps et l'automne. Il a toujours été un symbole de paix, de sagesse et d'abondance, d'ailleurs il était interdit de le couper. On le retrouve au fil des siècles à travers différents mythes et croyances, son histoire se confond avec celle du bassin méditerranéen. L'origine de l'olivier n'est pas encore déterminée, toutefois, la thèse de Besnard (2005) qui est la plus commune désigne la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine. Il constitue de nos jours le trait d'union entre les pays méditerranéens. Il a causé un intérêt typique ces dernières années non seulement au niveau de la méditerranée, la principale région oléicole à l'échelle mondiale, mais aussi au niveau d'autres continents. L'olivier et ses produits constituaient alors l'une des bases essentielles des activités économiques de la population rurale.

La culture de l'olivier en Algérie est connue depuis une antiquité, il aurait été importé par les Phéniciens puis développé par les Berbères. Sa culture est liée à la région méditerranéenne où elle revête une grande importance socio-économique, et écologique. Comme les effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé humaine sont approuvés, alors l'intérêt pour sa culture et sa consommation sont progressés aussi dans les pays traditionnellement non producteurs comme les USA, l'Australie et le Japon (Pinelli et Romani, 2003). L'olivier reste une culture méditerranéenne par excellence.

I.2. Systématique de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea* L) est une variété domestiquée de l'oléastre qui appartient à la famille des Oléacées. L'olivier est un arbre de hauteur médiocre (8-15 m), à bois dur et à écorces crevassées avec une couleur grise (Bruneton, 2009). Il comporte 30 espèces différentes (Lousert et Brousse, 1978), l'espèce (*Olea europea* L) est la seule espèce dont les fruits sont comestibles. La répartition botanique de l'espèce faite selon Ghedira (2008):

Sous-Embranchement : Magnoliophytina

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Sous-classe : Dialypétales

Ordre : Lamiales

Famille : Oleaceae

Genre : Olea

Règne : Plantae

Embranchement : Magnoliophyta

Espèce : Olea europaea (Linné, 1753)

Sous- espèces : O.europaea subsp.europaea var. sylvestris

O.europaea subsp.europaea var. europaea

I.3. L'emplacement de l'oléiculture dans le monde

L'oléiculture occupe toutefois une partie très importante dans l'économie agricole de certains pays méditerranéens et la tendance de la consommation mondiale est à la hausse. On outre, on compte actuellement plus de 900 millions d'oliviers cultivés à travers le monde (Benhayoun et al., 2007).

Tableau 1 : Superficie oléicole des pays membres du COI (2015).

Pays	Superficie (Ha)
Espagne	2 584 564
Tunisie	1 839 600
Italie	1 350 000
Grèce	1 160 000
Maroc	1 020 000
Turquie	798 493
Portugal	358 513
Algérie	330 000
Iran	136 619
Jordanie	132 582
Argentine	100 000
Liban	53 646
Albanie	47 152
Israël	33 000
Uruguay	10 000
Total	9 954 169

I.4. Situation de l'oléiculture en Algérie

L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie. Le potentiel oléicole est concentré dans les régions montagneuses et se répartit typiquement dans trois régions : le Centre Nord, principalement Tizi-ouzou, Bouira et Bejaia avec 54,3 % de la surface totale, l'Est (Jijel, Guelma, Skikda, et Mila) avec 28,3 % et l'Ouest qui occupe à peine 17% de la production oléicole (Tlemcen, Sig et Mascara) (Mendil et Sebai, 2006).

L'Algérie se dispose de 32 millions d'arbres d'oliviers, dont 80% sont destinés à la production d'huile d'olive (Mendil., 2009), estimée 55.000 à 70.000 tonnes/an (Vossen, 2013). Aujourd'hui le verger oléicole algérien, couvre plus de 450 mille hectares de la superficie avec un nombre d'oliviers atteignant les 6200000 arbres (Amrouni et al., 2017).

I.5. Pays avec des oliveraies bio

L'agriculture biologique est un secteur d'avenir. La pratique de l'agriculture biologique par notre pays est inévitable afin de préserver notre environnement, assurer la qualité des produits oléicoles et favoriser l'autosuffisance par une meilleure gestion des ressources naturelles, sans entrainer de déforestation supplémentaire. Produire en bio ne se résume pas seulement à produire sans produits chimiques.

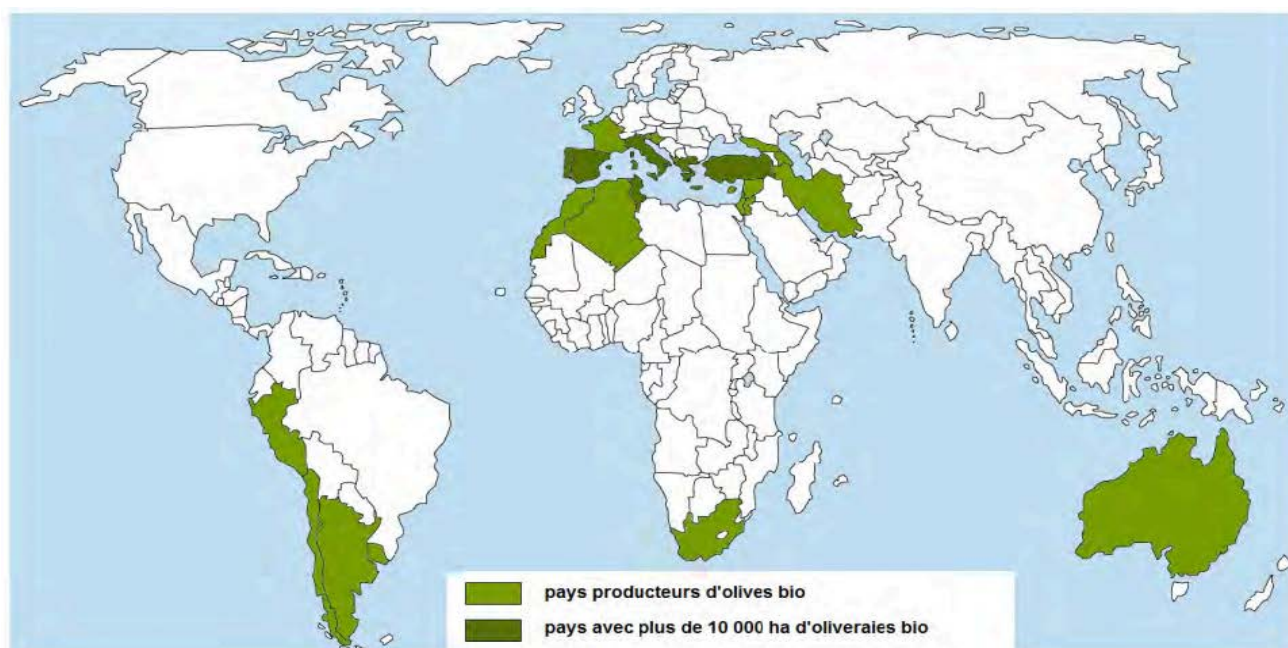


Figure 1. Pays avec des oliveraies bio (COI, 2017)

Les connaissances scientifiques et techniques acquises ces dernières années prévoient la possibilité de produire bio sans mettre en péril la pérennité économique des oliveraies. Le mode de production biologique exige une surveillance continue des vergers et une parfaite maîtrise des itinéraires techniques, typiquement en matière de lutte contre les ravageurs de l'olive (les mouches).

I.6. Le profil variétal

1.6.1. Les principales variétés d'olivier dans le monde

L'olivier (*Olea europaea*. L), espèce caractéristique du paysage méditerranéen, compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante (Grati Kamoun, 2007).

Les variétés d'olivier se divisent en trois catégories :

- Les variétés à l'huile sont principalement destinées à l'extraction de l'huile et sont caractérisées par un rendement variable 12 - 18 %.
- Les variétés, dont les fruits, sont destinées à la consommation directe, olives de table.
- Les variétés à double aptitude sont celles qui peuvent être utilisées soit pour l'extraction de l'huile soit pour la production d'olives de table.

À l'heure actuelle, on compte des centaines de variétés (Tableau 2) dans chacun des principaux pays oléicoles méditerranéens où sont encore cultivées de très anciennes variétés (Barranco et al., 2005 ; Idrissi et al., 2006).

Tableau 2 : principales variétés d'olivier cultivées dans le monde (Grati Kamoun., 2007)

Pays	Variétés	Utilisation
Argentine	Arauco Arbequina	Huile+Table Huile
Espagne	Picual Hojiblanca Cornicabra Lechin Manzanilla Verdal de Badajoz Empeltre Arbequina Cacerena	Huile Huile+ Table Huile Huile Table+Table Huile Huile Huile Huile +Table
États –Unis	Manzanilla Mission	Table Table
France	Picholine	Table

	Tanche Aglандаu	Table Huile
Grèce	Koroneik Conservolia Kalamata Mastoidis	Huile Table Table Huile
Italie	Frontoio Moraiolo Leccino Coratina Carolea Noccellara Belice Itrana Ascolana tenera	Huile Huile Huile Huile Huile Huile + Table Table Table Table
Liban	Soury	Huile +Table
Maroc	Picholine marocaine	Huile +Table
Portugal	Galega Carrasquenha Redondil	Huile +Table Huile +Table Huile +Table
Syrie	Al –Zeiti Al –Sorani Al – Doebly	Huile Huile Huile +Table
Tunisie	Chemlali Chetoui Meski	Huile Huile Table
Turquie	Ayvalik Cakir Gemlik Memecik Dornat	Huile Huile Table Table Table
Ancienne Yougoslavie	Oblica Zutica	Huile +Table Huile+ Table

I.6.2. Les principales variétés d'olivier en Algérie

Tableau 3 : Orientations variétales de l'olivier en Algérie (Mendil et Sebai., 2006).

Variétés et synonymes	Origines et diffusion	Caractéristiques
Var.Azeradj	Petite kabylie (oued Soummam), occupe 10% de la surface oléicole nationale	Arbre rustique et résistant à la sécheresse ; fruit à poids fort et de forme allongée ; utilisé pour la production d'huile et olive de table, rendement en huile de 24 à 28%
Blanquette de Guelma	Originnaire de Guelma ; assez répandue dans le	Sa rigueur est moyenne, résistant au froid et modérément à la sécheresse ; fruit de poids

	Nord-est constantinois, Skikda et Guelma	moyen et de forme ovoïde, destiné à la production d'huile, le rendement de 18 à 22% ;
Bouricha, olive d'El-Arrouch	El-Harrouch, Skikda	Arbre rustique, résistant au froid et à la sécheresse ; poids faible du fruit et de forme allongée, production d'huile, rendement de 18 à 22%.
Chemlal Syn. Achemlal	Occupe 40% du verger oléicole national, présent surtout en Kabylie, s'entend du mont Zekkar à l'Ouest aux Bibans à l'Est.	Variétés rustique et tardive, fruit de poids faible et de forme allongée, destiné à la production d'huile, le rendement en huile de 18 à 22%
Ferkani, ferfane	Ferfane (Tebessa), diffusée dans la région des Aurès	Variété de vigueur moyenne, résistante au froid et à la sécheresse, fruit à poids moyen et forme allongée, production d'huile et rendement très élevé 28 à 32%, variétés en extension en régions steppiques et présahariennes.
Grosse de Hamma, Syn. Quel Ethour	Hamma (Constantine)	Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse ; fruit à poids fort de forme allongé, double aptitude : huile et olive de table, le rendement de 16 à 22%
Hamra, Syn. Rougette ou rousette	Originaire de Jijel, diffusée au Nord constantinois	Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse, fruit à poids faible et ovoïde, utilisée pour la production d'huile, rendement de 18 à 22%.
limli	Originaire de Sidi-Aïch (Bejaïa), occupe 8% de la surface oléicole nationale, localisée sur la base de la vallée de la Soummam jusqu'au littoral.	Variété précoce, peu tolérante au froid, résistante à la sécheresse ; le fruit est de poids faible de forme allongée, utilisée dans la production d'huile, le rendement de 20 à 24%.
Longue de Maliana	Originaire de Maliana, localisée actuellement dans la région d'El-Khemis, cherchell et le littoral de Ténès.	Variété tardive, sensible au froid et à la sécheresse ; le fruit est de poids moyen et de forme sphérique, production d'huile et olives de table, rendement de 16 à 20%
Rougette de Mitidja	Plaine de Mitidja	Variété rustique ; le fruit est moyen et allongé, production d'huile, rendement de 18 à 20%
Souidi	Vallée d'Oued Arab Cherchar Khenchela	Variété tardive, résistante au froid et à la sécheresse ; fruit moyen et allongé, utilisé dans la production d'huile, le rendement de 16 à 20%
Sigoise ou olive de Tlemcen ou olive de Tell.	La plus dominante depuis Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen	Variétés rustiques, le fruit est de poids moyen et de forme ovoïde, produit des olives à deux fins est très recherchée pour la conserverie et donne un bon rendement en huile de 18 à 22%,

La production d'huile d'olive est traditionnelle en Algérie. L'activité compte près de 1650 huileries, dont seulement 165 huileries modernes (Vossen, 2013). Dans ce contexte, l'Algérie vise à moderniser et développer le secteur oléicole dans le but d'améliorer la qualité et la quantité d'huile d'olive produite.

L'Algérie se dispose d'un patrimoine constitué de 164 cultivars autochtones et introduits de toute la méditerranée, représentés majoritairement par des vieux arbres. Son profil variétal est constitué particulièrement de deux variétés plus dominantes, «Chemlal» et «Sigoise» avec des variétés populaires «Aberkane», «Limli» et «Azeradj».

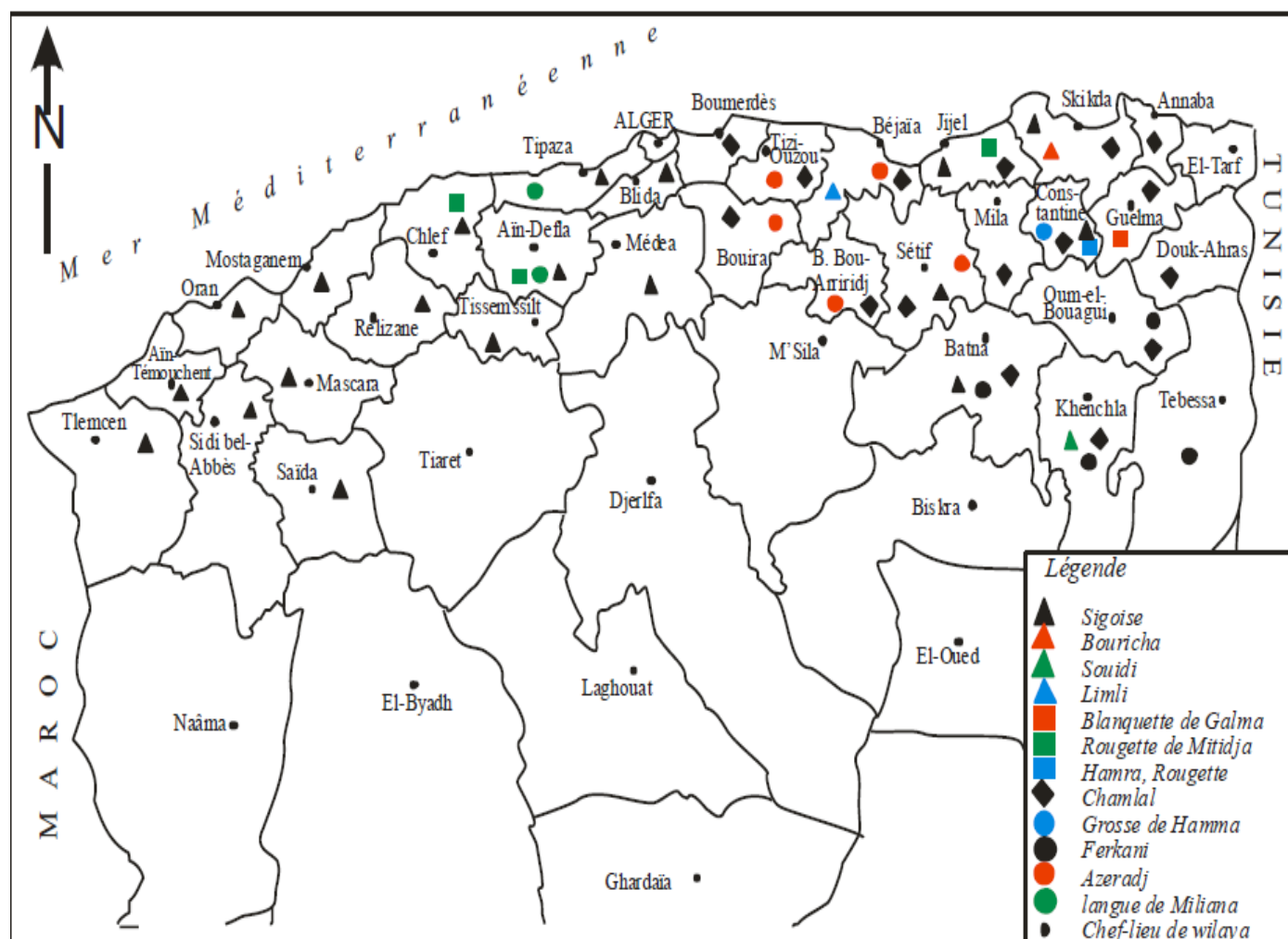


Figure 2 : Les différentes variétés d'olivier produites en Algérie (Saad, 2009)

Les travaux de caractérisation entamés par Mendil et Sebai (2006) ont permis de classifier 72 variétés autochtones dont 36 sont homologuées, le reste est en cours de réalisation (tableau 3).

I.7. L'olive

I.7.1. Définition

L'olive est une drupe avec une peau lisse, son enveloppe charnue est riche en graisses et elle renferme aussi un noyau très dur, osseux, qui contient une graine. Sa forme ovoïde est typique. On premier lieu sa couleur est verte, vire au bleu violacé et elle devient noir lorsque la maturité est complète.

I.7.2. Développement de l'olive

Au cours de développement et de la croissance des olives, une combinaison biochimique et physiologique se produit. L'évolution des olives dure entre 4 et 5 mois, dont cinq phases principales sont observées (Conde *et al.*, 2008).

La figure 3 présente la croissance et les étapes de développement du fruit d'olive son Poids (g) en fonction de JAF (jours après la fleuraison).

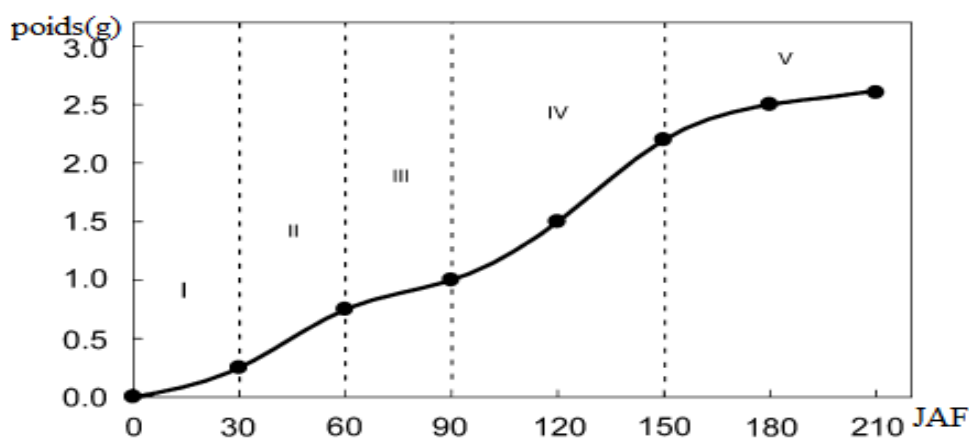


Figure 3 : Étapes de croissance et de développement du fruit d'olive (Conde *et al.*, 2008).

Tableau 4: Les différentes phases d'évolution de l'olive et leurs caractéristiques

Phase	Caractéristiques de l'olive
Phase I	Division cellulaire rapide en favorisant la croissance de l'embryon
Phase II	Croissance et développement de l'endocarpe avec peu de chair (mésocarpe)

Phase III	Durcissement du fruit et arrêt de la division cellulaire
Phase IV	Développement du mésocarpe, et accumulation intense d'huile
Phase V	Changement rapide de la texture de fruit

I.7.3. Processus et période de maturation des olives

Le processus de maturation est apprécié visuellement pour chaque variété d'olivier progressivement au changement de couleur. Le péricarpe passe du vert foncé au violacé puis au noir. La couleur et la texture du mésocarpe changent durant ces étapes, de même que la couleur et les caractéristiques sensorielles de l'huile (COI, 2013).

Il est bien connu que les caractéristiques qualitatives d'huile d'olive sont optimums lorsque les fruits atteignent leur stade de maturité physiologique. Toutefois, la prolongation de la récolte après la maturité des fruits entraîne une réduction des substances aromatiques de l'huile ainsi qu'une augmentation de l'acidité.

- a) **De septembre à novembre** : l'olive passe progressivement du vert au violet puis au noir ;
- b) **Les olives à confiseries** : elles sont cueillies les premières entre septembre et octobre ;
- c) **Les olives noires** : elles sont cueillies entre novembre et janvier soit à leur pleine maturité ;
- d) **Les olives de tables vertes** : elles sont récoltées vers la fin septembre ;
- e) **Les huiles** : surtout en décembre et aussi à la fin février pour les huiles tardives.

I.8. Les exigences de l'olivier

La culture de l'olivier et ses exigences sont associées à la zone méditerranéenne qui se caractérise par un hiver doux et humide et un été sec et chaud. Le climat influence sur la maturité des olives et donc sur la composition chimique de l'huile d'olive extraite.

I.8.1. La température

L'olivier est très exposé à de différentes températures, cette dernière joue un rôle décisif pour son accroissement notamment pendant la phase de floraison où il ya la formation des bourgeons floraux à la fin d'hiver (Hannachi et al., 2007). Les températures élevées réduisent fortement la formation des fleurs (Boulouha et al., 2006). Cependant, l'olivier peut résister à

de sévères sécheresses et apte à bien supporter les températures très élevées de l'été, toutefois l'activité physiologique (Greven et al., 2009) et photosynthétique (Boussadia et al., 2008) sont fortement réduites. L'aspect léger de sa frondaison et l'épaisse cuticule qui recouvre ses feuilles lui permettent de supporter non seulement des températures élevées, mais aussi les vents chauds desséchants soufflant du Sahara. L'olivier est susceptible de supporter les basses températures, tandis qu'il est vulnérable aux gelées printanières. Les zones avec une grande diffusion de l'olivier sont caractérisées par des hivers doux, dont les températures sont rarement inférieures à 0° C et des étés secs avec des températures élevées (Boutkhil, 2012).

En outre, la composition en acides gras insaturés, et principalement l'acide linoléique, augmente avec la diminution de la température (Ghezlaoui, 2011).

I.8.2. La pluviométrie

L'olivier est connu pour sa résistance à la sécheresse et son adaptation aux milieux chauds arides des régions méditerranéennes, mais il craint l'humidité (Villa, 2003 et Labaali, 2009). Les pluies automnales de (septembre/octobre) favorisent l'accroissement et la maturation des fruits. L'olivier exige une pluviométrie bien supérieure (350 - 400 mm) et la limite estimée est à 200 mm pour une bonne rentabilité. La période de l'été est très importante pour le développement des fruits. Cependant si elle est trop sèche, une irrigation est vitale afin d'éviter la maturation précoce des olives et pour avoir plus de rendements en huile.

I.8.3. Le sol

L'olivier ne présente aucune exigence particulière sur la qualité des sols, d'ailleurs il est trop cultivé dans des sols pauvres, qu'ils soient argileux ou pierreux.

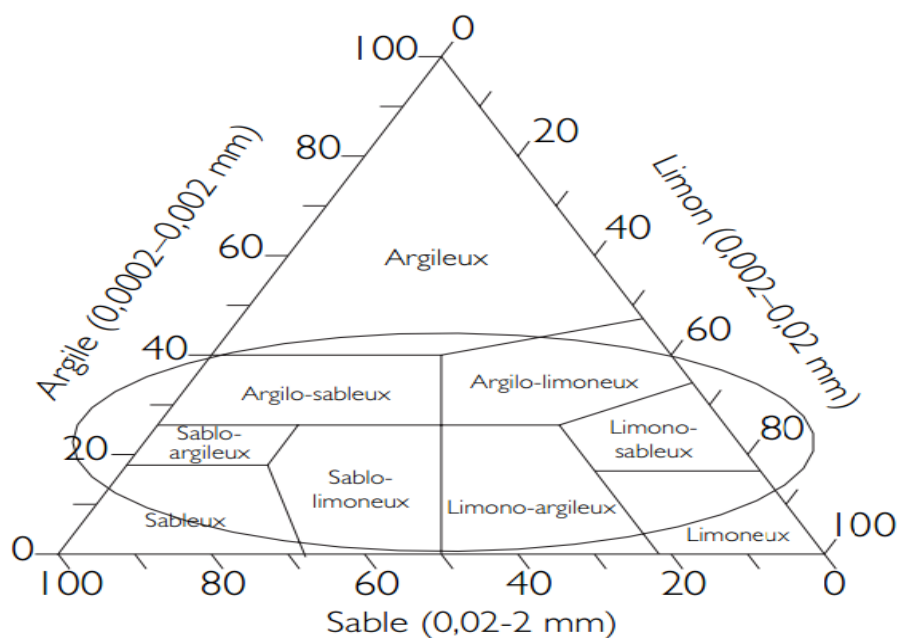


Figure 4 : Type des sols convenables pour l'olivier (COI, 2013)

Toutefois, le système racinaire de l'olivier s'étend de préférence dans les 50 à 70 premiers cm du sol, ce qui permet aux racines de nourrir l'arbre en parcourant un volume suffisant de terre (Duriez, 2004). L'olivier préfère des sols proportionnellement pauvres qu'à des sols très fertiles (Gazeau, 2012). Comme il préfère des sols très riches en azote (Hannachi et al., 2007).

En oléiculture, la distance entre les arbres sur le rang est adaptable selon les variétés entre 5 et 7 m (COI, 2007). Car la distance de plantation permet aux frondaisons de capter la quantité maximale d'énergie solaire, sans ombrage réciproque entre les arbres voisins.

Tableau 5. Besoins annuels de l'olivier en minéraux (Gazeau, 2012)

Élément minéral Type de verger	Azote N	Phosphore P ₂ O ₅	Potasse K ₂ O	Magnésie Mg O
Verger assez productif (2à3 T/ha)	30 à 50	15 à 25	50 à 60	15
Verger productif (3 à 5 T/ha)	50 à 70	20 à 30	60 à 80	20
Verger très productif (5 à 6 T/ha)	70 à 90	30 à 40	80 à 100	25

I.8.4. La lumière

Le photopériodisme n'est pas vraiment important pour l'olivier, mais la lumière reste un facteur de production de qualité (Boulouha et al., 2006).

I.8.5. Le vent

Le vent joue un rôle primordial dans la production. Malgré son importance, mais l'olivier craint les vents chauds qui peuvent causer des brûlures sur les arbres et le dessèchent des stigmates au moment de la floraison ce qui engendrerait la destruction de la récolte.

Chapitre II. Généralités sur l'huile d'olive

II.1. Définition

L'huile d'olive est un jus de fruit de l'olivier (*oleaeuropaea*), elle a bien acquis une place primordiale dans le régime alimentaire méditerranéen. Elle est très connue par ses vertus et ses effets bénéfiques sur la santé humaine. Elle possède une dimension patrimoniale, une valeur marchande et une valeur d'usage strictement liée à la domestication et aux modèles de développement économique (Serra, 2009 et Terral et al., 2009). Le secteur de l'huile d'olive est donc un secteur économique stratégique qui joue un rôle important sur le plan international. Au cours de ces dernières années, l'Algérie a fait beaucoup de progrès dans le but d'améliorer et de préserver la qualité des huiles d'olive Algériennes.

