



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 1

INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION ET DES

TECHNOLOGIES AGROALIMENTAIRES

**I.N.A.T.A.A.**

Département de Technologies Alimentaires

N° d'ordre :

N° de série :

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme Magister en Sciences  
Alimentaires, option de Technologies Alimentaires

Par **Ghada BENSALÉM**

***L'HUILE DE LENTISQUE (*Pistacia Lentiscus L.*) DANS  
L'EST ALGERIEN :  
CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET  
COMPOSITION EN ACIDES GRAS***

Soutenu le :

Devant le jury :

Président : KACEM CHAOUICHE N.      Professeur      Fac. S.N.V., U.C.1.

Rapporteur : NAMOUNE H.      Professeur      I.N.A.T.A.A., U.C.1.

Examineurs :

HARRAT A.      Professeur      Fac. S.N.V., U.C.1.

AMOURACHE L.      Maître de conférences      I.N.A.T.A.A., U.C.1

**Année universitaire 2014-2015**

## **Remerciements**

*Je tiens d'abord à remercier mon encadreur, Professeur **NAMOUNE H.**, rapporteur de ce mémoire, pour avoir dirigé ce travail. J'exprime ma gratitude à votre égard pour votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre disponibilité, votre rigueur scientifique, et votre soutien tout le long du parcours.*

*Je tiens à exprimer ma respectueuse reconnaissance au Professeur **KACEM CHAOUICHE N.**, de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de jury de ma soutenance.*

*Mes reconnaissances vont également au Professeur **HARAT A.**, de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1, et au docteur **AMOURACHE L.**, Maître de conférences à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, qui ont accepté d'examiner mon travail et de participer à son évaluation.*

*Des remerciements particuliers sont avancés à **M. CHIKHOUNE Anis**, Maître-assistant à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, pour sa contribution substantielle, notamment dans la phase pratique de ma recherche.*

*Sans oublier de remercier vivement docteur **BENABID H.** Maître de conférences à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, de son aide et appui dans la démarche scientifique de ma recherche.*

*Je tiens également à remercier toutes les personnes du laboratoire de physicochimie de la raffinerie **PROLIPOS** de Ain M'Lila particulièrement Hanane, Tayeb, Lazhar, Aissam et Ali qui ont contribué au bon déroulement de mon stage pratique au sein de la raffinerie. Je voudrais adresser mes remerciements au personnel des laboratoires pédagogiques de l'I.N.A.T.A.A.*

*Mes remerciements sont autant profonds, sincères et sont destinés à monsieur **Ismail BOUANANI**, propriétaire d'huilerie à Boucharef-Settara- Jijel, ainsi monsieur **Abdelaziz CHAKER** qui nous a aidé dans le travail de terrain à Settara.*

*Monsieur **Ismail**, subdivisionnaire agricole –Wilaya de Souk Ahras- pour sa disponibilité et son soutien lors de l'enquête à Bouderoua –Guelma.*

*Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont aussi à l'encontre de toute personne ayant participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à remercier mes parents, et toute ma famille pour leur soutien inconditionnel tout au long de mes études et pour la confiance qu'ils m'ont toujours témoignée. Je suis très fier de les avoir à mes côtés. Mon beau-frère **El Yazid** Directeur des Transmission Nationales –Wilaya de Souk Ahras, et son épouse **Fatiha** qui se sont sans cesse mobilisés m'assurant une logistique considérable dans mon travail de terrain.*

*Un grand merci à mon époux **Mourad** pour son encouragement surtout dans les moments difficiles et son aide au cours de la réalisation et la rédaction de ce mémoire.*

*À ces personnes, je leur dédie mon travail.*

*Et enfin, un grand dédicace à mes poussins **Abelmoueine** et **Abderraouf**.*

**TABLE DES MATIERES****TABLE DES TABLEAUX****TABLE DES FIGURES****TABLE DES PHOTOS**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

**PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE****CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES HUILES VEGETALES**

