

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme Master en sciences agronomiques

Option : Culture Pérenne

Thème :

Etude comparative de quelques caractéristiques physico-chimique de l'huile d'olive de la variété Chemlal de la région de BOGHNI et TIMIZART à TIZI OUZOU

Réalisé par : M^{elle} : TESBIA Hayet et M^{elle} : OULMAS Lynda

Président : M^{me} AIT MOULOUD. L

Promotrice : M^{me} HEDJAL. M

Co-promoteur: Mr. FACI. M

Examineurs : M^{me} LOUNI. D

Promotion : 2020-2021



Remerciement

En premier, nous remercions le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et patience pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos profonds respects et nos sincères remerciements à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Qu'il nous soit permis d'exprimer nos profonde reconnaissance et remerciements à Mme M.HEDJAL, notre promotrice, pour la confiance qu'elle nous a accordée en nous proposant ce thème de recherche. Ses critiques constructives qui ont été utiles pour mener à bien ce travail.

Nous adressons aussi nos remerciements les plus sincères à notre Co-promoteur Mr. FACI. M pour son aide, ses conseils et son suivi durant la période de la réalisation de notre travail.

Nous remercions l'ensemble des membres du jury, Mme AIT MOULOUD. L (présidente) et Mme LOUNI. D (examinatrice), vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce modeste travail.

A l'ensemble du personnel des laboratoires où les analyses ont été réalisées, je présente mes vifs remerciements pour leurs conseils et aide constants.

En fin, on ne peut omettre d'exprimer notre reconnaissance à tous les enseignants de la faculté d'agrobiologie.

Dédicaces

A mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mon amour éternel. Je vous remercie pour tout le soutien, l'amour, patience et sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Que DIEU vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.

A mes très chères sœurs Cylia, Katia, Ania et Sérine.

A mon cher frère Ali

A toute la famille TESBIA

A mes chers grands-parents sans oublier mes oncles et mes tantes.

A ma très chère binôme Lynda ainsi que toute sa famille.

A mes chers amis (es)

A toute la promotion Oléiculture-Oléotechnie

2019-2021

Dédicaces

A mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mon amour éternel. Je vous remercie pour tout le soutien, l'amour, patience et sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Que DIEU vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.

A ma très chère sœur, Katia.

A mon cher frère Ghiles.

A toute la famille Oulmas

A mes chers grands-parents sans oublier mes oncles et mes tantes.

A ma chère binôme Hayet ainsi que toute sa famille.

A mes chers amis (es) particulièrement

Samia et Dihia

A tous mes camarades de la promotion

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius.

A: Absorbance.

ADN: Acide Désoxyribonucléique.

AFIDOL: Association Française Interprofessionnelle De l'Olivier.

AGMI: Acide Gras Mono-Insaturé.

AGPI: Acide Gras Polyinsaturé.

ANOVA: Analyse de la Variance (Analysis Of Variance).

C.O.I: Conseil Oléicole International.

CEE: Communauté Economique Européenne.

cm: centimètre.

CNUCED: Conférence des Nations Unies sur les le Commerce et le Développement.

DSA: Directions des Services Agricoles.

EAG: Equivalent en Acide Gallique.

Ech: Echantillon.

g: gramme.

H%: Humidité.

h: heure.

H₂O: eau.

ha: hectare.

HDL: Low Density Lipoprotein.

HOVE: Huile d'Olive Vierge Extra.

IA: Indice d'Acidité.

IP: Indice de Peroxyde.

ISO: International Standard Organisation.

ITAFV: Institut Technique D'arboriculture Fruitière et Vigne.

J.C: Jésus-Christ.

K₂₃₂ : Coefficient d'extinction à 232 nm.

K₂₇₀ : Coefficient d'extinction à 270 nm.

kg: kilogramme.

Km² : kilomètre carré.

L/qx: litre/quintaux.

LDL: High Density Lipoprotein.

m: mètre.

meq: milliéquivalent.

mg: milligramme.

min: minute.

ml: millilitre.

mm: millimètre.

N: Normalité.

nm: nanomètre.

ppm: partie par million.

UV: Ultra Violet.

V: Volume.

α : Alpha.

β : Beta.

γ : Gamma.

δ : Sigma.

Liste des figures

Figure 1: Origine et expansion de l'olivier (Tabti Dalila, 2010).....	5
Figure 2: L'olivier.....	6
Figure 3: Stockage des olives avant trituration.....	15
Figure 4: Effeuilage et lavage des olives.....	15
Figure 5: Moulin à pierre.....	16
Figure 6: Broyeur à disques.....	16
Figure 7: Broyeur à marteaux.....	16
Figure 8: Processus de malaxation.....	17
Figure 9: Carte géographique des régions de Boghni et Timizart (Anonyme, 2018).....	24
Figure 10: L'oliveraie de la variété <i>Chemlal</i>	25
Figure 11: Oléo-doseur (l'ITAF de Bejaia 2019).....	26
Figure 12: bols de malaxage.....	27
Figure 13: Système d'extraction avec un Oléo-doseur.....	28
Figure 14: Lavage des olives.....	29
Figure 15: Broyeurs métalliques.....	30
Figure 16: Opération de malaxage.....	31
Figure 17: Décanteur en fonctionnement.....	31
Figure 18: Sortie de l'huile par la centrifugeuse.....	32
Figure 19: Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases.....	33
Figure 20: Résultats moyens de l'indice d'acidités des échantillons d'huile d'olive étudiées.....	40
Figure 21: Le taux moyen de l'indice de peroxyde des huiles étudiées.....	41
Figure 22: La teneur en chlorophylle des huiles d'olives.....	43
Figure 23: La teneur en caroténoïdes des huiles d'olives.....	44
Figure 24: Teneurs en composés phénoliques totaux des échantillons d'huile d'olive.....	45
Figure 25: La teneur en ortho diphénols des huiles d'olives.....	46

Figure 26: L'absorbance dans l'UV à 232 nm des différents échantillons de l'huile d'olive.....	47
Figure 27: L'absorbance dans l'UV à 270 nm des différents échantillons d'huile d'olive étudiés.....	48
Figure 28: Valeurs d'humidité des huiles d'olives analysées.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution de la production de l'huile d'olive dans le monde durant les campagnes 2018-2019 à 2019-2020 (CEE, 2020).....	2
Tableau 2: Les caractéristiques des échantillons d'huile analysés.....	23

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
1. Généralités sur l'olivier	
1. L'oléiculture	
1. L'oléiculture dans le monde.....	2
2. L'oléiculture en Algérie.....	3
3. L'oléiculture à Tizi-Ouzou.....	4
2. L'olivier	
1. Origine et historique.....	5
2. Description de l'olivier.....	6
3. Systématique de l'olivier.....	7
4. Exigences de l'olivier.....	7
4.1. Exigences climatiques.....	7
4.2.1. La température.....	7
4.1.2. La pluviométrie.....	8
4.1.3. La lumière.....	8
4.1.4. Le vent.....	8
4.2. Exigences pédologiques.....	9
3. L'huile d'olive	
1. Définition de l'huile d'olive.....	10
2. Classification des huiles.....	10
2.1. Huile d'olive vierge.....	10
2.2. Huile d'olive raffinée.....	11
2.3. Huile d'olive.....	11

3. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

3.1. Facteurs agronomiques.....	11
3.1.1. Facteurs climatiques.....	11
3.1.2. Facteurs pédologiques.....	12
3.1.3. Facteurs géographiques.....	12
3.1.4. Pratiques culturales.....	12
3.1.4.1. Effet de l'irrigation.....	12
3.1.4.2. Effet de la taille des arbres.....	13
3.2. Facteur variétal.....	13
3.3. Influence des maladies et ravageurs.....	13
3.4. Epoque de récolte et maturation du fruit... ;;;.....	13
3.5. Influence du processus d'extraction.....	14
3.5.1. Stockage des olives avant trituration.....	14
3.5.2. Effet de l'effeuillage et du lavage.....	15
3.5.3. Effet du broyage et malaxage.....	16
3.5.4. Effet du système d'extraction.....	17
3.5.5. Condition de stockage.....	18

4. Composition de l'huile d'olive et ses bienfaits sur la santé..... 18

4.1. Les acides gras.....	19
4.2. Les composés phénoliques.....	19
4.3. Les tocophérols.....	20
4.4. Les pigments.....	21

5. Autres intérêts..... 21

2. Matériels et méthodes

1. Matériel végétale.....	22
---------------------------	----

2. Etude géographique des régions étudiées (Boghni et Timizart).....	24
3. Description de la variété <i>Chemlal</i>	25
4. Extraction de l'huile d'olive.....	26
4.1. Extraction au laboratoire.....	26
4.1.1. Le lavage.....	26
4.1.2. Le broyage.....	26
4.1.3. Le malaxage.....	26
4.1.4. Centrifugation.....	27
4.1.5. Conservation.....	27
4.2. Extraction dans les huileries.....	29
4.2.1. L'effeuillage et lavage.....	29
4.2.2. Broyage.....	29
4.2.3. Malaxage.....	30
4.2.4. Système d'extraction par centrifugation à trois phases.....	31
4.2.5. Décantation.....	31
5. Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive.....	34
5.1. Les caractéristiques chimiques.....	34
5.1.1. Indice d'acidité.....	34
5.1.2. Indice de peroxyde.....	35
5.1.3. Détermination de la teneur en pigments (chlorophylles et caroténoïdes).....	36
5.1.4. Dosage des composés phénoliques totaux.....	36
5.1.5. Dosage des ortho-diphénols.....	37
5.2. Les caractéristiques physiques.....	38
5.2.1. La teneur en eau et en matières volatiles.....	38
5.2.2. Extinction spécifique K_{232} et K_{270}	39

6. Analyse statistique.....	39
-----------------------------	----

3. Résultats et discussions

1. Les paramètres chimiques.....	40
1.1. L'indice d'acidité.....	40
1.2. L'indice de peroxyde.....	41
1.3. Détermination de la teneur en pigments.....	42
1.3.1. Détermination des chlorophylles.....	42
1.3.2. Détermination des caroténoïdes.....	43
1.4. La teneur en composés phénoliques totaux.....	45
1.5. La teneur en ortho-diphénols.....	46
2. Les paramètres physiques.....	47
2.1. L'extinction spécifique K_{232} et K_{270}	47
2.1.1 L'extinction spécifique K_{232}	47
2.1.2. L'extinction spécifique K_{270}	48
2.2. La teneur en eau et en matières volatiles.....	49
Conclusion.....	50

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

L'huile d'olive est l'une des principales composantes du régime méditerranéen, connu pour son action bénéfique sur la santé (Jacotot, 1996). Elle est caractérisée par sa composition particulière en acides gras, en composés mineurs riche en antioxydants naturels tels que les phénols (oleuropéine, hydroxytyrosol...), les tocophérols, les stérols, les pigments (chlorophylles et carotènes), les composés aromatique. Grace a sa composition, l'huile d'olive revêt une importance non négligeable, car elle intervient dans la lutte contre le stress oxydatif impliqué dans l'étiologie de diverses pathologies: l'athérosclérose, les maladies cardiovasculaires, certains types de cancers, les pathologies cérébrales et les dégénérescences liées au vieillissement accéléré (Jacotot, 1996; Covas, 2007).

Cependant, plusieurs facteurs peuvent influencer sur la composition de l'huile comme, la variété, le degré de maturité des fruits, les méthode d'extraction et la durée de conservation de l'huile ainsi que les conditions climatiques et agronomiques (Ajana *et al.*, 1999 ; DiGiovacchino, 1999 ; El Antari *et al.*, 2000 ; Gutierrez *et al.*, 2002).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, dans le but d'évaluer l'effet des conditions de stockage des olives sur la qualité de l'huile d'olive de la variété *Chemlal* des régions de Boghni et Timizart. La qualité de l'huile a été déterminée par l'analyse des caractéristiques physico-chimiques, tels que l'acidité libre, l'indice de peroxyde, le dosage de la chlorophylle et de carotène, la détermination du taux des composés phénoliques et des ortho diphénols, l'évaluation du coefficient d'extinction spécifique et la teneur en eau et en matières volatiles.

Notre étude comprend trois parties :

Etude bibliographique dans laquelle nous avons présenté l'intérêt de l'oléiculture dans le monde et en Algérie, des généralités sur l'olivier et en fin les facteurs qui influencent sur la qualité de l'huile d'olive. La deuxième partie comprend matériels et méthodes, la troisième partie; résultats et discussions et nous avons clôturé avec une conclusion et des perspectives.

1. Généralités sur l'olivier

1. L'oléiculture

1. L'oléiculture dans le monde

Bien que l'olivier soit présent dans les quatre continents. Il est considéré comme une espèce caractéristique de la région méditerranéenne. La production mondiale de l'huile d'olive provient du Bassin méditerranéen l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Tunisie, la Turquie, la Syrie et le Portugal (COI.2015).

La surface oléicole mondiale est estimée à 11 millions d'ha selon les données établie par le Conseil Oléicole International COI (2015), sur laquelle est planté environ 830 millions d'oliviers, avec une production atteint 3,14 millions de tonnes durant la campagne 2019/2020 (COI, 2019). Les principaux pays producteurs sont : l'Espagne, l'Italie et la Grèce suivie de la Tunisie, la Syrie et la Turquie (Tableau 1). L'Algérie occupe la 8^{ème} place dans la production mondiale durant les deux campagnes 2018/2019 et 2019/2020 (CEE, 2020).

Tableau 1: Evolution de la production de l'huile d'olive dans le monde durant les campagnes 2018-2019 à 2019-2020(CEE, 2020).

Pays	Production (t)	
	2018/2019	2019/2020
Espagne	1790 000	1230 000
Italie	174 000	322 000
Tunisie	140 000	350 000
Grèce	120 000	300 000
Turquie	194 000	225 000
Maroc	200 000	145 000
Portugal	100 000	120 000
Algérie	97 000	82 000
Total	3178 000	3121 000

2. L'oléiculture en Algérie

L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie. Elle constitue une source de subsistance pour de nombreuses familles. L'oliveraie occupe 45% du verger arboricole total et compte 32 millions d'arbres dont 80% sont destinés à la production d'huile d'olive (Mendil, 2009).

Les olives peuvent avoir deux grandes utilisations : la première est l'utilisation en tant que fruit entier appelée « olives de table », la seconde est pour la production d'huile. La production d'huile d'olive a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier. En 2012, la culture de l'olivier en Algérie occupait une superficie de 328 884 ha. La production d'huile d'olive enregistrée durant l'année 2012 est de 42 998 000 L (Madr, 2012).

L'oliveraie Algérienne se répartit en trois zones oléicoles importantes :

- A.** La zone de la région ouest, représentant 31 400 ha répartis dans 5 wilayas : Tlemcen, Ain Ti mouchent, Mascara, Sidi Bel abas et Relizan. Cette zone représente 16,40 du verger oléicole national ;
- B.** La zone de la région centrale du pays, de loin la plus importante. Elle couvre une superficie de 110200 ha répartis dans les wilayas suivantes : d'Ain Defla, Blida, Boumerdes, Tizi-Ouzou, Bouira et Bejaia. Cette zone représente 57,5 du verger oléicole national. La région de centre, Kabylie (Bouira, Bejaia et Tizi-Ouzou), détient à elle seule près de 44% la superficie oléicole nationale. Il s'agit surtout des vergers extensifs situés sur des sols à forte déclivité, ce qui constitue une contrainte à tout recours à l'intensification ;
- C.** La zone de la région Est, est représentée par des oliveraies de 49900 ha, donc 26,1 du patrimoine national, et répartis entre les wilayas de Jijel, Skikda, Mila et Guelma (Sekour, 2012).

3. L'oléiculture à Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou est le deuxième producteur d'huile d'olive en Algérie après la wilaya de Bejaia. Elle occupe une superficie de 34 315 ha et comptant plus de 3,4 millions d'oliviers. La production oléicole de la campagne 2019/2020 à Tizi-Ouzou a été exceptionnelle et se présente sous les meilleurs auspices d'après la direction des services agricoles (DSA). Elle prévoit une production de 18,248 millions de litres d'huile d'olive grâce à une récolte prévisionnelle de 917 80 L/qx d'olives sur la base d'un rendement de 20 L d'huiles par quintal, c'est une production largement supérieure à celle de la précédente campagne (2018/2019), au cours de laquelle seulement 10,3 millions de litres d'huiles ont été produits (DSA, 2020).