Contrairement aux autres huiles végétales, l'huile d'olive ne requête aucune étape de raffinage ni aucune transformation chimique. La simplicité procédurale a permis de fabriquer de l'huile d'olive depuis l'antiquité. Sa technique d'extraction a subi de nombreuses évolutions au cours de ces dernières années : une évolution relative au broyage des olives et une autre relative à la séparation des différentes phases.

II.2. La production mondiale en huile d'olive

La production de l'huile d'olive principalement réunie dans les pays du pourtour méditerranéen et au sud de l'Europe, ou une production mondiale de 75% est produite par l'Espagne, l'Italie, la Grèce, et le Portugal (COI, 2015). Elles produisent plus de 2, 500,000 tonnes /ans de la production mondiale de l'huile d'olive.

Le Conseil Oléicole International (COI, 2016) estime la production mondiale de l'huile d'olive à 2 713 500 t en 2016/2017, dont 2 519 000 t dans les pays membres du COI. Cette production a connu une réduction de 14% par rapport à 2015/2016. Les pays européens produiraient 1 923 000 t, soit 17% de moins qu'en 2015/16. L'Espagne, avec une production estimée de 1 311 300 t (- 6 %). Après la Grèce, avec 260 000 t (- 19 %) ; l'Italie avec 243 000 t (- 49 %) ; le Portugal, avec 93 600 t (- 14 %) ; la production en Tunisie 100 000 t (- 29 %) ; au Maroc 110 000 t (- 15 %) ; en Algérie 74 000 t (- 11 %) ; en Jordanie 23 000 t (- 22 %) ; au Liban 20 000 t (- 13 %) ; en Argentine et en Libye 15 500 t, soit (- 18 % et -14 % respectivement).

Par contre, la production augmenterait de 24 % en Turquie (177 000 t) ; en Égypte 27 000 t (+8%); en Israël 16 000 t (+ 7%) et en Albanie 11 000 t (+ 5 %).

Parmi les importants pays producteurs européens d'huile d'olive, on distingue l'Espagne dont la production est significativement très élevée, elle est de 1 283 600 t pour la campagne oléicole 2016/2017.

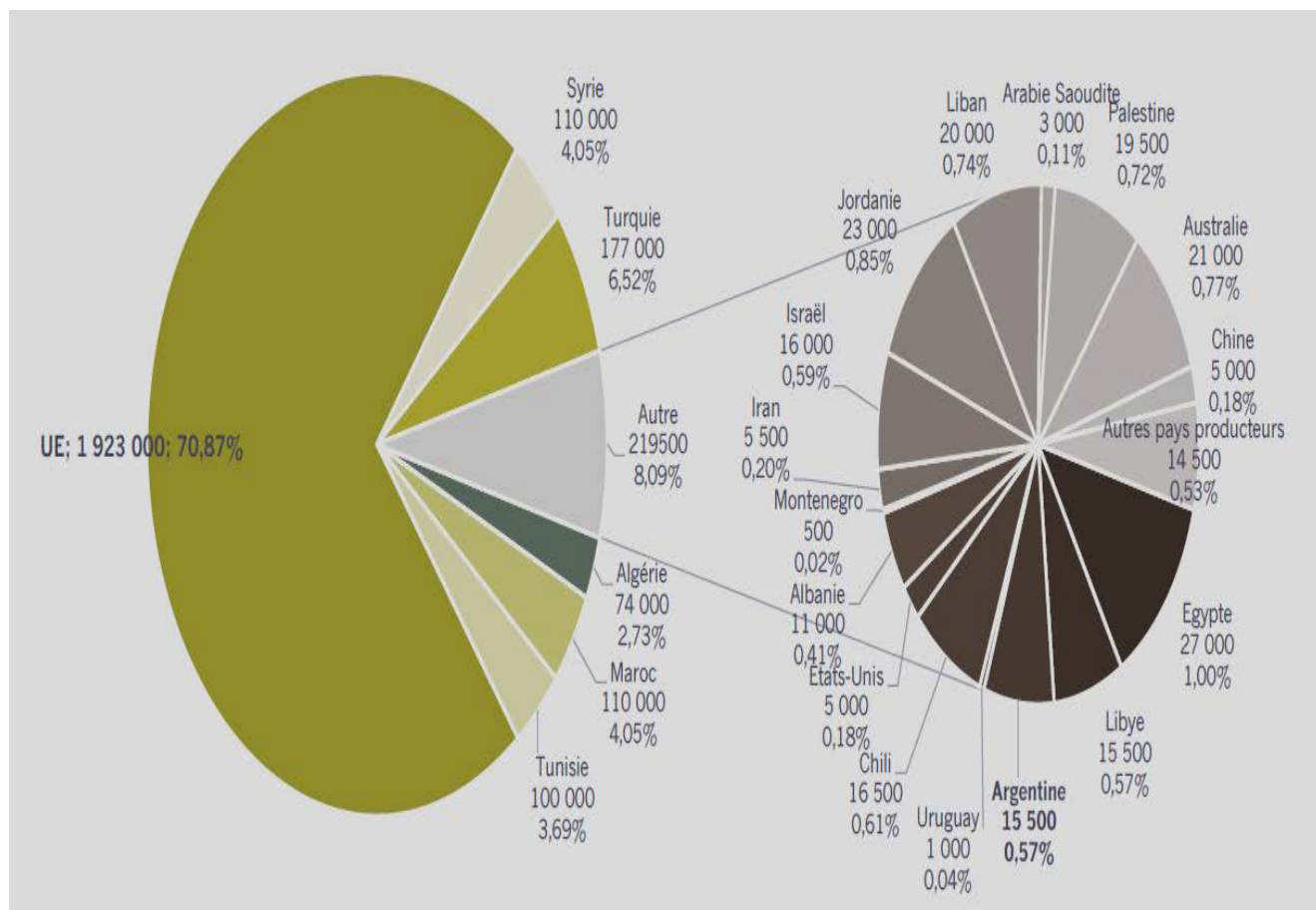


Figure 5 : Production d'huile d'olive par pays 2016/2017 (COI, 2017)

Cette production millénaire joue un rôle très important dans l'économie de bassin méditerranéen comme elle fait également partie de sa culture et de son régime alimentaire.

L'Algérie possède un climat adéquat à la culture de l'olivier. Elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont par ordre d'importance, les plus grands producteurs d'huile d'olive dans le monde.

Tableau 6. Les prévisions de la production mondiale d'huile d'olive (campagne 2017/2018) (COI, 2017).

Pays	Production (tonnes)
Espagne	1 150 000
Italie	320 000
Grèce	300 000
Portugal	110 000
Total Europe	1 896 000
Tunisie	220 000
Turquie	180 000
Maroc	120 000
Algérie	80 000
Argentine	37 500
Jordanie	25 000
Égypte	25 000
Total Monde	2 854 000

II.3. Synoptique de fabrication d'huile d'olives

Durant ces dernières années, le processus général de la fabrication d'huile d'olive a connu des développements technologiques qui tendent vers l'augmentation de la capacité de travail et la spécialisation du processus d'extraction dans le souci de réduire les coûts, mais aussi d'améliorer la qualité de l'huile.

II.3.1. Récolte des olives

La récolte des olives s'effectue lorsque les fruits atteignent le niveau maximum d'huilage. Il est bien connu que les caractéristiques qualitatives d'huile d'olive sont optimum lorsque les fruits atteignent leur stade de maturité physiologique. Toutefois, la prolongation de la récolte après la maturité des fruits entraîne une réduction des substances aromatiques de l'huile ainsi qu'une augmentation de l'acidité.

Plusieurs techniques de récolte ont été adoptées, elles varient d'une région à l'autre. Elle est faite soit, par cueillette, par gaulage, ou bien par un moyen mécanique, à l'aide de peignes pneumatiques ou secoueur.

La récolte à la main est pratiquée dans certaines régions avec des petits oléiculteurs. Elle n'est pas trop adoptée à cause du coût élevé de la main d'œuvre. En outre, le gaulage est la technique la plus commune avec de longues perches et les olives sont recueillies sur des bâches en nylon et parfois au sol. Il s'effectue toujours de l'intérieur vers l'extérieur pour éviter d'abîmer l'arbre. Cependant, la récolte manuelle reste la meilleure technique, puisqu'elle préserve le fruit et en conséquence produire des huiles de qualité (Veillet, 2010).

II.3.2. Transport des olives

Finalement, le transport des olives jusqu'au pressoir doit être effectué dans des conteneurs appropriés tels que les caisses en plastique perforés, ce qui permet une bonne aération des olives et sans risque d'écrasement.

Toutefois, l'utilisation des sacs en plastiques ou de nylon est peu rationnelle, notamment si les olives sont très mûres. Et c'est la cause principale du déclenchement de processus biologiques d'altération de la qualité de l'huile.

II.3.3. Réception et stockage des olives

Au cours de stockage, les olives subissent des altérations plus au moins importantes, selon la durée et les conditions de stockage. Cette durée doit être la plus courte possible, 72 heures au maximum, car un stockage prolongé représente une cause principale de détérioration de la qualité de l'huile, le chôme, le moisi humide et le rance (Chimi et al., 2007). Ces altérations peuvent être générées par l'activité enzymatique du fruit lui-même (lipolyse), mais encore au développement microbien durant le stockage. Une longue durée de conservation engendre la fermentation l'augmentation du taux d'acidité, de l'indice de peroxyde, ainsi que la détérioration des propriétés organoleptiques de l'huile. Toutefois, l'extraction des olives immédiatement après la récolte n'est pas toujours possible notamment lors des années de forte production. La seule manière de limiter l'altération des olives c'est de les conserver au frais, bien aérées, à l'abri de la lumière et des sources de chaleur ainsi de réduire le temps entre la récolte et la trituration.

II.3.4. Défeuillage

Cette opération peut être effectuée manuellement ou à l'aide d'un vibra tamis accompagnés très souvent d'aspirateurs. La présence des feuilles durant le processus d'exploitation dans le but de conditionner la couleur de l'huile finale ne change pas la teneur

en chlorophylle présente dans l'huile, comme elles cèdent à l'huile une forte saveur astringente rendraient l'huile plus sensible à l'oxydation.. En fait, la valeur de chlorophylle totale présente dépend uniquement du degré de maturité des fruits

II.3.5. Lavage

Après le défeuillage, les olives sont lavées avec de l'eau froide. Cette opération est fondamentale pour éviter l'interférence des terres (résidus) avec la couleur et les autres propriétés organoleptiques de l'huile (goût terreux).

II.3.6. Broyage

Le broyage est une opération importante parmi le processus de transformation des olives. Deux types de broyeurs sont plus répandus (Guezlaoui, 2011).

a) Broyeur à meule en pierre

Le broyeur est un système discontinu couramment exposé à l'air, il tourne à une vitesse de rotation très lente. Par conséquent, donnera une huile d'olive plus oxydée (Bianchi, 1999).

b) Broyeur à marteaux

On distingue des broyeurs métalliques à marteaux, à dents ou à disques, à rouleaux. Ce broyeur est utilisé dans le système continu, comme il est plus pratique et moins coûteux. Il permet une extraction haute des composés amers et des substances astringentes (Amirantes et al., 2002).

II.3.7. Malaxage

Cette opération est fondamentale, son but est l'homogénéisation de la pâte comme il permet l'augmenter de regroupement des gouttelettes d'huile en gouttes de plus grandes dimension de façon qu'elles puissent être séparées de la pâte (Guezlaoui, 2011).

II.3.8. Séparation des phases

Une fois la pâte d'olive est homogénéisée et la coalescence est effectuée, l'étape qui suit consiste à la séparation des deux phases, solide et liquide. Deux systèmes de séparation des phases sont adaptés: un système de presse et un système de centrifugation horizontale.

II.3.8.1. Séparation des phases liquides-solides

La pâte malaxée va être ensuite centrifugée horizontalement dans le but de séparer les deux phases. La phase solide contient les restes des noyaux ainsi que la peau et la pulpe des olives dépourvue de son huile et la phase liquide contient de l'huile. La phase solide s'appelle "grignons" et constitue l'un des deux principaux coproduits de la fabrication de l'huile d'olive.

II.3.8.2. Séparation des phases liquides-liquides

La phase liquide est un mélange d'eau et d'huile qu'il faut séparer. Cela se fait soit par une simple décantation gravitationnelle, soit par une centrifugation.

La phase séparée de l'huile constitue le second coproduit de la fabrication de l'huile d'olive. Cette phase aqueuse est appelée "margines"

II.4. Procédés d'extraction d'huiles d'olive

La technologie d'extraction a beaucoup évolué, la matière première en l'occurrence l'olive, doit être conditionnée et préparée en suivant certaines étapes mécaniques. La qualité finale de l'huile d'olive dépend de la mise en œuvre correcte de ces phases (Guezlaoui, 2011). L'extraction d'une huile d'olive doit être faite à froid, dans l'intérêt de garder la qualité nutritionnelle (phénols, les tocophérols, etc) et la qualité sensorielle de l'huile. Ainsi elle permet de maintenir une qualité plus élevée de graisse (17 à 30%), en particulier l'acide oléique et l'acide gras mono-insaturé. L'extraction d'huile d'olive consiste à séparer le moût d'huile et les grignons. Cependant le rejet des margines ou eaux de végétation est un problème écologique majeur durant la production d'huile d'olive (CNUCED, 2005 ; ADE, 2002 et Chimi, 2006). Il existe trois types de méthodes d'extraction :

II.4.1. Procédé discontinu ou système à presse

C'est une méthode artisanale qui nécessite une main d'œuvre très abondante, avec un bon rendement. Toutefois elle présente des risques de dégradation de la qualité d'huile (Clément et al., 2009). L'extraction est effectuée par des presses hydrauliques où la pâte est placée dans des doubles disques appelés « *scourtins* » puis pressée. La séparation des deux phases est faite par une simple décantation. Les sous-produits obtenus sont le grignon brut et le moût (Bianchi, 1999).

II.4.2. Procédé continu ou par centrifugation

De nos jours, c'est la méthode la plus couramment utilisée, elle permet d'améliorer la qualité des huiles, comme elle réduit les coûts de la transformation (Clément et al., 2009). L'extraction est faite à travers des phases successives, ce procédé est complètement différent du système précédant. Les phases liquides et solides sont séparées par centrifugation. On distingue deux types de centrifugation ; centrifugation horizontale à deux phases et la centrifugation horizontale à trois phases.

II.4.2.1. Procédé continu à deux phases

Selon Clément et al (2009) ce système est plus récent. Ce type de décanteur nécessite l'ajout d'une quantité réduite d'eau comme il sépare trois fractions (grignon humide, margines et moût d'huile). L'avantage de ce système est la réduction de la quantité des margines et les charges polluante. Ce décanteur à deux phases permet l'obtention d'un rendement en huile un peu plus élevé que celui obtenu par le décanteur conventionnel à trois phases et le système de presse. En plus, il diminue le volume des margines.

II.4.2.2. Procédé continu à trois phases

L'étape de la séparation des deux phases, la phase solide et la phase liquide suit l'étape de l'homogénéisation de la pâte. Cette dernière est donc injectée par une pompe qui se trouve dans la centrifugeuse dont l'axe est horizontal appelée décanteur. Il permet la séparation de la pâte en trois phases : les grignons, l'huile avec un peu d'eau et les margines avec un peu d'huile. Les deux phases liquides n'étant pas encore bien séparées, elles sont ensuite regroupées et envoyées dans une centrifugeuse verticale. A la sortie de la centrifugeuse, on retrouve d'un côté des grignons très humides et de l'autre une émulsion huile/eau.

Au-delà de problème des rejets d'effluents, le système continu à trois phases est très consommateur d'eau et d'énergie thermique (Chimi, 2006 et ADE, 2002). Toutefois, ce type de système a un principal inconvénient, vu qu'il réclame un grand ajout d'eau pour fonctionner. L'eau ajoutée va se mélanger aux margines, ce qui augmente le volume de coproduits à éliminer. Le volume d'eaux résiduelles est de 2 à 3 fois supérieur à celui de produit par le système en discontinu, les margines sont, par conséquent moins concentrées.

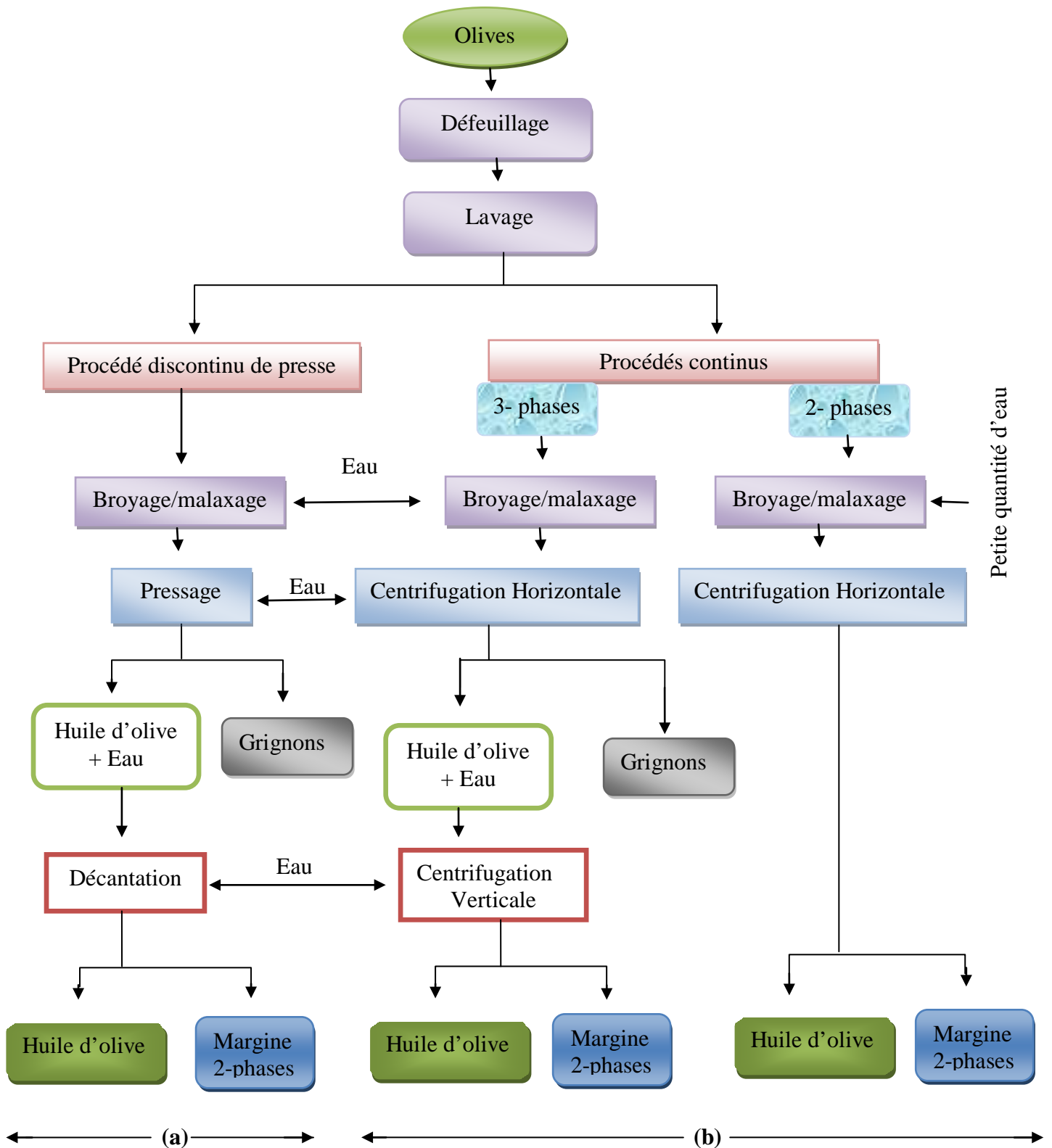


Figure 6: (a) Systèmes d'extraction traditionnelle. (b) Systèmes d'extraction moderne (Benlemlih et al., 2012)

II.5. Conservation de l'huile d'olive

Au court de stockage des huiles d'olive, des altérations peuvent se manifester soit en contact avec des matériaux non appropriés, contact prolongé avec les impuretés (margines, dépôts...), où bien a cause d'une oxydation au contact de l'air et de la lumière. Par conséquent, la conservation doit être faite dans des lieux sombres, non humides et à une température qui ne dépasse pas les 15°C, car les hautes températures accélèrent les modifications biochimiques et les phénomènes d'oxydation qui peuvent conduire au rancissement de l'huile d'olive. La conservation des huiles est faite dans la majorité des cas dans des barils en céramiques. Toutefois il faut éviter la variation de la température de stockage, ainsi la fermeture immédiate de la bouteille après chaque usage, pour d'éviter que l'huile perd ses arômes et son goût et aussi de la protéger des odeurs externes.

II.6. Les catégories d'huiles d'olive

II.6.1. Huile d'olive vierge

Ce sont des huiles obtenues uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans les conditions thermiques n'entraînent pas une altération de l'huile, et n'ayant subi aucun autre traitement que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. On distingue:

- **Huile d'olive vierge extra** : C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8g pour 100g (COI, 2013).
- **Huile d'olive vierge** : C'est une huile d'olive vierge mais sans le qualificatif "Extra", dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est un peu plus élevée, au maximum 2 g pour 100g avec des défauts organoleptiques (COI, 2013).
- **Huile d'olive vierge courante** : C'est une huile d'olive dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 3,3 grammes pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie (COI, 2013).
- **Huile d'olive lampante** : C'est une huile non conforme en termes de qualité et de pureté et non propre à la consommation. Elle est obtenue soit par un raffinage partiel ou total (huile de grignon d'olive). L'acidité libre exprimée en acide oléique est

supérieure à 3,3 g pour 100 g, cette huile est destinée aux industries du raffinage ou des usages techniques (COI, 2013).

II.6.2. Huile d'olive raffinée

C'est une l'huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui permet de garder la structure initiale glycéridique (COI, 2013).

II.6.3. Huile d'olive

Cette huile est un coupage d'huiles d'olive raffinées 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 et ses autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie (CNUCED, 2005).

Une autre catégorie d'huiles peut être mise en évidence ; il s'agit des huiles de grignons d'olive. Cette huile est obtenue à l'aide d'un traitement par solvants ou d'autres procédés physiques des grignons d'olive. Elle est commercialisée selon les appellations et définition ci-après:

- **Huile de grignons d'olive brute:** C'est une huile destinée au raffinage en vue de son utilisation dans l'alimentation humaine ou destinée à des usages techniques.
- **Huile de grignons d'olive raffinée:** C'est une huile obtenue à partir de l'huile de grignons d'olive brute par des techniques de raffinage n'emportant pas de modifications sur la structure glycérique initiale.
- **Huile de grignons d'olive :** C'est une huile constituée par le coupage d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge propre à la consommation en l'état; un coupage ne peut, en aucun cas, être dénommé « huile d'olive » (Hammadi, 2006).

Chapitre III. Composition et bienfaits de l'huile d'olive

III.1. Composition de l'huile d'olive

La composition biochimique d'une huile d'olive dépend de plusieurs paramètres ; la variété, le degré de maturité du fruit, les conditions environnementales, la région de provenance, les techniques d'extraction ainsi les conditions du stockage (Cichelli et Pertesana, 2004; Gandul-Rojas et al., 2000). Les composants de l'huile d'olive sont classés en deux catégories : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable.

III.1.1. Fraction saponifiable

III.1.1.1. Triglycérides

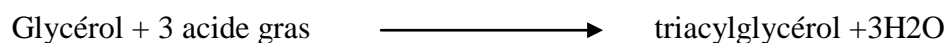
Ce sont des triesters d'acides carboxyliques avec le glycérol (Murry, 1998), constituent le principal composant de l'huile d'olive (89-99%) (Doveri et Baldoni, 2007). Les triglycérides sont fondamentalement responsables des propriétés physicochimiques de l'huile (Tlantikite, 1988).

III.1.1.2. Acides gras

Les acides gras sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée terminée par un groupement carboxylé. L'huile d'olive contient deux fractions, une principale dite saponifiable (phospholipides, triglycérides) et une fraction mineure insaponifiable (stérols, vitamines liposolubles, caroténoïdes) qui se trouve à une teneur <15g/ kg d'huile d'olive selon la norme COI/T.5/NC n°3/Rév.7 de 2012. Le profil d'acide gras de l'huile est influencé par divers facteurs, tels que le degré de maturité des olives, le climat et la variété (Tanouti *et al.*, 2010).

Dans la nature, ils se trouvent sous la forme de triesters entre des acides gras et du glycérol (encore appelés triacylglycérols (TAG) (Cuvelier et Maillard, 2012)

Selon la formule :



L'huile d'olive présente une composition très variable en acide gras, cette composition change selon la variété, les conditions climatiques, et l'origine géographique (Veillet, 2010).

L'huile d'olive se compose principalement d'acides gras mono-insaturés (72 %) avec 14 % d'acides gras polyinsaturés et 14 % d'acides gras saturés (Harwood et al., 2000).

Le Conseil Oléicole International a fixé des valeurs pour les teneurs en acides gras dans l'huile d'olive (Tableau 7).

Tableau 7: Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) (COI., 2013)

Acide Gras	Nomenclature	Huile d'olive
Acide myristique	C14:0	< 0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,50 - 20,00
Acide palmitoléique	C16 :1	0,30 - 3,50
Acide heptadécanoïque	C17 :0	< 0,30
Acide heptadécénoïque	C17 :1	< 0,30
Acide stéarique	C18 :0	0,50 - 5,00
Acide oléique	C18 :1	55,00 - 83,00
Acide linoléique	C18 :2	3,50 - 21,00
Acide linoléinique	C18 :3	< 1,00
Acide arachidique	C20 :0	< 0,60
Acide gadoléique (eïcosénoïque)	C20 :1	< 0,40
Acide béhénique	C22 :0	< 0,20 *
Acide lignocérique	C24 :0	< 0,20

Cependant, la composition en acides gras est affectée par l'altitude, la zone la production, le climat, la variété ainsi que la maturation des olives.

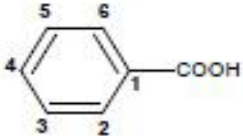
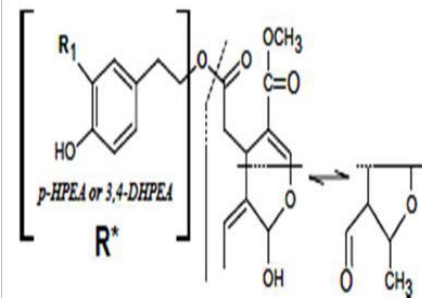
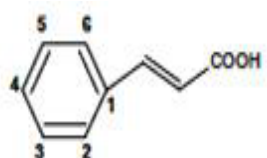
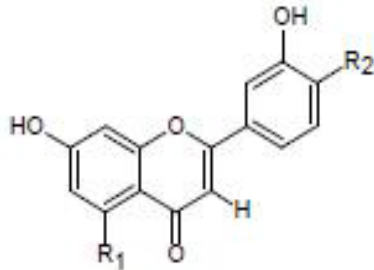
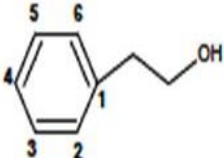
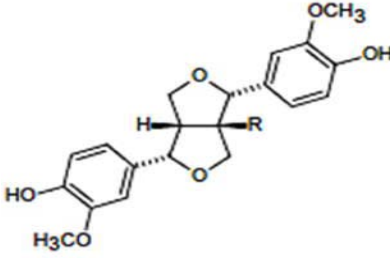
III.1.2. Fraction insaponifiable

L'insaponifiable de l'huile d'olive comprend des composants mineurs qui représentent environ 2 % du poids d'huile et incluent plus de 230 composés chimiques (polyphénols, tocophérols, hydrocarbures, bêta- carotène, esters, aldéhydes, cétones, alcool, stérols, ect) (José et al., 2006). Ces composés jouent un rôle très important dans la caractérisation des huiles et pour leur intérêt nutritionnel (Brenes et al., 1999).