I.1-	Les huiles végétales.....	05
I.1.1-	Classification des huiles alimentaires.....	05
I.1.2-	Rôles des huiles végétales.....	06
I.2-	Propriétés physiques et chimiques.....	08
I.3-	Composition chimique.....	11
I.3.1-	Constituants majeurs.....	12
I.3.2-	Constituants mineurs.....	16
I.3.2.1	Les tocophérols.....	17
I.3.2.2	Les phytostérols.....	18
I.3.2.3	Les alcools triterpéniques.....	19
I.3.2.1	Les composés phénoliques.....	20
I.4-	Besoins et recommandations.....	21
I.5-	La chromatographie phase gazeuse (CPG).....	22
I.6-	La chlorophylle.....	24

## CHAPITRE II: ETUDE CARACTERISTIQUE DU GENRE ET DE L'ESPECE DE PISTACIA LENTISCUS

II.1	Généralités.....	26
II.2	Etude de la famille des <i>Anacardiaceae</i> et du genre <i>Pistacia</i> .....	28
II.2.1	Description botanique des <i>anacardiaceae</i> .....	28
II.2.2	Systématique et répartition géographique d' <i>Anacardiaceae</i> .....	28
II.2.3	Description botanique et répartition géographique du genre <i>Pistacia</i> .....	31
II.3	Etude de l'espèce <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	32
II.3.1	Etude botanique de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	32
II.3.2	Systématique de pistachier lentisque .....	36
II.3.3	Exigences écologique de pistachier lentisque .....	37
II.3.4	Substances utiles et effets thérapeutiques de <i>Pistacia lentiscus L</i> . .....	38

## CHAPITRE III: HUILE DE FRUIT DE PISTACIA LENTISCUS ET COMPOSITION CHIMIQUE

III.1	Huile de fruits de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	41
III.2	Extraction des huiles végétales.....	41
III.2.1	Procédés d'extraction traditionnelle artisanale de l'huile de Lentisque.....	42
III.2.2	Procédés d'extraction traditionnelle mécanique de l'huile de Lentisque.....	44
III.3	Propriétés physico-chimiques d'huile de fruits .....	48
III.4	Composition chimique de l'huile de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	50
III.5	Conservation d'huile de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	53
III.6	Vertus et utilisation d'huile de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	53

**PARTIE II : MATERIEL ET METHODES**

<b>CHAPITRE IV : MATERIEL ETUDIE.....</b>	<b>55</b>
IV.1 Echantillonnage.....	55
IV.2 Méthodes d'extraction.....	57
<b>CHAPITRE V: ANALYSES REALISEES.....</b>	<b>61</b>
V.1 Analyses physiques.....	61
V.1.1 Humidité (teneur en eau) (H %).....	61
V.1.2 Densité relative (20°C/eau à 20°C) .....	62
V.2 Analyses chimiques.....	63
V.2.1 Acidité.....	63
V.2.2 Indice de Peroxyde.....	64
V.2.3 Indice de Saponification.....	65
V.2.4 Indice d'Ester.....	67
V.2.5 Indice d'Iode.....	67
V.2.6 Taux d'Impuretés Insolubles.....	68
V.3 Chlorophylle.....	69
V.4 Teneur en Acides Gras.....	70
V.4.1 Objectif.....	70
V.4.2 Principe.....	70
V.4.3 Mode opératoire.....	71
V.4.4 Expression des résultats.....	72
V.5 Analyse statistique.....	72

**PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS****CHAPITRE VI : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'HUILE DE LENTISQUE**

VI.1	Indices de qualité.....	73
VI.1.1	Acidité (A).....	73
VI.1.2	Indice de Peroxyde (IP).....	76
VI.1.3	Taux d'Impuretés insolubles (IMP).....	78
VI.1.4	Taux d'Humidité (H%).....	80
VI.2	Indices de structure.....	82
VI.2.1	Indice de Saponification (IS) .....	82
VI.2.2	Indice d'Ester (IE).....	84
VI.2.3	Indice d'Iode (II).....	86
VI.2.4	Densité (Dt).....	88
<b>CHAPITRE VII : DOSAGE DE PIGMENT CHLOROPHYLLIEN</b>		<b>91</b>
<b>CHAPITRE VIII : TENEURS DE L'HUILE DE LENTISQUE EN ACIDES GRAS</b>		<b>94</b>
<b>Conclusion</b> .....		<b>102</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....		<b>105</b>