2. L'olivier

1. Origine et historique

L'olivier est parmi les plus vieux arbres cultivés dans le monde (Liphshitz et *al.*, 1991). Les pays méditerranéens furent les premiers foyers de l'olivier sauvage (Oléastre). *Olea europaea*. L est une espèce domestiquée de l'oléastre, plante endémique de la zone Méditerranéenne connue depuis 50 000 ans, arrivée d'Asie en passant par le Moyen-Orient (Syrie, Ougarit, Palestine) et la Grèce antique (Fouin et Sarfati, 2002).

L'origine de l'olivier a été le sujet de plusieurs débats (Loukas et Krimbas, 1983). D'après Besnard. (2005) l'origine de l'olivier reste toujours incertaine, mais l'hypothèse la plus fréquemment retenue désigne la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine. Selon le Conseil Oléicole Internationale COI(1998), il a été découvert en 1957 dans la zone montagneuse du Sahara Central (Tassili dans le Hoggar en Algérie). Des peintures rupestres réalisées au II^{ème} millénaire avant J.C avec des hommes couronnés de branches d'olivier ce qui témoignant ainsi de la connaissance de cet arbre au cours de ces époques anciennes. Sa culture a connu une expansion à travers la méditerranée, depuis 1200 à 500 ans avant J.C au gré des civilisations et des conquêtes (figure 1).



Figure 1: Origine et expansion de l'olivier (Tabti, 2010).

Depuis l'antiquité, l'olivier a toujours été un symbole de paix, de prospérité, de sagesse et d'abondance. Selon Besnard et *al.*, (2005), les premiers vainqueurs des jeux olympiques se voyaient remettre des rameaux d'olivier et des jarres d'huile d'olive en récompense de leurs performances. De nos jours, l'olivier devient la culture la plus répandue dans le bassin méditerranéen ; on la trouve aussi en Amérique également en Australie et Japon.

2. Description de l'olivier

L'olivier est un arbre typique des régions sèches et chaudes (figure 2). Il constitue une composante familière des pays de bassin méditerranéen et représente pour beaucoup d'entre eux une des principales cultures traditionnelles (Karleskind, 1992). L'olivier est un arbre de hauteur moyenne (8-15 m), à bois dur et à écorces crevassées avec une couleur grise (Bruneton, 2009). L'olive est le fruit de l'olivier. Cet arbre est classé dans la famille des Oléacées. Il comporte plusieurs variétés qui donnent des olives de formes et de goûts divers. Aujourd'hui on dénombre près de 2000 variétés d'oliviers répertoriées dans le monde, mais une trentaine de variétés représente 90% de la consommation mondiale. La plupart des variétés sont endémiques. Certaines sont utilisées uniquement pour la fabrication de l'huile d'olive, tandis que, d'autres variétés sont destinées à être consommées en olive de table, d'autres sont des variétés à double fin (Association Française Interprofessionnelle De l'Olive) (AFIDOL, 2020).



Figure 2: L'olivier (original Timizart 2021).

3. Systématique de l'olivier

L'olivier (*Olea europaea*. L) est une espèce qui appartient à la famille des Oléacées qui comprend les lilas (*syringia*), lestréones (*ligustrum*), les trénes (*fraxinus*) ainsi que plusieurs arbuste comme les forsythias et les jasmins Il comporte 30 espèces différentes (Moreaux, 1997), l'espèce (*Olea europaea*. L) est la seule espèce dont les fruits sont comestibles. Ghedira (2008) a classé l'olivier comme suit :

Règne : Plantae

Embranchement : Magnoliophyta

Sous-Embranchement :Magnoliophytina

Classe : Magnoliopsida (déicotylédones)

Sous-classe : Dialypétales

Ordre : Lamiales

Famille : Oleaceae

Genre : *Olea*

Espèce : *Olea europaea* (Linné, 1753)

Sous-espèce : *O. europea ssp. europaea* var. *sylvestris*
O. europea ssp. europaea var. *europaea*

4. 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.

4.1. Exigences climatiques

4.1.1. La température

L'olivier est un arbre des pays à climat méditerranéen où les températures varient entre 16 et 22°C (moyenne annuelle des températures). Il aime la lumière et la chaleur, supporte très bien les fortes températures, même en atmosphère sèche, et ne craint pas les insolation. De même il craint le froid. les températures négatives peuvent être dangereuses particulièrement si elles se produisent au moment de la floraison (Hannachi et *al.*, 2007). Il

résiste aux températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaires en climat présaharien). Il se développe dans des hivers doux (températures rarement inférieures à 0° C) et des étés secs (températures élevées) (Boutkhil, 2012).

4.1.2. La pluviométrie

Les précipitations hivernales permettent au sol d'emmagasinier des réserves en eau. Les pluies automnales de Septembre – Octobre favorisent le grossissement et la maturation des fruits. La pluviométrie ne doit pas être inférieure à 220 mm par an, ce taux de précipitations indique que l'olivier supporte bien la sécheresse. Il se contente, en effet, d'une pluviométrie basse, la moins élevée de toutes les espèces fruitières (Villa, 2003 ; Labaali, 2009).

Selon Hannachi et *al.*, (2007), la période de 15 Juillet au 30 Septembre est très importante pour le développement des fruits. Si elle est trop sèche, les fruits tombent prématurément et le rendement diminue considérablement. C'est pourquoi, une irrigation est parfois nécessaire pour éviter cet accident.

4.1.3. La lumière

La lumière est un facteur déterminant au cours de la floraison, un facteur de production de qualité (Boulouha et *al.*, 2006). Selon Daoudi (1994), l'évolution florale est inhibée sur les arbres qui ne reçoivent pas assez de lumière. L'olivier exige une lumière abondante pour pousser et pour fructifier, ce que normalement explique que seuls les rameaux externes de l'arbre fleurissent et fructifient (Loussert et Brousse, 1978).

4.1.4. Le vent

Lors de la floraison, le vent assure une bonne pollinisation. Cette dernière est essentiellement anémophile chez l'olivier, de ce fait le vent joue un rôle primordial dans la production. Malgré son importance, l'olivier craint les vents chauds qui peuvent causer des brûlures sur les arbres et le desséchèrent des stigmates au moment de la floraison ce qui engendrerait la destruction de la récolte. Aussi il peu causé par son action mécanique la chute des fruits ainsi la cassure des branches (Boukhari, 2014).

4.2. Exigences pédologiques

L'olivier ne présente pas d'exigences particulières sur la qualité des sols. Il a la réputation de se contenter de sols pauvres, qu'ils soient argileux ou au contraire légers ou pierreux. Ils doivent être assez profonds pour permettre aux racines de nourrir l'arbre en explorant un volume suffisant de terre. Cependant, l'olivier redoute les terrains trop humides (Hannachi et *al.*, 2007).

3. L'huile d'olive

1. Définition de l'huile d'olive

D'après le conseil oléicole international COI (2015), l'huile d'olive est définie comme étant une huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea. L*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec les huiles d'autre nature.

L'huile d'olive vierge, produite sans processus de raffinage, se caractérise par sa saveur qui est différente de celle des autres graisses et huiles comestibles (Seguro-Carretero et al., 2010).

2. Classification des huiles

La classification de l'huile d'olive est basée sur les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques, (COI, 2019) :

2.1. Huile d'olive vierge

Ce sont des huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea. L*) 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. Nous distinguons :

- **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.
- **Huile d'olive vierge** : C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 2g pour 100g.
- **Huile d'olive vierge courante** : C'est une huile d'olive dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 3g pour 100g.
- **Huile d'olive vierge 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 3,3g pour 100g, cette huile est destinée aux industries du raffinage ou des usages techniques (COI, 2019).

2.2. Huile d'olive raffinée

C'est une huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui permet de garder la structure initiale glycéridique (COI, 2019).

2.3. 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 1g pour 100g (CNUCED, 2005).

3. Facteurs influençant la qualité de l'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. Les facteurs qui déterminent la qualité de l'huile sont l'acidité, les valeurs d'extinction spécifiques dans l'UV à 232 nm et 270 nm, l'indice de peroxyde et la notation organoleptique (Amalou et Marouane, 2013). L'huile d'olive est susceptible à des réactions hydrolytiques et oxydantes qui peuvent compromettre sa qualité. 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 (Tanouti et *al.*, 2010).

3.1. Facteurs agronomiques

3.1.1. Facteurs climatiques

Les conditions climatiques délimitent les zones de culture de l'olivier. Dans les milieux plus froids, les olives risquent de geler et de donner ainsi une huile de qualité infime. Dans certains pays, l'huile d'olive produite est plus visqueuse en raison des températures moyennes élevées (Çavusoglu et Otkar, 1994). Les hautes températures au printemps provoquent la chute précoce des fruits et un ralentissement du processus du grossissement de ces derniers (à cause de l'effet excessif de l'évapotranspiration). Cela a des retombées négatives sur la qualité et la quantité d'huile extraite (Ouaouich et Chimi, 2007).

3.1.2. Facteurs pédologiques

L'olivier pousse mal sur les sols argileux (< 40%) à cause de l'asphyxie que subissent les racines durant les saisons pluvieuses. En été, ce type de sol se caractérise par des fissures qui engendrent un dessèchement des racines et les oliviers souffrent par la suite d'un manque d'eau. Les conséquences néfastes d'un tel sol se résument en une chute importante des fruits et en un calibre réduit des olives, ce qui affecte la qualité et le rendement de l'huile extraite. Au contraire les sols argileux et les sols profonds s'adaptent beaucoup mieux à l'olivier par leur action de rétention d'eau des pluies qui sera épuisée par l'arbre pendant le printemps pour alimenter sa végétation, ce qui améliore la qualité et le rendement en huile (Ouaouich et Chimi, 2007).

3.1.3. Facteurs géographiques

Les olives cultivées dans différentes zones géographiques présentent des caractéristiques différentes. La qualité de l'huile d'olive est affectée par l'altitude. Cette dernière affecte la composition de l'huile d'olive en acides gras, principalement l'acide oléique. Les olives cultivées à haute altitude donnent des huiles riches en acide gras mono-insaturés, par contre, les olives cultivées à faible altitude donnent des huiles riches en acides gras saturés donc plus stable. De même, elle présente un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode et la teneur en polyphénols (EL MURR, 2005).

3.1.4. Pratiques culturales

3.1.4.1. Effet de l'irrigation

En général, l'olivier n'est pas irrigué. Cela ne signifie pas pour autant qu'il n'a pas besoin d'eau. En effet, il réagit favorablement à l'irrigation. L'irrigation réduit considérablement le phénomène de la chute physiologique et favorise le déroulement normal du processus de maturation (Çavusoglu et Otkar, 1994).

Les effets de l'irrigation sont positifs et il en ressort que l'irrigation augmente la résistance à l'alternance, la teneur en huile dans la matière sèche, leur rendement annuel en huile et le poids des olives. L'irrigation a aussi un effet remarquable sur la composition de l'huile. Elle provoque une légère augmentation de l'acide palmitique et une teneur en acide oléique et linoléique différente de celles des huiles des oliviers non irrigués (Ouaouich et Chimi, 2007).

3.1.4.2. Effet de la taille des arbres

La taille a pour but de maintenir l'équilibre entre la croissance végétative et la fructification. Elle permet de maintenir un équilibre dans la production, elle assure un meilleur calibre pour les olives, une maturité régulière des fruits. Elle facilite la pénétration des produits phytosanitaires à l'intérieur de l'arbre pour une meilleure efficacité de lutte contre les parasites et les maladies de l'olivier, elle permet un meilleur fonctionnement de l'appareil photosynthétique constitué par les feuilles et facilite les opérations de la cueillette. Elle limite aussi les surfaces évaporantes et réduit ainsi les pertes en eau de l'arbre (Çavusoglu et Oktar, 1994 ; Ouaouich et Chimi, 2007).

3.2. Facteur variétal

Le type de cultivar ou bien la variété cultivée a une influence importante sur les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive vierge. Chaque variété donne une huile d'olive vierge avec son propre profil sensoriel. Il agit également sur les caractéristiques du fruit (cycle de maturation, taille, rapport pulpe/noyau), ainsi sur la lipogenèse et sur les constituants principaux et secondaires de l'huile (Mahhou et *al.*, 2014).

3.3. Influence des maladies et ravageurs

L'action nuisible des insectes ravageurs ainsi que les maladies affectent la qualité et la quantité d'huile d'olive qui peuvent intervenir sous différentes formes notamment par la destruction et la détérioration des fruits, nous pouvons distinguer trois types de dégâts causés aux olives à huiles : la chute prématurée des fruits attaqués, la disparition d'une partie de la pulpe et la diminution de la qualité de l'huile (Çavusoglu et Oktar, 1994).

3.4. Epoque de récolte et maturation du fruit

La récolte est une opération importante dans la culture de l'olivier. Elle doit être contrôlée de près étant donnée ses répercussions sur le coût de la production, la qualité du produit obtenu et la qualité de l'huile extraite (Onudi, 2007).

Le choix du moment de la récolte est donc actuellement le facteur qui influe le plus sur la qualité de la production. Ainsi la maturité du fruit 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). Le stade de maturation des olives influence sur la qualité de l'huile et sa composition. A maturité précoce (stade vert), les olives sont peu riches en huile donc L'huile issue de ces olives est également riche en composés phénoliques (El Antari *etal.*, 2000). Contrairement au stade de maturité complète (stade noir) qui favorise la chute des olives. Ces derniers donnent des huiles moins aromatisées, moins riches en composés phénoliques. Les olives ont tendance à être plus acides en fonction du temps de séjour sur le sol et absorbent des odeurs étrangères (Ouaouich et Chimi, 2007).

La cueillette à la main est une opération qui convient mieux pour obtenir une huile vierge de bonne qualité (Ouaouich et Chimi, 2007). De plus, Il est souhaitable que la récolte des olives puisse être effectuée à une époque telle à permettre à la fois de tirer le rendement maximal à l'extraction et à assurer les meilleures caractéristiques qualitatives de l'huile produite (Demnati, 2008).

3.5. Influence du processus d'extraction

3.5.1. 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 (figure 3). La principale cause de la détérioration de la qualité de ces huiles extraite 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).



Figure 3: Stockage des olives avant trituration (Anonyme 2020).

3.5.2. Effet de l'effeuillage et du lavage

La présence des feuilles lors de trituration des olives entraîne une coloration verdâtre d'huile qui est due à la présence des pigments chlorophylliens qui favorisent l'oxydation de l'huile (figure 4). Ainsi, le lavage représente une source importante de réactions oxydatives résultant du contact entre l'eau et l'huile. Donc l'élimination d'une grande partie des composés phénoliques dans les eaux usées qui résulte une perte de la qualité de l'huile obtenue (Vidal et *al.*, 2019).



Figure 4: Effeuilage et lavage des olives (Anonyme 2020).

3.5.3. Effet du broyage et malaxage

L'utilisation de machines de broyage des olives tel que le moulin à pierre (figure 5), le broyeur à disques (figure 6), le broyeur à marteaux (figure 7) pour la production d'huile d'olive a des effets néfastes sur les quantités et la qualité d'huile extraites (Amirante et *al.*, 2010).

L'utilisation des broyeurs à marteaux permet la production des huiles contenant de grandes quantités de polyphénols que les huiles produites en utilisant un moulin à pierre. Ainsi, la fragmentation intense des noyaux d'olives pendant le broyage au marteau que le broyeur à disques conduit à une élévation substantielle de la température de sortie. Les températures élevées dans le broyeur diminuent la conservation des huiles (Amirante et *al.*, 2010).



Figure 5: Moulin à pierre (Anonyme 2020).



Figure 6: Broyeur à disques (Anonyme 2019).



Figure 7: Broyeur à marteaux (Anonyme 2019).

Par ailleurs, au cours de malaxage (figure 8), l'activité des enzymes contribuant à des propriétés organoleptiques du produit, qui peut être affectée par le temps, la température et la composition de l'atmosphère en contact avec la pâte d'olive. Une basse température et un temps compris entre 30 et 45 minutes sont recommandés pour produire une huile d'olive de bonne qualité. Une bonne gestion de la concentration en oxygène permet la génération de teneurs élevées en phénol (Tamborrino *et al.*, 2010).



Figure 8: Processus de malaxation (Anonyme 2020).

3.5.4. Effet du système d'extraction

Les modes d'extraction connus peuvent altérer la qualité de l'huile en affectant sa stabilité oxydative durant sa conservation. D'après Ben Hassine *et al.*, (2007), un système d'extraction à deux phases est plus fiable et performant du point de vue stabilité oxydative et organoleptique. Les huiles obtenues par ce système sont plus riches en phénols totaux que les huiles obtenues avec un système continu à trois (3) phases et le système d'extraction par des presses (Chimi, 2006).