III.1.2.1. Composés phénoliques

Parmi toutes les huiles végétales, l'huile d'olive vierge est pratiquement la seule huile qui contient des substances phénoliques naturelles en quantités très importantes. En outre, les composés phénoliques non volatiles contribuent aux propriétés organoleptiques des huiles d'olive vierges qualifiées d'être amères, piquantes (Cerretani et al., 2008 ; Esti et al., 2009) et astringentes qui lui attribuent un gout si particulier à la fois amer et fruité.

Tableau 8 : Les classes majeures des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge (Bendini et al., 2007)

Composé	Structure générale	Composé	Structure générale
Acides benzoïques acides vanillique acides syringique acides galliques Acide hydroxybenzoïque		Secoiridoïdes Oleupéine aglycone Ligstroside aglycone Oleuropéine Forme dialdéhydrique d'oleuropeine aglycone	 <p>Acide elenolique (AE) La forme élenolique de AE</p>
Acides cinnamiques Acide p coumarique Acide O. coumarique acide caféique acide férulique		Flavonoïdes Apigénine Lutéoline	
Alcools phénoliques Hydroxytyrosol Tyrosol (3,4-Dihydroxyphenyl) Éthanol-glucoside		Lignanes (+)-1-Acétoxypinoresinol (+)-Pinoresinol	

Il est généralement acquis que l'activité phénolique se situe entre 200 et 600 mg d'équivalents d'acide gallique par litre d'huile (Vinha et al., 2005). Une huile pauvre en polyphénol rancira plus vite. Le rôle des polyphénols est de neutraliser les radicaux libres afin d'assurer la stabilité de l'huile.

On outre, on trouve plusieurs composés phénoliques dans l'huile d'olive, ils lui donnent un gout si particulier (Schmitt et al., 2007 ; Saitta et al., 2009) dont les principaux sont le tyrosol , l'hydroxytyrosol, l'oleuropéine, les aglycones ligstroside, les formes dialdéhydiques de décarboxyméthyl oleuropéine et les aglycones ligstroside et en fin les acides : gallique, caféine, vanillique, p-coumarique, syringique, férulique, homovanillique, p hydroxybenzoïque et protocateurique (Kachouri et Hamdi, 2006). L'oleuropéine est un composé essentiel très répondu dans les feuilles et les olives, il est responsable de l'amertume des olives (Andrews et al., 2003 ; Soler-Rivas et al., 2000). L'intensité de l'amertume de l'huile d'olive vierge est fortement liée a la présence des formes dialdehydiques et aldéhydiques d'oleuropéine aglycone et de ligstroside (Gutierrez-Rosales *et al.*, 2003). La composition en phénols de l'huile d'olive vierge est influencée principalement par la maturité du fruit, le sol et les conditions climatiques.

III.1.2.2. Les stérols

Les stérols sont des molécules complexes comportant une fonction alcool (Dilmi-Bouras, 2004). Leurs teneurs varient entre 100 et 300 mg/100g d'huile (Ryan et al., 1998). L'analyse de la fraction stérolique dans l'huile d'olive illustre la présence de 12 composés, le β -sitostérol est le composé le plus abondant suivi du delta-5 avénastérol et de compastérol. (Lazzez et al., 2006). Les teneurs en stérols varient en fonction de l'origine géographique (Ben Temime *et al.*, 2008) comme elles sont influencées par la variété des olives et leur degré de maturité (Granier, 2006).

Tableau 9 : Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (Ouaouich et Chimi, 2007)

Desméthylstérols	Teneurs
Cholestérol	< 0.5%
Brassicastérol	< 0.1%
Stigmastérol	< 4.0%
Delta-7-stigmastérol	< copesttérol pour l'huile commerciale

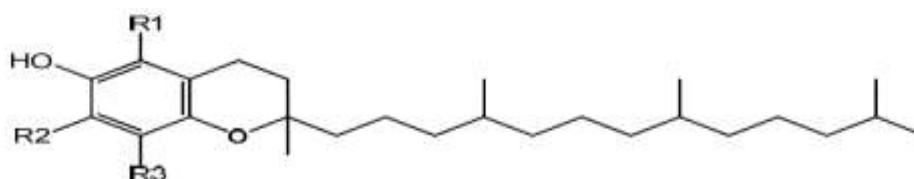
Bêtasistérol, Δ -5-avénostérol, Avénostérol, cléstérol, Δ -5-23-stigmastiérol, Δ -5-24-stigmastiérol.	< 0.5%
Stérols totaux	> 1000 mg/ kg
Erythrol et uvaol (% des stérols totaux)	< 4.5%

L'importance de cette fraction stérolique n'est pas connue uniquement sur le plan biologique et thérapeutique, sa constitution d'empreinte digitale nous permettra ainsi de différencier l'huile d'olive parmi les autres huiles végétales, en plus de détecter toutes adultérations pouvant affecter la qualité exigée par la norme internationale de commercialisation de l'huile d'olive (Lazzez et al., 2006).

III.1.2.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes, également l'apigénine et la lutéoline, sont des composés majoritaires trouvés dans l'huile (Ocakoglu et al., 2009 ; Murkovic et al., 2004 et Suárez et al., 2008). Ils constituent des pigments responsables de la coloration de différents organes végétaux.

III.1.2.4. Les tocophérols



R1	R2	R3	Dénomination
CH3	CH3	CH3	α -tocophérol (5,7,8-triméthyltolcol)
CH3	H	CH3	β -tocophérol (5,8-diméthyltolcol)
H	CH3	CH3	γ -tocophérol (7,8-triméthyltolcol)
H	H	CH3	δ -tocophérol (8-méthyltolcol)

Figure 7 : Structure des tocophérols (Chanforan., 2010).

Les tocophérols sont prédominants dans l'huile d'olive. Ils jouent un rôle d'antioxydants naturels, ce qui contribue à la stabilité dans la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive (Graille, 2003). Dans une huile d'olive de bonne qualité, les tocophérols se trouvent sous forme libre, non estérifiée avec une concentration supérieure à 100 ppm, dont 95% des tocophérols totaux sont présentés par le α -tocophérol (Ryan et al., 1998). Une partie de ces composés phénoliques disparaît au cours du raffinage surtout lors de la désodorisation (Kasleskind, 1992).

Les tocophérols collectifs d'huile d'olive sont : α , β , γ et δ tocophérols (Beltrán *et al.*, 2005). La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable, elle dépend de plusieurs facteurs tels que la variété d'olives (Ballus *et al.*, 2014), le degré de maturité du fruit (Benito *et al.*, 2013), les conditions climatiques (Beltran *et al.*, 2010) et le procédé d'extraction de l'huile (Clodoveo, 2012). La teneur en tocophérols a été reportée dans une gamme allant de quelques mg à 450 mg/kg d'huile d'olive (Ghanbari *et al.*, 2012; Manai-Djebali *et al.*, 2012 ; Limón *et al.*, 2015). En association avec d'autres composés phénoliques, Les tocophérols entraînent un effet antioxydant qui attribue à l'huile d'olive sa stabilité oxydative (Carrasco Pancorbo *et al.*, 2004).

III.1.2.5. Les pigments (chlorophylles et caroténoïdes)

Les pigments sont des substances colorantes. Ils sont considérés également comme des composés importants pour la conservation de la qualité d'huile d'olive, en raison de leur nature antioxydante dans l'obscurité et prooxydante à la lumière (Oueslati *et al.*, 2009 ; Gomez-Alonso *et al.*, 2007 ; Lazzez *et al.*, 2006 ; Ben Tekaya et Hassouna, 2005). La couleur d'une huile d'olive s'étend du vert jaunâtre à l'or, selon la variété et le degré de la maturité du fruit. L'huile d'olive contient deux types de pigments ; les chlorophylles et les caroténoïdes.

Les chlorophylles sont responsables de la couleur verte de l'huile d'olive. Grâce à la présence de nombreuses doubles liaisons conjuguées dans sa structure, les chlorophylles absorbent des rayonnements lumineux. En effet, les chlorophylles sont des composés photosensibles capables de transférer l'énergie de la lumière aux radicaux libres d'oxygène qui réagissent alors avec les acides gras insaturés de l'huile (Psomiadou *et al.*, 2002). Une faible teneur en chlorophylle permet de diminuer les risques d'oxydation d'une huile.

Les chlorophylles a et b et leurs produits de dégradation (pheophytines a et b) présents dans l'huile d'olive ont un pouvoir photosensibilisateur, ce qui permet la transformation de

l'oxygène atmosphérique en oxygène singulet très réactif. Ce dernier réagit directement sur les acides gras insaturés en donnant des hydroperoxydes très instables, ils peuvent se décomposer pour donner des composés volatils à faible poids moléculaire qui sont la cause principale du rancissement de l'huile d'olive vierge (Ben Tekaya et Hassouna, 2007).

Les caroténoïdes sont des pigments largement répandus dans la nature. Grâce à leur forte adsorption dans le visible (entre 320 et 550 nm), leur présence en quantité suffisante dans l'huile permet de retarder le phénomène de la photooxydation et de préserver les paramètres de qualité de l'huile d'olive au cours de son stockage (Lazzez et al., 2006 ; Castaneda-Ovando et al., 2009). Les carotènes, xanthophylles et lycopènes sont responsables, respectivement des colorations orange, jaune et rouge. Malgré que les préférences des consommateurs sont différents selon les pays et les régions, mais la coloration des produits reste toujours délicate pour eux. Il y'a trois principaux caroténoïdes dont leurs consommations est très importantes pour le corps humain, le β - carotène, la lutéine et le lycopène), constituent 80 % des apports en pigment (McDowell, 2000). De nombreuses études épidémiologiques ont révélé que les caroténoïdes sont de bons piègeurs de radicaux libres et de l'oxygène, d'ailleurs une forte consommation de certains caroténoïdes diminue le risque de la maladie du cancer (Choi et al., 2004). Le taux des caroténoïdes est très variable, allant de 6,22 à 1,15 mg/kg (Manai-Djebali et al., 2012). Leur concentration dans l'huile d'olive est liée à la variété d'olives, au degré de maturité du fruit et au procédé d'extraction de l'huile (Inarejos-García et al., 2011 et Manai-Djebali et al, 2012).

III.1.2.6. Hydrocarbures

Le Squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive, un triterpène qui apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol, il représente 30 à 50% de la fraction insaponifiable (Owen et al., 2000 ; El Antari et al., 2000).

III.2. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive

Parmi toutes les huiles végétales, l'huile d'olive est intrinsèquement la plus stable grâce à sa grande richesse en acide oléique et des composés antioxydants tels que les composés phénoliques et les tocophérols (vitamine E). Son usage en médecine revient à des époques plus anciennes.

La présence d'agents naturels dans l'huile d'olive vierge aurait un rôle d'anti-inflammatoire sur l'organisme. L'huile d'olive est utilisée dans le traitement des troubles gastriques, biliaires et constipation grâce à ses propriétés digestives. Une étude épidémiologique a démontré que l'huile d'olive réduit la douleur associée à l'arthrite rhumatoïde (Berbert et al., 2005), comme elle possède un pouvoir antioxydant grâce à sa richesse en composés phénoliques (Weinbrenner et al., 2004). De Plus, l'acide oléique réduit particulièrement le taux du cholestérol total et le LDL responsable de la formation de l'athérosclérose et augmente le HDL (Perez-Jimenez *et al.*, 2007). Il normalise également les paramètres membranaires détériorés en cas d'hypertension, en améliorant la fluidité membranaire et la locution des protéines impliquées dans la régulation de la pression artérielle (Perona et al., 2010).

La vitamine E présente dans l'huile d'olive augmente l'espérance de vie, comme elle joue un rôle biologique positif qui permet le déplacement des radicaux libres, des molécules impliquées dans certaines maladies chroniques, dans le processus de vieillissement et contre la perte de mémoire liée à l'âge (Rosa et al., 2004)

Le régime méditerranéen est un régime très riche en huile d'olive, ce qui admet à la diminution des valeurs de la pression artérielle.

Chapitre IV. Amélioration de la qualité de l'huile d'olive

IV.1. Critères de qualité d'huile d'olive

La qualité d'une huile d'olive est un ensemble des caractéristiques chimiques, physiques et sensorielles, permettant de classer l'huile d'olive en différentes catégories conformément aux définitions de la norme commerciale optée par le conseil oléicole international COI (2013). En outre, les critères de qualité et d'authenticité sont influencés par plusieurs facteurs et par leurs combinaisons, à savoir : la variété, période et méthodes de récolte, mode d'extraction (Pinatel et al., 2004 ; Tsimidou et al., 2005), environnement, les techniques culturales ainsi que les conditions de stockage et de conservation.

Dans le but de préserver cette noblesse, l'huile d'olive est soumise à des contrôles très divers de qualité et de pureté par des organismes internationaux, particulièrement le Conseil Oléicole International et les recherches sont encore établis pour empêcher toute profanation et impureté de la qualité de ce patrimoine naturel.

Les huiles d'olive peuvent être classées en diverses catégories, selon les caractéristiques des huiles. Les quatre catégories de l'huile d'olive sont rassemblées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Critères de qualité de l'huile d'olive selon le (COI., 2013)

Catégories	Acidité (%)	Indice de peroxyde (mEq O ₂ /Kg)	Absorbance dans l'UV			Caractéristiques organoleptiques	
			270 nm	ΔK	232 nm	Médiane par défaut	Médiane du fruité
Huile d'olive vierge extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 0,22	≤ 0,01	≤ 2,50	Me = 0	Me > 0
Huile d'olive vierge	≤ 2,0	≤ 20	≤ 0,25	≤ 0,01	≤ 2,60	0 < Me ≤ 3,5	Me > 0
Huile d'olive Vierge courante	≤ 3,3	≤ 20	≤ 0,30	≤ 0,01	-	3,5 < Me ≤ 6,0	-
Huile d'olive Vierge lampante	≤ 3,3	Non limité	-	-	-	Me > 6,0	-

La qualité d'une huile d'olive varie non seulement en fonction de la variété, qualité du sol et des conditions climatiques, mais également du processus de fabrication et transformation des olives ainsi la commercialisation des huiles (Chimi, 2006 ; Ouaouich et Chimi, 2007).

IV.2. Critères de qualité relatifs à l'altération

L'oxydation est un phénomène naturel long, spécialement à des basses températures. Elle aboutit en premier lieu à la formation des peroxydes qui vont subir ensuite d'autres réactions pour donner naissance à des aldéhydes, des cétones et des acides responsables de l'altération des huiles d'olive (Ryan et al., 1998). Selon Dilmi-Bouras (2004), le phénomène d'oxydation se déroule simultanément en trois réactions :

- Réaction d'initiation qui permet le déclenchement et la formation des premiers radicaux libres à partir d'un acide gras insaturé, cette phase peut être déclenchée sous l'effet de plusieurs facteurs tels que l'oxygène activé, les enzymes, la température, la lumière ou les traces de métaux (Brimberg et Kamal-Eildin, 2003 ; Andreo et al., 2003 ; Marc et al., 2004).
- Réaction de propagation aboutissant à une accumulation de peroxydes lipidiques.
- Réaction finale donnant des composés non radicalaires (aldéhydes et cétones) responsables de l'odeur de rance issus de l'adjonction des radicaux libres.

Récemment, il est apparu que les critères physico-chimiques n'étaient pas suffisants à fin d'apprécier la qualité d'une huile d'olive. En prévision d'évaluer sa qualité sensorielle, le COI nécessite un jury de dégustation pour distinguer les différentes caractéristiques d'une l'huile d'olive.

IV.3. Les facteurs affectant la qualité de l'huile d'olive

Une altération d'huile d'olive peut en avoir lieu, à cause de l'augmentation de son acidité suite à une hydrolyse des triglycérides qui permettra la libération des acides gras (Tanouti et al., 2010). Les huiles d'olives ayant une acidité supérieure à 3.3%, sont des huiles non comestibles, et doivent être raffinées (Mahjoub, 2006).

La qualité d'une huile d'olive est influencée par plusieurs facteurs climatiques, géographiques, pédologiques et génétiques ainsi par le mode d'extraction, les pratiques culturales et les conditions de stockage.

IV.3.1. Les facteurs pédoclimatiques

Le climat, le sol et l'altitude exercent une grande influence sur la maturation des fruits ainsi sur leur composition chimique et bien évidemment sur la qualité de l'huile (Çavusoglu et Otkar, 1994).

a) Sol

Les terres grasses produisent comparativement des huiles moins aromatiques que les terres maigres avec des arbres moins productifs (Çavusoglu et Otkar, 1994).

b) Climat et altitude

Des travaux de recherches réalisées par Aparicio et al (1994), ont prouvé que le climat affecte les structures cycliques de l'huile d'olive. La diminution de la température agit sur la composition en acide gras insaturé, elle génère l'augmentation de l'acide linoléique (Mouawed, 2005).

IV.3.2 La maturation des olives

La maturité conçoit une tâche très importante pour l'obtention d'une huile d'olive de bonne qualité et cela est dû à une récolte d'olives saines et à une maturité satisfaisante (Ait Yacine, 2002 ; Lazzez et al., 2006). La qualité et le rendement en huile sont affectés par le degré de maturité des olives au moment de la trituration (Ouaouich et Chimi, 2007). Une récolte effectuée au cours d'une période non propice a des conséquences directes, sur la quantité et la qualité d'huile produites. Au contraire à ce que l'on pense communément, que la période optimum de la récolte des olives est le moment où l'on obtient la production maximum d'huile, alors que celle-ci ne donne qu'en apparence un rendement supérieur en huile (par l'effet de la moindre teneur en eau) , sans tenir compte des retombées négatives de cette pratique sur la qualité de l'huile.

Si la récolte est avancée, les olives sont peu mures, ce qui induit une réduction de la concentration d'huile dans les olives ainsi dans sa qualité organoleptique (une huile de gout amer et piquant). Et si en retarde la récolte, les olives deviennent très mures et l'huile est très

riche en graisses (lipides), cependant la maturation entraîne la réduction des substances aromatiques, changement de couleur de l'huile ainsi que l'augmentation de l'acidité et l'huile perd sa qualité, elle devient vulnérable à l'oxydation (réduction des composés phénoliques) et sa durée de conservation est réduite. Comme il agit sur le développement des pousses et sur la phase de différenciation florale qui est déterminante pour la production de la prochaine campagne. Par conséquent, la récolte doit être réalisée au moment où les critères de qualité d'une huile sont conservés (couleur, saveur, parfum...).

a) Effet de la maturation des olives sur le profil des acides gras

Le profil des acides gras est un aspect essentiel de l'évaluation qualitative de l'huile d'olive, il est considéré comme un paramètre essentiel dans la classification des huiles d'olive (Baccouri et al., 2007). Au cours de la maturation des olives, les acides gras polyinsaturés augmentent et les polyphénols totaux diminuent, l'huile devient moins stable (Dag et al., 2011). Les acides palmitique, palmitoléique et linoléique diminuent également (Gimeno et al., 2002)

b) Effet de la maturation des olives sur les triglycérides et les stérols

Pendant la maturation des olives, les triglycérides évoluent tout comme les acides gras (Salas et al., 2000).

Le taux des stérols dans l'huile est instable, il diminue au fil de temps (Cunha et al., 2006). Le β -sitostérol et le campestérol diminuent au fur et à mesure de l'avancement du processus de maturation des olives.

c) Effet de la maturation des olives sur les pigments

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont considérés comme des paramètres de qualité, vu qu'ils sont responsables de la couleur de l'huile d'olive (Beltran et al., 2005).

Au cours de la maturation des olives, les chlorophylles se dégradent et d'autres substances se forment tel que les anthocyanes responsables de la couleur violette ou pourpre du fruit (Criado et al., 2007). De même que les chlorophylles, la concentration en caroténoïdes diminue lorsque la maturation progresse.

d) Effet de la maturation des olives sur la stabilité oxydative

L'huile d'olive vierge a une bonne stabilité à l'oxydation en raison de sa composition en acide gras, tocophérols, polyphénols et caroténoïdes qui ont une propriété antioxydante. La

stabilité à l'oxydation de l'huile diminue légèrement, en raison de la diminution de la teneur en antioxydants (polyphénols, tocophérols et caroténoïdes) au cours de la maturation (Beltran et al., 2005).

IV.3.3. Système de récolte des olives

La cueillette à la main est une opération qui convient mieux pour obtenir une huile vierge de bonne qualité (Ouaouich et Chimi, 2007).

IV.3.4. Stockage des olives avant trituration

Le stockage des olives dans des sacs en plastique pour de longues durées provoque la fermentation et le rancissement des olives ce qui altère la qualité des huiles d'olive. La principale cause de la détérioration de la qualité de ces huiles extraites est due à l'activité enzymatique propre à la matière elle-même (lipolyse) et au développement microbien durant la période de stockage (Kiritsakis et al., 2002 ; Vichi et al., 2009).

IV.3.5. Technologie d'extraction

Les modes d'extraction connus peuvent altérer la qualité de l'huile en affectant sa stabilité durant sa conservation. D'après Ben Hassine et al (2007) un système d'extraction à deux phases est plus fiable et performant de point de vue stabilité oxydative et organoleptique. Les huiles obtenues par ce système sont plus riches en polyphénols totaux et orthodiphénols que les huiles obtenues avec un système continu à trois (3) phases et le système d'extraction par des presses (Chimi, 2006). Une huile extraite par un système continu a une acidité inférieure à 1% tandis qu'en mode discontinu elle devient supérieure à 1% (Mouawad, 2005).

IV.3.6. L'incidence des conditions de stockage

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, l'emballage...) ont un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde, la stabilité, la couleur, la composition en acide gras et en tocophérols (Pereira et al., 2002).

IV.3.7. Ravageurs et maladies

L'action nuisible des insectes ravageurs ainsi que des maladies affectent la qualité et la quantité d'huile d'olive. On peut obtenir une huile d'olive de bonne qualité si la trituration des olives affectées et faites rapidement (Çavusoglu et Oktar, 1994).

IV.4. La qualité des huiles d'olive Algérienne

La filière oléicole Algérienne accuse un retard de développement en amont et en aval. L'huile d'olive Algérienne est souvent une huile de mauvaise qualité, causée par la sécheresse et les incendies de forêt, cependant, ils ne sont pas les seuls responsables de ce retard. Aussi la culture de l'olivier et le savoir-faire dans ce domaine, les structures d'appui, les problèmes de transformation et les huileries qui sont encore traditionnelles, font défaut de façon émouvante. Autant l'absence des laboratoires spécialisés, d'unités de conditionnement, encore la non-maîtrise du processus complet, font que l'huile d'olive algérienne ne peut concurrencer les pays producteurs malgré sa qualité indéniable. L'Algérie a récemment pris des mesures importantes qui devraient augmenter la production et valoriser la qualité des huiles d'olive. En effet, l'oléiculture Algérienne est très encouragée par l'État, depuis la mise en place du Plan national de Développement agricole (PNDA) en 2000 (Amarni, 2011). D'autant que les rendements et la qualité s'améliorent d'année en année.

*Partie
expérimentale*

Chapitre I : Évolution des paramètres physico-chimiques et de qualité d'huiles d'olive vierge-extra de la variété chemlal issues de différentes altitudes et dates de maturation des olives.

1. Matériels et méthodes

1.1. Matériel végétal

Les olives ayant servi pour cette étude sont de la variété Chemlal. Les prélèvements ont été réalisés au niveau de trois vergers issus de deux régions, Ain El-Beida se situe à l'ouest à 80 m d'altitude de la willaya d'Oran et les deux autres prélèvements proviennent du centre, de la willaya de Bouira à savoir, M'chedallah à une d'altitude de 474 m (plaine) et de village d'Illiten avec plus de 700 m d'altitude (montagne). Les olives ont été récoltées à trois différents stades de maturité. Oran (S₁: 28 octobre 2014, S₂: 08 novembre 2014, S₃: 22 novembre 2014) ; montagne (S₁: 17 novembre 2014, S₂: 15 décembre 2014, S₃: 09 janvier 2015) ; plaine (S₁: 26 novembre 2014, S₂: 20 décembre 2014, S₃: 27 décembre 2014). Les détails sur les vergers et indices de maturité étudiée sont illustrées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Les vergers étudiés

zone Paramètres	Oran	Bouira	
	Ain- El- Beida	M'chedallah Plaine	Illiten Montagne
Latitude	35° 42' 40'' Nord	36° 21' 55'' Nord	36° 23' 49'' Nord
Longitude	2° 59' 39'' Ouest	4° 16' 15'' Est	4° 14' 55'' Est
Altitude par rapport au niveau de la mer	80 m	474 m	< 700 m
Humidité	60%	44%	44%
Température annuelle moyenne	18,6 °C	17,4 °C	15 °C
Pluies annuelles moyennes	54- 59 mm	610 mm	659 mm
Variété cultivée	Chemlal	Chemlal	Chemlal
Date de récolte	Début d'octobre jusqu'aux fins décembre	Début novembre jusqu'aux fins janvier	Début novembre jusqu'aux fins février
Verger	-7 hectares de surface - plantation alignée - 600 arbres - Arbres âgés de 15 à 20 ans - bien irrigué et sol très salé - terre labourée chaque année	-7 hectares de surface - plantation alignée - plus de 700 arbres - arbres âgés de 25 à 100 ans - pas bien irriguer - terre labourée annuellement	- plus de 8 hectares de surface - plantation aléatoire - arbres de 50 à plus 100 ans - Irrigation par la pluie -Terre non labourée

1.2. Échantillonnage et extraction de l'huile

Dix oliviers jeunes ont été assignés au hasard dans chaque verger et chaque échantillon est constitué d'environ 23 kg d'olives. La récolte est faite manuellement à hauteur d'Homme sur toute leur frondaison. Les olives ont été rapidement transportées au laboratoire dans des caisses en plastique. Après effeuillage et lavage, les olives ont été triturées par un système continu à deux phases à l'aide d'un oleodoseur de type Levi-Dileon-Lerogsame, suivant ces étapes :

- Écrasement avec un broyeur à marteaux ;
- Malaxage 40 minutes sans eau dans des bacs à inox ;
- Centrifugation de la pâte à 4845 tours/min via une centrifugeuse verticale à panier ;
- Séparation de l'huile par décantation.

Les échantillons récupérés ont été conservés à 4°C dans des bouteilles en verre en attendant d'être analysés. Plus tard, les huiles d'olive vierge-extra sont conservées pendant 12 mois dans deux types d'emballage, verre fumé et verre transparent.

1.3. Analyses réalisées sur les olives

1.3.1. Indice de maturité

- **Principe**

L'indice de maturité des olives (IM) a été déterminé selon la méthode développée par la station agricole de Jaén (Uceda et Hermoso, 1998). Cette méthode est basée sur l'évaluation de la couleur de la peau d'olive et de la pulpe.

- **Protocole expérimental**

Cent (100) fruits ont été choisis au hasard sur un lot d'un kilogramme d'olive. L'indice de maturité est déterminé par notation visuelle selon une échelle de coloration de 0 à 7 variant d'une peau vert intense jusqu'une peau noire et une pulpe entièrement violette (Tovar et al., 2002).

L'indice de maturité est donné par la formule suivante :

$$IM = [(0*n0) + (1*n1) + (2*n2) + (3*n3) + (4*n4) + (5*n5) + (6*n6) + (7*n7)] / 100$$

Où n est la fréquence sur cent olives et les chiffres de 0 à 7 représentent :

0 : épiderme vert intense.

- 1 : épiderme vert jaunissant.
- 2 : épiderme vert avec des taches rougeâtres.
- 3 : épiderme rougeâtre à violet.
- 4 : épiderme noir et pulpe blanche.
- 5 : épiderme noir et pulpe violette sur moins de la moitié de la pulpe.
- 6 : épiderme noir et pulpe violette sur plus de la moitié de la pulpe.
- 7 : épiderme noir et pulpe entièrement violette.

1.3.2. Teneur en eau des olives

- **Principe**

L'humidité des fruits a été déterminée suivant le protocole de Tovar et al. (2002), on calculant la différence entre le poids de l'échantillon humide et celui de l'échantillon sec.