**ANNEXES**

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau I.1	Sources animales des corps gras.....	06
Tableau I.2	Valeurs nutritionnelles basées sur 100 grammes des huiles végétales.....	07
Tableau I.3	Teneurs en Tocophérol de quelques huiles végétales (mg / kg).....	08
Tableau I.4	Propriétés physico-chimiques des corps gras et leurs caractéristiques.....	10
Tableau I.5	Pourcentage des acides gras dans quelques huiles végétales .....	13
Tableau I.6	Récapitulation des paramètres chromatographiques de la CPG.....	23
Tableau I.7	Caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles a et b.....	24
Tableau II.1	Place du taxon dans la classification .....	29
Tableau II.2	La composition de la famille des Anacardiaceae en genres et en espèces selon différents auteurs.....	29
Tableau II.3	Répartition géographique des principaux genres des Anacardiaceae .....	30
Tableau III.1	Propriétés physico-chimiques de l'huile de pistachier lentisque.....	49
Tableau III.2	Propriétés chimiques de l'huile de pistachier lentisque .....	49
Tableau III.3	Temps de rétention et composition chimique d'huile de <i>Pistacia lentiscus L</i> .....	50
Tableau III.4	Composition en acides gras d'huile de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i> .....	51
Tableau III.5	Composition en acides gras d'huile de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i> (Laboratory of Tunisian Oil Office).....	51
Tableau IV.1	Identification des échantillons.....	56
Tableau VI.1	Indices de qualité.....	73
Tableau VI.2	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'acidité (avec un intervalle de confiance à 95%).....	76

Tableau VI.3	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'indice de peroxyde (avec un intervalle de confiance à 95%).....	77
Tableau VI.4	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur Le taux d'impuretés insolubles (avec un intervalle de confiance à 95%).....	80
Tableau VI.5	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur Le taux d'Humidité (avec un intervalle de confiance à 95%).....	81
Tableau VI.6	Indices de structure.....	82
Tableau VI.7	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'indice de saponification (avec un intervalle de confiance à 95%).....	84
Tableau VI.8	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'Indice d'Ester (avec un intervalle de confiance à 95%).....	85
Tableau VI.9	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'indice d'Iode (avec un intervalle de confiance à 95%).....	88
Tableau VI.10	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur la Densité (avec un intervalle de confiance à 95%).....	89
Tableau VII.1	Dosage en Chlorophylles des différents échantillons.....	91
Tableau VII.2	Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur le dosage en chlorophylles (avec un intervalle de confiance à 95%).....	93
Tableau VIII.1	Moyennes et Ecartypes des Acides Gras majoritaires.....	95

## TABLE DES FIGURES

Figure I.1	Température de fusion des acides gras saturés.....	09
Figure I.2	Composition générale d'un triglycéride.....	12
Figure I.3	Isoméries Géométriques <i>trans</i> (à gauche) et <i>cis</i> (à droite).....	15
Figure I.4	Formule développée des principaux acides gras des huiles végétales.....	15
Figure I.5	Quelques constituants de la fraction glycéridique.....	16
Figure I.6	Formule développée des tocophérols et tocotriénols.....	17
Figure I.7	Structure des phytostérols majoritaires.....	19
Figure I.8	Apports nutritionnels conseillés : 80 g/j.....	21
Figure I.9	Principe du chromatographe en phase gazeuse.....	22
Figure I.10	Structures chimiques des Chlorophylles a et b.....	24
Figure II.1	Aire de répartition de <i>Pistacia lentiscus L.</i> avec d'autres espèces .....	26
Figure II.2	Répartition géographique de la famille <i>Anacardiceae</i> .....	30
Figure II.3	Distribution géographique de genre <i>Pistacia</i> .....	31
Figure III.1	Etapes d'extraction de l'huile de lentisque selon la méthode artisanale.....	44
Figure III.2	Structures chimiques des anthocyanes de fruits de <i>Pistacia lentiscus L.</i> ....	52
Figure III.3	Structures chimiques des polyphénols de fruits de <i>Pistacia lentiscus L.</i> ....	53
Figure IV.1	Origines géographiques des échantillons.....	56
Figure IV.2	Méthode d'extraction standard.....	58
Figure IV.3	Méthode d'extraction A.....	59
Figure IV.4	Méthode d'extraction B.....	60
Figure VI.1	Acidité des différents échantillons.....	74
Figure VI.2	Indices de peroxyde des différents échantillons.....	77
Figure VI.3	Taux d'Impuretés insolubles des différents échantillons.....	79
Figure VI.4	Taux d'Humidité des différents échantillons.....	81