L'exposition longue de la pâte d'olive à l'air pendant l'extraction par pression augmente l'oxydation de l'huile d'olive et réduit sa qualité. Pour l'extraction par centrifugation, les huiles produites par le système centrifuge diphasique ont des teneurs en

polyphénols plus élevées que les huiles produites par le système centrifuge triphasé (Amirante et *al.*, 2010).

La présence ou l'absence d'eau dans un procédé est le principal facteur responsable de la teneur finale de l'huile d'olive en composés phénoliques et donc de sa qualité nutritionnelle. Le système de séparation à deux phases induisait une meilleure qualité nutritionnelle par rapport au système à trois phases. En effet, les volumes d'eau réduits pour le fonctionnement de l'appareil permettent une meilleure rétention des composés phénoliques dans la phase lipidique (Veillet, 2010).

3.5.5. Condition 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 oxydative, la couleur, la composition en acide gras et en tocophérols (Pereira et *al.*, 2002). La durée de stockage de l'huile a également un effet sur la qualité de cette dernière. Elle commence à perdre légèrement sa saveur si on dépasse la durée limite de son stockage, il va donc falloir prendre soin de ce précieux liquide pour en préserver ses bienfaits et son gout délicat. Il est préférable de consommer l'huile dans les 12 à 18 mois qui suivent la mise en bouteille (COI, 2020).

4. Compositions de l'huile d'olive et ses bienfaits sur la santé

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. Elle est la principale source d'apport de matière grasse dans les régimes alimentaires méditerranéens. Ce type de régime a souvent été associé à une meilleure résistance à certaines maladies, notamment les maladies cardio-vasculaires et les maladies dégénératives (Pelletier et *al.*, 1995).

4.1. Les acides gras

L'huile d'olive est composée d'environ 98% de matières grasses. Les acides gras sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée terminée par un groupement carboxyle. Cette chaîne carbonée peut être dépourvue de toute double liaison (carbone-carbone), dans ce cas les acides gras sont dits « saturés ». Elle peut également contenir une seule double liaison (acides gras mono-insaturés (AGMI)) ou plusieurs doubles liaisons (acides gras polyinsaturés (AGPI)). Pour les acides gras polyinsaturés, ils sont souvent référencés selon la position de la première double liaison par rapport au groupement méthyle terminal. Il existe 2 grandes familles d'AGPI : la série en n-6 (oméga 6) et la série n-3 (oméga 3) (Veillet, 2010).

Acide gras mono-insaturé (AGMI)

Normalise les paramètres membranaires détériorés en cas d'hypertension, en améliorent la fluidité membranaire et l'expression de protéines impliquées dans la régulation de la pression artérielle (Perona et *al.*, 2010). Les recherches ont montré que la consommation d'huile d'olive entraînait une réduction du mauvais cholestérol (LDL) sans pour autant réduire le bon cholestérol (HDL), ceci conduisant à réduire le rapport LDL/HDL. Une explication de ce mécanisme vient du fait que l'acide oléique protège le LDL contre l'oxydation (Carriere, 2013). Il diminue le risque d'incidence des maladies coronariennes (athérosclérose) et des maladies cardiovasculaires en général (Covas, 2007). Il assure un bon fonctionnement de la digestion (effet laxatif), assure également une croissance osseuse normale et un bon équilibre de la balance calcique (Fruchart, 1996).

4.2. Les composés phénoliques

Les huiles d'olive vierges sont riches en composés phénoliques appartenant à diverses familles: (phénols et hydrox phénols, acides et alcools phénols, sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes, ...). Leurs teneurs dans l'huile d'olive vierge peut atteindre 1500 mg/kg. Certains composés phénoliques confèrent aux huiles vierges une saveur amère et une sensation de piquant (Ollivier et *al.*, 2004).

L'oleuropéine et le ligstroside sont les sécoïridoïdes majoritaires de l'olive. Au cours de la maturation du fruit, les glucosides sont hydrolysés pour donner des aglycones qui confèrent à l'huile d'olive sa saveur si particulière (Ollivier et *al.*, 2004).

Leurs rôles :

L'oleuropéine exerce une activité bactéricide et fongicide, ils éliminent les infections intestinales et respiratoires. Ils empêchent ou retardent la croissance d'un large spectre de bactéries et de champignons, y compris ceux pathogènes pour l'Homme (Yanguì et *al.*, 2010). L'hydroxytyrosol de l'huile d'olive a des activités antioxydantes, antiprolifératives, pro-apoptotiques (provoquant la mort spontanée des cellules cancéreuses) et anti-inflammatoires, qui peuvent en particulier lutter contre tous les aspects du cancer ;

L'oleuropéine et l'hydroxytyrosol inhibent *in vitro* les transmissions du VIH-1 d'une cellule à l'autre, ce qui ralentit considérablement la multiplication virale. Ils pourraient être utiles en association avec de nombreux médicaments de lutte contre le Sida ; Les personnes atteintes de polyarthrite rhumatoïde, un traitement par 6 mg d'Hydroxytyrosol par jour pendant 8 semaines soit 2 grandes cuillères d'huile d'olive, diminue significativement le niveau des signes cliniques (Benlemlih et *al.*, 2016).

Ils Réduisent le risque coronarien et normalise la pression sanguine, ils prévoient l'athérosclérose en agissant comme piègeur des radicaux libres et ils préservent les LDL de l'oxydation *in vitro* et leur adhérence aux parois artérielles (Al-Rewashdeh, 2010).

4.3. Les tocophérols

Les tocophérols sont des molécules importantes à analyser en raison de leurs propriétés vitaminiques et nutritionnelles. L'huile d'olive contient principalement l' α -tocophérol qui représente à elle seule 95 % des tocophérols totaux. Nous trouvons également une faible teneur (5%) en β et γ tocophérols, alors que le δ tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces. Les tocophérols protègent contre les maladies coronariennes et le cancer. Ils manifestent une activité vitaminique et préservent les radicaux libres (Reboul et *al.*, 2007 ; (Carriere, 2013).

4.4. Les pigments

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont deux pigments qui donnent aux végétaux et plusieurs fruits leurs couleurs spécifiques. La teneur totale en pigment dans l'huile d'olive est un paramètre de qualité important car il est corrélé avec la couleur. C'est un paramètre de base pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive. Par ailleurs, les pigments sont impliqués dans les mécanismes d'auto-oxydation et photo-oxydation. Ils sont des antioxydants qui assurent une prévention contre les maladies cardiovasculaires et contre le cancer. Ils accélèrent les processus de cicatrisation (Ryan, 1998 ; Jihad and Tahiri, 2016).

5. Autres intérêts

L'huile d'olive est aussi utilisée dans les produits cosmétiques comme un excipient, nous la retrouvons dans de nombreuses formulations du savon, des crèmes, des pommades et des huiles ; elle joue un rôle d'inducteur de pénétration, de plus, elle entre aussi dans la composition de lipogels qui sont à base d'huile d'olive contenant la vitamine E (Gallardo et *al.*, 2005).

L'huile d'olive peut également être utilisée pour le traitement du visage, comme un démaquillant des yeux, un hydratant, on l'utilise aussi pour l'apaisement des lèvres et la réparation des talons fissurés. Naturellement, l'huile d'olive regorge d'antioxydants anti-âges et de squalène hydratant, ce qui la rend superbe pour les cheveux, la peau et les ongles (en-us Canadien-pride, 2019).

2. Matériel et méthodes

1. Matériel végétale :

L'étude a été effectuée sur trois échantillons d'huiles d'olive, provenant de variété *Chemlal*, cultivée de deux régions oléicoles de la Kabylie Boghni et Timizart, durant les campagnes oléicoles 2017 et 2020. Ils sont nommés comme suit :

- Échantillon 1 (Ech 1): huile d'olive de la région de Boghni, Tizi-Ouzou (Centre-nord d'Algérie). Cet échantillon a été collecté et traité selon les pratiques courantes de la région.
- Échantillon 2 (Ech 2): huile d'olive de la région de Timizart, Tizi-Ouzou (Centre-nord d'Algérie). Cette huile est obtenue aussi en suivant les pratiques de récolte de trituration de cette région.
- Échantillon 3 (Ech 3): Echantillon de référence de Boghni. Cette huile est obtenue en respectant les conditions optimales d'extraction et de conservation pour l'huile d'olive vierge extra.

Les conditions des échantillons d'huile obtenues sont décrites ci-dessous :

Tableau 2: Les conditions des échantillons d'huile analysés.

Echantillon Condition	Ech 1	Ech 2	Ech 3
Oliveraie	Verger extensif, conduit en système de culture pluviale	Verger extensif, conduit en système de culture pluviale	Verger extensif, conduit en système de culture pluviale
La variété	<i>Chemlal</i>	<i>Chemlal</i>	<i>Chemlal</i>
L'année de récolte	2020	2020	2017
Méthode de récolte	Main et gaulage	Main et gaulage	Main
Type des olives	Mélange des olives ramassés et récoltés	Mélange des olives ramassés et récoltés	Olives cueillies
Moyens de stockage	En tas	Des sacs en plastiques	Dans des caisses aérées
Conditions de stockage	A l'air libre	A l'air libre	Sous abri
Durée de stockage avant la trituration	L'huile à été extraite 1 mois après la récolte	L'huile à été extraite 15 jours après la récolte	L'huile à été extraite pendant les 24 premières heures suivant la récolte
Système de trituration	Huilerie moderne (système d'extraction continu à trois phases)	Huilerie moderne (système d'extraction continu à trois phases)	Mini moulin à l'huile (Oléodoseur)
Condition de stockage d'huile	Bidons en plastiques	Bidons en plastiques	Bouteilles en verres sombre
Température de stockage	A température ambiante	A température ambiante	A température froide qui varie entre 4 et 8°C

Une étiquette a été collée sur chaque flacon indiquant l'aire oléicole et le numéro de l'échantillon.

2. Etude géographique de régions étudiées (Boghni et Timizart)

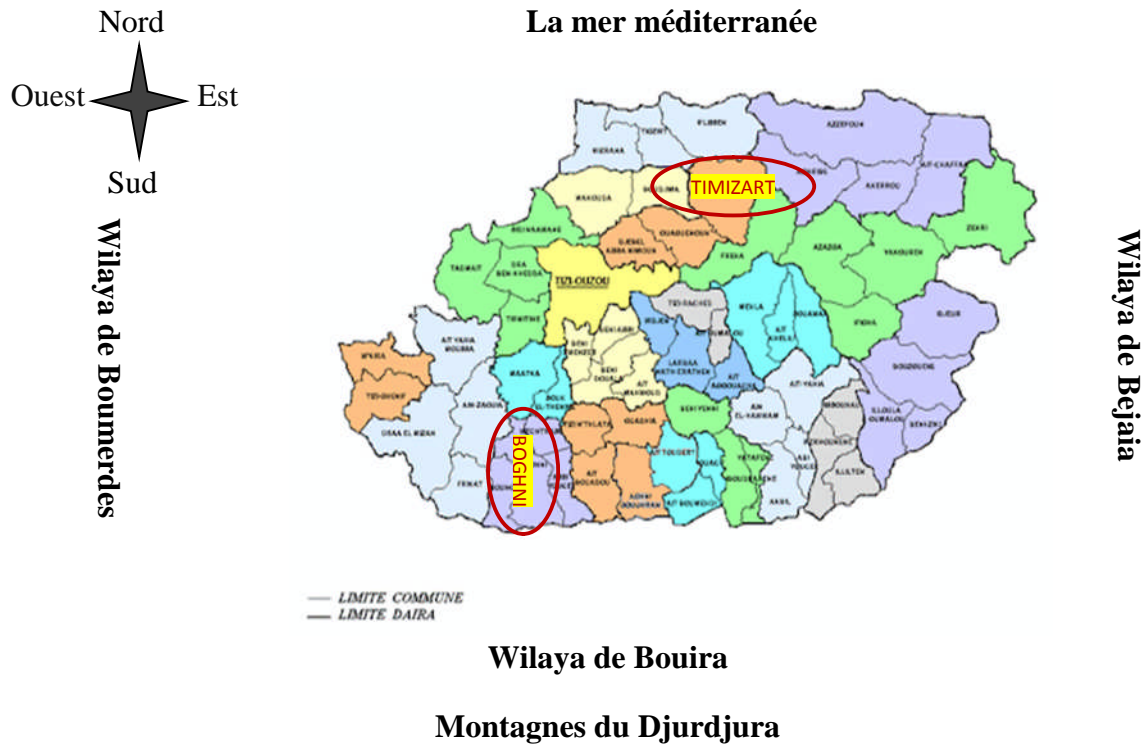


Figure 9: Carte géographique des régions de Boghni et Timizart (Anonyme, 2018).

➤ La région de Boghni

Boghni est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, en Algérie, situé à environ 38 km au sud-ouest de Tizi-Ouzou, à 15 km à l'ouest d'Ouadhia et à 15 km à l'est de Draa El Mizan (figure 9). Elle s'étale sur une superficie de 51,5 km² et une altitude de 249 m. La région est caractérisé par un climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen: Csa). Boghni connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles. La période pluvieuse de l'année dure 9,8 mois, du 22 août au 15 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 mm sur une période glissante de 31 jours.

➤ La région de Timizart

Timizart est une commune de la daïra d'Ouaguenoune à Tizi-Ouzou en Algérie, situé à environ 39,3 km au nord de la wilaya de Tizi-Ouzou, à 13,4 km à l'est et au sud de Freha, à 8,9 km au sud-ouest d'Ouaguenoune et à 25,4 km nord-ouest de Tigzirt (figure 9). Elle s'étale sur une superficie de 65,14 km² et une altitude de 313m. La région est caractérisée par un climat méditerranéen avec été chaud (Classification de köppen : Csa). Timizart connaît des

variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles, la période pluvieuse de l'année dure 9,3 mois, du 30 août au 8 juin, avec une pluie d'au moins 13 mm sur une période glissante de 31 jours.

3. Description de la variété *Chemlal*

Cette variété est cultivée essentiellement dans la région de Kabylie (Tizi-Ouzou, Bejaia et Bouira). Elle représente environ 50% des oliviers cultivés en Algérie (Di Rienzo et *al.*, 2018). Cette région est connue pour une culture traditionnelle de l'olivier, caractérisées par des variétés endémiques telles que le cultivar *Chemlal* (Boucheffa et *al.*, 2019).

Les arbres de cette variété sont très vigoureux, de grande dimension, se caractérisant par une cime sphérique et semi-retombante. Ses rameaux fruitiers sont longs et souples et ses fruits sont de petites tailles et d'un poids moyen de 2.5g. De ce fait, les olives de ce cultivar sont destinées particulièrement à la production d'huile, dont le rendement varie entre 16 et 18% (ITAFV, 2017).

La variété *Chemlal* (Figure 10) est réputée pour produire une huile d'excellente qualité. Cette variété rustique, tardive et autostérile (par absence de pollen) se trouve toujours associer à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation comme Azeradj et Sigoise. Cependant, en Kabylie, la pollinisation est assurée aussi par les populations sauvages d'olivier (Oléastre) qui dominent cette région (Terral et *al.*, 2004).



Figure 10: L'oliveraie de la variété *Chemlal* (Original 2020).

4. Extraction de l'huile d'olive

4.1. Extraction au laboratoire

Cette étape a été effectuée pour les échantillons d'olive de la variété *Chemlal*. L'extraction est réalisée au niveau de l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAFV) de Sidi-Aich, Bejaia. L'huile a été extraite au moyen d'un Oléodoseur (figure11) qui simule les conditions d'extraction dans les huileries à système d'extraction à deux phases. La trituration est réalisée selon les étapes suivantes :



Figure 11: Oléo-doseur (Anonyme, l'ITAFV de Bejaia 2019).

4.1.1. Le lavage : Il s'agit d'une opération essentielle qui consiste à éliminer les feuilles, les débris végétaux et les traces de terre par un tri suivi un lavage.

4.1.2. Le broyage : C'est la première phase d'extraction, réalisé avec un broyeur à marteaux qui provoque la dilacération des parois cellulaires et les membranes, permettant de libérer l'huile d'olive. Le type de broyage affecte la teneur en phénols totaux, qui sont en relation directe avec la stabilité et le gout de l'huile d'olive, du fait de leurs propriétés antioxydants et aromatiques. La meilleure extraction des composés phénoliques est obtenue lors de l'utilisation d'un broyeur à marteaux, dans des conditions constantes pour tous les essais (un nettoyage du broyeur a été effectué après chaque utilisation).

4.1.3. Le malaxage : L'opération de malaxage est effectuée dans des bols en inox, non fermés, pendant une durée de 30 min, sans ajout d'eau (figure 12).



Figure 12: bols de malaxage (Anonyme, l'ITAFV de Bejaia 2019).