- **Protocole expérimental**

Un échantillon de 70 g a été séché dans une étuve à une température de 105°C pendant 48 h, celui-ci a été régulièrement pesé après refroidissement au dessiccateur jusqu'à l'obtention d'un poids constant, la teneur en eau a été déterminée selon cette formule :

$$H\% = [(P - PS) / (P - P0)] * 100$$

H : humidité des fruits exprimée en pourcentage.

P et PS : poids du creuset plus la prise d'essai avant et après séchage, respectivement.

P0 : poids du creuset vide.

1.3.3. Teneur en huile des olives

- **Principe**

C'est un paramètre essentiel à l'échelle économique, étant donné que la principale finalité de la culture d'un olivier est la production d'huile. La teneur en huile d'olive a été déterminée selon la méthode analytique décrite dans le règlement CEE 2568/91.

- **Protocole expérimental**

Les olives séchées à 80°C ont été broyées dans un mortier. On a utilisé 10 g du matériau broyé pour l'extraction d'huile dans un appareil Soxhlet pendant 8 h en utilisant de l'hexane à 80 ° C. A la fin de l'extraction, le solvant a été séparé par un évaporateur rotatif.

$$\text{Teneur en huile (en \%)} = \frac{m_1 + m_2}{10} \times 100$$

m_1 : masse initiale en gramme à 0,001 pré du flacon vide.

m_2 : masse finale en gramme à 0,001 pré du flacon avec le résidu d'huile après évaporation totale du solvant.

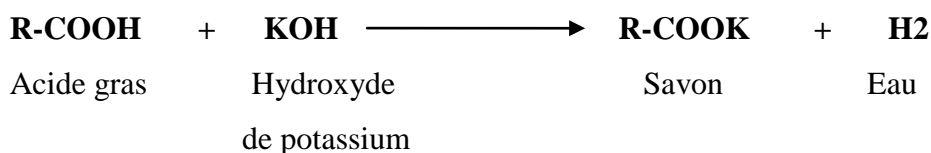
10 : la prise d'essai des olives (en gramme).

1.4. Analyses réalisées sur l'huile d'olive

1.4.1. Acidité libre

- **Principe**

L'acidité mesure le pourcentage d'acides gras libres contenu dans corps gras. Elle est déterminée selon la méthode décrite dans le règlement CEE/2568/91. Le principe repose sur la neutralisation des acides gras libres par une solution éthanóique d'hydroxyde de potassium sans hydrolyser les liaisons esters des glycérides, selon la réaction suivante :



- **Protocole expérimental**

Dissoudre 20 g d'huile d'olive dans 50 à 150 ml du mélange éther-diéthylique/éthanol à 95% (V/V). Titrer, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium à 0,1N en présence de phénolphtaléine jusqu'à virage de l'indication (coloration rose persistant une dizaine de secondes). Un essai témoin a été réalisé dans les mêmes conditions.

L'acidité est exprimée en pourcentage d'acide oléique qui se détermine ainsi :

$$A \% (\text{acide oléique}) = (V - V_0) * (N * M/10 * m)$$

V et V₀ : volume en millilitre de KOH nécessaire à la neutralisation de l'échantillon et le blanc, respectivement.

N : normalité de la solution de KOH (0,1N).

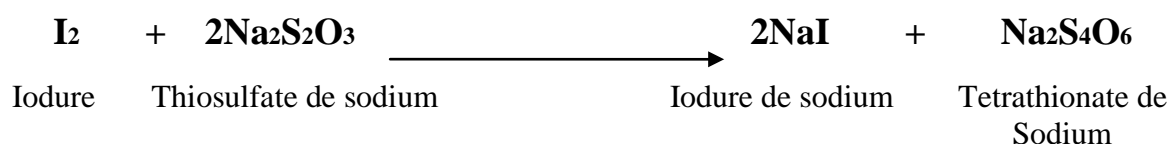
M : masse molaire de l'acide oléique qui est égale à 282 g/ml.

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

1.4.2. Indice de peroxyde

- **Principe**

Il correspond à la quantité d'oxygène actif du peroxyde contenu dans une certaine masse de produit capable d'être libéré dans les conditions de l'expérience. Il est exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kg de matière grasse pouvant oxyder l'iodure de potassium en présence d'acide acétique et de chloroforme. En retour, l'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium, selon cette réaction :



- **Protocole expérimental**

Selon la méthode décrite par le règlement CEE/2568/91, dans une fiole peser 2 g à 0,001 près d'huile d'olive. Ensuite, ajouter 10 ml de chloroforme, dissoudre rapidement la prise en agitant. Ajouter 15 ml d'acide acétique puis 1 ml de solution d'iodure de potassium (solution aqueuse saturée). Boucher immédiatement et agiter vigoureusement pendant 1 minute, puis laisser reposer pendant 5 minutes à l'abri de la lumière et à température ambiante (15 à 25°C). Ajouter 75 ml d'eau distillée. Titrer l'iodure libéré avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N en agitant vigoureusement et en employant la solution d'amidon comme indicateur. Un essai à blanc a été effectué simultanément.

L'indice de peroxyde (IP) se détermine ainsi :

$$I_p = N (V - V_0) * 1000 / m \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)}$$

V_0 : volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer le blanc.

V : volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer l'essai.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N).

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

1.4.3 Absorbance dans l'UV

- **Principe**

Cette analyse permet de calculer les coefficients d'extinction K_{232} et K_{270} à partir de l'absorption à 232 et 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydroperoxydes et des produits secondaires d'oxydation respectivement (Alais et al.,1999).

- **Protocole expérimental**

Le coefficient d'extinction spécifique est déterminé selon la méthode officielle décrite par le COI (2013). L'échantillon examiné doit être parfaitement homogène et exempt d'impuretés en suspension. La filtration est faite à l'aide d'un papier filtre. Peser 0.25 g à 0,001 pré d'huile d'olive dans une fiole jaugée de 25 lm, compléter avec de cyclohexane jusqu'au trait de jauge, la solution obtenue doit être parfaitement limpide. La lecture est faite dans des cuves en quartz de parcours optique de 1 centimètre aux longueurs d'onde de 232 et 270 nm. En employant comme blanc le solvant employé.

Les extinctions spécifiques rapportées aux différentes longueurs d'onde sont calculées comme suit :

$$E = A\lambda / C * l$$

E : extinction spécifique a la longueur d'onde λ .

$A\lambda$: absorbance mesurée a la longueur d'onde λ .

C : concentration de la solution en gramme par 100 millilitres.

l : épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

1.4.4. Dosage des chlorophylles et caroténoïdes

Les pigments, carotènes et chlorophylles ont été déterminés suivant la méthode décrite par Minguez-Mosquera et al. (1991). On fait dissoudre 3g d'huile dans 10 ml de cyclohexane. Les teneurs des caroténoïdes et chlorophylles ont été déterminées respectivement, par la mesure de l'absorbance à 472 et 670 nm.

Les valeurs des coefficients d'extinction spécifique appliquée étaient

- $E_{613} = 613$ pour la phéophytine, une composante majeure des pigments chlorophylliens ;
- $E_{2000} = 2000$ pour la lutéine, un élément majeur des caroténoïdes.

Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit:

$$\text{Chlorophylle (mg/Kg)} = (A_{670} * 10^6) / (613 * 100 * l)$$

$$\text{Caroténoïde (mg/Kg)} = (A_{470} * 10^6) / (2000 * 100 * l)$$

A_λ : absorbance à la longueur d'onde λ .

l : épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

1.4.5. Extraction et dosage des polyphénols totaux

- **Principe**

Les polyphénols totaux ont été dosés par le suivi de leur pouvoir de réduire les acides phosphotungstiques et phosphomolybdiques contenus dans le réactif de Folin-Ciocalteu en oxydes de tungstène et molybdène (W_8O_{23} et Mo_8O_{23}). Ces derniers présentent une coloration bleue qui a été mesurée par la suite à 760 nm proportionnels à la quantité des polyphénols présents dans les échantillons (Singleton et al., 1999).

- **Protocole expérimental**

- **Extraction**

Nous avons opté le protocole de Pirisi et al. (2000) afin d'extraire les composés phénoliques. 02 g d'huile d'olive ont été introduits dans un tube, additionnés de 1 ml de n-hexane et 02 ml de méthanol 60%. Après une bonne homogénéisation, la mixture a été centrifugée pendant 05 min à 3000 tpm. Le surnageant (méthanol) contenant les polyphénols a été récupéré. On a réalisé deux autres extractions dans le but d'épuiser l'huile. Les surnageants, ont été réunis avant d'être concentrés à sec sous vide à 40 °C, puis récupérés dans 1 ml de méthanol 50%.

- **Dosage**

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée selon la méthode préconisée par Favati et al. (1994). 5 ml de l'eau distillée ont été ajoutés à 2 ml de l'élua suivi de 0,5 ml de réactif

de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation à température ambiante, le mélange est additionné avec 4 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 10 %. Le mélange a été porté à un volume final de 20 ml par de l'eau distillée. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, la préparation est filtrée puis analysée à 760 nm contre un blanc dont l'élué est remplacé par le même volume du méthanol.

La concentration en phénols est calculée à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide gallique comme standard (20, 35, 45, 55, 65, 75 $\mu\text{g/ml}$). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique par kg d'huile d'olive (annexe 2).

1.4.6. Détermination du profil en acides gras par chromatographie en phase gazeuse

Cette analyse a été réalisée au niveau du complexe CEVITAL Spa. Bejaia.

➤ Préparation des esters méthyliques

• Principe

Les acides gras sont analysés après transformation en esters méthyliques obtenus par transestérification des triglycérides par la potasse méthanolique. Les triglycérides sont chargés par la potasse et les acides gras libérés sont estérifiés par le méthanol.

• Protocole expérimental

La préparation des esters méthyliques a été faite selon la méthode standard recommandée par l'E.C (2002), relative aux corps gras d'origine animale et végétale. Dans un ballon de 50 ml, 0,5 g d'huile ont été dilués dans 5 ml d'une solution d'hexane et 0,5 ml d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (2N) ont été rajoutés, le mélange a été centrifugé à 3000 tours/min après avoir tout agité pendant 30 secondes. 2 gouttes de surnageant ont été prélevées et mélangées avec 1 ml d'hexane.

➤ Analyse des esters méthyliques par CPG

1 μl des esters méthyliques est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse de type Chrompack C 9002, dont les paramètres et les conditions opératoires de la méthode d'analyse sont résumés comme suit :

- Détecteur : FID, $T = 250^\circ \text{C}$.
- Injecteur : SPLIT 1/100, $T^\circ = 250^\circ \text{C}$.
- Gaz vecteur : Azote.

- Colonne Capillaire: DB 23 de longueur 30 mm, de diamètre intérieur 0,32 mm et d'épaisseur de film 0,25 μ m.

- Programme de température : 130°C $\xrightarrow[1 \text{ min}]{6,5^\circ \text{ C/min}}$ 170°C $\xrightarrow[12 \text{ min}]{27,5^\circ \text{ C/min}}$ 215°C $\xrightarrow[3 \text{ min}]{40^\circ \text{ C/min}}$ 230°C

- Température d'injection 250 °C.

- Vitesse du papier : 0,5 cm /min.

Les acides gras sont identifiés par comparaison avec le temps de rétention de standards appropriés ainsi que leur teneur est déterminée en calculant les aires des pics correspondants.

1.5. Étude statistique

Tous les paramètres analysés ont été réalisés en triple. Les résultats sont rapportés sous forme de valeurs moyennes de trois répétitions et d'écart type. Les différences significatives entre les huiles étudiées ont été déterminées par analyse de la variance bifactorielle de la randomisation selon une comparaison des deux à deux moyennes selon le test de Newman et Keuls (Statbox 6.40) avec un niveau significatif de 95% ($P \leq 0,05$).

2. Résultats et discussion

2.1. Indice de maturité

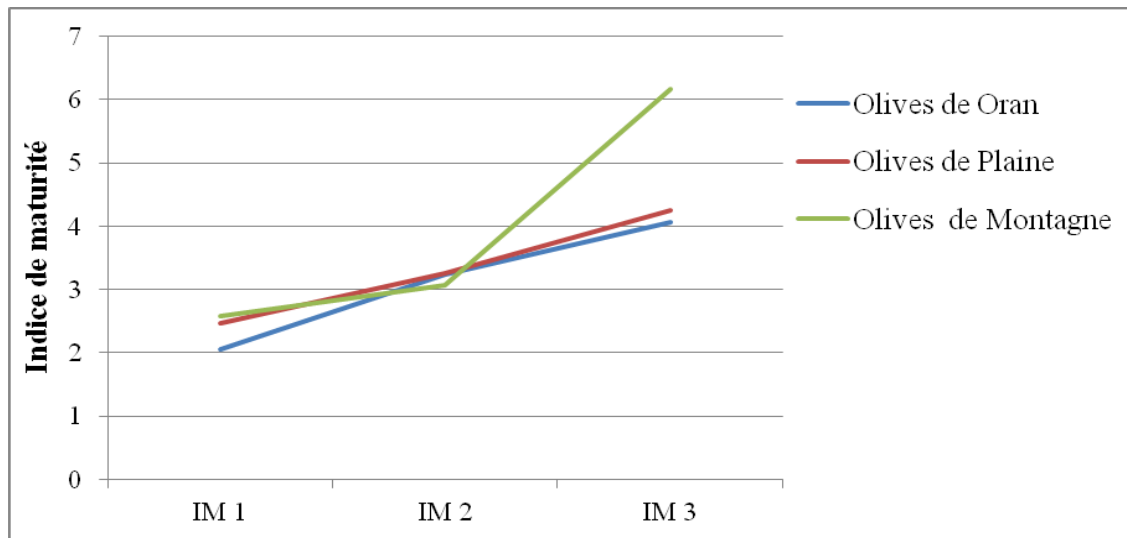


Figure 8 : Indice de maturité des olives

L'indice de maturité est un facteur de qualité très important, comme il est spécifique pour chaque variété (Boukachabine et al., 2011).

Le suivi de l'indice de maturité a montré que la maturité des olives augmente significativement ($p < 0,05$) avec la progression de la date de récolte, ces valeurs sont comprises entre 2,05 et 4,06 pour les olives de Oran, entre 2,46 et 4,26 pour les olives de la plaine et entre 2,59 et 6,17 pour celles de la montagne. Selon El Antari et al (2000), la charge en arbres fruitiers provoque une compétition entre les fruits, c'est ce qui explique les valeurs faibles de l'indice de maturité au moment de la récolte des fruits.

D'après les résultats trouvés, les olives cultivées à Oran mûrissent plus vite que celles cultivées en plaine et à la montagne. Il s'agit de la lipogenèse, qui est plus avancée pour les zones proches de la mer. La maturation des olives est liée à des changements physiologiques, biochimiques et également influencée par plusieurs conditions environnementales et culturelles (Conde et al., 2008).

2.2. Teneurs en eau des olives

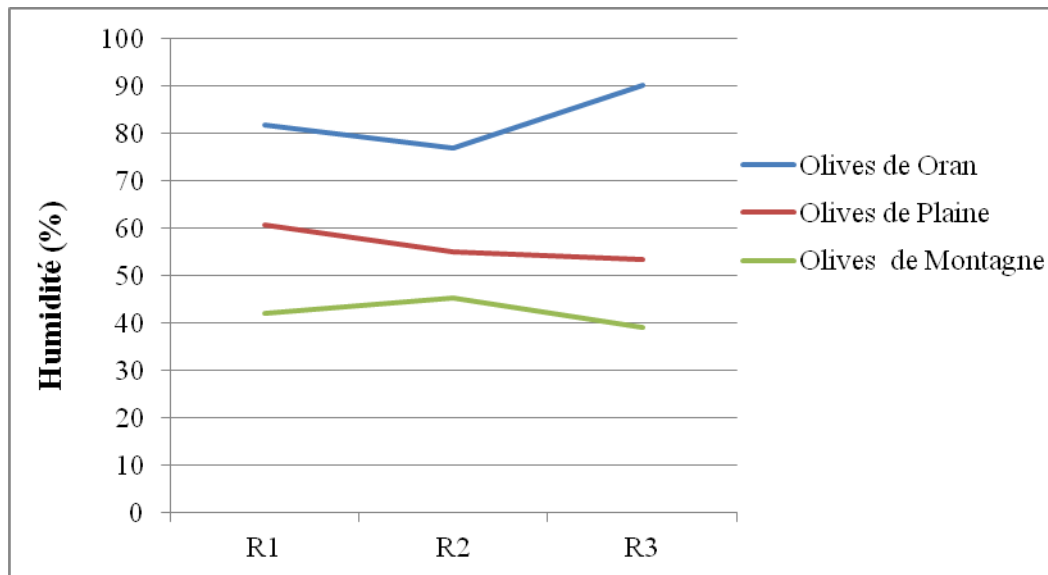


Figure 9 : Teneur en eau des olives

Dans tous les cas, la teneur en eau diminue avec la progression de la date de récolte des olives (figure 9). Il est remarquable que la région d'Oran à la 3^{ème} récolte ait enregistré une forte augmentation de la teneur en eau (90%), contrairement à la montagne qui a une faible humidité (39,11%). La maturité des olives réduit considérablement l'humidité des olives tout au long de la récolte. Les différences sont dues à la zone géographique, l'irrigation et les conditions climatiques.

2.3. Teneur en huile d'olive

La teneur en huile des olives n'est pas un paramètre essentiel pour déterminer la qualité de l'huile d'olive, mais surtout pour le choix des variétés (Allalout, 2009). La teneur en huile d'olive est exprimée en matière sèche (g / 100 g). La figure 10 montre que les teneurs en huile augmentent significativement avec la maturation des olives, en accord avec (Conde et al., 2008).

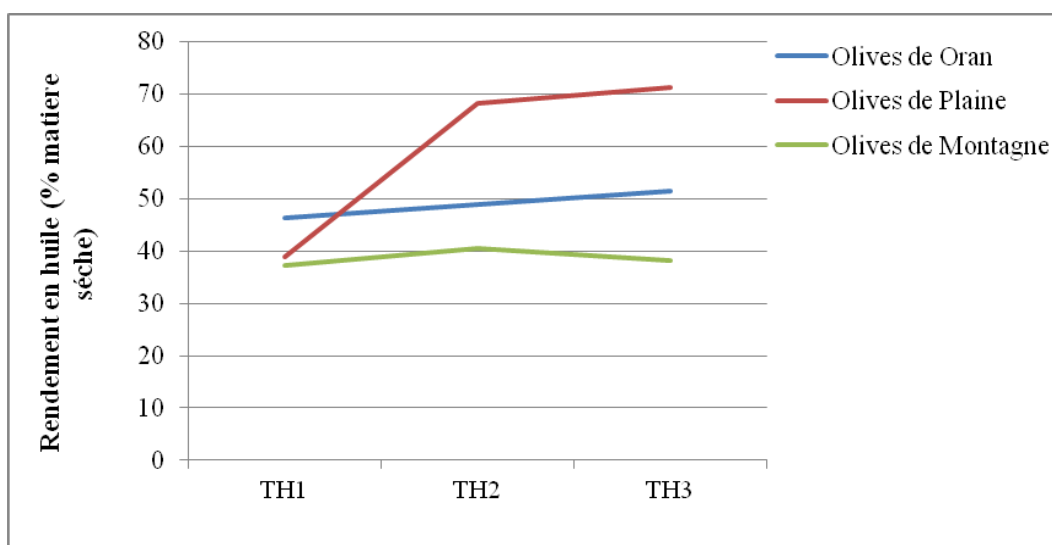


Figure 10: Teneur en huile des olives

Les résultats montrent que les olives de la plaine sont relativement plus riches en huile, suivies par les olives d'Oran et enfin viennent les olives de la montagne qui enregistrent des rendements en huile plus bas. Plusieurs études montrent que le pourcentage en huile d'olive augmente considérablement avec la maturation du fruit et commence ensuite à diminuer légèrement lorsque le fruit devient trop mûr. Ces résultats sont compatibles avec ceux trouvés par d'autres auteurs (Allalout, 2009; Ben Youssef et al., 2010; Dag et al., 2011 ; Bengana et al., 2013). Le rendement en huile et sa composition chimique sont principalement influencés par la maturité des olives et la zone de culture.

2.4. Analyses analytique des indices de qualité

La détermination de l'acidité libre et de l'indice de peroxyde est cruciale, car ils ont une importance spécifique dans la réglementation CEE. Comme ils ont été considérés comme des critères fondamentaux de qualité et de norme commerciale (Osawa et al., 2007). Les figures (11 et 12) indiquent l'évolution des paramètres de qualité physico-chimique des huiles à différentes altitudes période de maturation des olives.

2.4.1. Acidité libre

L'acidité libre est le majeur critère qui permet de classer l'huile d'olive en différentes catégories de qualité. Elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique, comme elle doit être inférieure à 0,8 % pour une huile d'olive vierge extra, convenue par le Conseil Oléicole International.

D'après les échantillons analysés, on remarque que l'acidité libre des huiles d'olive de différentes maturations et zone étudiée se situe entre 0,09 et 0,21%. Sur la base de ces résultats et selon la norme commerciale du Conseil Oléicole International, on constate que toutes les huiles analysées sont classées dans la catégorie d'huile d'olive vierge extra (acidité inférieure à 0,8%) (Conseil Oléicole International, 2011). Les résultats sont en accord avec ceux trouvés par (Dag et al., 2011; Arslan et Schreiner, 2012 ; Bengana et al., 2013).

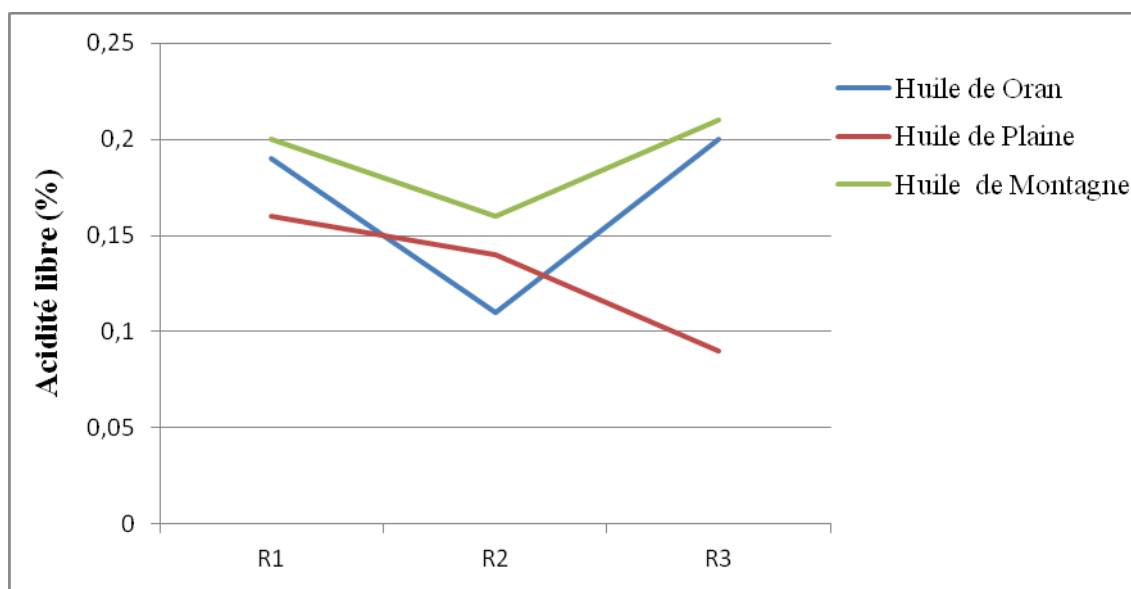


Figure 11: Évolution de l'acidité libre des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

2.4.2. Indice de peroxyde

La détermination de la teneur en peroxydes dans les huiles permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produit au cours du stockage et/ou l'élaboration de l'huile. On peut détecter la présence d'hydroperoxydes dans l'huile d'olive, à travers un dosage colorimétrique par le thiosulfate de sodium. Cet indice est exprimé en milliéquivalent d'oxygène. La formation des peroxydes est causée par la présence de certains facteurs favorisant (UV, eau, enzyme, trace de métaux, etc.) et à la présence d'oxygène dissout dans l'huile.

On remarque que l'indice de peroxyde (IP) oscille entre 5,36 et 9,80 meq O₂ / kg. Les valeurs de cet indice ont tendance à augmenter du stade de récolte (D1) au stade (D2), puis elles diminuent au stade (D3). Mais pour les olives récoltées à un stade de maturité très avancé (6,17) cet indice continue d'augmenter, nos résultats concordent ceux trouvés par (Ben Youssef et al., 2010).

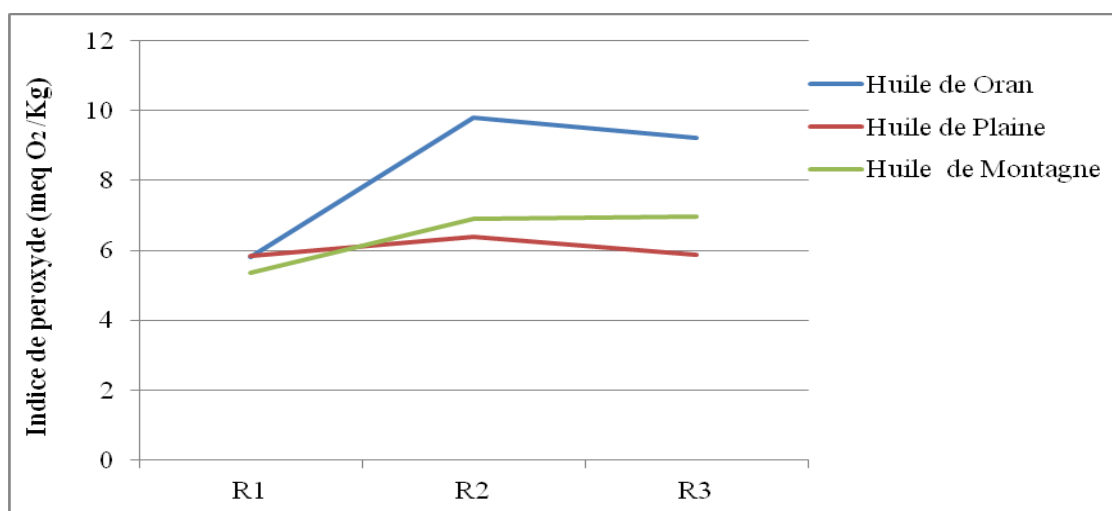


Figure 12: Évolution de l'indice de peroxyde des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

L'évolution de ce paramètre de qualité peut être liée à l'activité enzymatique de la lipoxygénase. Plusieurs études ont été faites dans le but d'étudier la relation entre cette enzyme et l'indice de peroxyde lors de la maturation des olives. L'augmentation de l'indice de peroxyde est due à la forte activité de la lipoxygénase et lorsque cette dernière diminue, l'indice de peroxyde diminue également (Baccouri et al., 2008). Les valeurs de (IP) restent inférieures à la limite établie par la norme commerciale du Conseil Oléicole International pour les huiles d'olive vierges extra (≤ 20 meq O₂ actif / kg d'huile olive) (COI, 2013).

2.4.3. Extinction spécifique dans les UV

L'examen spectrophotométrique a pour but de déterminer la qualité d'une huile, son état de conservation et ainsi les modifications dues aux processus technologiques (COI, 2013). Les coefficients d'extinction spécifiques déterminés par spectrophotométrie UV permettent d'évaluer l'état d'oxydation d'une huile d'olive (COI, 2013). Le coefficient d'extinction spécifique à 232 nm est lié à l'oxydation primaire de l'huile, tandis que K270 est lié à des produits d'oxydation secondaire, des composés carbonylés (aldéhydes et cétones).

Les valeurs des extinctions spécifiques en ultra-violet K232 et K270 obtenues pour les échantillons indiquent qu'elles n'excèdent pas les limites fixées par le Conseil Oléicole International pour les huiles d'olive vierges extra (Conseil Oléicole International, 2013) qui sont respectivement inférieures ou égales à 2,50 et 0,22. Les valeurs de K232 varient de 1,20 à 1,72. La valeur maximale est notée pour l'huile de la montagne à un stade de maturité plus

avancé, 6,17 (D3). Le K232 augmente avec la maturation des olives. Les valeurs K270 varient de 0,08 à 0,12. Les résultats sont en accord avec ceux trouvés par (Bengana et al., 2013).