Figure VI.5	Indices de saponification des différents échantillons.....	83
Figure VI.6	Indices d'Ester des différents échantillons.....	85
Figure VI.7	Indices d'iode des différents échantillons.....	87
Figure VI.8	Densités des différents échantillons.....	89
Figure VII.1	Dosages des différents échantillons en chlorophylles.....	92
Figure VIII.1	Teneurs en Acides Gras des différents échantillons.....	94
Figure VIII.2	Teneurs en Acides Gras (C18 :1, C18 :2, C16 :0) des différents échantillons	96
Figure VIII.3	Comparaison (en moyenne) des teneurs en acides gras d'huiles de lentisques provenant des trois régions.....	97
Figure VIII.4	Taux des gras <i>Trans</i> pour tous les échantillons (Acide Oléique C18 :1T)....	98
Figure VIII.5	Carte de ressemblance des huiles des différentes régions.....	99
Figure VIII.6	Carte de ressemblance des variables (70.31%).....	100
Figure VIII.7	Carte de ressemblance des échantillons.....	100
Figure VIII.8	Carte de ressemblance des échantillons et variables.....	101

## TABLE DES PHOTOS

Photo II.1	Pistachier lentisque (GUELMA- Boudroua).....	27
Photo II.2	Pistachier lentisque associé au Myrte (GUELMA- Boudroua).....	27
Photo II.3	Arbuste de pistachier lentisque.....	33
Photo II.4	Résine de pistachier lentisque .....	33
Photo II.5	Feuille, fleur, graine du <i>Pistacia lentiscus L.</i> .....	34
Photo II.6	Feuilles de pistachier lentisque .....	35
Photo II.7	Fleurs femelles et fleurs mâles à droite de pistachier lentisque.....	35
Photo II.8	Fruits de pistachier lentisque.....	35
Photo III.1	Tri et nettoyage.....	43
Photo III.2	Chauffage avant trituration.....	43
Photo III.3	Trituration.....	43
Photo III.4	Chauffage de la pâte et essorage.....	43
Photo III.5	Recueil et évaporation de l'huile.....	44
Photo III.6	Conditionnement.....	44
Photo III.7	Huilerie BOUANANI pour l'huile de lentisque, à Boucheref, SETTARA, JIJEL .....	45
Photo III.8	Fruits de lentisque stockés dans des sacs en plastique .....	45
Photo III.9	Moulin traditionnel de l'huile de lentisque .....	46
Photo III.10	Récipient pour le chauffage de l'eau.....	47
Photo III.11	Pressage, écoulement d'huile mélangée d'eau.....	47
Photo III.12	Nageoire de décantation et de séparation de l'huile (500-600 m <sup>3</sup> ) et fûts de stockage .....	48

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique de première importance. La plupart des espèces de la flore spontanée sont remarquablement résistantes et bien adaptées à la sécheresse et à la salinité. En Afrique du Nord, elles constituent une part très importante des ressources génétiques locales à valeurs pastorales, fourragères, alimentaires, aromatiques et médicinales (Amirouche, 2008).

La position géographique particulière de notre pays en région méditerranéenne et de l'impressionnant gradient bioclimatique Nord-Sud, a fait qu'une grande diversité de biotope occupée par une importante richesse floristique le caractérise. Comptant une panoplie d'écosystèmes, dont certains représentent des paysages d'intérêt mondial, l'Algérie est connue par sa diversité en ressources végétales. Parmi lesquelles cet arbre spontané qui pousse sur tout le bassin méditerranéen : porte le nom de pistachier de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.).

Cette espèce qui habite les forêts claires de feuillus et de pins, les pentes rocailleuses en région méditerranéenne (Godet, 2007), se disperse généralement dans l'Algérie au-dessus du littoral entier (Lev et Amar, 2000). Omniprésente dans tout le bassin méditerranéen à l'exception de l'Égypte, cette espèce est de type maquis et garrigue (matorral) associée à l'olivier dans l'ouest méditerranéen, au caroubier dans l'est (Seigue, 1985). Ayant une forte résistance aux changements climatiques, cet arbre joue un rôle fondamental dans l'entretien des écosystèmes.