Le malaxage a pour but d'homogénéiser la pâte d'olive, et surtout permettre la coalescence des gouttes d'huile : les microgouttelettes d'huile qui viennent d'être libérées vont se regrouper afin de former des gouttes de plus grande taille qui seront plus faciles à extraire de la pâte.

4.1.4. Centrifugation : Elle a été réalisée à l'aide d'une centrifugeuse verticale, ayant une vitesse de 4845 tours/min. Après une minute, la pâte malaxée se sépare en deux phases solides (grignon) et liquide (moût d'huile).

4.1.5 Conservation : Après décantation naturelle, les huiles ont été recueillies dans des flacons en verre enveloppés, étiquetés, et conservés dans un réfrigérateur à température invariable de 4°C.

Le système d'extraction avec un Oléo-doseur utilisé pour l'échantillon référent est représenté par la figure 13:

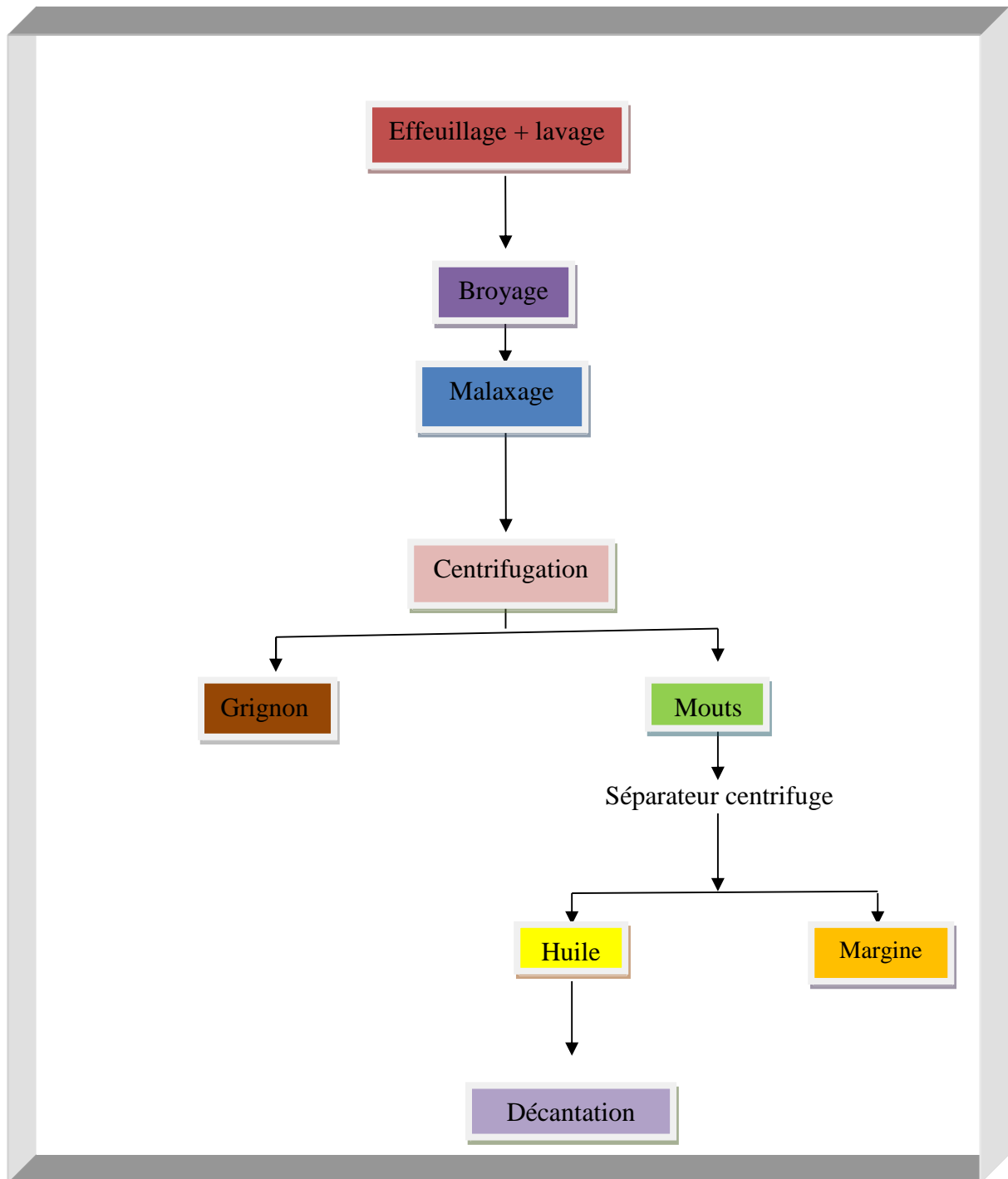


Figure 13: Système d'extraction avec un Oléo-doseur

4.2. Extraction dans les huileries

Cette étape a été effectuée au niveau des huileries modernes des deux régions Boghni et Timizart; qui se caractérisent par un système d'extraction continue à trois phases (huile, margine et grignon). L'extraction de l'huile a été réalisée selon les étapes suivantes :

4.2.1. L'effeuillage et lavage: Les olives triées sont débarrassées des feuilles et brindilles puis lavées à l'eau froide (figure 14).



Figure 14: Lavage des olives (Anonyme 2017).

4.2.2 Broyage : Le broyage a pour but de rompre la structure végétale des olives et de libérer les gouttelettes d'huile des vacuoles. La rupture de la pulpe est causée par les chocs des dispositifs tournant à grande vitesse, et également par l'action mécanique des fragments de noyaux. Il s'effectue à l'aide de broyeurs métalliques (figure 15), munis de cribles permettant de régler la granulométrie de la pâte. Ils se composent d'une série d'éléments métalliques tournant rapidement et munis d'arêtes vives. Leur vitesse de rotation est de 1200-3000 tours par minute. Ils sont mus par des moteurs d'une puissance de 10 à 40 kilowatts. Le traitement se fait en des temps très brefs, de l'ordre de quelques secondes, et se prête bien à un fonctionnement en cycle continu avec chargement et déchargement automatisé. Plusieurs auteurs ont signalé que le broyage mécanique à marteau est plus efficace dans l'extraction des composés phénoliques que le broyage à meule. L'encombrement est de l'ordre de quelques mètres carrés. Les broyeurs entièrement métalliques sont les appareils préférés dans les

installations modernes à cycle continu parce qu'ils intègrent parfaitement les exigences de l'automatisation. (COI, 2006).



Figure 15: Broyeurs métalliques (Anonyme 2017).

4.2.3. Malaxage : Le malaxage est une opération qui suit le broyage et a pour but de rompre l'émulsion entre l'eau et l'huile et faire agglomérer les particules d'huile en gouttes plus grosses, se séparant spontanément de l'eau de végétation. Elle s'effectue dans un malaxeur, un bac en acier dans lequel des pales hélicoïdales en rotation maintiennent un lent mouvement de mélange de la pâte (Tamborrino et *al.*, 2010). Le malaxage est assuré par des malaxeurs, muni d'un système permettant le réchauffement contrôlé et adéquat de la pâte pendant un temps donné de brassage continu et lent (figure 16). Le malaxage a une durée moyenne de quarante minutes, et le prolongement de l'opération n'a aucun effet sur le rendement en huile: il est donc à éviter car il allongerait la durée de contact de la pâte d'huile avec l'air, déterminant ainsi une plus forte oxydation. Les installations modernisées ont des systèmes automatiques de contrôle des phases. Pour les huiles de grande qualité, le malaxage se déroule avec un réchauffement modéré de la pâte d'huile jusqu'à une température de 27 à 28 °C. Un rendement supérieur peut être obtenu en réchauffant la pâte jusqu'à 29–30 °C, mais il est déconseillé de dépasser les 30 °C.



Figure 16: Opération de malaxage (Anonyme 2017).

4.2.4. Système d'extraction par centrifugation à trois phases : Ce système nécessite deux centrifugations : la première vise à séparer les phases solides et liquide (grignons, huiles et margines) et la seconde à séparer les phases liquide-liquide (l'huile des margines). Avec ce système (figure 17), il est nécessaire de fluidifier la masse d'olive, en fonction de sa texture en utilisant une quantité variable d'eau, entre 50 et 70 % à une température comprise entre 25 °C et 35 °C (Alba Mendoza, 1999; Chimi, 2006; Del Caro et *al.*, 2006). Les séparateurs horizontaux employés ont une vitesse de 4845 tours/min.



Figure 17: Décanteur en fonctionnement (Anonyme 2017).

4.2.5. Décantation : L'huile produite doit passer par la décantation pour l'homogénéiser, éliminer la fraction air occlus de la centrifugation (figure 18), atteindre une température adéquate, se débarrasser de la mousse à la surface, des fonds de décantation (COI, 2006). La centrifugation verticale est le système employé dans toutes les installations pour séparer l'huile de l'eau. On soumet à ce processus soit le moût d'huile obtenu par pressurage ou par centrifugation horizontale, soit l'eau de végétation issue de la centrifugation horizontale. Le

séparateur centrifuge consiste en un réservoir cylindrique contenant le tambour tournant composé d'une série d'assiettes coniques perforées et superposées. Le moût d'huile, introduit par le haut entre dans le tambour est soumis à une centrifugation à 6000-7000 tours par minute. Sous l'effet de la différence de densité, l'huile et l'eau se séparent. Pendant la rotation, il se produit une accumulation de résidus solides qui sont expulsés par l'intermédiaire d'un système de sécurité automatisé (débourbage).



Figure 18: Sortie de l'huile par la centrifugeuse (Anonyme 2017).

Le système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases utilisé pour les huiles de Boghni et Timizart est représenté par la figure suivante :

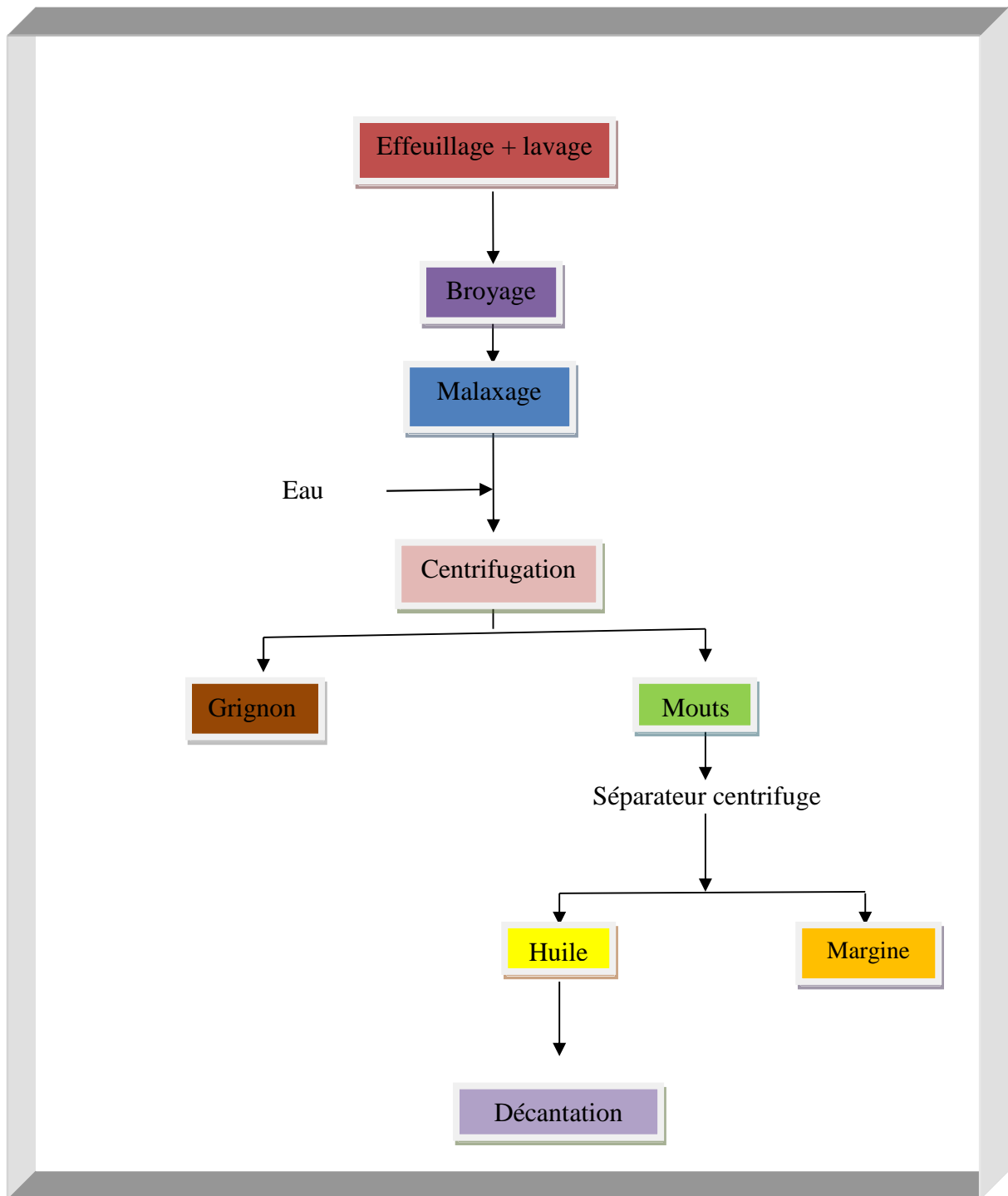


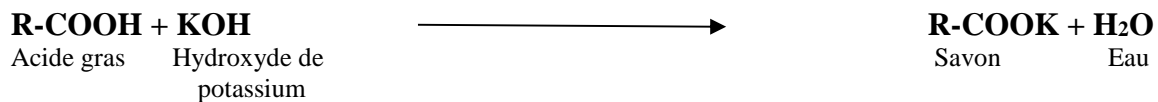
Figure 19: Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases

5. Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive

5.1. Les caractéristiques chimiques

5.1.1. Indice d'acidité

L'acidité de l'huile d'olive représente le pourcentage d'acides gras libres, exprimée en gramme d'acide oléique résultant de l'hydrolyse du triglycéride par 100 g d'huile d'olive. Elle est considérée comme un moyen simple et efficace pour l'évaluation qualitative et la classification des huiles d'olive (Ryan et *al.*, 1998). Le principe repose sur la neutralisation des acides gras libres par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium sans hydrolyser les liaisons esters des glycérides, selon la réaction suivante :



L'acidité libre, exprimée en pourcentage d'acide oléique, a été déterminée sur une prise d'essai de 2,5g d'huile d'olive dissoute dans 25 ml d'éthanol. Le mélange a été titré par une solution d'hydroxyde de potassium 0,1 N en présence de 0,5 ml d'indicateur coloré qui est la phénolphthaléine. Le titrage est arrêté quand la coloration rose persiste pendant au moins 10 secondes. Dans les mêmes conditions un essai à blanc (absence de l'huile) a été réalisé. L'acidité a été déterminée selon le protocole de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO 660, 1996).

L'acidité est exprimée en pourcentage en poids d'acide oléique, elle est calculée selon cette formule:

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{V \times N \times M}{m \times 10} \times 100$$

V : le volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé.

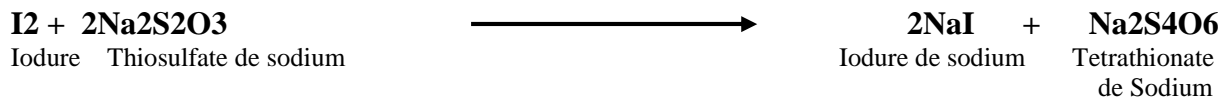
N : normalité de la solution de KOH (0,1N).

M : le poids molaire, en g/mole, de l'acide oléique(282) adopté pour l'expression du résultat.

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

5.1.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde représente la quantité de ces substances exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme, qui oxyde l'iodure de potassium (COI, 2017). Cet indice permet d'évaluer le degré d'oxydation des acides gras insaturés (rancissement). Un indice de peroxyde bas indique que l'huile a été extraite rapidement après la récolte et qu'elle a été stockée dans de bonnes conditions (Krichene et al., 2010 ; M'bayeet al., 2012). La norme internationale recommandée pour les huiles d'olive, fixe le maximum de cet indice à 20 meq d'oxygène actif par kg d'huile (COI, 2017). En retour, l'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium, selon cette réaction:



Selon la méthode décrite par le règlement CEE/2568/91, dans une fiole peser 2 g 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 pour passer de la couleur orangé à jaune pâle en agitant vigoureusement. Ajouter 1 ml de la solution d'amidon comme indicateur. Si une couleur violacée apparaît, il ya présence de peroxyde. Titrer tout en agitant avec la solution de thiosulfate de sodium (0, 01N) jusqu'à la disparition de la coloration violette. Un essai à blanc a été effectué simultanément. L'indice de peroxyde (IP) se détermine ainsi :

$$\mathbf{IP (meq O_2/kg) = \frac{(V-V_0) \times N}{P} \times 100}$$

V₀ : volume (ml) de thiosulfate de sodium (0,01N) nécessaire pour titrer l'essai à blanc.