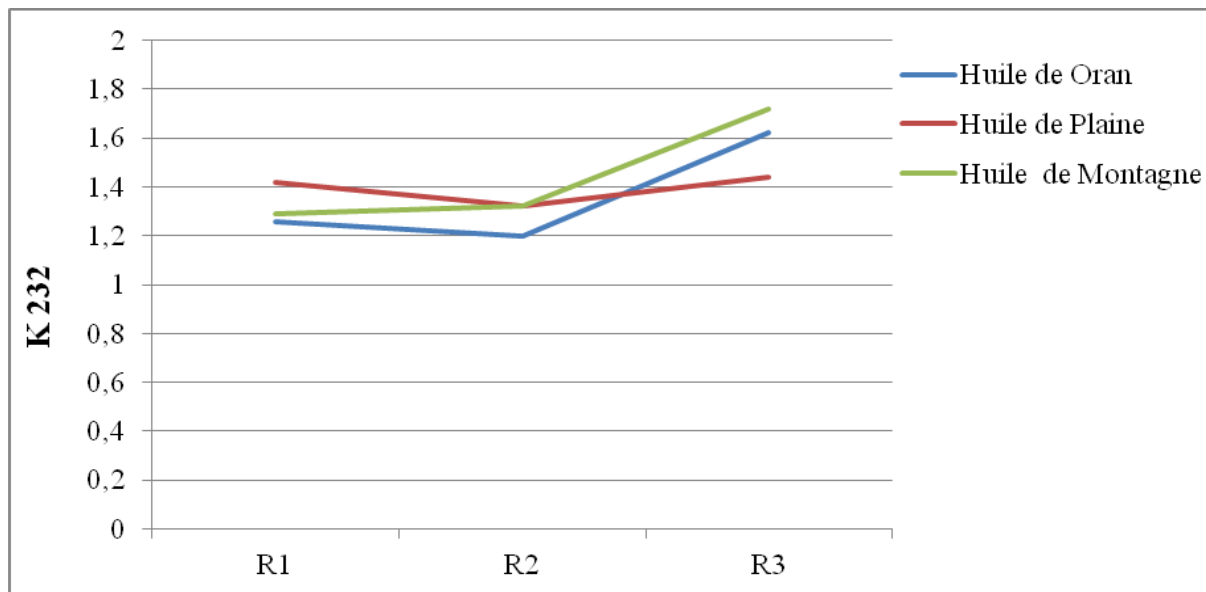


Figure 13: Évolution de K 232 des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

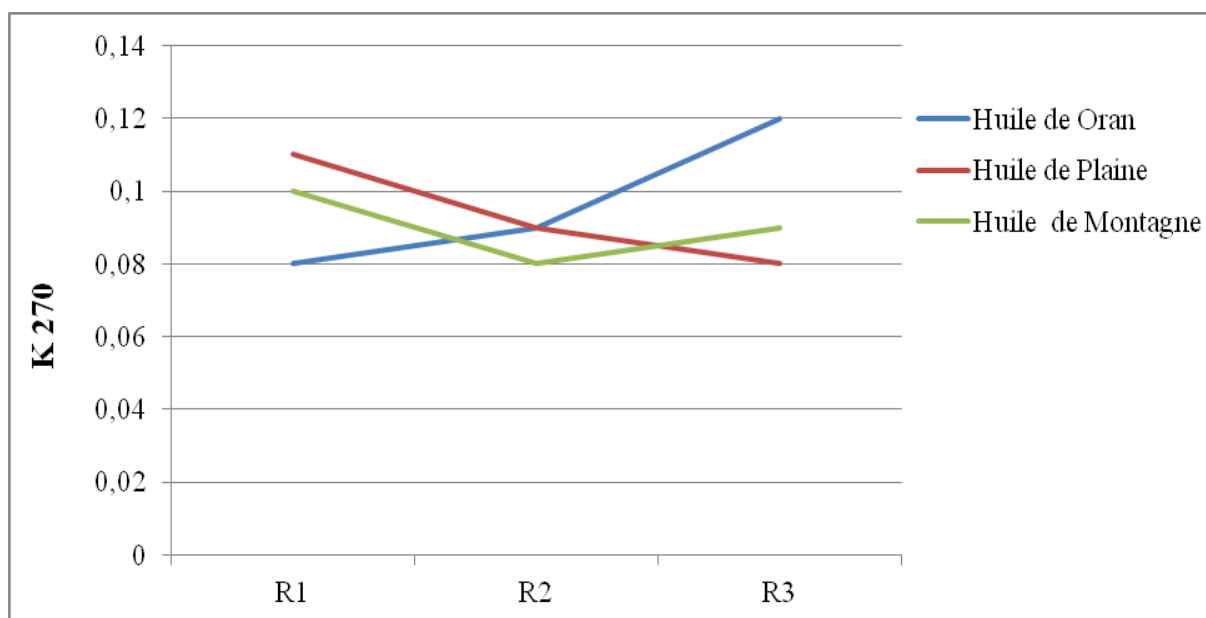


Figure 14: Évolution de K 270 des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

2.5. Pigments (chlorophylles et caroténoïdes)

La teneur en pigments naturels est impliquée dans les mécanismes d'auto-oxydation et de photooxydation (Minguez-Mosquera et al., 1991). Ils ont tendance à diminuer pendant la maturation des olives.

Comme tous les fruits, la maturation implique une perte de pigment, seulement la réduction en chlorophylles ayant toujours été supérieure à celle des caroténoïdes (Roca et Minguez-Mosquera, 2001).

Les teneurs en caroténoïdes des huiles d'Oran pour les trois stades de maturité D1, D2 et D3 sont respectivement (0,79 mg.kg⁻¹, 0,80 mg.kg⁻¹ et 0,50 mg.kg⁻¹). Ces huiles semblent être les moins riches en caroténoïde on les comparant avec celles de la montagne avec D1 (2,22 mg.kg⁻¹), D2 (2,09 mg.kg⁻¹) et D3 (1,05 mg.kg⁻¹), la Figure 15 le montre.

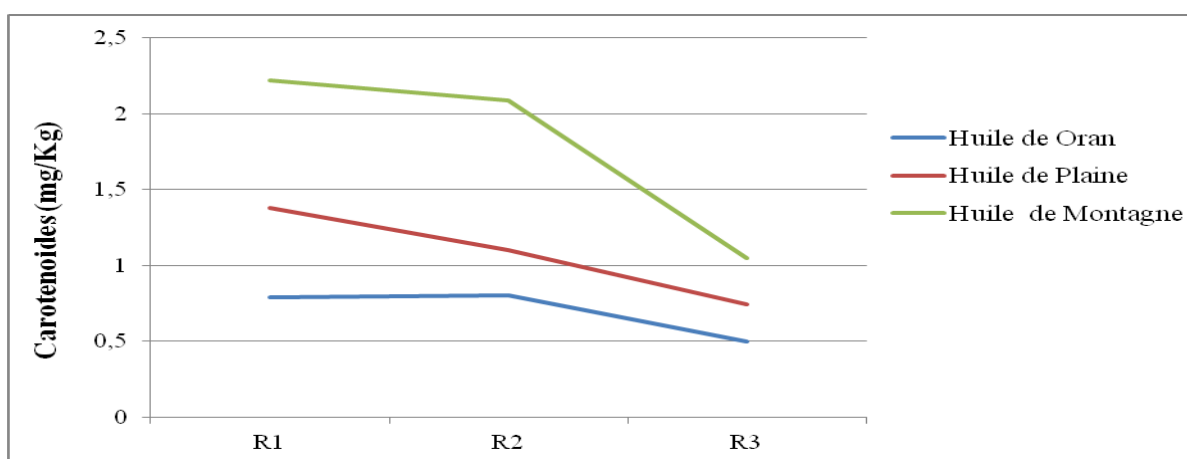


Figure 15: Évolution de la teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

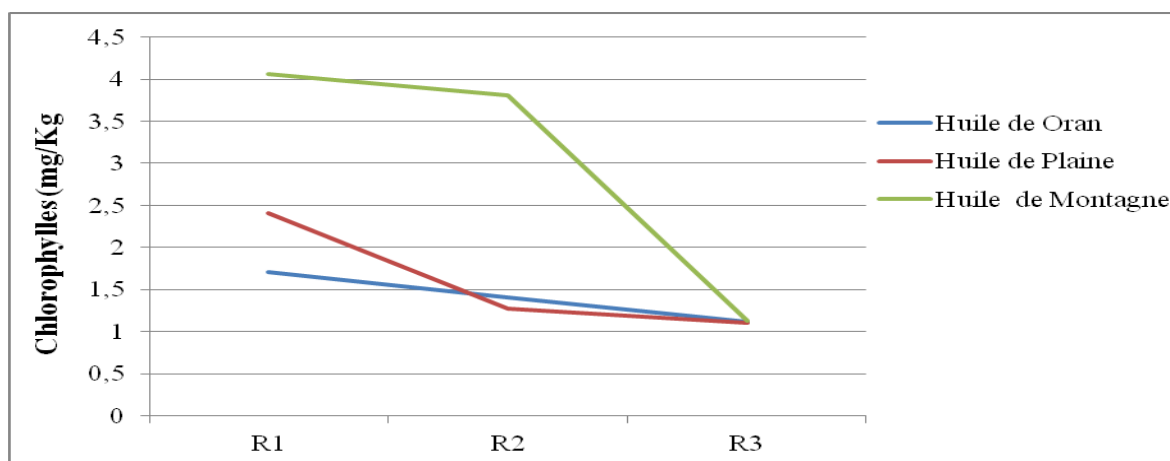


Figure 16: Évolution de la teneur en chlorophylles des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

La concentration en chlorophylles est très importante pour un stade de maturité précoce et ces valeurs chutent lorsque le fruit est très mûr. On observe des différences de teneurs en

chlorophylles, ces différences sont liées au degré de maturité des olives. Les teneurs en chlorophylles des échantillons d'huiles étudiés ne dépassent pas 4,06 ppm. Ces faibles teneurs sont convoitées dans le but d'éviter l'action prooxydante des pigments et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles. En effet, la concentration en chlorophylles diminue continuellement au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette diminution est due à la dégradation de la chlorophylle en phéophytines qui confèrent à l'huile sa couleur jaune (Psomiadou et al., 2001 ; Ait Yacine, 2001).

Au cours de la maturation des olives, l'activité photosynthétique et les concentrations en chlorophylle et en caroténoïdes diminuent progressivement (Salvador et al., 1999). Les résultats trouvés sont en accord avec ceux (Psomiadou et Tsimidou, 2001; Allalout et al., 2009 ; Ben Youssef et al., 2009).

La teneur en pigment de l'huile dépend de plusieurs facteurs, tels que le cultivar, le sol, les conditions climatiques, la maturité des olives, les procédures de traitement et les conditions de stockage (Ait Yacine, 2001 ; Psomiadou et Tsimidou, 2001). Ces pertes rendent les huiles plus vulnérables à l'oxydation. Pour tous les fruits, la maturation implique une perte de pigment.

2.6. Teneur en polyphénols

Les phénols rapportent de nombreux aspects pour la santé, ce sont des composés antioxydants importants qui visent à protéger l'huile contre l'auto-oxydation et les radicaux oxygène. Les composés phénoliques sont responsables de la qualité nutritionnelle et sensorielle de l'huile d'olive vierge extra, ils sont reconnus pour leurs propriétés biologiques multiples, offrant des bienfaits antioxydants, anti-inflammatoires, chimiopréventifs et anticancéreux, ainsi que leur goût piquant et amer caractéristique (Bendini et al., 2007 ; Tanouti et al., 2011).

Les résultats obtenus montrent que les huiles d'olive étudiées renferment une quantité appréciable de composés phénoliques. Cette quantité oscille entre 167,80 et 336,19 ppm. Les variations des teneurs observées sont dues à la différence du degré de maturité des olives, mais dépendent également de la zone géographique (Garcia et al., 2003). En effet, les huiles d'oliveraie située en altitude sont plus riches en phénols que les oliveraies des plaines et des basses altitudes (Ocakoglu, 2009).

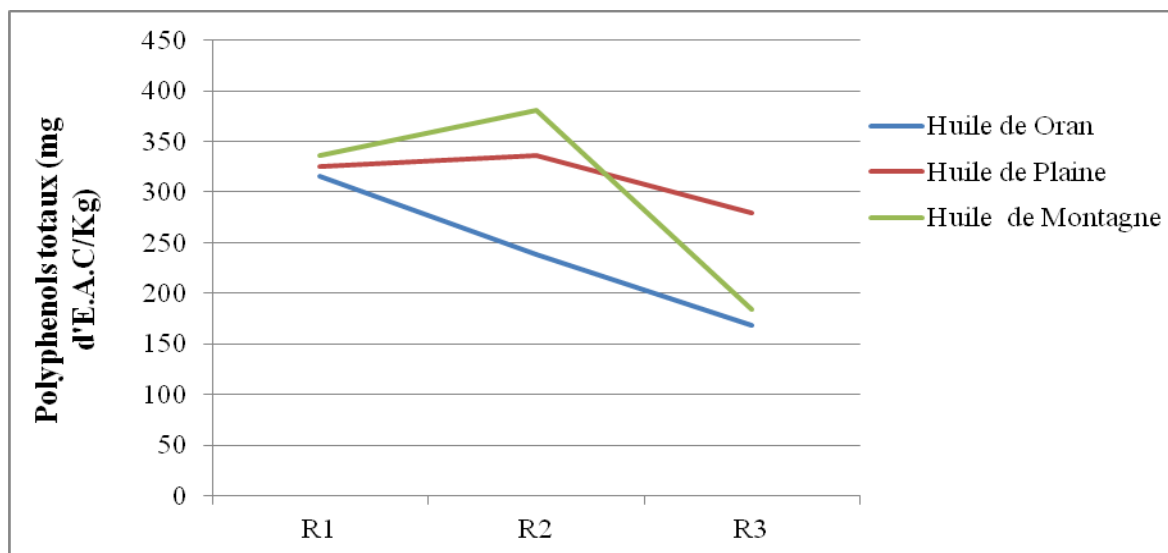


Figure 17 : Évolution de la teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges extra au cours de la maturation

La figure 17 montre que la teneur en polyphénol totaux, diminue progressivement au cours de la maturation. La maturation des olives diminue progressivement la teneur en phénol, ce qui est dû à l'hydroxylation de certains composés, en particulier de l'oleuropéine, principal composant responsable de l'amertume des olives (Dag et al., 2011). Ces résultats sont cohérents avec les résultats précédents (Gutierrez-Rosales et al., 2010; Tanouti et al., 2011 ; Bengana et al., 2013). Les valeurs les plus basses sont enregistrées pour les olives récoltées à des dates tardives, en particulier pour l'huile d'Oran en raison de la forte irrigation aux moments de la récolte (humidité trop élevée).

Il est généralement admis que la teneur en composés phénoliques est plus élevée pour les huiles provenant de la récolte d'olives dans des zones sèches que dans des zones irriguées. La stabilité des huiles à l'oxydation, ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques sont fortement influencées par sa teneur en polyphénols (Gutierrez-Rosales et al., 1999; Salvador et al., 1999 ; Salvador et al., 2001). En effet, plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques de l'huile d'olive, tels que la maturation, la variation saisonnière, le facteur environnemental, la diversité intravariétale de l'olivier et la méthode d'extraction (Ranalli et al., 1999 ; Merouane et al., 2014).

2.7. Composition en acides gras

Les acides gras mono-insaturés ont une grande importance en raison de leur impact nutritionnel et de leur effet sur la stabilité de l'oxydation des huiles (Ben Youssef et al.,

2010). Le tableau N° 12 montre la variation des niveaux de acide palmitique (C16 :0), de l'acide oléique (C18:1) et de l'acide linoléique (C18:2) pendant la maturation des olives. Le taux d'acide oléique diminue légèrement avec la maturation, comme il augmente légèrement avec l'altitude des régions. Au cours de la maturation de l'olive, les acides oléique et linoléique ont montré une tendance inverse pour les huiles étudiées. La récolte tardive favorise l'augmentation des niveaux d'acides gras insaturés, y compris l'acide linoléique. Tandis que les teneurs en acide oléique diminuent progressivement comme indiqué dans le tableau N°12. L'augmentation des acides gras polyinsaturés au cours du processus de maturation rend l'huile d'olive plus sensible à l'oxydation. Certes, la présence de certains facteurs tels que les enzymes et les molécules d'oxygène, les acides gras polyinsaturés, est convertie en l'hydroperoxyde (Naghshineh et al., 2009 ; Yun et Surh, 2012). Les résultats sont en accord avec ceux de Douzane et al., (2010). La composition en acides gras, en particulier la teneur en acide oléique, est affectée par plusieurs facteurs, à savoir la variété, l'altitude, les conditions climatiques et la maturation du fruit (Aranda et al., 2003).

Tableau 12. Composition en acides gras des échantillons d'huiles d'olive vierges extra

	Indice de Maturité		C16 :0	C18 : 1	C18 : 2
Oran	IM ₁	2.05	18.67±0.09 ^b	61.87± 0.50 ^c	9,48± 0.13 ^e
	IM ₂	3.23	18.93±0.0 ^a	60.58± 0.80 ^c	10,56± 0.08 ^d
	IM ₃	4.06	18.37±0.06 ^c	58.56± 0.5 ^d	13,05± 0.21 ^c
Plaine	IM ₁	2.46	16.97±0.07 ^{dc}	64.73± 0.05 ^{ab}	9,45± 0.30 ^e
	IM ₂	3.26	16.61±0.04 ^f	63.83± 0.24 ^b	11,02± 0.27 ^d
	IM ₃	4.59	16.93±0.03 ^{de}	61.19± 0.40 ^c	14,40± 0.51 ^b
Montagne	IM ₁	2.59	17.04±0.01 ^d	65.64± 1.2 ^a	8.74± 0.23 ^f
	IM ₂	3.06	16.13±0.05 ^g	65.17± 0.30 ^a	9,50± 0.40 ^e
	IM ₃	6.17	16.10±0.02 ^g	54.62± 1.10 ^e	17.20± 0.43 ^a
Huile d'olive vierge extra			7.5 – 20.0	55.0 – 83.0	3.5 – 21.0
Résultats exprimés en % de la fraction totale d'acides gras. Les données sont exprimées en valeurs moyennes ± Var des expériences indépendantes (p ≤ 0,05). Les valeurs suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e et f) dans la même ligne sont significativement différentes de l'huile d'olive vierge extra.					

Chapitre II : Évolution des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité des huiles d'olive vierges extra récoltées à différentes altitudes et stade de maturité durant leur stockage

1. Matériels et méthodes

1.1. Prélèvement et préparation des échantillons

L'huile a été analysée lors de la première mise en bouteille puis placée dans différentes conditions de stockage. L'huile a ensuite été testée à intervalles réguliers (chaque 3 mois) pour suivre la stabilité et l'évolution des indices de qualité des huiles d'olive extra vierge pendant une durée de stockage de 12 mois dans un emballage verre fumé.

1.2. Analyses physico-chimiques

Les paramètres étudiés sont :

- Acidité libre
- Indice de peroxyde
- Absorbance dans les UV (K232 et K270)
- Dosage des pigments (chlorophylles et caroténoïdes)
- Extraction et Dosage des composés phénoliques totaux
- Détermination du profil en acides gras par chromatographie en phase gazeuse

2. Résultats et discussions

2.1 Analyses analytique des indices de qualité durant le stockage

Pendant le stockage, les huiles ont subi des changements physiques et chimiques sous l'influence de certains facteurs comme la lumière, la chaleur, les traces de métaux et d'eau, etc. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles conservées au laboratoire dans des bouteilles en verre fumé ont de ce fait été suivies pendant 12 mois.

La recherche des huiles d'olive de qualité est devenue de plus en plus concurrentielle vis-à-vis des autres pays producteurs. La connaissance des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques d'une huile est ainsi indispensable en vue d'une meilleure promotion, défense et valorisation du produit.

2.1.1. Acidité libre

Le taux d'acidité exprimé en pourcentage (%) massique des différentes huiles d'olive est présenté dans la figure 18.

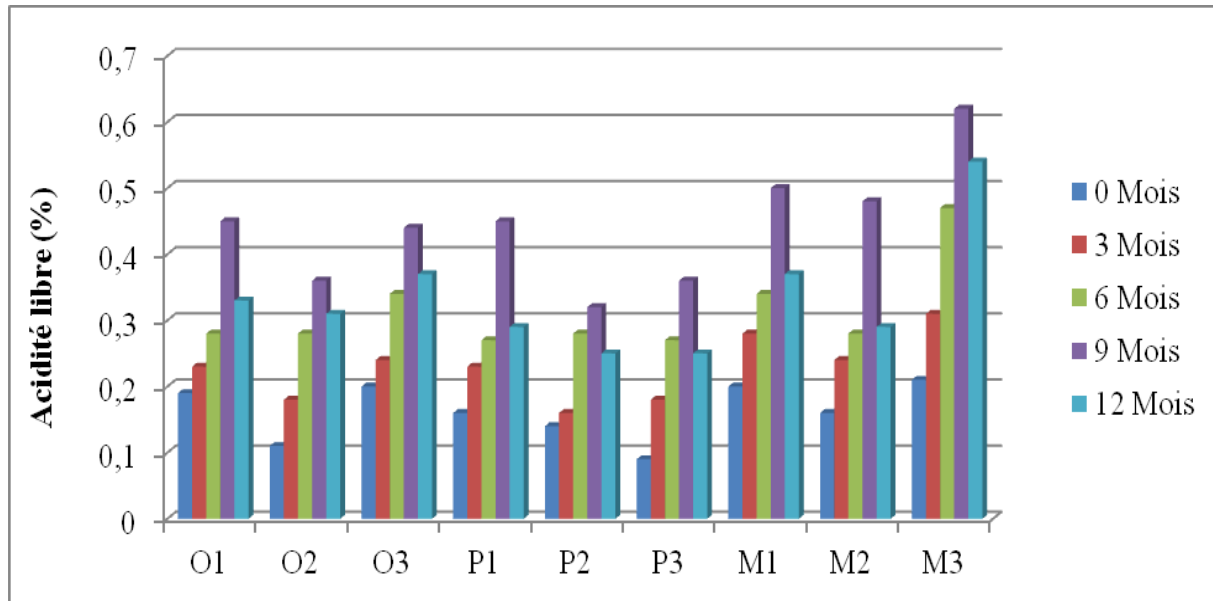


Figure 18 : Évolution de l'acidité libre des huiles d'olive extra-vierges au cours de leur stockage.

Nous pouvons remarquer à partir de la figure 18 que les valeurs de la teneur en acides gras libres des huiles augmentent significativement ($P \leq 0,001$) au cours du stockage, mais sans dépasser la valeur 0,8%. D'après la norme décrite par le COI (2013), les huiles peuvent être classées dans la catégorie « vierge extra ».

Après 9 mois de stockage, les huiles de la montagne M1, M2 et M3 présentent des valeurs d'acidité plus élevées avec (0,50 ; 0,48 et 0,62%) respectivement, ensuite ces valeurs baissent pour le 12^{ème} mois de stockage. Après 12 mois de stockage, les huiles extraits des olives récoltées au 2^{ème} stade de maturité (O2, P2 et M2) ont des valeurs d'acidité plus basses (0,31 ; 0,25 et 0,29 %), respectivement.

D'après les résultats trouvés, les huiles d'olive présentent une meilleure stabilité à l'oxydation. Toutefois, les huiles de la plaine présentent des faibles valeurs en acidité que les autres huiles, cela signifie que le temps de stockage des huiles est influencé par l'altitude ainsi que la maturité des olives.

2.1.2. Indice de peroxyde

Les résultats de l'indice de peroxyde des huiles d'olive sont illustrés dans la figure 19

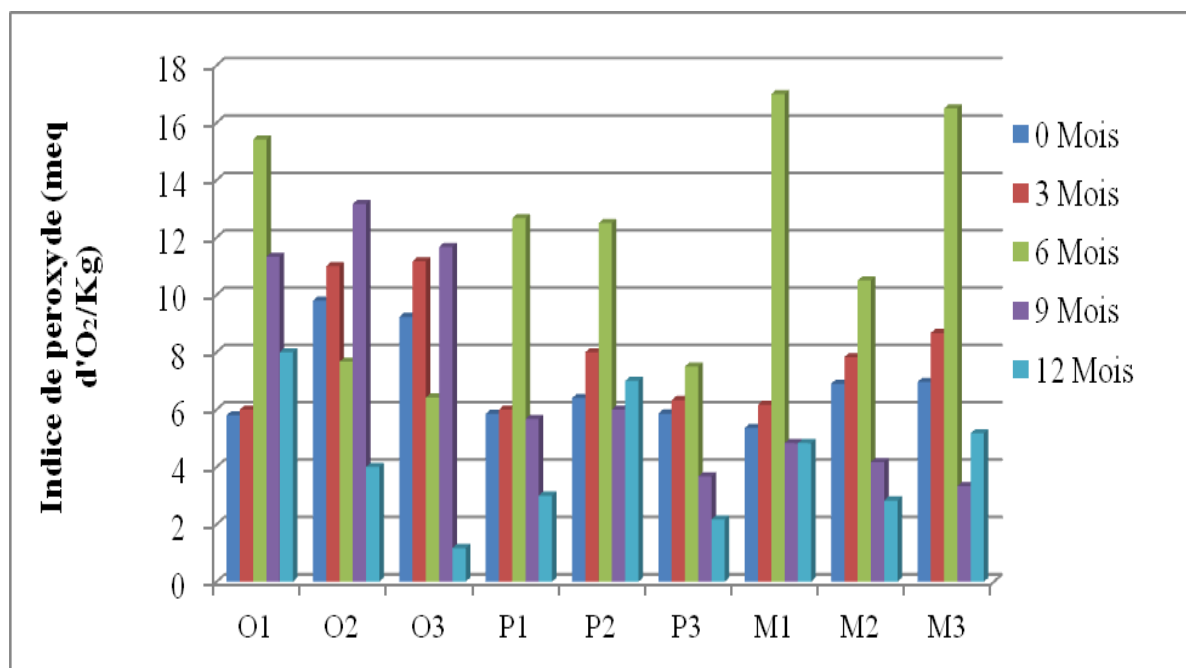


Figure 19 : Évolution de l'indice de peroxyde des huiles d'olive extra vierge aux cours de leur stockage.

La valeur de l'indice de peroxyde pour chacune des huiles lors de la première analyse était inférieure à la norme COI (<20 meq d'oxygène / kg d'huile) (COI, 2013). Une augmentation significative de (IP) s'est produite dans les échantillons pendant de leur stockage ($P < 0,001$). Ces huiles ont atteint leur IP maximum au cours du sixième mois de stockage, mais sans dépasser la limite fixée par la norme (COI) pour la catégorie « huiles d'olive vierge extra ». Ce retard pourrait être attribué à l'absence de lumière (Vekiari et al., 2007)

après 9 mois de stockage les valeurs de l'indice de peroxyde diminuent, ça est dû à la transformation des peroxydes en produits d'oxydation secondaires. D'après Escudero et al (2016), l'augmentation de la valeur IP est provoquée par la formation d'hydroperoxyde et l'apparition des produits d'oxydation secondaire réduit la valeur IP.

À la fin de la période de stockage (12 mois), on constate qu'aucune de ces huiles analysées n'excédait la valeur maximale de l'indice de peroxyde (IP), ces résultats confirment que toutes les huiles d'olive étudiées conservent leur catégorie d'huile d'olive vierge extra. On remarque aussi que les huiles de la plaine présentent des valeurs de l'IP plus faibles que les

autres huiles. Cependant, une faible valeur de l'indice de peroxyde ne constitue pas une vérification de la qualité de l'huile.