*Pistacia lentiscus* L. est un arbrisseau appartenant à la famille des *Anacardiaceae* (Gaussen et al., 1982), c'est une espèce médicinale qui se développe sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride. La vaste utilisation de cette plante de la pharmacopée arabe et européenne depuis les anciens temps en médecine traditionnelle (soigner quelques irritations de la peau, la chute de cheveux et certains malaises gastriques) est justifiée par sa richesse en composants chimiques ayant une odeur aromatique telle que les huiles essentielles, les flavonoïdes, les tanins... (Hamlat et Hassani, 2008).

L'huile de fruit de lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application locale externe sous forme d'onguent pour soigner les brûlures (Bensegueni, 2007) ou les douleurs dorsales (Bellakhdar, 1997). Elle est aussi employée par voie orale contre les problèmes respiratoires d'origine allergique et les ulcères de l'estomac.

Le pistachier lentisque se dénomme en dialecte algérien dans la région de Jijel (Algérie) : *tro* ou *troo* ; et dans la région la kabylie (Algérie) : *amadagh*, et le fruit se dénomme *tidekt*.

Jadis, l'usage de cette plante et de son huile a fait connaître à nos aïeux beaucoup de ses vertus ; il n'y a pas si longtemps, les branches et les feuilles de lentisque étaient utilisées dans le nettoyage des ustensiles en terre cuite. En plus, leur huile est désormais connue pour ses multiples bienfaits thérapeutiques, entre autres sur les voies respiratoires et pour ses propriétés aseptiques.

Dans la plupart des localités rurales où prolifère cette plante, ce sont des femmes, notamment de conditions modestes, qui se sont lancées dans cette production qui repose sur des méthodes purement traditionnelles. Ce filon indéniablement lucratif a, cependant, donné des idées à d'autres qui se sont mis à la cadence d'une production plus professionnelle.

Dans le but de valoriser l'exploitation de lentisque, précisément l'exploitation des baies de lentisques, qui pousse en abondance dans les maquis du domaine forestier côtier, un nouvel élan pour l'extraction de son huile par les riverains, en raison de la hausse du prix, atteignant jusqu'à 1.700 dinars le litre est constaté.

"les résultats encourageants" du projet intitulé "renforcement des capacités pour la participation communautaire à la gestion du parc national d'El-Kala", réalisé en 2011 à titre expérimental, a permis de mettre à la disposition de 19 familles de la mechta frontalière de Haddada, exploitants des baies de lentisque, des broyeurs et divers autres ustensiles destinés à rentabiliser l'extraction de cette huile (APS<sup>1</sup>, 2013).

Son extraction et sa trituration, demeurées au stade artisanal domestique, donnent une production limitée, pour l'usage familial, ou commercialisée en petites quantités.

L'huile de fruit de lentisque est traditionnellement appréciée pour ses usages thérapeutiques et cosmétiques, elle peut être éligible à l'exportation ou destinée à des laboratoires spécialisés, ce qui constitue une source potentielle de revenus importants pour les exploitants, notamment les femmes rurales.

En Algérie, comme dans les pays méditerranéens qui abritent cette ressource naturelle, de nouveaux modes d'extraction moins pénibles, plus pratiques, plus rentables et plus productives en qualité et en quantité, se voient mises en place progressivement. En outre,

---

<sup>1</sup> APS : Algérie Presse Service

l'Algérie encourage, l'exploitation commerciale d'autres sous-produits disponibles en quantités importantes tel que la bruyère, le chêne liège, le laurier, l'arbousier, le myrte, le thym, le gland et biens d'autres richesses. Ces sous-produits, offerts par la nature, permettent aux familles riveraines, notamment aux jeunes sans emplois fixes, la création de petites exploitations rentables, après un parcours de formation spécialisée dans la maîtrise des divers moyens et méthodes modernes d'exploitation.

La production des corps gras alimentaires et plus particulièrement d'huile d'origine végétale a été l'une des préoccupations de l'homme depuis la haute antiquité (Lanfranchi et Bui Thi Mai, 1998). Pour obtenir ce précieux liquide, il lui a fallu rechercher au sein de la végétation environnante, les espèces susceptibles de produire de l'huile puis sélectionner les plus productives afin que l'extraction soit rentable (Lanfranchi et *al.*, 1999).

L'utilisation multiformes et diverses des huiles nécessitent aujourd'hui une caractérisation physique et chimique approfondie. Et c'est dans cet esprit que nous nous intéressons à l'huile de lentisque, étant utilisée en médecine depuis des lustres par la population algérienne.