V : volume (ml) de thiosulfate de sodium (0,01N) nécessaire pour titrer l'échantillon.

P : prise d'essai (g) de l'échantillon.

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

5.1.3. Détermination de la teneur en pigment (chlorophylle et caroténoïdes)

Il existe deux sortes de pigments dans l'huile d'olive : les chlorophylles et les caroténoïdes (Benrachou, 2013). En raison de leur caractère antioxydant dans l'obscurité (Van Den Berg et *al.*, 2000) et pro-oxydant dans la lumière, semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cours de son stockage et dans la préservation de sa qualité (Tanouti et *al.*, 2011).

La méthode de dosage des chlorophylles et des caroténoïdes est basée sur l'existence d'une bande d'absorption spécifique pour chaque composé donné, par un spectrophotomètre visible à une mesure d'absorbance de 670 nm pour les chlorophylles et 470 nm pour les caroténoïdes. La méthode utilisée est décrite par (Minguez Mosquera et Gandul-Rojas, 1996) qui consiste à dissoudre 7,5g d'huile d'olive dans le cyclohexane jusqu'à un volume final de 25 ml.

Les teneurs en pigment, exprimé en mg/kg, ont été calculés par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle en (mg/kg)} = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times 100 \times d} \text{ (COI, 2003 : 1 - 27 ppm)}$$

$$\text{Caroténoïde en (mg/kg)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times d} \text{ (COI, 2003 : 2-14 ppm)}$$

A : Absorbance à la longueur d'onde indiquée.

d : épaisseur de la cuve en cm (1cm).

5.1.4. Dosage des composés phénoliques totaux

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.

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'huile d'olive est sa richesse en composés phénoliques. En outre, les composés phénoliques non volatiles contribuent aux propriétés organoleptiques des huiles d'olive vierges qualifiées d'être amères, piquantes et astringentes qui lui attribuent un goût si particulier à la fois amer et fruité (Cerretani et *al.*, 2008 ; Esti et *al.*, 2009).

La composition phénolique varie pour chaque huile d'olive vierge à cause des facteurs, tels que la variété, la région et les conditions climatiques, les pratiques agricoles appliquées dans la culture de l'arbre, le stade de maturité et la période de récolte, le mode d'extraction, le stockage et le conditionnement (Boskou, 2015).

La teneur en composés phénoliques totaux est déterminée selon la méthode décrite par Singleton et *al.*, (1999). Un volume de 2,5 g d'huile ont été introduits dans un tube, additionnés de 5 ml d'hexane et 5 ml de méthanol/ eau (5/95) Après une bonne homogénéisation, la mixture s'est reposé pendant 05 min (séparation des 2 phases). On a récupéré 0,5 ml de la phase aqueuse, le surnageant (méthanol) contenant les polyphénols. Il été diluer dans 4,5 ml de méthanol/ eau (5/95) et 0,5 ml de folin ciocalteu et 1 ml de bicarbonate de sodium. Nous avons complété avec méthanol/eau (5 /95) jusqu'à 25 ml et laisser à l'obscurité pendant 1 h.

Les concentrations des composés phénoliques de différents échantillons sont déterminées en utilisant une courbe d'étalonnage établi dans les mêmes conditions à l'aide de l'acide gallique. La courbe d'étalonnage, ainsi que les valeurs des absorbances à 725 nm obtenues par spectrophotomètre UV-Visible des solutions analysées, nous permettent de déterminer leur teneur en composés phénoliques. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique par kg d'huile d'olive (annexe 2).

5.1.5. Dosage des ortho-diphénols

Les ortho-diphénols sont les antioxydants les plus puissants (hydroxytyrosol, acide caféique...).

La méthode utilisée pour la détermination des ortho-diphénols est basée sur la formation d'un complexe jaune entre les ortho-diphénols et les ions molybdates. La concentration en ortho-diphénols des extraits méthanoliques est déterminée suivant la méthode de (Mateos et *al.*, 2001). Un volume de 0,5 ml d'extrait méthanolique est additionné de 5 ml du mélange méthanol/eau (1:1), 4 ml d'extrait méthanolique sont additionnés de 1 ml de la solution de molybdate de sodium di hydraté à 5% dans l'éthanol-eau (V/V), le mélange est agité vigoureusement pendant 1 min, puis mis à l'obscurité pendant 15 min. L'absorbance est mesurée à 370 nm.

Les concentrations en ortho-diphénols des échantillons sont déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage (annexe 3) réalisée avec le tyrosol comme standard et les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de tyrosol /Kg d'huile.

5.2. Les caractéristiques physiques

5.2.1. La teneur en eau et en matières volatiles

C'est la perte en masse subite par l'échantillon après chauffage à $103\pm 2^\circ\text{C}$. Elle est exprimée en pourcentage de masse. Dont la norme décrite par le COI, 2015 doit être $< 0,2$. Cette technique consiste à chauffer une prise d'essai jusqu'à l'élimination de l'eau des matières volatiles et calcul de la perte de masse.

Nous avons pesé 5 g de l'huile d'olive dans une capsule préalablement séchée et tarée, cette prise d'essai est maintenue dans l'étuve, réglée à $103\pm 2^\circ\text{C}$ pendant une heure. Après refroidissement dans un dessiccateur jusqu'à la température ambiante. La capsule remplie d'huile séchée à 0.001g près est pesée. Répéter la même opération dans les mêmes conditions, mais avec des séjours successifs dans l'étuve pendant 1 h jusqu'à l'obtention d'un poids constant de deux pesés successives (ISO 662, 1996).

La perte en eau et en matières volatiles (en pourcentage) est exprimée par l'expression suivante :

$$H (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 : Masse (g) de boîte de pétrie vide.

m_1 : Masse (g) de boîte de pétrie avec la prise d'essai avant le chauffage à l'étuve.

m_2 : Masse (g) de boîte de pétrie avec la prise d'essai après le chauffage à l'étuve.

5.2.2. Extinction spécifique dans l'ultra-violet

L'examen de la spectrophotométrie dans l'ultra-violet fournit des indications sur la qualité d'une matière grasse, sur son état de conservation et sur les modifications dues au processus technologique, ainsi, le coefficient d'extinction à 270 nm est un bon révélateur de la teneur de l'huile en peroxyde (COI, 1996).

La détermination de l'absorbance à 232 nm et au voisinage de 270 nm permet la détection des produits d'oxydation des acides gras insaturés, lorsqu'ils ont une structure diénique conjuguée (hydro peroxyde linoléique C18 : 2), et des produits secondaires d'oxydation ayant une structure triénique (Benabid, 2009) en particulier des cétones et dicétones, qui absorbent la lumière vers 270 nm.

L'absorbance, exprimée comme extinction spécifique, est déterminée selon la méthode décrite par le COI (1996). Une masse de 0,25 g d'huile est diluée dans 25 ml de cyclohexane. L'absorbance est mesurée à deux longueurs d'ondes 232 nm et 270 nm à un spectrophotomètre UV et lecture se fait dans une cuve en quartz.

Les extinctions spécifiques à ces longueurs d'ondes sont exprimées comme suit :

$$E = \frac{A_{\lambda}}{C \times L}$$

E : Extinction spécifique à la longueur d'onde λ .

A_{λ} : Densité optique à la longueur d'onde λ .

C : Concentration de la solution en g/100 ml (=1).

L : Longueur de la cuve en centimètre (1 cm).

6. Analyse statistique

Chaque test est réalisé en deux essais et les résultats représentent la moyenne des deux mesures. Une étude statistique a été réalisée à l'aide du logiciel statistique Minitab version 19 (Minitab software, USA), afin de comparer les résultats et mettre en évidence des différences significatives entre les échantillons, et ce, pour chaque paramètre en appliquant une analyse de la variance (ANOVA) suivie du test de comparaison multiple avec un test de Tukey.

3. Résultats et discussions

Dans l'étude des propriétés physico-chimiques des huiles d'olives, différents paramètres ont été analysés tels que l'indice d'acidité (IA), indice de peroxyde (IP), teneur en pigments (chlorophylles et caroténoïdes), teneur en phénols totaux et ortho diphénols, l'extinction spécifique dans l'UV (K_{232} et K_{270}) et la teneur en eau et en matières volatiles. On a trouvé que l'huile d'olive « Ech3 » (l'échantillon étalon) référence de Boghni avait toutes les caractéristiques pour porter l'appellation d'une huile d'olive vierge extra.

1. Les paramètres chimiques

1.1. L'indice d'acidité

D'après les résultats obtenus, nous constatons que l'acidité libre de l'échantillon d'huile de la région de Boghni dépasse la limite établie par le COI, concernant l'huile d'olive extra vierge (HOVE). Les normes du COI (2018) exigent un taux d'acidité $\leq 0,8\%$ pour les HOVE (Annexes 01). L'huile de Boghni montre un taux d'acidité de 3,85 %, ce qui nous permet de la classer dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes. Cette huile sera destinée pour un raffinage afin. Par ailleurs, le taux d'acidité de l'huile d'olive de la région de Timizart a été de 1%, qui nous permet de la classer dans la catégorie des huiles d'olive vierge. Les valeurs de l'indice d'acidités des trois huiles étudiées sont représentées dans la figure suivante :

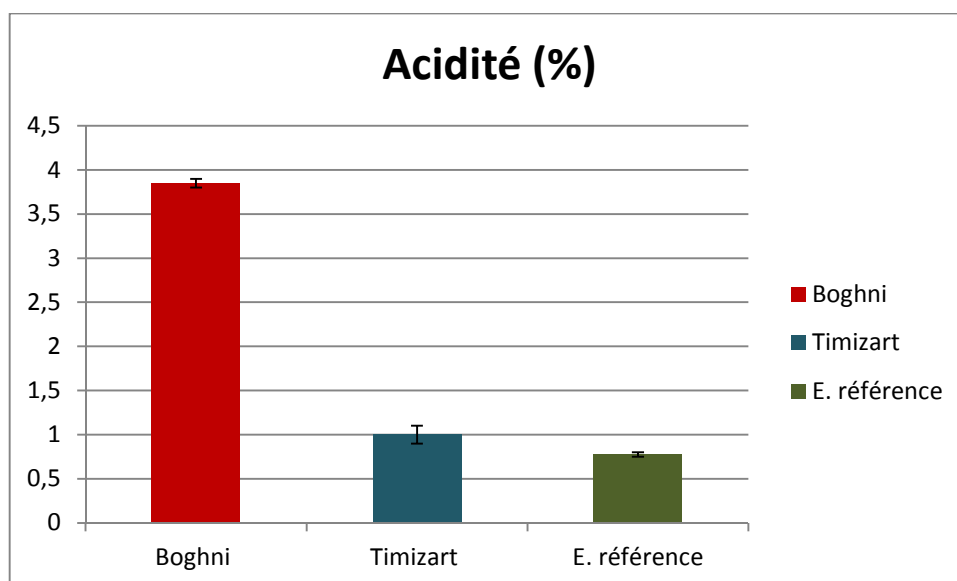


Figure20: Taux moyens d'acidité des échantillons d'huile d'olive des régions de Boghni et Timizart.

Cependant l'huile de notre échantillon référence a montré une teneur plus faible d'acidité de 0,77%, qui permet de la classer dans la catégorie des HOVE. Nos résultats sont soumis à une analyse de la variance, il ressort de ce traitement que ya un effet hautement significatif ($P=0$) sur l'acidité de l'huile d'olive, cela est vérifié par le test ANOVA (Annexe 6).

L'échantillon référence, dont on a respecté les différentes étapes de stockage, trituration et conservation d'huile, a montré une valeur d'acidité plus faible par rapport aux échantillons provenant des huileries des deux régions. Selon AFIDOL (2014), les facteurs responsables d'acidité élevée sont liés au nom respect des bonnes pratiques de récolte et de fabrication d'huile d'olive.

1.2. L'indice de peroxyde

Les résultats illustrés dans la figure 21 montrent que toutes les valeurs de l'indice de peroxyde obtenues sont en-dessous de la norme de 20 meq d' O_2 /kg établie par COI (2015) pour les huile d'olive vierge. L'indice de peroxyde (IP) pour l'échantillon d'huile de Boghni affiche une valeur de 16.75 meq O_2 /kg, qui la plus élevée comparer aux autres échantillons. Les valeurs d'IP ainsi rencontrées sont de 8.5 meq O_2 /kg pour l'huile de l'échantillon 3 (l'étalon) et de 12.5 meq O_2 /kg pour l'huile de l'échantillon 2 de Timizart. Le test ANOVA a montré qu'il ya pas une différence significative ($P= 0,56$) dans les valeurs du peroxyde de nos échantillons (Annexe7). Les valeurs de l'indice de peroxyde sont représentés dans le graphe suivant :

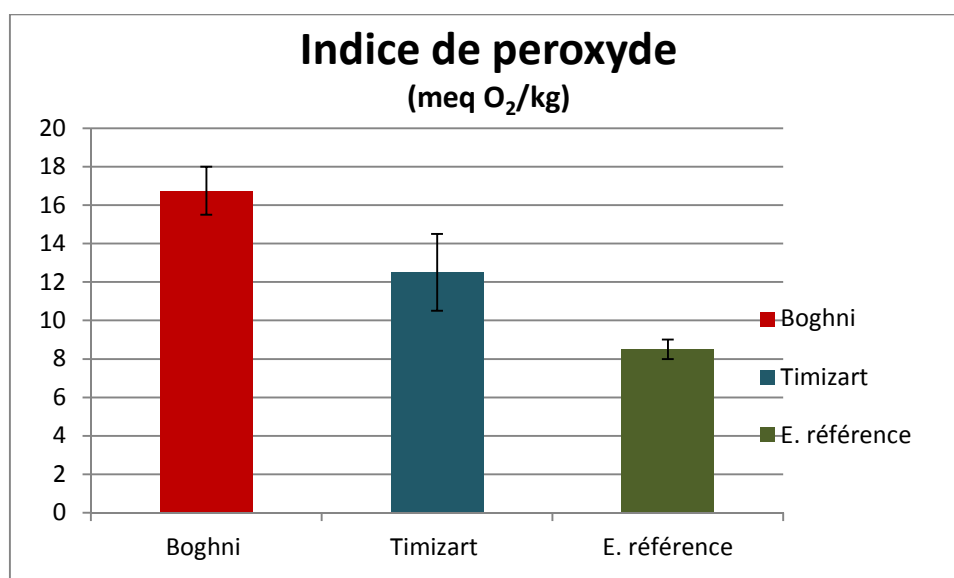


Figure 21: Le taux moyen de l'indice de peroxyde des huiles d'olives de la région de Boghni et Timizart.

Ces basses valeurs de l'IP sont dues probablement au respect des conditions de stockage et de la trituration des olives. Une faible teneur en peroxyde permet de limiter l'oxydation de l'huile d'olive et donc une meilleure conservation dans le temps. Le stockage inadapté ou prolongé des olives, peut être également une des causes d'augmentation de ce paramètre IP (Tanouti et *al.*, 2011 ; Meftah et *al.*, 2014).

En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant (température élevée, eau, enzyme, trace de métaux Cu, Fe...). Cette auto oxydation ou rancissement aldéhydique conduit dans un premier temps à la formation de peroxydes (ou hydro peroxydes) qui se décomposent ultérieurement en dérivés carbonylés aldéhydes et hydro cétones (responsables de l'odeur de rance) et en divers produits oxygénés (alcools, acides...) (Tanouti et *al.*, 2011). La détermination de l'indice de peroxyde est la méthode la plus appropriée pour la mesure de ces composés peroxydes.

1.3. Détermination de la teneur en pigment

Deux sortes de pigments sont présentes dans l'huile d'olive : les chlorophylles et les caroténoïdes.

1.3.1. Détermination des chlorophylles

Nos résultats (figure 22) révèlent que l'huile d'olive de l'Ech 3 renferme une quantité plus élevée en chlorophylles soit en moyenne $4,27 \pm 0,1$ ppm, et qui rentre dans la norme de 1-27 ppm préconisée par le COI (2003), par rapport aux deux autres échantillons de Boghni et Timizart dont les résultats rencontrés (figure 22) sont strictement inférieures à 1 ppm. Les valeurs des deux régions varient respectivement entre 0,33 ppm et 0,52 ppm, ainsi ces résultats ne sont pas conforme aux normes du COI(2003). Les résultats de l'analyse de la variance ont montré qu'il ya un effet hautement significatif ($P=0,001$) sur la teneur en chlorophylles (Annexe 10).