2.2. Extinction spécifique dans les UV

La valeur de K232 nous indique l'état de conjugaison des acides gras polyinsaturé (oxydation primaire), alors que la valeur de K270 nous indique la formation des composés carboxyliques (oxydation secondaire) (Gomez-Alonso et al., 2007).

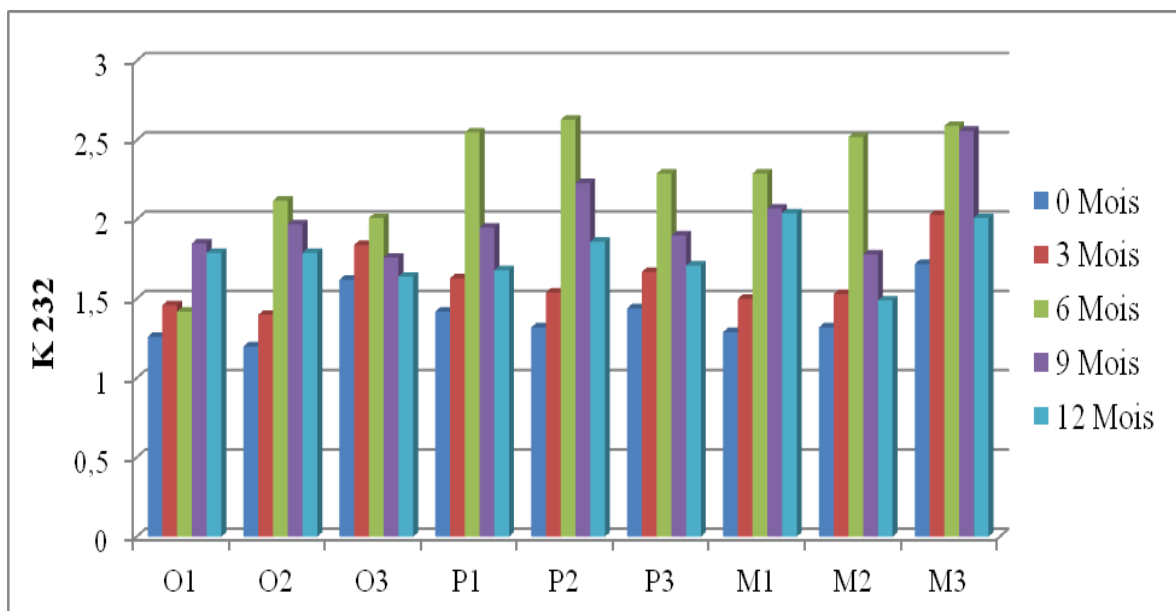


Figure 20 : L'évolution de K232 des huiles d'olive extra-vierges au cours de leurs stockages.

Les valeurs maximales autorisées pour K232 et K270 sont respectivement de 2,50 et 0,22 pour les huiles d'olive vierges extra. La figure 21 montre l'évolution des deux coefficients d'extinction de K232 et K270 des huiles d'olives pendant leur stockage. Tous les échantillons d'huile d'olive présentaient des valeurs K232 inférieures aux limites maximales établies pour la catégorie des extra-vierges (2,50) au stade initial. Au cours des 12 mois de stockage, les valeurs de K232 ont augmenté très lentement, sans toutefois dépasser la limite maximale supplémentaire de l'huile d'olive vierge extra. Cependant après 6 mois de stockage une augmentation significative ($P < 0,05$) de K232 est notée, pour les huiles P2 et M3 les valeurs dépassent la limite fixée par la norme (2,63 et 2,59 respectivement). Ces valeurs diminuent une fois de plus au 9^{ème} mois de stockage. Après 12 mois de stockage, les huiles d'olive correspondent à la catégorie des huiles extra-vierges.

Comme indiqué précédemment, l'indice de peroxyde des huiles a diminué à mesure que l'oxygène disponible s'épuisait, ainsi que les valeurs de K232.

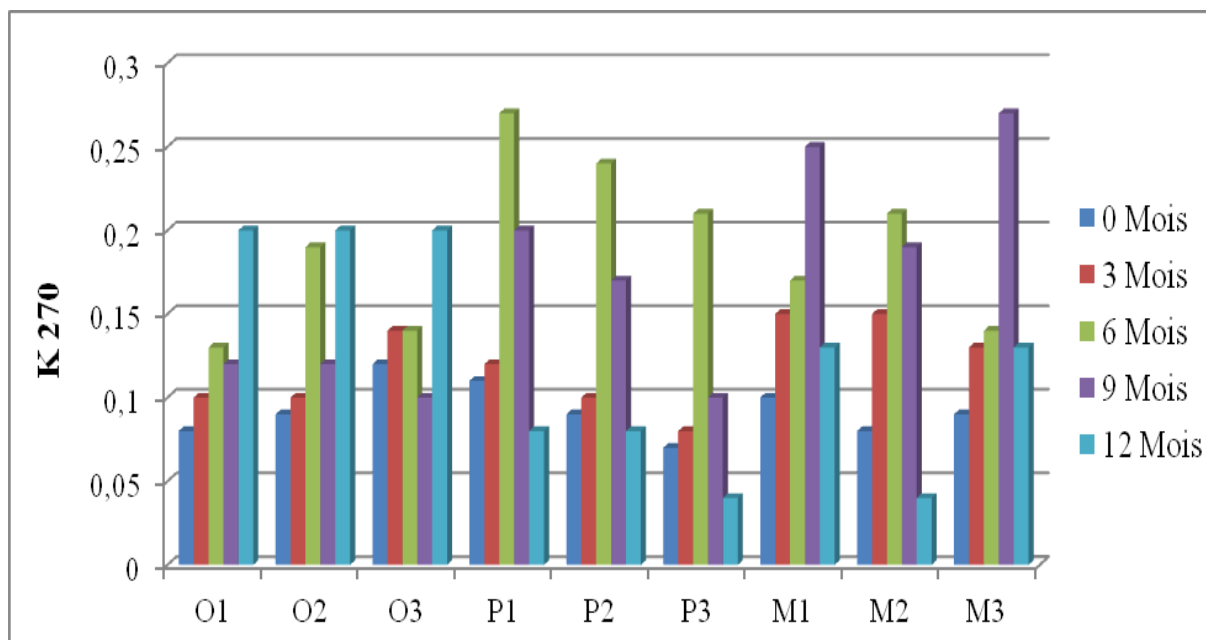


Figure 21: L'évolution de K270 des huiles d'olive extra-vierges au cours de leur stockage.

Au cours de stockage, une augmentation significative de K270 a été notée comme étant lente au début puis rapide ($P < 0,001$). Les huiles de la plaine ont atteint leurs valeurs maximales de K270 après 6 mois de stockage dont l'huile P1 a dépassé la limite avec une valeur de 0,24, les huiles de la montagne ont noté une augmentation après 9 mois de stockage la valeur maximale est observée pour les huiles M1 et M3 (0,25 et 0,27 respectivement). Cependant, après 12 mois de stockage les valeurs de K270 diminuent, elles varient de (0,04 à 0,08) pour les huiles de la plaine et de (0,04 à 0,13) pour celles de la montagne, mais les huiles d'Oran ont atteint la valeur maximale de 0,20 (proche de la limite autorisée). Les huiles d'olive étudiées conservent la catégorie d'huile d'olive « vierge extra ».

Ceci est en accord avec la littérature (Caponio et al., 2005) où il a mentionné que les huiles conservées à l'obscurité contenaient principalement des produits d'oxydation primaire (K232), tandis que les huiles conservées à la lumière contenaient des produits d'oxydation secondaire (K270). La moindre altération oxydative dans l'obscurité pourrait être liée à l'effet antioxydant des pigments naturels agissant en synergie avec les phénols. Il est intéressant de noter que l'indice K232 augmente avec l'IP alors que la diminution de l'IP est suivie par l'augmentation de K270 (Escudero et al., 2016).

2.3. Pigments (caroténoïdes et chlorophylles)

Les figures 22 et 23 montrent respectivement l'évolution de la teneur en caroténoïdes et en chlorophylles des huiles d'olive au cours de leur stockage.

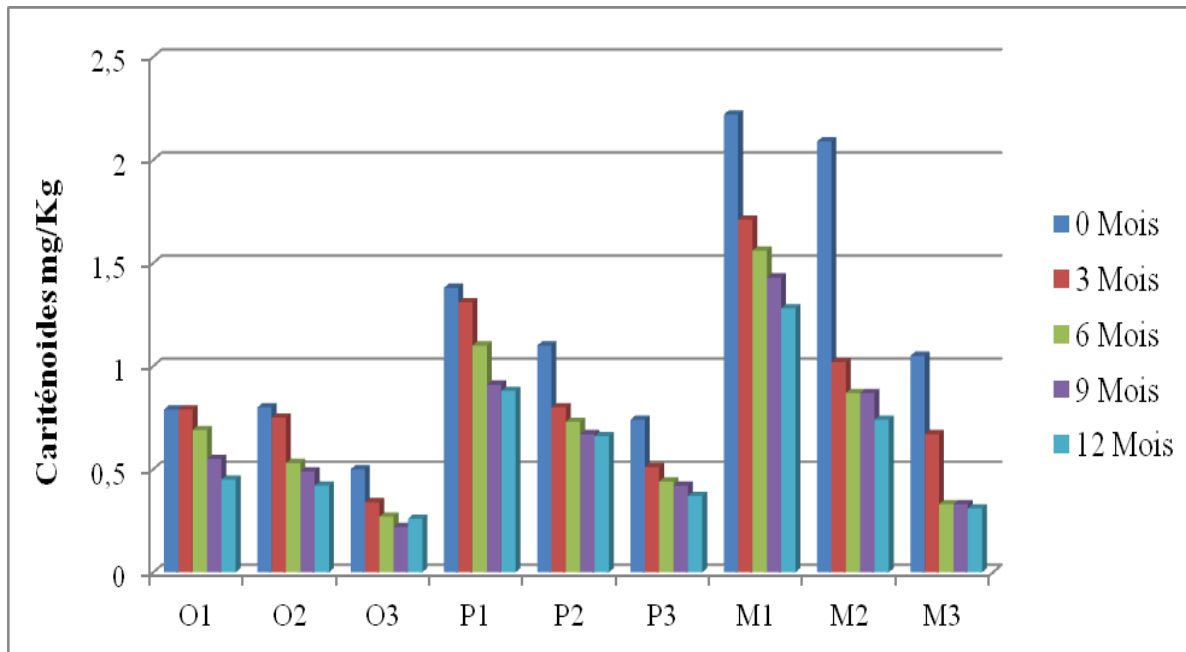


Figure 22: L'évolution de la teneur en caroténoïdes des huiles d'olive extra-vierges au cours de leur stockage

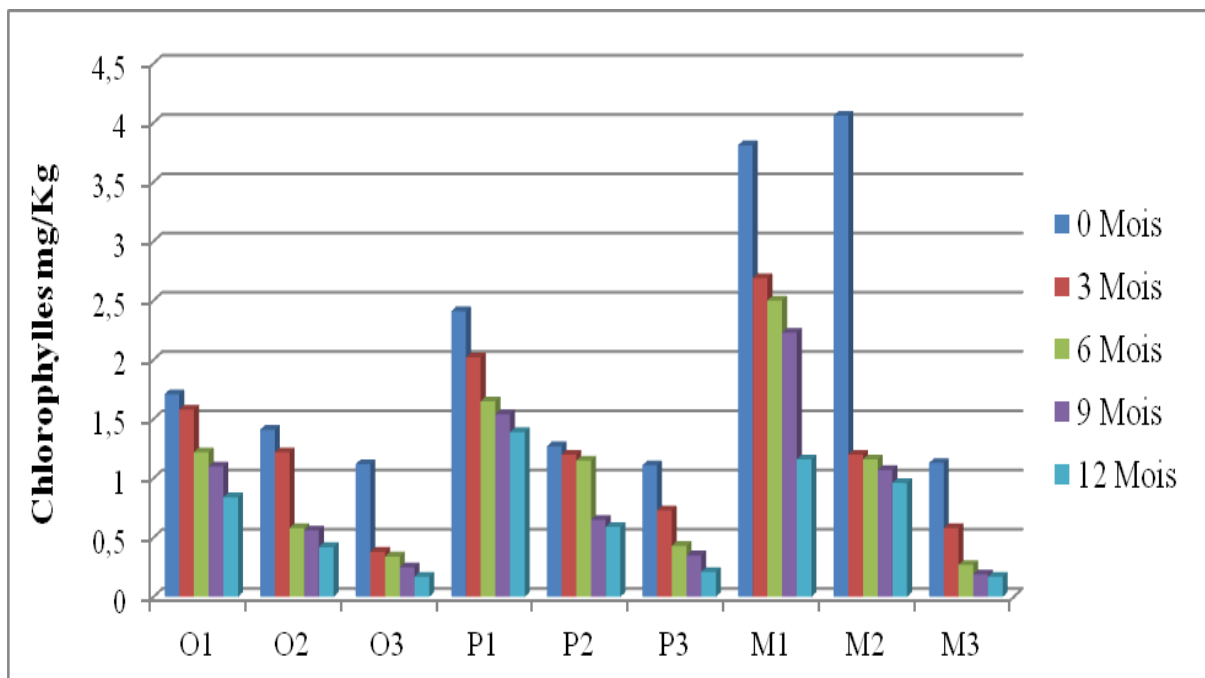


Figure 23: L'évolution de la teneur en chlorophylles des huiles d'olive extra-vierges au cours de leur stockage.

Étant donné que les chlorophylles agissent en tant qu'antioxydants dans l'obscurité, de ce fait leur présence dans les huiles est très importante (Malheiro et al., 2013)

La figure 23 nous montre que les teneurs des huiles en caroténoïdes et en chlorophylles diminuent progressivement et d'une manière significative ($P < 0,001$) pendant le stockage. Les résultats suggèrent que les huiles conservées dans des flacons en verre fumé sont un peu stables, ces résultats accordent avec ceux trouvés par Caponio et al (2005) et Ben Takaya et Hassouna (2005) ou ils ont observés qu'après 3 mois de stockage, les taux des pigments chlorophylliens dans des échantillons conservés à l'obscurité chutent lentement.

On remarque aussi que les huiles de la montagne sont les très riches en pigments (caroténoïdes et chlorophylles), cela signifie que la région (altitude) influe sur le temps de stockage des huiles et donc sur leur qualité.

Après 12 mois de conservation, on remarque que les huiles extraites des olives vertes (premier stade de récolte D1) ont des valeurs plus élevées en pigments que les huiles extraites des olives mûres (D3).

2.4. Teneur en composés phénoliques totaux

Les résultats de l'évolution des différentes concentrations en composés phénoliques des huiles étudiées sont illustrés dans la figure 24

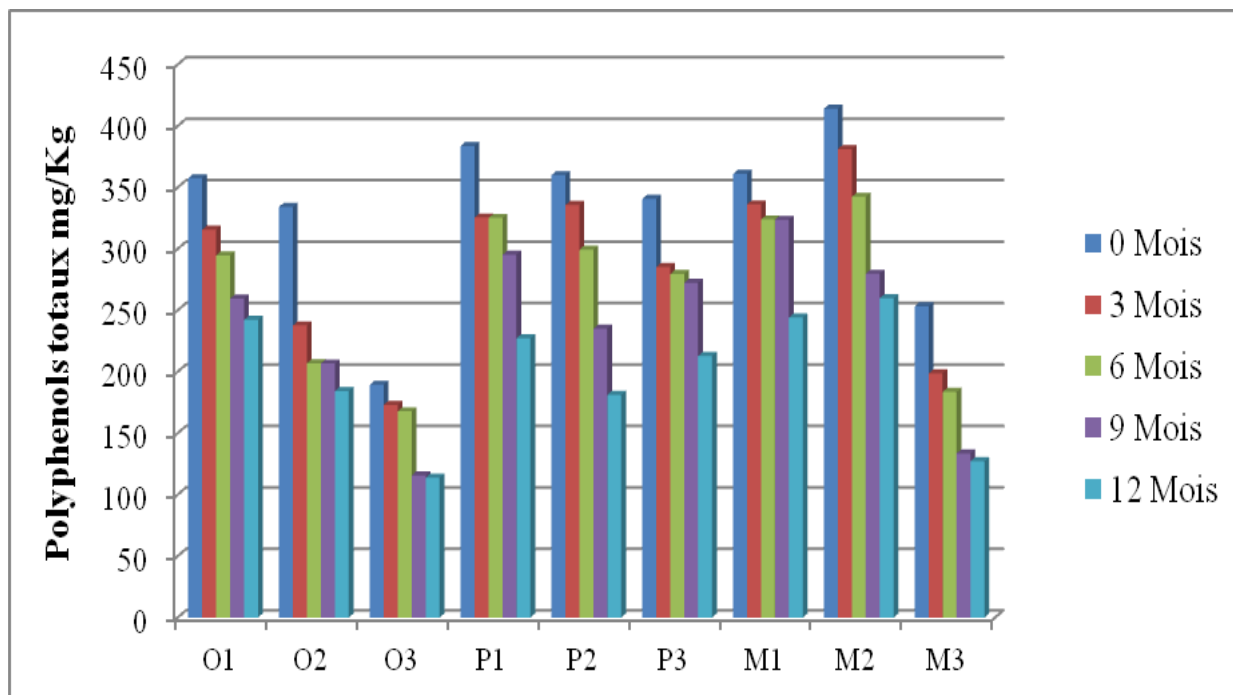


Figure 24: L'évolution de la teneur en composés phénoliques totaux des huiles d'olive extra-vierges au cours de leur stockage.

La quantité des composés phénoliques dans l'huile d'olive est un facteur important pour la qualité et l'évaluation organoleptiques. Les polyphénols sont des antioxydants particulièrement puissants, ils jouent un rôle important dans l'alimentation et la santé humaines (Bouaziz et al., 2004). En outre, la durée de conservation de l'huile est corrélée à la teneur en antioxydants naturels (Sevim et Tuncay, 2013). Les composés phénoliques retardent le processus de dégradation oxydative, prolongeant ainsi la durée de vie du produit (Gambacorta et al., 2010; Bouaziz et al., 2004). Le contenu phénolique total des huiles était significativement réduit pendant les 12 mois de stockage ($P < 0,001$). D'après Gomez-Alonso et al (2007) la diminution de ces composés est importante pour la variété Chemlal, cela est peu être dû à sa concentration initiale élevée en en composés phénoliques. Tandis que les huiles extraites des olives vertes provenant de haute altitude sont très riches en composés phénoliques.

Ce changement est une suite du processus de dégradation et de décomposition des composés phénolique et de leur activité oxydative causée éventuellement par l'augmentation de la température pendant le stockage (Méndez et Flaqué, 2007).

2.5. Profil des acides gras

L'oxydation des lipides est une réaction de détérioration majeure qui affecte la qualité des huiles et par conséquent, constitue une préoccupation majeure pour les transformateurs et les consommateurs (Dabbou et al., 2011). La teneur en acides gras a été respectée dans les intervalles requis par la réglementation de (COI) dans tous les échantillons d'huile d'olive analysés.

Tableau 13 : Teneurs des huiles d'olive vierges extra en acide palmitique C16 :0

Échantillons		0 mois	6 mois	9 mois	12 mois
Oran	O1	18.67	18.97	18.47	18.44
	O2	18.93	19.28	18.03	18.22
	O3	18.37	19.13	18.22	18.37
Plaine	P1	16.97	17.38	16.47	17.10
	P2	16.61	17.11	16.28	16.68
	P3	16.93	17.08	16.67	16.53
Montagne	M1	17.04	17.07	16.39	16.87
	M2	16.13	16.07	15.74	15.83
	M3	16.10	17.76	16.68	16.34
Huile d'Olive Vierge extra		7.5 – 20.0			

Tableau 14 : Teneurs des huiles d'olive vierges extra en acide oléique C18 :1

Échantillons		0 mois	6 mois	9 mois	12 mois
Oran	O1	61.87	61.95	61.49	61.40
	O2	60.58	61.58	60.15	60.02
	O3	58.56	59.16	57.23	57.79
Plaine	P1	64.73	64.14	63.80	62.37
	P2	63.83	63.55	62.43	62.34
	P3	61.19	59.90	59.89	58.83
Montagne	M1	66.64	65.26	64.21	63.66
	M2	65.17	65.36	64.65	64.36
	M3	54.62	56.28	55.59	55.64
Huile d'Olive Vierge extra		55.0 – 83.0			

Tableau 15 : Teneurs des huiles d'olive vierges extra en acide linoléique C18 :2

Échantillons		0 mois	6 mois	9 mois	12 mois
Oran	O1	9,48	9.48	9.46	9.48
	O2	10,56	10.76	10.54	10.57
	O3	13,05	13.16	12.89	12.94
Plaine	P1	9,45	9.68	9.66	9.70
	P2	11,02	11.12	11.01	11.14
	P3	14,40	14.31	14.18	14.37
Montagne	M1	8.74	8.77	8.70	8.78
	M2	9,50	9.94	9.85	9.83
	M3	17.20	17.69	17.60	17.83
Huile d'Olive Vierge extra		3.5 – 21.0			

Aucune différence significative n'a été trouvée en ce qui concerne la teneur en acide palmitique pendant le temps de stockage. Cependant, pour la teneur en acide oléique, des valeurs significativement plus basses ($P < 0,001$) ont été trouvées pour les échantillons d'huiles O3, P3 et M3.

*Conclusión
générale Et
Perspectives*

Conclusion générale et perspectives

L'approche scientifique développée consiste en premier lieu à déterminer l'influence de l'altitude et de la date de récolte sur la composition chimique des huiles d'olive vierges extra Algérienne. La deuxième partie est menée sur la détermination de l'effet de certaines variables telles que l'altitude, la maturité des olives et le temps de stockage sur la qualité des huiles d'olive vierges extra. Cela entre dans le cadre de la caractérisation et la valorisation du patrimoine oléicole algérien. Il est nécessaire de tenir en compte des aspects liés à la qualité de l'huile, cette dernière dépend de certains facteurs intervenants depuis la formation du fruit jusqu'à sa consommation. La date de la récolte qui a révélé que la récolte se fait lorsque les olives sont à 60% noires, 20% verts et 20% violets. Alors que certains oléiculteurs s'appuient sur une date fixe correspondant généralement aux vacances scolaires de l'hiver (en mois de décembre) pour lancer la cueillette des olives.

Au cours du processus de maturation, le fruit subit plusieurs modifications tant physiques que chimiques. Ils entraînent une diminution des pigments, une modification des taux de composés phénoliques et du profil des acides gras. La modification de ces composants peut être pertinente sur le plan commercial, car elle affecte le potentiel de conservation ainsi que les caractéristiques sensorielles de l'huile. Ces recherches ont montré que le niveau d'acide oléique tend à diminuer et que l'acide linoléique augmente progressivement à mesure que les olives mûrissent. Cependant, les paramètres chimiques étudiés (acidité libre, indice peroxyde et absorption spectrophotométrique K232 et K270) sont conformes aux valeurs fixées par le Conseil oléicole international (COI) pour les huiles d'olive extra-vierge pour les trois régions et tout au long du processus de maturité. Sur la base de l'évolution des paramètres de qualité et afin d'obtenir des EVOO Chemlal de haute qualité chimique, le moment de la récolte est le plus approprié pour la cueillette des olives aux alentours de la deuxième quinzaine d'octobre pour les olives d'Oran et de la deuxième quinzaine de décembre pour les olives de la plaine et celles de la montagne.

Dans l'ensemble, on peut conclure de cette étude qu'après une période de stockage de 12 mois, les huiles d'olive ont conservé leur catégorie « vierge extra » malgré que les paramètres physico-chimiques aient considérablement augmenté. Toutefois, les teneurs en caroténoïdes, en chlorophylle et en composés phénoliques totaux des huiles d'olive ont diminué. Les conditions climatiques (altitude) pourraient être responsables de cette différence de teneur en

antioxydants. Le profil des acides gras des huiles d'olive vierges extra montre une bonne stabilité pendant la période de stockage.

D'après analyse des données, on peut constater que les huiles M2 et P3 présentent une grande stabilité, car elles présentent une teneur élevée en composés phénoliques et en pigments. Les huiles d'Oran sont un peu plus stables que d'autres, même si le verger a été bien suivi et traité (engrais et irrigation régulière). La maturité des olives, l'altitude et le temps de stockage ont eu une influence sur la composition chimique de l'huile lors du stockage à température ambiante. Une diminution significative ($p < 0,05$) des composés phénoliques, des caroténoïdes et de la chlorophylle a également été constatée.

Il a été démontré que même les huiles ayant le plus grand potentiel de résistance à l'oxydation ou à la dégradation sont susceptibles de perdre de la qualité lorsqu'elles se conservent. Cette information est importante pour l'industrie, car, au cours de la vie d'une huile, le stockage de l'huile est effectué par différentes personnes et les conditions de stockage défavorables auront un effet néfaste sur l'huile.

Comme ces analyses sont relativement nouvelles et exclusives, ce projet a été une bonne occasion d'observer les modifications des paramètres physico-chimiques pendant le stockage et d'évaluer leur utilité pour la détermination de la qualité de l'huile d'olive. Cependant, ces résultats restent partiels et d'autres travaux s'imposent sur l'ensemble des composés présents dans les extraits (orthodiphénols, tocophérols, ... etc.)

Aussi, il serait intéressant de :

- ✚ Étaler le travail de la caractérisation des paramètres physico-chimiques à l'ensemble des variétés Algérienne;
- ✚ Créer une cellule professionnelle de dégustation.
- ✚ Établir l'influence du système d'extraction (continu ou discontinu) sur le rendement en huiles, qualité organoleptique et durée de stockage ;
- ✚ Vérifier l'influence de la température de stockage sur la durée de vie d'une huile d'olive.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

A

- Ait Yacine Z. (2001). Etude des facteurs déterminant la meilleure période de récolte des olives (var. Picholine marocaines) Destinées à la trituration dans le TADLA. Thèse de Doctorat d'état ès-Sciences, Université Mohamed I, Faculté des Sciences, Oujda. p : 1-106.
- ADE. Evaluation des impacts des principales mesures de l'OCM dans le secteur de l'huile d'olive. s.l.s.n. 2002, 192 p.
- Alais C, Linden G et Miclo L. (1999). Lipides. In : Biochimie alimentaire. Ed Dunod, 51-71.
- Allalout A, Krichène D, Methenni K, Taamalli A, Oueslati I, Daoud D, Zarrouk M (2009) Characterization of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. Science Horticultural 120: 77–83.
- Al- Maaitah K, AIAbsi M, Al-Rawshadeh A. (2009). Oil Quality and Quantity of Three Olive Cultivars as Influenced by Harvesting Date in The Middle and Southern parts of Jordan. International Journal of Agricultural-Biology, 11(3), P 266 – 272.
- Amarni B. (2011). Algérie: Production d'huile d'olive –Pas de place pour les nouvelles techniques de transformation / La Tribune / 17/01/2011.
- Amirante P, Dugo G et Gomez T. (2002). Influence of technological innovation in improving the quality of extra virgin olive oil. *Olivae*, 93 :34-42.
- Andreo, AI, Doval MM, Romero AM, Judis MA. (2003). Influence of heating time and oxygen availability on lipid oxidation in meat emulsion. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 105,207-213.
- Andrews P, Busch JLCH, Joode TD, Groenewegen A et Alexandre H. (2003). Sensory properties of virgin olive oil polyphenols: identification of deacetoxy-ligstroside agglycon as a key contributor to pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (5), pp 1415-420.
- Aparicio R, Morales MT. (1994). Optimization of a dynamic headspace technique for quantifying virgin olive oil volatiles. Relationship between sensory attributes and volatile peaks. *Food Qual Pref* 5: 109-114.

- Aranda F, Gómez-Alonso S, Rivera dellamo R.M, Salvador M.D, Fregapane G. (2003). Triglyceride, total and 2-position fatty acid composition of Cornicabra virgin olive oil. Comparison with other Spanish cultivars. *Food Chemistry* 86: 485-492.
- Arslan D, Schreiner M. (2012). Chemical characteristics and antioxidant activity of olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province. *Science Horticulturae* 144: 141–152.

B

- Baccouri B , Zarrouk W, Krichene D, Nouairi I, Ben Youssef N, Daoud D et Zarrouk M (2007). Influence of fruit Ripening and Crop Yield on Chemical Properties of Virgin Olive Oils from Seven Selected Oleasters (*Olea europea* L.). *Journal d'Agronomie*, 6: 388-396.
- Baccouri O, Guerfel M, Baccouri B et Cerretani L. (2008). Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, 109: 743-754.
- Ballus CA, Meinhardt AD, de Souza Campos Jr, de Oliveira da Silva LF, de Oliveira, AF. & Godoy HT. (2014). A quantitative study on the phenolic compound, tocopherol and fatty acid contents of monovarietal virgin olive oils produced in the southeast region of Brazil. *Food Research International*, 62, 74-83
- Barranco D et Rallo L. (2005). Epocas de Floracido y Maduracion. Chap.5. in variedades de olivo en Espana (Libro II). Junta de Andalucia (MAPA) Ed. Munidi-Prensa / Madrid.
- Beltrán G, Aguilera MP, Del Rio C, Sanchez S et Martinez L. (2005). Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*, 89: 207-215.
- Beltran G, Jimenez A, del Rio C, Sanchez S, Martinez L, Uceda M and Aguilera MP. (2010). Variability of vitamin E in virgin olive oil by agronomical and genetic factors. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 633–639.
- Bendini A, Cerretani L, Carrasco-Pancorbo A, Gómez-Caravaca AM, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A et Lercker G. 2007. Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12:1679-1719.

- Ben Hassine K, Bouchoucha S et Kamoum N. (2007). Impact de la variété et du système d'extraction de l'huile d'olive sur les préférences consommateurs. Institut de l'olivier de Sfax, Institut National Agronomique en Tunisie.
- Benhayoun G et Lazzeri Y. (2007). L'olivier en Méditerranée : du symbole à l'économie. Editions L'Harmattan. Paris, - p137. PP17.
- Bengana M, Bakhouch A, Lozano-Sánchez J, Amir Y, Youyou A, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. (2013). Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil. *Food Research* 54: 1868–1875
- Benlemlih M, Ghanam J et Joyeux H. (2012). Polyphénols d'huile d'olive, trésors sante, p128.
- Ben Tekaya I et Hassouna M. (2005). Etude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *OCL* ; 12(5-6) : 447-454.
- Ben Tekaya I et Hassouna M. (2007). 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*, 14 :60-67.
- Ben Temime S , Taamalli W, Baccouri B, Abaza L, Daoud D et Zarrouk M. (2006). Changes In Olive Oil Quality of Chetoui Variety According to Origin of Plantation. *Journal of Food Lipide*, 13: 88–99.
- Ben Youssef N, Zarrouk W, Carrasco-Pancorbo A, Ouni Y, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Daoud D, Zarrouk M. (2010). Effect of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of chétoui virgin olive oil. *Science of Food and Agriculture* 90: 199–204.
- Besnard G, Berville A. (2005). Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea* L.) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.
- Berbert AA, Kondo CR, Almendra CL, Matsuo T, Dichi I. (2005). Supplementation of fish oil and olive oil in patients with rheumatoid arthritis. *Nutrition*; 21:131-6.
- Bianchi G. (1999). Extraction Systems and olive oil. *OCL*, 6: 49 - 55.
- Bouaziz M, Chamkha M, Sayadi S. (2004). Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *J Agric Food Chem* 52: 5476-5481.

- Boudi M. (2012). Mouvement d'acteurs et valorisation des produits du terroir : cas de la wilaya de Bejaia. In Revue des Régions Arides n° 28 numéro Spécial, P 339- 347.
- Boukachabine N, Ajana H et El Antari A. (2011). A study of fatty acid and triglycerides oils composition and quality parameters of five autochthon olive varieties in Morocco. *Lebanese Science Journal*, 1 (2): 45-63.
- Boulouha B. (2006). Forum Oléa, Marrakech, 25 May.
- Boussadia O, Ben Mariem F, Mechri B, Boussetta W, Braham M, et Ben El Hadj S. (2008). Response to drought of two olive tree cultivars (cv. Koroneki and Mrski). *Scientia Horticulturae* 116: 388-393.
- Boutkhal S, (2012) - Les principales maladies fongiques de l'olivier (*Olea europea*) en Algérie : répartition géographique et importance. Thèse de Magistère, Univ. Oran, P133.
- Brenes M, Garcia A, Garcia P, Rios JJ et Garrido A. (1999). Phenolic compounds in Spanish olive oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (9):3535-3540.
- Brimberg UI, Kamal-Eildin A. (2003). On the kinetics of autoxidation of fats: influence of pro-oxidants, antioxidants and synergists. *Eu.J.Lipid.Technol* 105,83-91.
- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales . 4^{ème} édition. Lavoisier, pp 717- 719

C

- Caponio F, Pasqualone A, and Gomes T. (2005). Changes in the fatty acid composition of vegetable oils in model dough's submitted to conventional or microwave heating," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 38, no. 4, pp. 481–486, 2005
- Carrasco-Pancorbo A, Gómez-Caravaca AM, Cerretani L, Bendini A, Segura-Carretero A et Fernández-Gutiérrez A. (2006). Rapid quantification of the phenolic fraction of spanish virgin olive oils by capillary electrophoresis with UV detection. *Journal Agricultural and Food chemistry*, 54: 7984-7991.
- Castaneda-Ovando A, Paez-Hernandez E, Rodriguez J.A et Galan-Vidal Andrés.(2009). Chemical studies of anthocyanins : A review. *Food Chemistry*, 113, PP 859-871.

- Çavusoglu A et Otkar A. (1994). Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 52 :18-24.
- Cerretani L, M Salvador, A Bendini. et G Fregapane. (2008). Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oil. *Chemosensory Perception*, 1: 258-267.
- Chanforan C. (2010). Stabilité de micro-constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de doctorat, université d'Avignon et des pays de Vaucluse académie d'Aix-Marseille. pp 388.
- Chimi H. (2006). Technologies d'extraction de l'huile d'olive et de gestion de sa qualité. Bulletin mensuel d'Information et de Liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture PNTTA. 141 : 1-4.
- Chimi H et Ouaouich A. (2007). Guide du producteur de l'huile d'olive (Projet de développement du petit entrepreneuriat Agro-Industriel dans les zones périurbaines et rurale des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc). UNIDO, PP 1-29
- Choi SW, Benzie IF, Collins AR, Hannigan BM. and Strain JJ. (2004). Vitamins C and E: acute interactive effects on biomarkers of antioxidant defense and oxidative stress. *Mutat Res*, 551, 109–17.
- Cichelli A et Pertesana GP. (2004). High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oil: chemometrics approach to variety classification. *Journal of chromatography*, 1046:141-146.
- Clément T, Nocentini L et Latruberce M. (2009). Rapport final – Evaluation des instruments du secteur oléicole dans le cadre de la PAC. *Agrosynergie* - Novembre 2009
- Communauté Economique Européenne. (1991). Règlement (CEE) N°2568/91 de la commission du 11 juillet 1991 .Relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférent : 27-30

- Clodoveo ML. (2012). Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and Future. *Trends in Food Science et Technology* 25, 13-23.
- Conde C, Delrot S et Geròsa H. (2008). Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1545-1562.
- Conference des Nations Unies sur le Commerce et le Developpement (CNUCED). (2005). Accord international de 2005 sur l'huile d'olive et les olives de table. Nations Unies TD/OLIVE.OIL.10/6.
- Conseil Oléicole International (COI). 2007 - Technique de production en oléiculture. Espagne, p 334.
- Conseil Oléicole International (COI). (2007). Analyse sensorielle de l'huile d'olive: méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge. COI/T.20/Doc.n°15/Rev.2. Septembre 2007.
- Conseil Oléicole International (COI, 2013) - Estimations pour 2013/14, market newsletter no 76 – October 2013, p 6.
- Conseil Oléicole International (COI, 2015). World Olive Oil Figures. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>
- Conseil Oléicole International. (COI, 2016). NEWSLETTER – MARCHÉ OLÉICOLE N° 110
- Conseil Oléicole International. (COI, 2017). NEWSLETTER – MARCHÉ OLÉICOLE N° 119 – Septembre 2017
- Criado MN, Motilva MJ, Goñi M et Romero MP. (2007). Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from Arbequina and Farga cultivars. *Food Chemistry*, 100: 748–755.
- Cunha SS, Fernandes JO et Oliveira MBPP. (2006). Quantification of free and esterified sterols in Portuguese olive oils by solid-phase extraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 1128: 220–227.
- Cuvelier M-E et Maillard M-N. (2012). Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 19 (2) : 125-132.

D

- Dabbou S, Gharbi I, Brahmi F, Nakbi A, Hammami M. (2011). Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. 10 (74): 16929-16936.
- Dag A, Kerem Z, Yogev N, Zipori I, Lavee S and Ben-Davida E. (2011). Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127:358–366.
- De Faveri D, Aliakbarian B, Avogadro M, Perego P et Converti A. 2008. Amélioration d'huile d'olive composés phénoliques contenus par le biais de formulations enzymatiques: *Biochemical Engineering Journal*, 41: 149-156.
- Dilmi-Bouras AK. (2004). Lipides. In *Biochimie alimentaire*. Ed: Office des publications universitaires, Alger, PP 35-106
- Douzane M, Nouani A, Brahimi A, Bellal MM. (2010) Influence of the Variety, the Oleiculture Campaign and the Region on the Fatty Acid Composition of Some Algerian Virgin Olive Oils. *European Journal of Scientific Research* 46 : 339-351.µ
- Doveri S et Baldoni L. (2007). Fruit and Nuts .Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Ed «C. Kole», 4, pp 253-264.
- DSASI (2015). Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Informations. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale. Bejaia.
- Duriez JM. (2004). Guide du planteur d'oliviers. Ed. Languedoc-Roussillon, p 22.

E

- EC. (2002). Regulation n°769 of 6 May 2006 on change EC-Regulation .2568/91.Official J.L.128/815/05/02.2002. Bruxelles.
- El Antari A, Hilal A, Boulouha B et El Moudni A. (2000). Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimique de l'huile d'olive vierge au Maroc. *Olivae*, 80. PP 29-36.
- Escudero A, Ramos N, La Rubia MD, and Pacheco R. (2016). Influence of Extreme Storage Conditions on Extra Virgin Olive Oil Parameters: Traceability Study. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 7506807 : 1-10
- Esti M, Contini M, Moneta E and Sinesio F. (2009). Phenolic compounds and temporal perception of bitterness and pungency in extra virgin olive oils: Changes occurring throughout storage. *Food Chemistry*, 113: 1095-1100.

F

- Favati F, Caporale G and Bertuccioli M. (1994). Rapid determination of phenol content in extra virgin olive oil. *Grasas Y Aceites*, 45 :68-70.

G

- Gambacorta G, Faccia M, Previtali MA, Pati S and La Notte E. (2010) Effects of olive maturation and stoning on quality indices and antioxidant content of extra virgin oils (cv. Coratina) during storage. *J Food Sci* 75: C229-C235.
- Gandul-Rojas B, Roca-L M, Minguez-Mosquera MI. (2000). Use of Chlorophyll and Carotenoid Pigment Composition to Determine Authenticity of Virgin Olive Oil. *JAOCS*. 77: 853-858.
- Garcia A, Brenes M, Garcia P, Garrido A. (2003). Phenolic content of commercial olive oils. *European Food Research and Technology*. 216 (6): 520-525.
- Gazeau G. (2012). Fertilisation des Olivers. (9) : 4.
- Ghezlaoui M. (2011). Influence de la variété, nature du sol et les conditions climatiques sur la qualité des huiles d'olive des variétés Chemlal, sigoise et d'Oléastre dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Magister. Université Tlemcen, p 213.
- Ghanbari R, Anwar F., Alkharfy KM, Gilani AH and Saari N. (2012). Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)-a review. *Int. J. Mol. Sci.*, 13(3), 3291-340
- Gimeno E, Castellote AI, Lamuela-Raventos RM, De la Torre MC and Lopez-Sabater MC. (2002). The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolic, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78: 207–211.
- Gómez-Alonso A, Mancebo-Campos V, Desamparados Salvador M, Fregapane G. (2007). Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature, *Food Chemistry*, 100: 36–42.
- Graille J. (2003). Aspect nutritionnelle des lipides. In *lipides et corps gras alimentaires*. Ed : Lavoisier, Tec. Et Doc, Paris, PP 37-47.
- Granier G. (2006). Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelle et organoleptiques. *Domaine de Pierredon*, 42 : 1-14.

- Grati Kamoun N. (2007). Etude de la diversité génétique de l'olivier en Tunisie – Approche pomologique, chimique et moléculaire. Thèse de doctorat en sciences biologiques – Institut de l'olivier. Faculté des sciences de Sfax / Université de Sfax. 68-70.
- Greven M, Neal S, Green S, Dichio B and Clothier B. (2009). The effects of drought on the water use, fruit developments and oil yield from young olive trees. *Agricultural Water Management*. 96: 1525-1531.
- Gutierrez-Rosales F, Jimenez B, Ruiz A, Albi MA. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *Agriculture and Food Chemistry* 47,121–127.
- Gutierrez-Rosales F, Riaos J.J et Gomez-Rey ML. (2003). Main polyphenols in the bitter taste of virgin olive oil. structural confirmation by on-line high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:6021-6025.
- Gutierrez-Rosales F, Romero MP, Casanovas M, Motilva JM, Mí-ñguez-Mosquera MI. (2010). Metabolites involved in oleuropein accumulation and degradation in fruits of *Olea europaea* L. Ho-jiblanca and Arbequina varieties. *Agriculture and Food Chemistry* 58: 12924–12933.
- Ghedira K. (2008). L'olivier. *Journal de la phytothérapie*, vol. 6, pp. 83-89.

H

- Hammadi C (2006). Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Rabat*, N°141.
- Hannachi H, M'sallem M, Benalhadj S, El-Gazzah M. (2007). Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies* 330, p 135-142.
- Harwood J et Aparicio-Ruiz R. (2000). *Handbook of olive oil: analysis and properties*. Gaithersburg Maryland, USA: Aspen publications, Inc. 620 pages.

I

- Idrissi A, Ouazani N. (2006). Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea*.L), FAO –Biodiversity, 136 p 1-10.
- Inarejos-García AM, Fregapane G and Salvador MD. (2011). Effect of crushing on olive paste and virgin olive oil minor components. *Eur Food Res Technol.*, 232, 441–451.

J

- José L, Quiles M, Ramirez-Tortosa C et Yaqoob P. (2006). Chemical Composition, Types and Characteristics of Olive Oil. In *olive oil and health*, 402: 45-62.

K

- Kachouri F et Hamdi M. (2006). Use *Lactobacillus plantarum* in olive oil process and improvement of phenolic compounds content. *Journal of Food Engineering.* 77: P 746-752.
- Kasleskind A. (1992). Propriétés physiques des corps gras. In *Manuel des corps gras*. Ed : Lavoisier, Tec et Doc, Paris, PP 433-524.
- Kavallari A, Maas S et Schmitz M. 2011. Examining the determinant of olive oil demand in non-producing countries: evidence from Germany and the UK. *Journal of Food Products Marketing.* Vol. 17, no.2-3, pp. 335- 372.
- Kritsakis A, Kanavouras A et Kritsakis K. (2002). Chemical analysis, quality control and packaging issues of olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:628-638.

L

- Labaali K. (2009). Caractéristiques chimiques du sol des oliviers en période de fin floraison et début nouaison. *Mémoire ing. Agronomie, Univ. Cadi Ayad, Marrakech*, p 56.
- Lamani O et Ilbert H. (2016). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie ? *Journal of New Mediteranea*, 15 (3) P19 – 28.

- Lazzez A, Cossentini M et Kanay B. (2006). Etude de l'évolution des stérols des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus de maturation. *Journal de la société chimique de Tunisie*, 8 : PP 21-32.
- Limón P, Malheiro R, Casal S, Acién-Fernández FG, Fernández-Sevilla JM, Rodrigues N, Cruz C, Bermejo R and Pereira JP. (2015). Improvement of stability and carotenoids fraction of virgin olive oils by addition of microalgae *Scenedesmus almeriensis* extracts. *Food Chemistry*, 175, 203-211.
- Loussert R et Brousse G. (1978). *L'olivier* G.P. Maisonneuve et Larousse. France.PP. 1-127- 164- 283.

M

- Mahjoub FH, Manai H, DaoudD, Fernandez X, Lizzani-Cuvelier L, Zarrouk M. (2006). Profiles of volatile compounds from some monovarietal Tunisian virgin olive oils. Comparison with French PDO. *Food Chemistry*, Vol. 103, Issue 2, p: 467-476.
- Malheiro R, Casal S, Teixeira H, Bento A, Pereira JA. (2013). Effect of Olive Leaves Addition during the Extraction Process of Overmature Fruits on Olive Oil Quality. *Food Bioprocess Tech* 6: 509-521.
- Manai-Djebali H, Krichene D, Ouni Y, Gallardo L, Sánchez J, Osorio E, Daoud D, Guido F and Zarrouk M. (2012). Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 27, 109-119.
- Marc F (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecine /Science*. 20 : p458-463.
- McDowell LR. (2000). *Vitamins in Animal and Human Nutrition*. Ames: Iowa State University Press.
- Mendez AI et Flaqué E. (2007). Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Control* 18 (5): 521-529.
- Mendil M et Sebai A. (2006). Catalogue des variétés algériennes de l'olivier Eds. *Aperçus sur le patrimoine génétique Autochtone*. P7-11.
- Mendil M et Sebai A. (2006). *L'Olivier en Algérie*. Institut Technique de L'Arboriculture Fruitière et de la Vigne, Argel, Algeria. 48-86.
- Mendil M. (2009). *L'oléiculture : Expériences algériennes*. Filaha Innove, 1111, 4762, p 06.

- Merouane A, Noui A, Medjahed H, Nedjari Benhadj AK, Saadi A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *Biological and Chemical Sciences* 8: 1865-1870.
- Mouawad M. (2005). Effet de l'altitude, sol et pressoir sur la qualité d'huile d'olive. Mémoire de master en biochimie. Usek, pp. 1,7-14, 23-28.
- Mínguez-Mosquera MI, Rejano L, Gandul B, Sanchez AH, Garrido J. (1991). Color pigment correlation in virgin olive oil. *American Oil Chemists' Society* 68: 332–336.
- Murkovic M, Lechner S, Pietzka A, Bratacos M et Katzogiannos E. (2004). Analysis of minor components in olive oil. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 61 (1-2), pp 155-160.
- Murry Mc. (1998). Biomolécule : lipides et acides nucléiques in *Chimie organique*. Ed. «Dunod» Paris, PP 508-510.

N

- Naghshineh M, Ariffin AA ,Ghazali HM, Mirhosseini H, Kuntom A, Mohammad AS. (2009). Effect of saturated/unsaturated fatty acid ratio on physicochemical properties of palm olein–olive oil blend. *American Oil Chemists' Society* 87: 255–262.
- Nouad. (2004). L'huile d'olive, un créneau pour l'exportation. *PME*, 23 : 20- 21

O

- Ocakoglu D, Tokatli F, Ozen B et Korel F. (2009). Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chemistry*. 15 (2), pp 401-410.
- Osawa CC, Gonçalves LAG, Sidnei Ragazzi S. (2007) Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid tests and by the official method. *Food Composition and Analysis* 20 : 523–528
- Ouaouiche A et chimi H. (2007). Guide de producteur de l'huile d'olive. Ed. «Onud» Vienne, 1-34.
- Ouesselati I, Anniva C, Daoud D, Tsimidou M Z et Zarrouk M. (2009). Virgin olive oil (VOO) production in Tunisia: The commercial potential of the major olive varieties from the arid Tataouine zone. *Food Chemistry*,112:733-741.

- Owen RW, Mier W, Giacosa A, Hull WE, Spiegelhalter B, Bartsch H. (2000). Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem. Toxicol.* 38: 647-59.

P

- Pereira J A, Casal S, Bento A, Oliveira MBPP. (2002). Influence of olive storage period on oil quality of three Portuguese cultivars of *Olea europaea*, Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana. *J.Agric. Food Chem.* 50, 6335-6340.
- Perez-Jimenez F, Ruano J, Perez-Martinez P, Lopez-Segura Fet Lopez- Miranda J. (2007). The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Molecular Nutrition Food Research*, 51:1199-1208.
- Perona J S, Alonso A et Martinez-Gonzalez M. (2010). Virgin olive oil and blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 85:807-812.
- Pinatel C, Petit C, Ollivier D, Artaud J. (2004). Outil pour l'amélioration organoleptique des huiles d'olive vierges. *Oléagineux, corps gras, lipides*. Vol. 11, N° 3, p: 217-222.
- Pinelli P et Romani A. (2003). Minor polar compound and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany. *Food Chemistry*, 80: 331-336.
- Pirisi FM, Cabras P, Cao CF, Migliorini M and Magelli M. (2000). Phenolic compounds in virgin oil. 2. Reappraisal of the extraction HPLC separation, and quantification procedures. *Agricultural and Food Chemistry* 48: 1191–1196.
- Psomiadou E, Tsimidou M. (2001) Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Science of Food Agriculture* 81: 516.
- Psomiadou E , Tsimidou, M. (2002). Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies. *Agricultural and Food Chemistry*. 50, 716-721.

R

- Ranalli A, Ferrante ML, DeMattia G, Costantini N. (1999) Analytical evaluation of virgin olive oil of first and second extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 417–424.

- Roca M, Minguez-Mosquera M I. (2001) Change in the natural ratio between chlorophylls and carotenoids in olive fruit during processing for virgin olive oil. *American Oil Chemists' Society* 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.
- Ryan D. et Robards K. (1998). Phenolics compounds in olives. *Analyst*, 123:41-44.

S

- Saad D. (2009). Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d'olivier (*Olea europea* L.) et essai de leur application à des boutures semi-ligneuses. Mém. Magis. Univ. Oran. 98 p.
- Saitta M, Salvo F, Di Bella G et Loredana La Torre G. (2009). Minor compounds in the phenolic fraction of virgin olive oils. *Journal of Food Chemistry*. 112: 525-532.
- Salas J J, Sanchez J, Ramli U S, Manaf A M, Williams M et Harwood J.L. (2000). Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. *Progress in Lipid Research*, 39:151-180.
- Salvador M D, Aranda F, Fregapane G. (1999) Contribution of chemical components of Cornicabra virgin olive oils to oxidative stability. A study of three successive crop seasons. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76, 427–432.
- Salvador MD, Aranda F, Fregpane G (2001) Influence of fruit ripening on “Cornicabra” virgin olive oil quality a study of four successive crop seasons. *Food Chemistry* 73 : 45–53.
- Serra L. (2009). De l'huile d'olive surfine conditionnée dans des bouteilles en verre. Etude de la cargaison d'une épave coulée le 12 novembre 1839, au large des Aresquiers. *Revue d'études Héraultaises*, vol. hors série: 67-74.
- Schmitt T, Rakosy L. (2007). Changes of traditional agrarian landscapes and their conservation implications a case study of butterflies in Romania. *Diversity and distributions*. 13: 855-862.
- Sevim D, Tuncay O. (2013) Effect of Olive Leaves Addition before Extraction of Turkish Olive Cultivars on Olive Oil Minor Components and Antioxidant Activity. 2: 661 doi:10.4172/scientificreports.661

- Singleton V I, Othofer R et Lamuela-Raventos R M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299:152-178.
- Soler-Rivas C, Espin J C et Wichers H J. (2000). Oleuropein and related compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80 (7), pp 1013-1023
- Suárez M, Macià A, Romero M P and Motilva M J. (2008). Improved liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *J. Chromatogr. A*, 1214: PP 90-99.

T

- Tanouti K, Elamrani A, Serghini-Caid H, Khalid A, Bahetta Y, Benali A , Harkous M et Khair M. (2010). Caractérisation d'huile d'olive produites dans les coopératives pilotes (Iakaram et Kenine) au niveau du Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, 5(18):18-26.
- Tanouti K, Serghini-Caid H, Chaieb E, Benali A, Harkous M, Elamrani A. (2011) Qualitative improvement of olive oils produced in eastern Morocco. *Laboratory technologies*. Volume 6, No. 22.
- Terral J, Durand A, Newton C, Ivorra S. (2009). Archéo-biologie de la domestication de l'olivier en Méditerranée occidentale: de la remise en cause d'une histoire dogmatique à la révélation de son irrigation médiévale. *Revue d'études Héraultaises*, vol. hors-série: 13-26.
- Talantikite M. (1988). Etude comparative des principales variétés d'huile d'olive d'Algérie, influence de raffinage sur leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles. Thèse de Magister. INA.
- Tovar M J, Paz Romero M, Girona J, Moltiva MJ. (2002) L-Phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea* L cv Arbiquina) fruit grown under different irrigation regimes. *Science of Food and Agriculture* 82: 892-898.
- Tsimidou M Z, Georgiou A, Koidis A and Boskou D. (2005). Loss of stability of "veiled" (cloudy) virgin olive oils in storage. *J. Food Chemistry*. Vol.93- Issue 3, p: 377 - 383.

U

- Uceda M et Hermoso M. (1998). La calidad del aceite d'oliva, in Barranco D, Fernández- Escobar R, Rallo L. (Eds.) El Cultivo del Olivo. Junta d'Andalucía, MAPA and Ediciones Mundi-Prensa, 547-572.

V

- Veillet S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.5-30. PP 153
- Vekiari S A, Papadopoulou P and Kiritsakis A. (2007). Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. *Grasas y Aceites*, 58 (3), Julio-Septiembre, 237-242, 2007
- Vichi S, Romeo A, Gallardo-Chacon J, Tous J, Lopez-Tamames E and Buxaderas S. (2009). Influence of olives storage conditions on the formation of volatile phenols and their role in off-odorformation in the oil. *J. Agri. Food Chem.* 57 : 1449-1455.
- Villa P. (2003). La culture de l'olivier. DE.vitthi.95 p
- Vinha A F, Ferreres F, Silva B M, Valentao P, Gonçalves A, Pereira J A, Oliveira M B, Seabra R M et Andrade P B. (2005). Phenolic profile of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influence of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*. 89 (4), pp 561-568.
- Vossen P. (2013). Growing olives for oil. R. Aparicio and J. Harwood (eds.). *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties* pp.19-56.

W

- Weinbrenner T, Fito M, Farre Albaladejo M, Saez GT, Rijken P, Tormos C, Coolen S, De La Torre R, Covas MI. (2004) Bioavailability of phenolic compounds from olive oil and oxidative/antioxidant status at postprandial state in healthy humans. *Drugs Exp Clin Res*; 30: 207-12.

Y

- Yun JM, Surh JH. (2012) Fatty acid composition as a predictor for the oxidation stability of Korean vegetable oils with or without induced oxidative stress. *Preventive Nutrition and Food Science* 17: 158–165.

ANNEXES

**FEUILLE DE PROFIL DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE
INTENSITÉ DE PERCEPTION DES DÉFAUTS :**

Chômé/lies _____

Moisi-humidité-terre _____

Vineux - Vinaigré _____

Acide – Aigre _____

Olive gelée (Bois humide) _____

Rance _____

Autres attributs négatifs _____

Descripteur: Métallique Foin sec Ver Grossier
 Saumure Cuit ou brûlé Margines
 Sparte Concombre Lubrifiants

INTENSITÉ DE PERCEPTION DES ATTRIBUTS POSITIFS :

Fruité _____

Vert Mûr

Amer _____

Piquant _____

Nom du dégustateur:

Code dégustateur:

Code de l'échantillon:

Signature:

Date:

Observations:

VOCABULAIRE SPÉCIFIQUE À L'HUILE D'OLIVE VIERGE

(COI/T.20/Doc.n° 15/Rév. 8)

1. Attributs négatifs

- Chômé/Lies** Flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie ou de l'huile restée en contact avec les « boues » de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves.
- Moisi – humide - terre** Flaveur caractéristique de l'huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures suite à un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité ou de l'huile obtenue d'olives ramassée avec de la terre ou boueuses et non lavées.
- Vineux-vinaigré** Flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre.
- Acide-aigre** Elle est due fondamentalement à un processus de fermentation aérobie des olives ou des restes de pâte d'olive dans des scourtins qui n'auraient pas été correctement lavés, de qui donne lieu à la formation d'acide acétique, d'acétate d'éthyle et d'éthanol.
- Rance** Flaveur des huiles ayant subi un processus d'oxydation intense.
- Olive gelée (Bois humide)** Flaveur caractéristique d'huiles extraites d'olives ayant fait l'objet d'un processus de congélation sur l'arbre.