Le graphe si dessous représente les teneurs en chlorophylles exprimées en ppm des échantillons d'huiles d'olive étudiés.

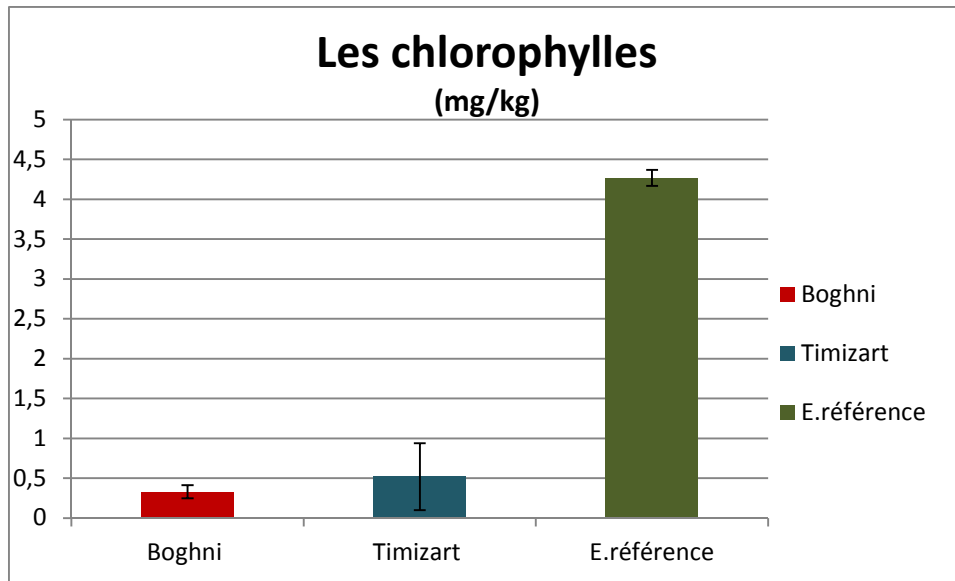


Figure 22: La teneur en chlorophylle des huiles d’olives de la variété *Chemlal* de la région de Boghni et Timizart.

Ces taux faibles sont dus à la dégradation de la chlorophylle sous l’action des chlorophyllases en phéophytines qui confère à l’huile sa couleur jaune. La maturité des olives récolté peut affecter la teneur en pigment de l’huile, sachant que nos échantillons ont été récoltés à maturité tardive. Par ailleurs, des études ont démontré que ses chlorophylles pigments majoritaires dans les olives, se dégradent au cours de la maturité des olives (Benrachou, 2013).

Selon Baccouri et *al.*, (2008) les chlorophylles sont les pigments les plus abondants dans la nature. Ils sont responsable de la nuance verdâtre de l’huile d’olive dont les taux varient en dépend des facteurs génétiques et du stade de maturation des fruits. L’évolution de la teneur en chlorophylles renseigne sur les substances colorantes contenues dans l’huile et dépend de contamination des olives par les feuilles.

1.3.2. Détermination des caroténoïdes

Selon les résultats dressés dans la figure, les teneurs en caroténoïdes enregistrées, montrent que l’échantillon référence présente une concentration plus importante de β carotène de l’ordre de 2,22 ppm, qui est conforme aux normes (2-14 ppm) exigés par le COI (2015), par rapport aux autres huiles de Boghni et de Timizart qui présentent des concentrations en caroténoïdes de 0,85 ppm et 0.74 ppm respectivement. Le résultat de l’analyse de la variance montre un effet hautement significatif ($P=0,002$) sur la teneur en caroténoïdes (Annexe 11).

Les résultats de la figure 23 montrent une variation de la teneur en caroténoïdes des trois échantillons d'huile d'olive analysées.

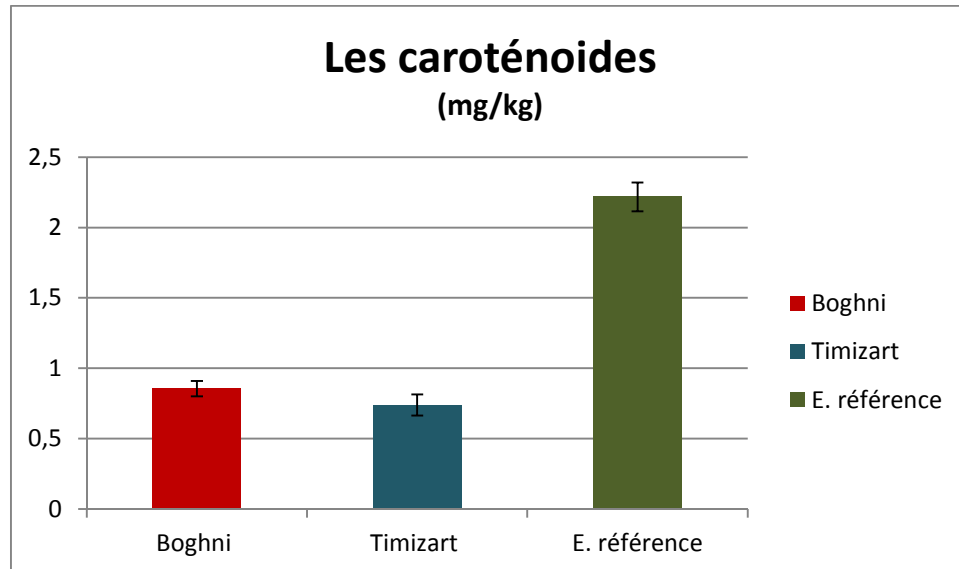


Figure 23: La teneur en caroténoïdes des huiles d'olives de la région de Boghni et Timizart.

Des recherches ont démontré que les pigments caroténoïdes sont facilement dégradés en présence de lumière et des températures élevées. La teneur en β -carotène de l'huile est influencée également par la variété, le degré de maturité, la méthode de cueillette des olives, et le système d'extraction utilisé et l'âge de l'huile (Benrachou, 2013). Selon Lazzer et *al.*(2006), les carotènes sont des substances chimiques naturelles impliquées dans les mécanismes d'oxydation de l'huile, leur présence en quantité suffisante dans l'huile permet de retarder le phénomène de la photo oxydation et de préserver les paramètres de qualité de l'huile au cours du stockage. Ainsi, notre échantillon référence, grâce à sa richesse en β -carotène, peut avoir une meilleure capacité antioxydante et une stabilité oxydative et une longue durée de vie durant le stockage.

L'huile d'olive est protégée contre le dommage oxydatif par plusieurs substances telles que les caroténoïdes qui ont un effet antioxydant et pro vitaminique (provitamine A) (Roca et Minguez-Mosquera, 2001). Les caroténoïdes présents dans l'huile d'olive vierge sont connus comme désactivant de l'oxygène et sont donc des inhibiteurs très efficaces de l'oxydation.

1.4. La teneur en composés phénoliques totaux

D'après la figure 24 nous remarquons que l'Ech 1 de Boghni et l'Ech 3 renferme une importante quantité de composés phénoliques dont les valeurs varient respectivement entre 205,5 mg EAG/Kg et 218,5 mg EAG/Kg ; par ailleurs, l'Ech 2 de Timizart a montré une concentration plus faible en phénols totaux de 159 mg EAG/Kg. Le résultat de l'analyse de la variance montre un effet significatif ($P=0,029$) sur la teneur en composés phénoliques (Annexe 12). Ces données obtenues montrent que les huiles d'olive étudiées renferment une quantité appréciable de composés phénoliques. Les valeurs sont comprises dans l'intervalle des teneurs en composés phénoliques indiquées par Aguilera *et al.*, (2005) qui est de l'ordre de 50 à 1000ppm.

Les résultats du dosage des poly phénols totaux exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique/kg d'huile sont représentés dans la figure suivante:

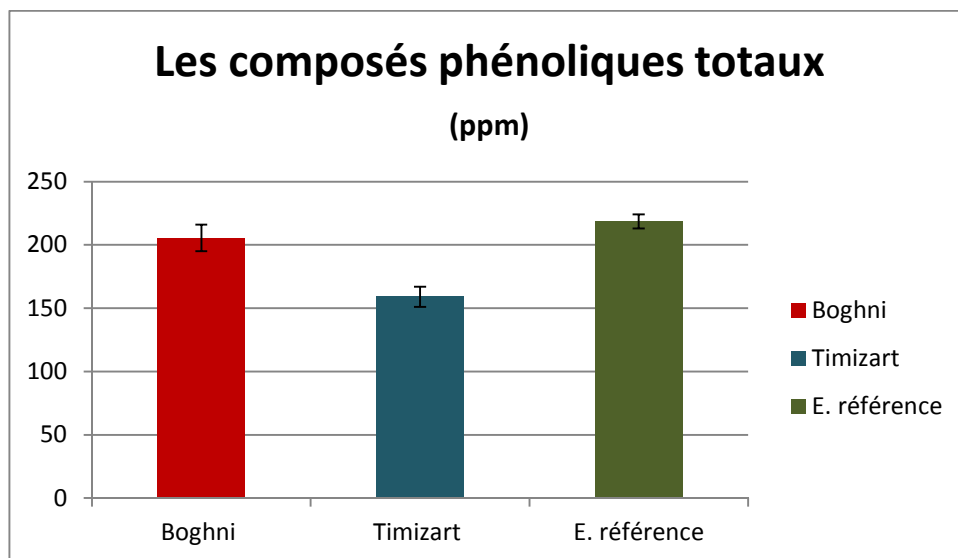


Figure 24: Teneurs en composés phénoliques totaux des échantillons d'huile d'olive de la région de Boghni et Timizart.

L'olive contient une quantité appréciable de composés phénoliques qui passent dans l'huile lors de son extraction (De Stefano *et al.*, 1999). Les composés phénoliques sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent les huiles contre l'oxydation, ils leur confèrent une meilleure stabilité lors du stockage, une saveur amère et une sensation de piquant (Perrin, 1992; Ollivier *et al.*, 2004). Ces composés ont un grand intérêt dans

l'inhibition de la peroxydation des LDL, l'oxydation des protéines et de l'ADN (Visioli et *al.*, 2002).

Les variations des teneurs en polyphénols observés peuvent être dues à la différence du degré de maturité des olives avant trituration et de la zone géographique (Garcia et *al.*, 2003). En effet, plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en composés phénoliques dans l'huile d'olive tels que la maturation d'olive, la variation saisonnière, le facteur environnemental, la date et le mode de récolte, le stockage de l'huile, la diversité intra variétale de l'olivier et la méthode d'extraction (Ranalli et *al.*, 1999). En plus les huiles d'oliveraie située en altitude sont plus riches en phénols que les oliveraies des plaines (Ocakoglu, 2008).

1.5. La teneur en ortho-diphénols

Les teneurs en ortho-diphénols sont représentées dans la figure 25. Les valeurs fluctuent entre 14 mg/kg (*Boghni*), 9,5 mg/kg (*Timizart*) et 22 mg/kg dans l'échantillon référence. Les teneurs en ortho-diphénols marquent pratiquement la même allure comparée aux teneurs en phénols totaux. Le résultat de l'analyse de la variance montre un effet significatif ($P=0,038$) sur la teneur en composés phénoliques (Annexe 13).

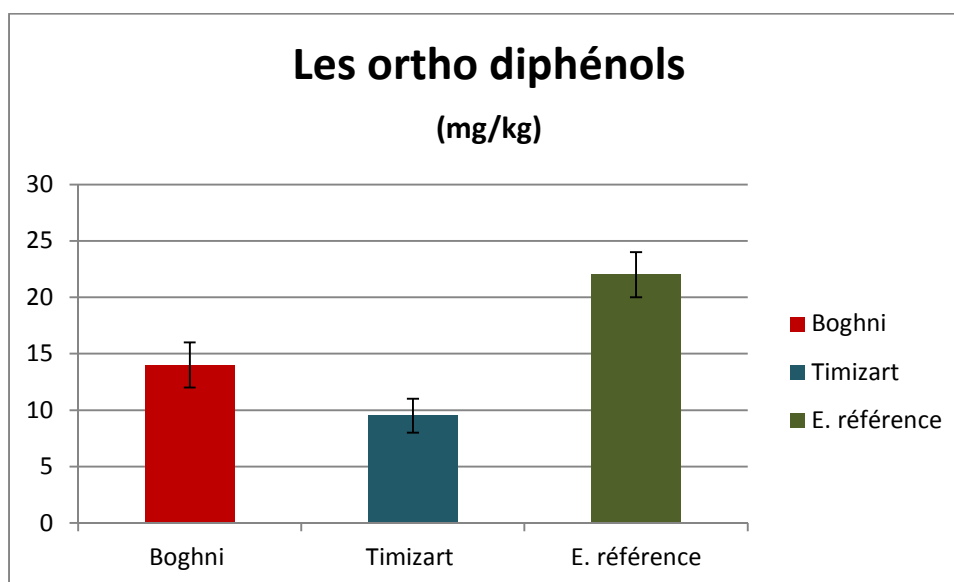


Figure 25: La teneur en ortho diphénols des huiles d'olives de la région de Boghni et Timizart.

2. Les paramètres physiques

2.1. L'extinction UV

Cette méthode repose sur la détermination des coefficients d'extinctions spécifiques dans l'ultraviolet à 232 nm et 270 nm des produits de décomposition de l'huile (Leroy, 2010). La valeur de K_{232} nous indique l'état de conjugaison des acides gras polyinsaturé (oxydation primaire), alors que la valeur de K_{270} nous indique la formation des composés carboxyliques (oxydation secondaire) (Gomez-Alonso et al., 2007).

2.1.1. L'extinction UV à la longueur d'onde K_{232}

D'après les résultats obtenues nous remarquons que la valeur du coefficient K_{232} pour l'huile de l'échantillon référence est conforme à la norme du COI ($\leq 2,5$), avec une valeur de 1,44 nm. Cependant, les valeurs d'extinction spécifique K_{232} des échantillons 1 et 2 de Boghni et Timizart dépassent les normes fixées, avec des valeurs de 3,14 et 3,06, respectivement. L'analyse statistique (ANOVA) a montré une différence hautement significative ($P=0$) entre les échantillons.

Les données recueillies par le coefficient d'extinction spécifique K_{232} sont consignées dans la figure 26.

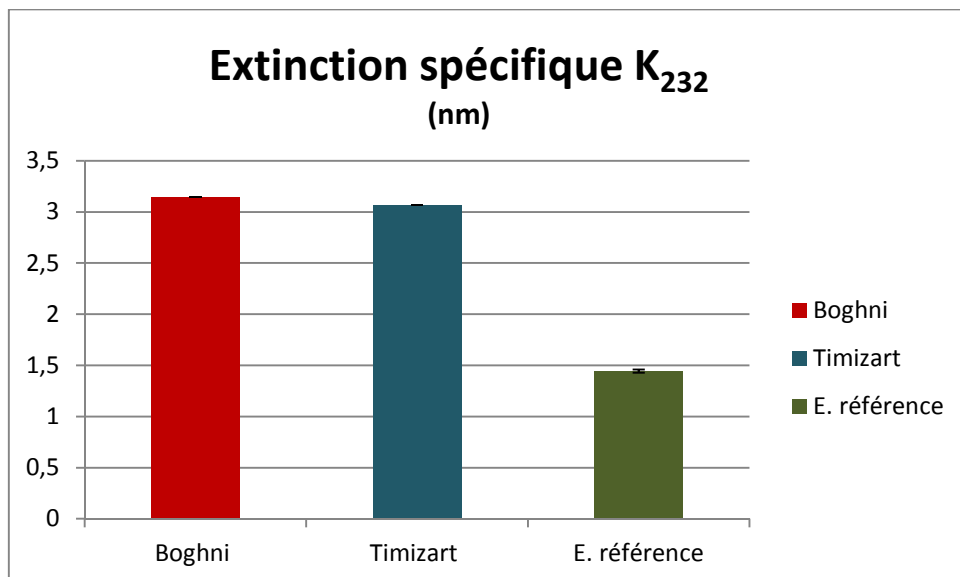


Figure 26: Valeurs du coefficient d'extinction spécifique K_{232} des différents échantillons de l'huile d'olive de la région de Boghni et Timizart.

Cela indique qu'ils ont subi une forte oxydation primaire, qui est due probablement à l'exposition aux agents oxydant lors de la trituration des olives ou bien à la mauvaise condition de stockage des huiles après trituration.