2. Attributs positifs

- Fruité** Ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, verts ou mûrs, perçues par voie directe et/ou rétronasale.
- Amer** Goût *élémentaire* caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison, perçu par les papilles caliciformes formant le V lingual.

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

Liste des locutions en fonction de l'intensité de leur perception :

(COI/T.20/Doc. n° 15/Rév. 10)

Locution soumise à certificat d'analyse organoleptique	Médiane de l'attribut
Fruité	-
Fruité mûr	-
Fruité vert	-
Fruité léger	$\leq 3,0$
Fruité moyen	$3,0 < Me \leq 6,0$
Fruité intense	$> 6,0$
Fruité mûr léger	$\leq 3,0$
Fruité mûr moyen	$3,0 < Me \leq 6,0$
Fruité mûr intense	$> 6,0$
Fruité vert léger	$\leq 3,0$
Fruité vert moyen	$3,0 < Me \leq 6,0$
Fruité vert intense	$> 6,0$
Amer léger	$\leq 3,0$
Amer moyen	$3,0 < Me \leq 6,0$
Amer intense	$> 6,0$
Piquant léger	$\leq 3,0$
Piquant moyen	$3,0 < Me \leq 6,0$
Piquant intense	$> 6,0$
Huile équilibrée	Médiane de l'attribut amer et médiane de l'attribut piquant ne dépassant pas de plus de 2,0 points la médiane du fruité.
Huile douce	Médiane de l'attribut amer et médiane de l'attribut piquant n'excédant pas 2,0.

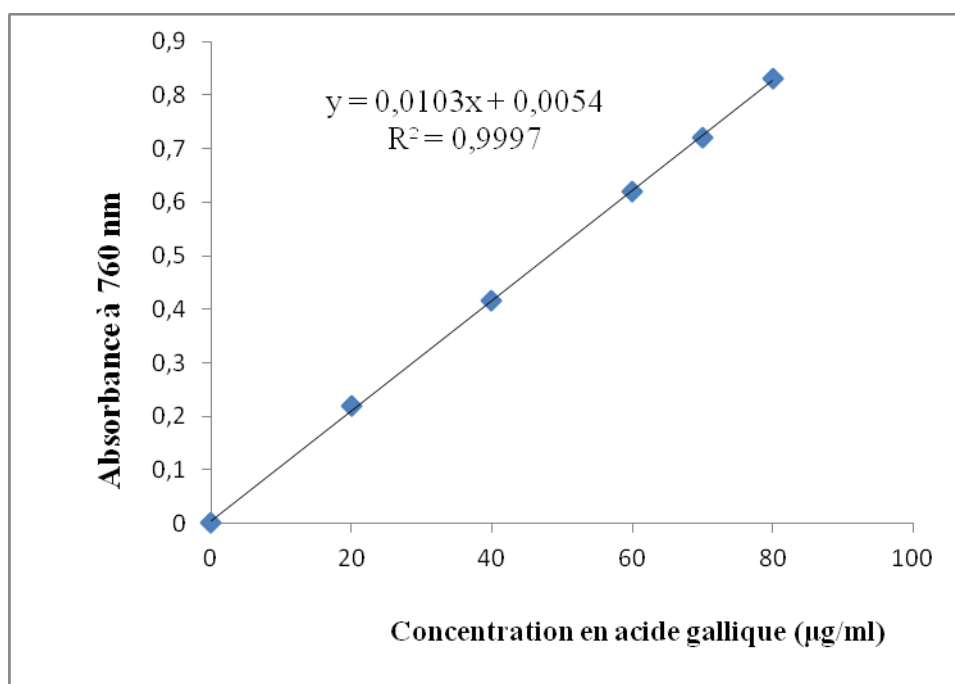
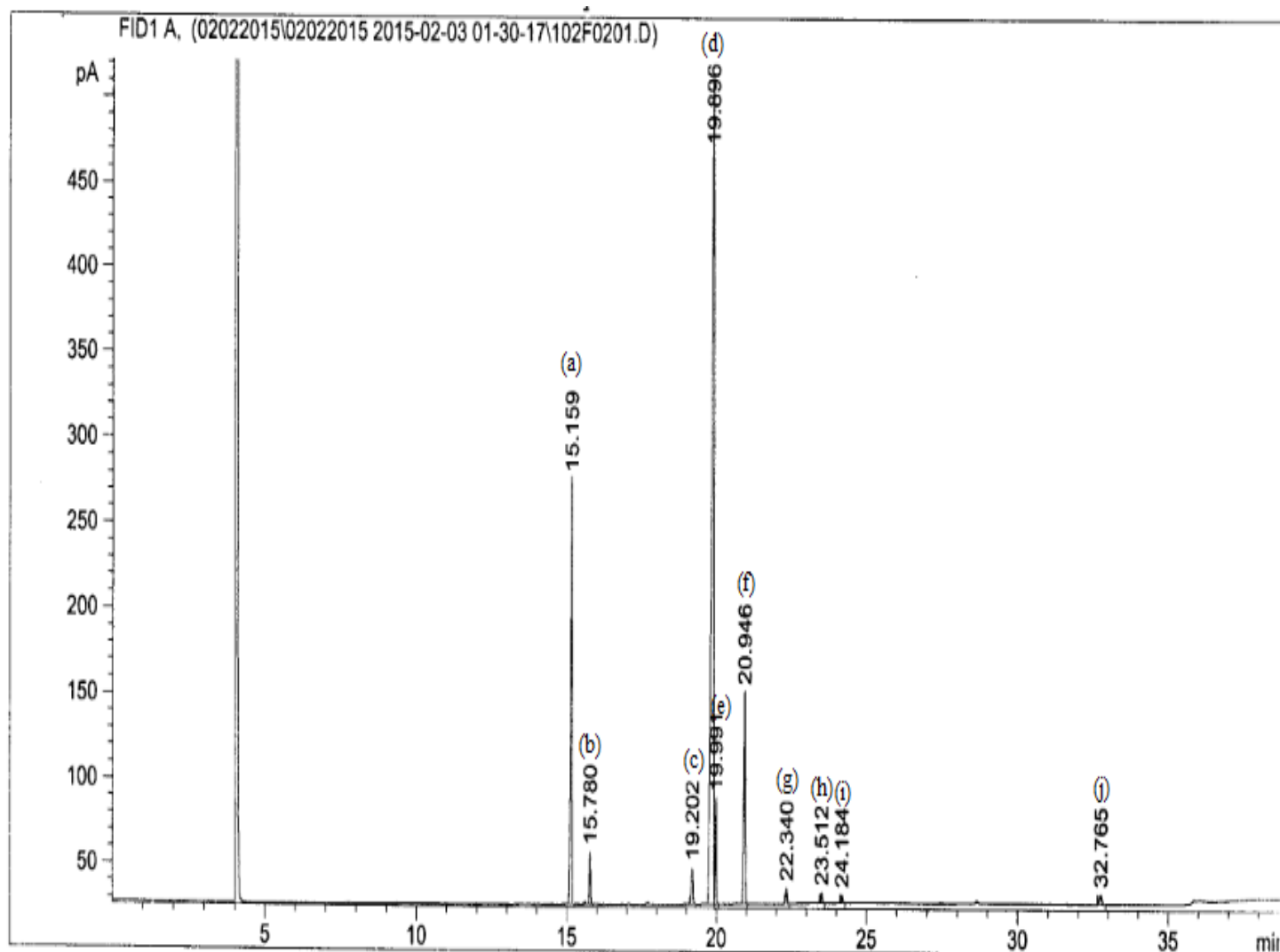


Figure 1 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux



a: acide palmitique (C16:0); **b:** non identifier; **c:** acide stéarique (C18:0); **d:** acide oléique (C18:1n 9);
e: acide oléique (C18:1n 7); **f :** acide linoléique (C18:2); **g:** acide linoléique (C18:3) ; **h :** acide arachidique (C20 :0) ; **i :** acide gadoléique (eïcosénoïque) (C20 :1) ; **j :** Acide béhénique (C22 :0).

Figure 01: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive de Oran (O₁) 1^{er} stade de récolte.

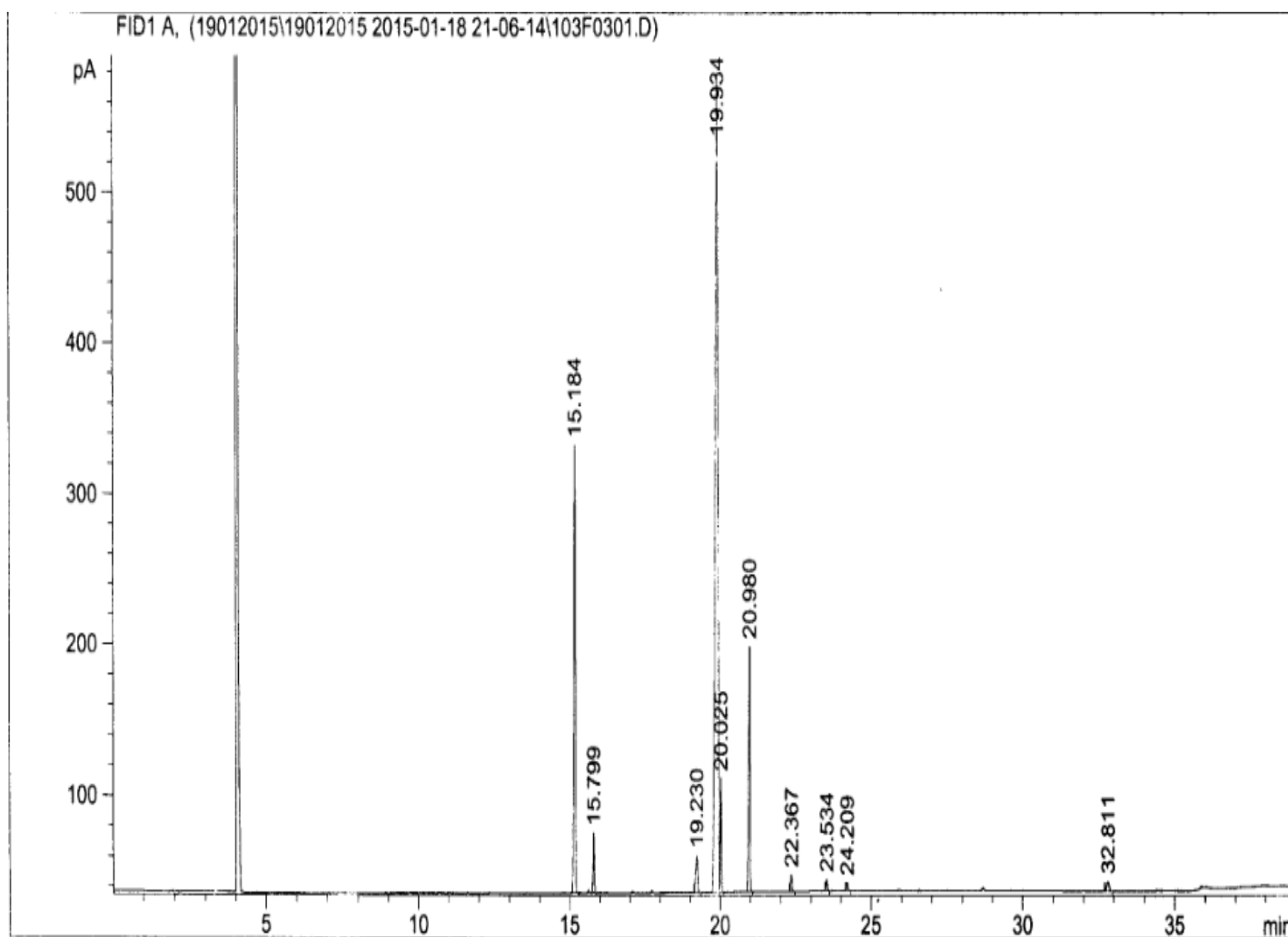


Figure 02: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive d'Oran (O₂) 2^{ème} stade de récolte.

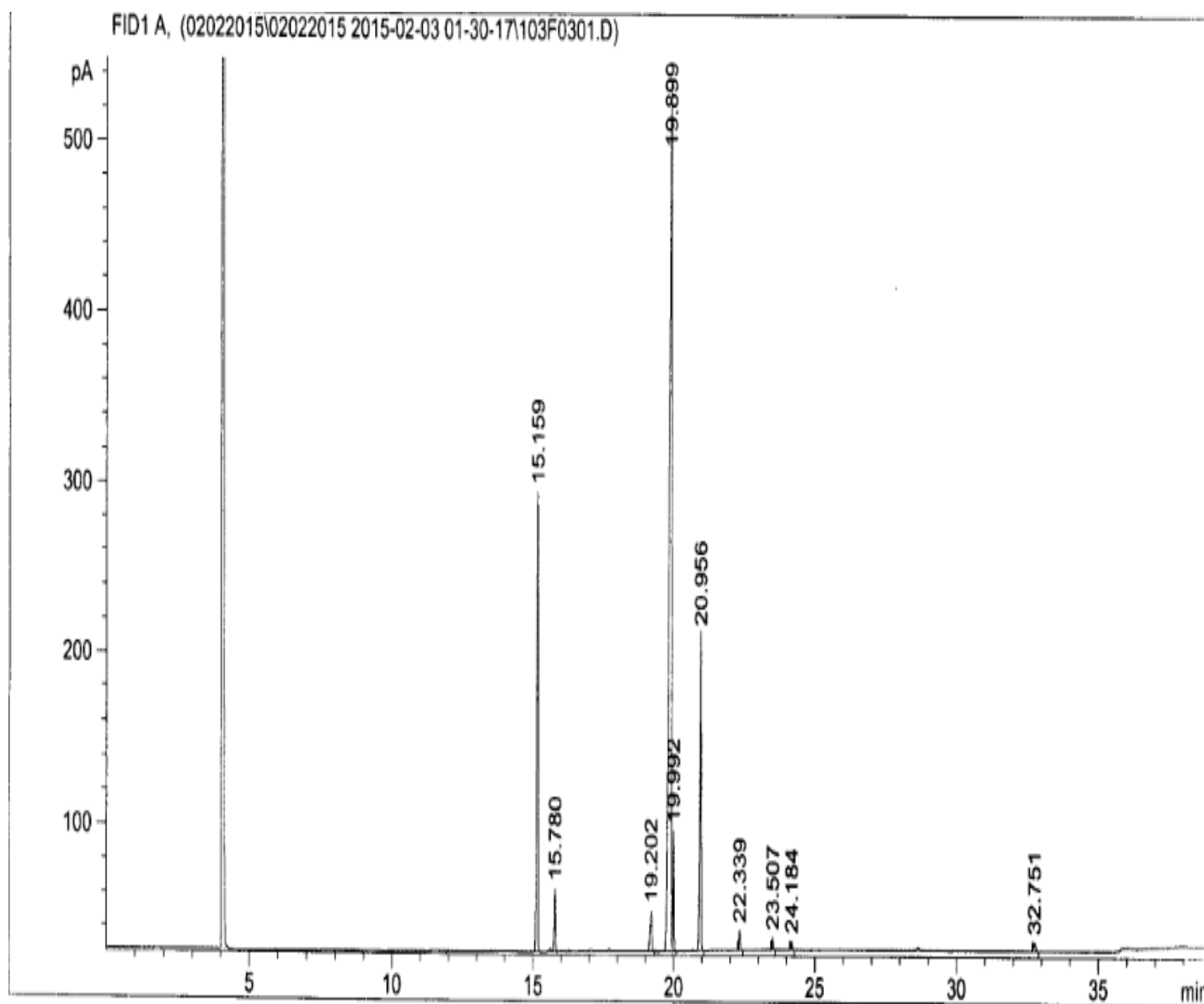


Figure 03: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive d'Oran (O₃) 3^{ème} stade de récolte.

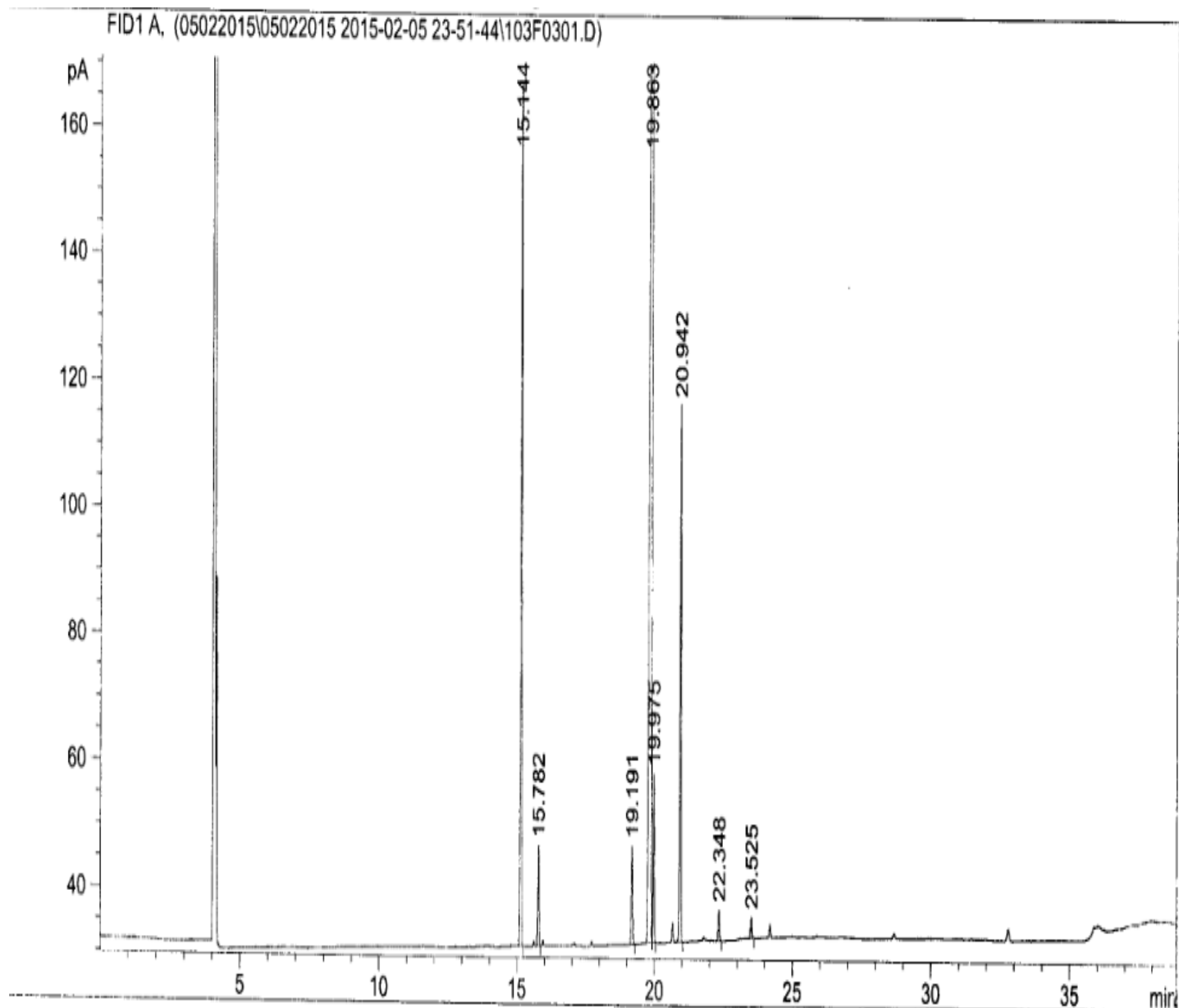


Figure 04: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive de Plaine (P₁) 1^{er} stade de récolte.

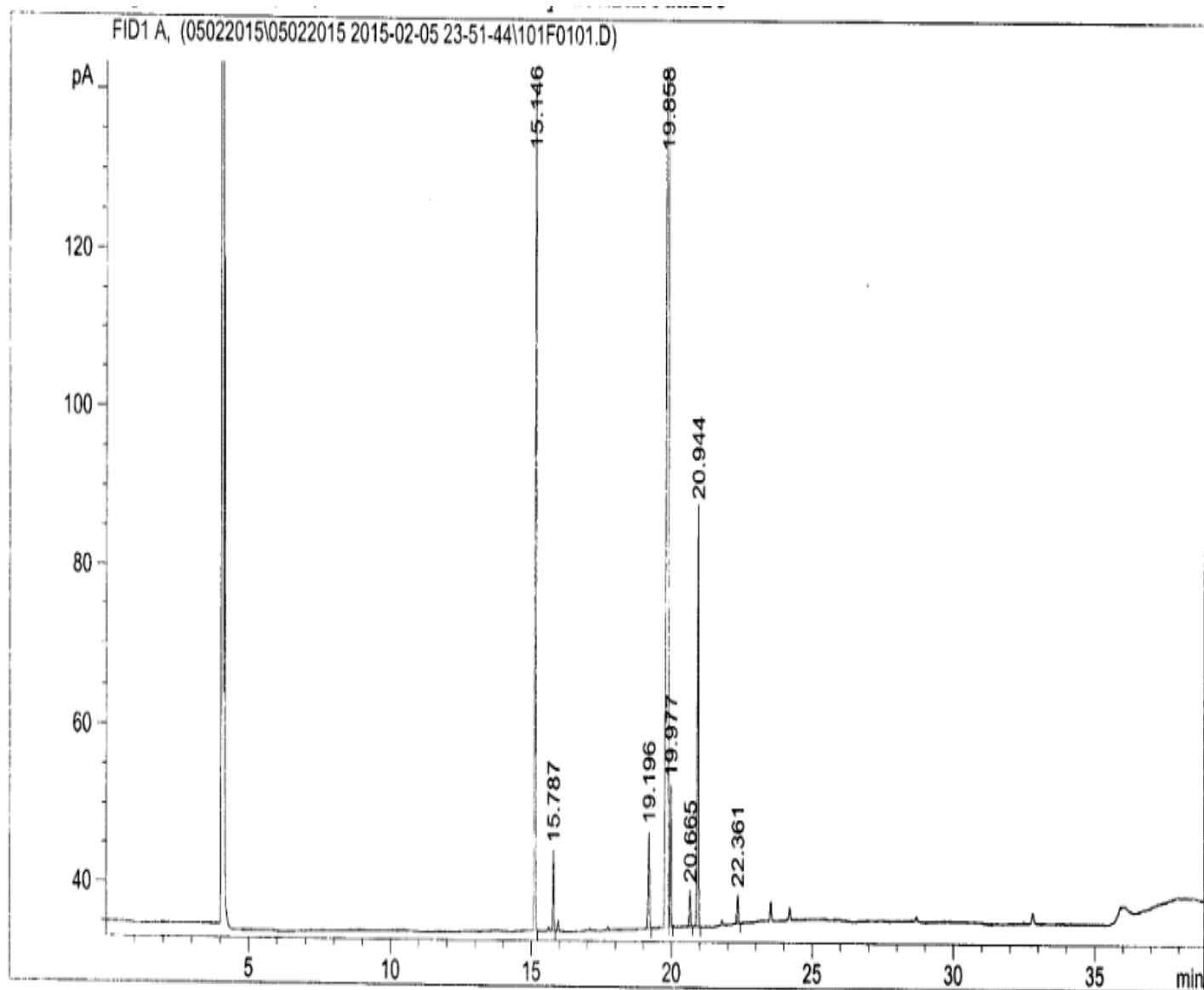


Figure 05: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive de Plaine (P₂) 2^{ème} stade de récolte.

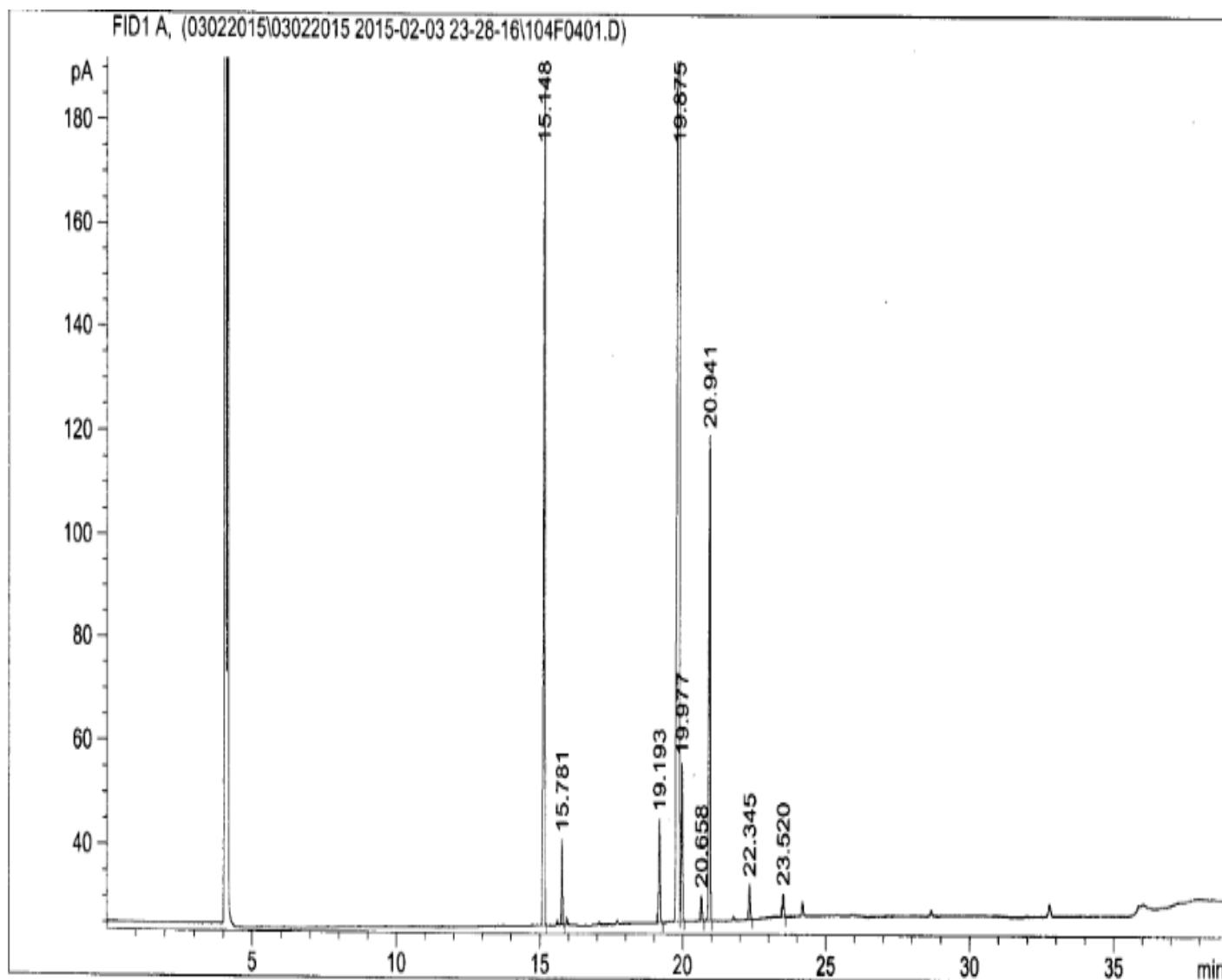


Figure 06: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive de la Montagne (M₁) 1^{er} stade de récolte.



Figure 07: Chromatogramme des acides gras de l'huile d'olive de la Montagne (M₂) 2^{ème} stade de récolte.