2.1.2. L'extinction UV à la longueur d'onde K_{270}

Les résultats obtenues, montrent que l'huile d'olive de la région de Boghni avec une valeur estimée de 0,54 nm et celle de la région de Timizart (0,49 nm) présentent une extinction spécifique (K_{270}) sensiblement plus élevée et dépassent les limites établies par le COI(2015) ($\leq 0,22$). Quant à l'huile de l'échantillon référence présente une extinction spécifique aux normes avec une valeur de 0,15 nm. Le test ANOVA montre une différence hautement significative ($P=0,005$) entre les échantillons.

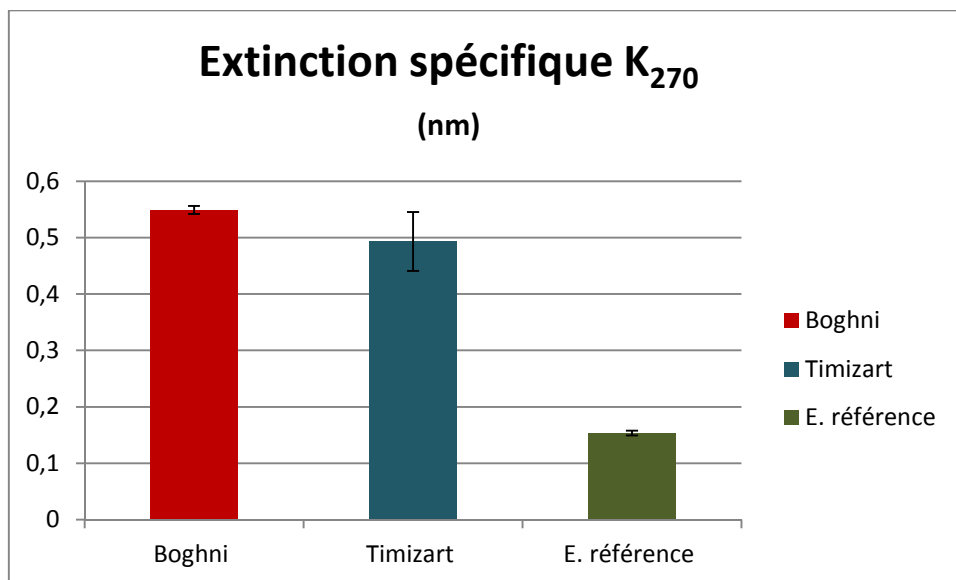


Figure 27: valeurs du coefficient d'extinction K_{270} des différents échantillons d'huile d'olive de la région de Boghni et Timizart.

L'extinction spécifique à 232 nm et à 270nm d'une huile reflète son état d'oxydation. Plus son extinction à 232 nm est forte plus elle est peroxydé, et plus que l'extinction à 270nm est forte plus l'huile est riche en produit d'oxydation secondaire, qui se traduit par une faible aptitude à la conservation(COI, 2011).Plusieurs facteur peuvent expliquer ces résultats à savoir la récolte tardive des olives, l'exposition excessive des olives et de l'huile extraite à l'oxygène de l'air et à la lumière, voir aussi au réchauffement de la pâte lors de la trituration (Tanouti et *al.*, 2011).

2.2. La teneur en eau et en matières volatiles

La présence de l'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité, elle constitue un support pour le développement microbien et autres activités enzymatiques (hydrolyse et oxydation) (Karleskind, 1992). L'humidité de l'huile provient des procédés d'extraction ainsi que les tissus végétaux.

Nous remarquons que l'humidité de l'huile de Boghni renferme une teneur en eau (0,4%) et celle de Timizart (0,38%). Les valeurs enregistrées dépassent la norme fixée par le COI (2003), caractérisant l'huile d'olive extra vierge ($\leq 0,2\%$). Tandis que l'humidité de l'échantillon référence a montré une valeur de 0,19 %, conforme à la norme du COI.

L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives ($P=0,001$) (Annexe 5) du taux d'humidité des huiles des trois échantillons analysées (figure 28).

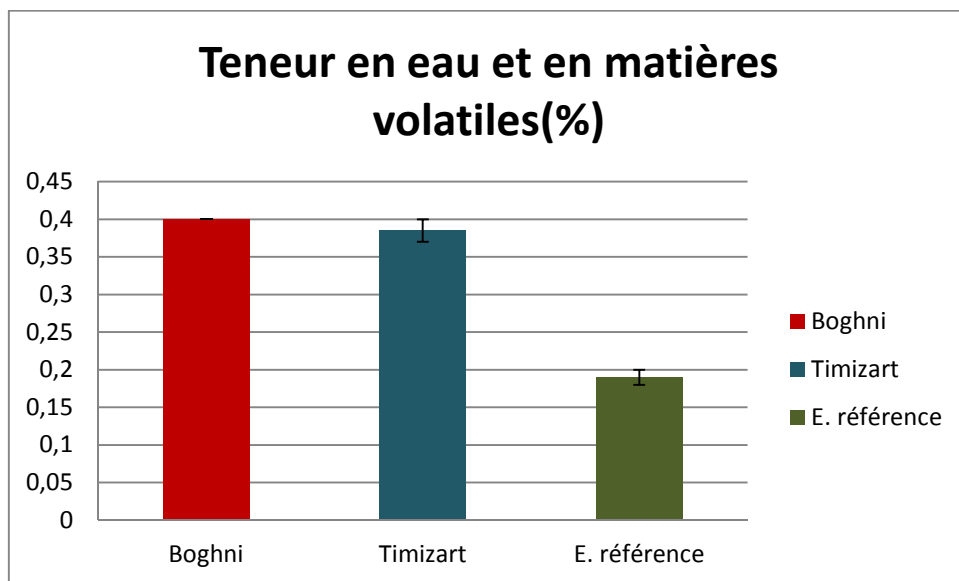


Figure 28: Valeurs de la teneur en eau et en matières volatiles des huiles d'olives de la région de Boghni et Timizart.

Cette variation peut être due à l'eau végétative qui n'a donc pas été complètement éliminé lors de la décantation de l'huile. Plusieurs auteurs ont rapporté que les valeurs relatives à la teneur en eau et en matières volatiles sont tributaires des conditions environnementales, dont la pluviosité, l'évaporation, l'irrigation et du processus de trituration

des olives (Inglese *et al.*, 1996; Grattan *et al.*, 2006; Toplu *et al.*, 2009). Selon Garcia *et al.* (1996).

Conclusion

Par le présent travail, nous avons contribué à la caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive de la variété *Chemlal* provenant de deux vergers oléicoles de la commune de Boghni et de Timizart de la région de Tizi-Ouzou. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles d'olive ont été réalisées par la mesure de l'acidité libre, la mesure de l'indice de peroxyde, le dosage de la chlorophylle et de carotène, la détermination du taux des composés phénoliques et des ortho diphénols, l'évaluation du coefficient d'extinction spécifique et la teneur en eau et en matières volatiles, ce qui a donné une première appréciation de la qualité de l'huile d'olive de la variété *Chemlal* des trois échantillons analysés.

Les résultats des tests ont aboutis à conclure que l'huile de l'échantillon référence analysée peut être classée comme qualité « Huile d'olive vierge extra » ; alors que, les deux autres échantillons de Boghni et Timizart ont été classés dans la catégorie des huiles d'olives lampantes. Cette dégradation de la qualité physico-chimique de l'huile est due principalement aux conditions de stockage des olives. Ces derniers, ont été stockés dans des mauvaises conditions, les olives entassées ont été stockés durant 15 jours et plus. Les oléiculteurs des régions de Boghni et Timizart ont tendances à utiliser de mauvaises pratiques culturales et technologiques. D'autres facteurs peuvent également intervenir dans la dégradation de la qualité de l'huile ; on cite dans la littérature : le degré de maturité des olives pressés, la méthode d'extraction des huiles, le stockage, le transport et la cueillette des olives sur les valeurs des paramètres étudiés.

Au terme de cette étude, nous proposons d'élargir les axes de recherches sur l'olivier dont :

L'accent doit être mis dans les perspectives d'avenir sur la grande nécessité d'améliorer sans cesse les conditions de productions et de veiller à améliorer la qualité de l'huile d'olive pour une meilleure rentabilité de la production. Il serait également intéressant de réaliser d'autres travaux sur plusieurs années en considérant un nombre d'échantillon plus important et étendre l'étude à toute l'exploitation et aussi à toute la région de Tizi-Ouzou.

Pour valoriser l'avantage de l'huile d'olive, il est nécessaire de sensibiliser les agriculteurs pour améliorer les techniques culturales, car c'est les paramètres clé dans l'obtention d'une huile d'olive de qualité.

Il est primordial de s'assurer de la qualité nutritionnelle et sanitaire des huiles destinées à la consommation afin de détecter et dénoncer les fraudes assez courantes qui minent ce type de commerce, ces pratiques qui peuvent entraîner de sérieux problème de sécurité alimentaire et affecter le bien-être et le plaisir de manger. Le contrôle de qualité de l'huile s'effectue par des tests physicochimiques et sensoriels. L'huile d'olive vierge est considérée comme un produit fragile vis-à-vis du risque d'éventuelle contamination, comparée aux huiles de colza et tournesol qui sont raffinées, il est donc nécessaire d'établir un control vigilant pour garantir l'authenticité de l'huile d'olive.

Références bibliographiques

- **AFIDOL, 2020.** Association Française Interprofessionnelle de l'olive.
- **Ait Yacine Z. (2002).** 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.
- **Ajana H., El Antari A. et Hafidi A.1999.** Evolution of biometric parameters and chemical composition of olives from the Moroccan Picholine variety during fruit ripness. *Grasas y Aceites*, 50 (1) :1-6.
- **Alba Mendoza J.A. 1999.** Séparation des phases solide et liquide (analyse des différentes méthodes). Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oléo-technique, Florence, 10, 11 et 12 mars 1999. Conseil Oléicole International, 1-20.
- **Al-Rewashdeh A. (2010).** Blood lipid profile, oxidation and pressure of men and women consumed olive oil. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (1): 15-26.
- **Amirante, P., Clodoveo, M.L., Leone, A., Tamborrino, A., Patel, V.B. 2010.** Influence of different centrifugal extraction systems on antioxidant content and stability of virgin olive oil. *In : Preedy, V.R., Ross Watson, R. Olives and olive oil in health and disease prevention. First edition. Academic Press*, pp85-94.
- **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.
- **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.
- **Benabid H. (2009).** caractérisation de l'huile d'olive algérienne apports des méthodes chimiométriques.(institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires, inataa).
- **Benlemlih et al., 2016.** Polyphénols d'huile d'olivier, trésor santé, 2^{ème} édition, France : p 25-30.

- **BENRACHOU N (2013).** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. (Université Badji Mokhtar Annaba).
- **Besnard G., 2005.** Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea* L.) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.
- **Boskou D.2015.** Phenolic Compounds in Olives and Olive Oil in "Olive oil: minor constituents and Health. Ed. CRC press. pp 11-44.
- **Boucheffa, S., Tamendjari, A., Sanchez-Gimeno, A. C., Rovellini, P., Venturini, S., di Rienzo, V., ... Montemurro, C. (2019)** Diversity assessment of Algerian wild and cultivated olives (*Olea europaea* L.) by molecular; morphological and chemical traits. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121:180–302.
- **Boukhari R, 2014.** Contribution à l'analyse génétique et caractéristique de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leur rendement au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, mémoire de magister en agronomie. Univ. Tlemcen, Algérie p120.
- **Boulouha B. (2006).** Forum Oléa, Marrakech, 25 May.
- **Boutkhil S, (2012)** - Les principales maladies fongiques de l'olivier (*Olea europea*) en Algérie : répartition géographique et importance. Thèse de Magistère, Univ. Oran, P133.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales. 4 eme edition. Lavoisier, pp 717- 719.
- **C.O.I (1998).** L'Olivier, l'huile, l'olive - Madrid / Espagne.
- **C.O.I .2000.** Conseil Oléicole International. Amélioration de la qualité de l'huile d'olive, P.77.
- **C.O.I 2006.** Guide de gestion de la qualité de l'industrie de l'huile d'olive : les moilins.
- **C.O.I 2009.** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive.
- **C.O.I, (2015).** Conseil Oléicole International. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.
- **C.O.I, 2019.** Norme Commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. Conseil Oléicole International, 3:1-17.
- **C.O.I, 2020.** Normes applicables aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive. Conseil Oléicole International ; COI/CBPS/DOC.n°1.

- **C.O.I. 2003.** Conseil Oléicole International. Classification des huiles d'olive. Normes internationales applicables à l'huile d'olive et à l'huile de grignon d'olive.
- **C.O.I.** Conseil Oléicole International. Analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet. Conseil Oléicole international/ T20/Doc19 6 juin1996, Madrid.Espagne.
- **Carriere François et Marie-Claire, 2013.**Mieux connaître l'huile d'olive. La Genetière 84 850 Travaillan FRANCE.
- **Çavusoglu A., Oktar 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.
- **CE, 2020.** (Communauté Européene), Observation National de l'Agriculture (ONAGRI) 3 février 2020. <le marché de l'huile d'olive au niveau national et mondial, et mécanisme de régulation>.
- **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.2006.** Qualité des huiles d'olive au maroc. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin Mensuel d'information et de liaison du Programme National de transfert de Technologie en Agriculture, 79:1-4.
- **CNUCED, 2005.** Conférences des Nations Unies sur le commerce et le développement. Accord international de 2005 sur l'huile d'olive et les olives de tables Nations Unies TO/olive/Oil. 10/6.
- **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). 2007** - Technique de production en oléiculture. Espagne, p 334.
- **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
- **Covas M.I. (2007).** Olive oil and the cardiovascular system. *Nutritional Pharmacology*, 55 (3):175-186.
- **Covas M.I. 2007** Olive oil and the cardiovascular système . *Nutritional Pharmacology*, 55 (3): 175-186.
- **Daoudi L. 1994.** Etude des caractères végétaux et fructifères de quelques variétés locales et étrangères d'olivier cultivés à la station expérimentale de Sidi-Aiche (Bejaïa). Thèse de magister. Inst. Nat. Agr. El Harrach. P132.
- **Del Caro A., Vacca V., Poiana M., Fenu P., Piga A. (2006).** Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv) from whole and destined fruits. *Food Chemistry*, 98: 311–316.
- **Demnati D., 2008.** Facteurs affectant la qualité d'une huile d'olive vierge.
- **Di Giovacchino L.1999.** La technologie d'élaboration de l'huile d'olive vierge: Opérations préliminaires en huilerie et préparation de la pâte d'olives. Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en Oléiculture et oleotechnique. Florence, 10. 11et 12 mars 1999. Conseil Oléicole International, 1-39.
- **Di Rienzo, V., Sion, S., Taranto, F., D'Agostino, N., Montemurro, C., Fanelli, V., Miazzi, M. M. (2018)** Genetic flow among olive populations within the Mediterranean basin. *Peer Journal*, 6:e5260.
- **Diabate S., Konan K. E., Allou D., Coulibaly O. A., De Franqueville H. (2009).** Performance de deux techniques d'extraction des phénols racinaires pour l'évaluation du marquage de la tolérance à la fusariose des clones de palmier a huile (*Elaeis guineensis Jacq.*). *Sciences & Nature Vol.6 N°2 : 117 – 123.*
- **DSA, 2020.** Direction des Services Agricoles.
- **El Antari A., El Moudni H., AjanaH.,Cert A. (2003).** Etude de la composition lipidique de deux compartiments du fruit d'olive (pulpe et amande) de six variétés d'oliviers cultivées au Maroc. *Olivae*, 98 : 20-28.
- **El Antari A., Hilal A.,Boulouha A.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 chimiques de l'huile d'olive vierge extra au Maroc. *Olivae*, 80: 29-36.

- **Esti M., Contini M., Moneta E. et Sinesio F.** 2009. Phenolics compounds and temporal perception of bitterness and pungency in extra – virgin olive oils : Changes occurring throughout storage . *Food Chemistry* ,113: 1095-1100.
- **Fouin J., Sarfati C.** (2002). Le guide des huiles d'olive. Editions du Rouergue. 335p.
- **Fruchart, 1996.** L'huile d'olive : Aliment, Santé. France.
- **Gallardo V., Munoz M., Ruiz M.A., (2005).** Formulation of hydrogels and lipogels with vitamin E. *J. cosmet. Dermatol*; 4:187-192.
- **Gandul-Rojas B. et Minguez-Mosquera M.I.** 1996. Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various Spanish olive varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 31-39.
- **Ghedira K. (2008).** L'olivier. *Journal de la phytothérapie*, vol. 6, pp. 83-89.
- **Gutierrez F, Villafranca M.J. et Castellano, M.J. 2003.** Changes in the Main Components and Quality Indices of Virgin Olive Oil During Oxidation. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 79 (7): 669-676.
- **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.
- **I.S.O : International Standard Organisation 662.** 1996. Détermination de l'humidité des corps gras.
- **JACOTOT B et LEPARCO J.C.L.;1992;** Aliments; In "Nutrition et alimentation « .2^{ème} Ed. Masson. Paris. P : 12. ISBN 2-225-82531-9.
- **Jacotot B. 1996.** Huile d'olive et prévention. *Clinical Nutrition & Metabolic*, 10: 7-9.
- **Jihad A and Tahiri M, 2016.** Modeling the urban geometry influence on outdoor thermal comfort in the case of Moroccan microclimate. *Urban climate* 16:25-42.
- **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.
- **Krichene, D., Allalout, A., Mancebo-Campos, V., Salvador, M.D., Zarrouk, M., Fregapane, G. 2010.** Stability of virgin olive oil and behaviour of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. *Food Chemistry*, 121, 171-177.
- **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.

- **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.
- **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.
- **Lipshitz N., Gophna R., Hartman M., Biger G. (1991).** The beginning of olive (*Olea europaea*) cultivation in the old world: a reassessment. *J. Arch. Sci.* 18, 441-453.
- **Loukas M., Krimbas C.M. (1983).** History of olive cultivars based on their genetic distances. *J. Hort Sci.* 58, 121.
- **Loussert R, Brousse G, 1978.** L'olivier. Technique agricole et production. Ed ; Maisonneuve et brose Paris. France.
- **M'baye, B., Diop, A., Lô, A., Bassene, E. 2012.** Étude de l'effet de la température sur les huiles alimentaires en Mauritanie : dosage des indices de peroxyde. *Revue Ivoirienne Sciences et Technology*, 19, 26 – 33.
- **Mahhou et al., (2014).** Période de récolte et caractéristiques de l'huile d'olive de quatre variétés en irrigué dans la région de Meknès.
- **Mateos R., Espartero J. L. Trujillo M., Rios J. J., Leon-Camacho M., Alcludia F., Cert A.** Determination of phenols, flavones and lignans in virgin olive oils by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array ultraviolet detection. *J. Agric. Food Chem.* (2001), 49, 2185-2192.
- **Mendil M. (2009).** L'oléiculture : Expériences algériennes. Filaha Innove, 1111, 4762, p 06.
- **Minguez-Mosquera M.I., Rejano L., Gandul B., Higinio A. et Carido J. 1991.** Color pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 68:332-336.
- **Ministère d'Agriculture et du Développement Rurale (MADR), 2012.**
- **Ollivier Denis et al., 2004.** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olives vierges.
- **Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel (ONUUDI), 2007.** Guide de producteur de l'huile d'olive. Vienne, 2007.

- **Ouaouich A., Chimi H.(2007).** Guide du producteur de l'huile d'olive. Projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc, Vienne. p 8.
- **Pelletier X., Belbraouet S., Mirabel D. (1995).** A diet moderately enriched in phytosterols lowers plasma cholesterol concentrations in normo cholesterolemic humans. *Annals of Nutrition and Metabolism.* 39: 291-295.
- **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.
- **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.
- **Reboul Emmanuelle et al., 2007.** Effect of the main dietary antioxidants (carotenoids γ tocopherols, polyphenols and vitamin C) on α -tocopherol absorption. *European journal of clinical nutrition* 61 (10), 1167-1173.
- **Ryan D et Robards K.1998.** Phenolic compounds in olive. In : *Analyst*, 123: 31-34.
- **Ryan D. et Robards K. (1998).** Phenolics compounds in olives. *Analyst*, 123:41-44.
- **Ryan D., Robards K. et LAVEE S. 1998.** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72 : 23-38.
- **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.
- **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.
- **Seguro-Carretero, A., Menéndez-Menéndez, J., Fernández-Gutiérrez, A. 2010.** Polyphenols in olive oil : the importance of phenolic compounds in the chemical composition of olive oil. In : Preedy, V.R., Ross Watson, R. *Olives and olive oil in health and disease prevention. First edition. Academic Press*, pp167-176.
- **SEKOUR B., (2012).** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES.
- **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.
- **Tabti D. 2010.** Regeneration in-vitro de plants sains à partir d'Apex caulinaires d'olivier *Olea europaea L* variété Chemlal.
- **Tamborrino, A., Clodoveo, M.L., Leone, A., Amirante, P., Paice, A.G. 2010.** The malaxation process: influence on olive oil quality and the effect of the control of oxygen concentration in virgin olive oil. *In : Preedy, V.R., Ross Watson, R. Olives and olive oil in health and disease prevention. First edition. Academic Press*, pp77-84.
- **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.
- **Tanouti, K., Elamrani, A., Serghini-Caid, H., Khalid, A., Bahtta, Y., Benali, A., Harkous, M., Khiar, M. 2010.** Caractérisation de l'huile d'olive produites dans des coopératives pilote (Lakamara et kenine) au niveau du maroc oriental. *Technologies de Laboratoire*, 5, 18-26.
- **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.
- **VAN DEN BERG et al., (2000)** détermination des caroténoïdes
- **Veillet S., 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- **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.
- **Vidal, A.M., Alcalá, S., Torres, A., Moya, M., Espínola, F. 2019.** Centrifugation, Storage, and Filtration of Olive Oil in an Oil Mill: Effect on the Quality and Content of Minority Compounds. *Journal of Food Quality*, 7381761, 9p.
- **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.

- **Yangui T., Sayadi S., Rhouma A. & Dhouib A. (2010).** Potential use of hydroxytyrosolrich extract from olive millwastewater as a biological fungicide against *Botrytis cinerea* in tomato. *J Pest Sci* 83:437–445.

Site web

- **(En-us). 2019** <Canadien-Pride: Canada-vegetables oil manufacturer exporter Canada
> sur www.canadien-pride.com.

Les annexes :

Annexe 1 :

Tableau 1 : Normes du Conseil Oléicole International (COI 2015)

Critère de qualité	Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante
Acidité libre(%)	$\leq 0,8$	≤ 2	$\leq 3,3$	$> 3,3$
Indice de peroxyde	≤ 20	≤ 20	≤ 20	Non limité
Teneur en chlorophylles et caroténoïdes (ppm)	1-27 50-1000	1-27 50-1000	1-27 50-1000	Non limité
Absorbance dans l'UV A 270 A 232	$\leq 0,22$ $\leq 2,5$	$\leq 0,25$ $\leq 2,6$	$\leq 0,3$ $> 2,6$	Non limité
Teneur en eau	$\leq 0,22$	$\leq 0,22$	$\leq 0,22$	$\leq 0,3$

Annexe 2 :

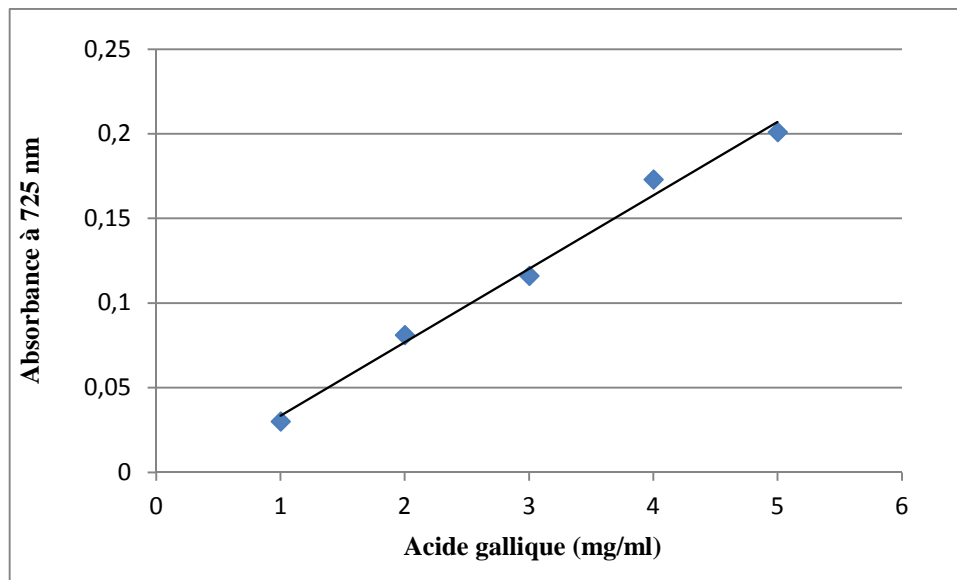


Figure 1: Courbe d'étalonnage des composés phénoliques totaux.

Annexe 3 :

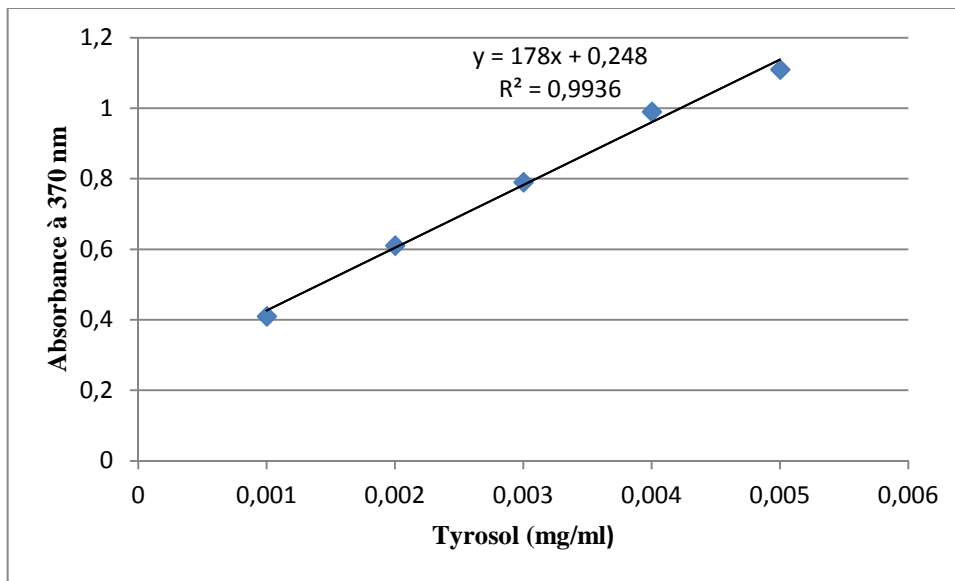


Figure 2: Courbe d'étalonnage des *ortho*-diphénols.

Annexe 4 :

Tableau 2 : Matrice des corrélations.

Corrélation	Humidité	Acidité	Peroxyde	U232	U270	Chlorophylles	caroténoïdes	C. phénoliques
Acidité	0,608							
Peroxyde	0,783	0,825						
U232	0,994	0,589	0,81					
U270	0,963	0,643	0,892	0,981				
Chlorophylles	-0,996	-0,582	-0,779	-0,995	-0,96			
Caroténoïdes	-0,989	-0,497	-0,734	-0,988	-0,95	0,988		
Composés phénoliques	-0,564	0,238	-0,276	-0,606	-0,563	0,602	0,669	
Ortho-diphénols	-0,825	-0,206	-0,646	-0,863	-0,845	0,859	0,876	0,896

Annexe 5 :**Tableau 3:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'humidité de l'huile selon la région

Humidité					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	0,0549	0,0274 5	126,69	0,001
Error	3	0,00065	0,0002 17		
Total	5	0,05555			

Humidité				
Origine	N	Mean	Grouping	
Boghni	2	0,4	A	
Timizart	2	0,385	A	
E . Référence	2	0,19		B

Annexe 6 :**Tableau 4:** Résultats de l'analyse de la variance pour l'indice d'acidité de l'huile selon la région

Acidité					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	11,7525	5,8762 5	671,57	0
Error	3	0,0262	0,0087 5		
Total	5	11,7788			

Acidité				
Origine	N	Mean	Grouping	
Boghni	2	3,85	A	
Timizart	2	1		B
E . Référence	2	0,775		B

Annexe 7 :**Tableau 5 :** Résultats de l'analyse de la variance pour l'indice de peroxyde de l'huile selon la région

Peroxyde					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	68,08	34,042	8,78	0,056
Error	3	11,63	3,875		
Total	5	79,71			

Peroxyde				
Origine	N	Mean	Grouping	
Boghni	2	16,75	A	
Timizart	2	12,5	A	B
E. Référence	2	8,5		B

Means that do not share a letter are significantly different.

Annexe 8 :**Tableau 6 :** Résultats de l'analyse de la variance pour l'absorbance uv à 232 nm de l'huile selon la région

K232					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	3,69691	1,84845	11540,69	0
Error	3	0,00048	0,00016		
Total	5	3,69739			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

K232					
Origine	N	Mean	Grouping		
Boghni	2	3,146	A		
Timizart	2	3,06665		B	
E. Référence	2	1,4425			C

Annexe 9 :**Tableau 7 :** Résultats de l'analyse de la variance pour l'absorbance UV à 270 nm de l'huile selon la région

K270					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	0,183407	0,091704	49,23	0,005
Error	3	0,005588	0,001863		
Total	5	0,188995			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

K270				
Origine	N	Mean	Grouping	
Boghni	2	0,5492	A	
Timizart	2	0,4932	A	
E. Référence	2	0,1535		B

Annexe 10 :**Tableau 8 :** Résultats de l'analyse de la variance pour les chlorophylles de l'huile selon la région

Chlorophylles					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	19,4067	9,70335	153,42	0,001
Error	3	0,1897	0,06325		
Total	5	19,5964			

Annexe 11 :

Tableau 9 : Résultats de l'analyse de la variance pour les caroténoïdes de l'huile selon la région

Caroténoïdes					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	2,70176	1,35088	105,78	0,002
Error	3	0,03831	0,01277		
Total	5	2,74007			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Caroténoïdes				
Origine	N	Mean	Grouping	
E. Référence	2	2,218	A	
Boghni	2	0,855		B
Timizart	2	0,74		B

Annexe 12 :

Tableau 10 : Résultats de l'analyse de la variance pour les composés phénoliques de l'huile selon la région

Composé phénolique					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	3914,3	1957,2	14,36	0,029
Error	3	409	136,3		
Total	5	4323,3			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Composé phénolique					
Origine	N	Mean	Grouping		
E. Référence	2	218,5	A		
Boghni	2	205,5	A	B	
Timizart	2	159		B	

Annexe 13 :

Tableau 11 : Résultats de l'analyse de la variance pour les ortho diphénols de l'huile selon la région

Ortho-diphénols					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Origine	2	160,33	80,167	11,73	0,038
Error	3	20,5	6,833		
Total	5	180,83			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Ortho-diphénols					
Origine	N	Mean	Grouping		
E. Référence	2	22	A		
Boghni	2	14	A	B	
Timizart	2	9,5		B	

Résumé

Trois échantillons d'huiles d'olive ont été collectés à partir de deux différentes régions de la wilaya de Tizi Ouzou : Boghni et Timizart, pour une caractérisation physicochimique.

Après extraction dans une unité de trituration, les analyses physico-chimiques, selon les critères cités dans le Conseil Oléicole International (C.O.I), des huiles ont été réalisées. Des analyses physicochimiques telles que l'acidité libre, l'indice de peroxyde, la teneur en chlorophylles et caroténoïdes, absorbance dans l'ultra-violet K232, K270, la teneur en eau.

Les résultats obtenus confirment que les pratiques culturels, le mode d'extraction et la bonne conservation de l'huile influe sur la qualité de l'huile d'olive.

L'analyse physicochimique effectuée sur les échantillons, montre que les huiles des Ech 1 et Ech 2 appartiennent à la catégorie « huile d'olive lampante » en revanche l'échantillon référence est de la catégorie « huile vierge extra ».

Mots clés : olives, huile d'olive, variété, extraction, qualité ...

Abstract

Three samples of olive oils were collected from two different regions the of Tizi Ouzou : Boghni and Timizart for a physicochemical character .

After extraction in a trituration unit, physicochemical analyzes, according to the criteria cited in the election oleicole board (COI), oils were made. Physicochemical analyzes, such as free acidity, peroxide index, the content of the chlorophyllies and carotenoides , absorbance in Ultra-Violet K232, K270 and water content.

The results obtained confident that the cultural practices, the good conservation of the oil influences the quality of olive oil. The physicochemical analysis is on the samples shows that the oils of the Ech 1 and Ech 2 belong to the category « olive oil lampant » on the other hand, the Ech reference is referenced «olive oil virgin extra».

Keywords: olives, olive oil, variete extract quality...

Introduction

Synthèse Bibliographique

Matériels et Méthodes

Résultats et discussions

Conclusion

Références bibliographiques