En plus, la détermination de la composition en acides gras de l'huile rendent l'interprétation de leurs propriétés physiques et chimiques plus facile.

Notre travail a pour objectif principal de caractériser l'huile de fruit du *Pistacia lentiscus L.* dans la région de l'Est algérien, cette caractérisation se fait à travers un dosage des paramètres physico-chimique de l'huile ; et une détermination de sa composition chimique en acide gras, et chlorophylles.

Le mémoire est structuré en trois parties réparties en chapitres :

1- La première partie constitue l'étude bibliographique et subdivisée en trois chapitres :

- Chapitre I : Ce chapitre initie le lecteur au sujet traité dans le mémoire à travers des généralités sur les huiles végétales.
- Chapitre II : présente une étude caractéristique de la famille, du genre et de l'espèce de *Pistacia Lentiscus L.*
- Chapitre III se focalise sur l'huile de fruit de *Pistacia Lentiscus L.* et sa composition chimique

2- La seconde partie traite la phase expérimentale en deux chapitres

- Chapitre IV : Ce chapitre s'intéresse au matériel étudié, au corpus d'étude (échantillons) et aux modes d'extraction de l'huile de lentisque.
- Chapitre V : Il a été réservé aux différentes analyses effectuées sur les échantillons

3- La troisième partie : est consacrée à la description et la discussion des résultats obtenus, cette partie compte les quatre chapitres suivants :

- Chapitre VI : Caractérisation physico-chimique de l'huile de lentisque.
- Chapitre VII : Dosage de pigment Chlorophyllien.
- Chapitre VIII : Teneurs de l'huile de lentisque en Acides Gras.

Des références bibliographiques et des annexes viennent compléter le texte élaboré en mémoire inauguré par une introduction générale et clôturé par une conclusion

## CHAPITRE -I : GENERALITES SUR LES HUILES VEGETALES

Les corps gras sont des esters naturels, formés à partir d'acides gras et de glycérol. C'est une classe essentielle de notre alimentation, comprenant les huiles et les graisses qui s'accumulent dans certains tissus animaux et végétaux. Ce sont des biomolécules caractérisées par leur insolubilité dans l'eau et solubilité dans les solvants organiques (éthers, hexane, benzène) et leur touché onctueux (huileux) (Mohtadji, 1989).

### I.1. Les huiles végétales

En général, les huiles végétales proviennent de la substance dure et ligneuse des graines ou du noyau et se trouvent enfermées dans les cellules oléifères sous forme de petites gouttes. (Salas et al., 2009). Retrouvées dans l'enveloppe charnue du fruit, ces huiles sont présentes dans plusieurs plantes notamment des fruits du palmier et de l'olivier, du coprah, de l'arachide, des fleurs de tournesol, de colza ou encore du coton et du soja. Au-delà du secteur agro-alimentaire, les huiles végétales sont utilisées dans différents domaines de l'industrie tels que les secteurs cosmétique, pharmaceutique ou chimique.

On les différencie généralement par leur point de fusion. En effet, les huiles sont des corps gras liquides à la température de 15°C, alors que les graisses sont plus ou moins solides à cette température (Lecerf, 2011).

#### I.1.1. Classification des huiles alimentaires

Les huiles et les graisses communément employées dans l'industrie des corps gras, proviennent de deux grandes sources ; végétale ou animale (Scriban, 1988 ; Francois, 1974).

##### a. Source végétale

Les huiles et les graisses végétales sont extraites à partir des graines oléagineuses (soja, arachide, tournesol, colza) et des pulpes de certains fruits oléagineux notamment, l'huile de coprah, olive, palme, obtenues respectivement de la noix de coco, l'olivier, le palmier à huile.

##### a. Source animale

Le monde animal, représente une source alimentaire importante des graisses et des huiles diverses. Les différentes sources animales sont résumées dans le **tableau I.1** qui suit :

**Tableau I.1 : Sources animales des corps gras (Uzzan, 1992).**

Les graisses et les huiles d'animaux terrestres	Les graisses et les huiles d'animaux marins
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saindoux (porc).</li> <li>- Suifs (carcasse de bœuf)</li> <li>- Beurre (principalement de la vache)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mammifères (phoque et la baleine)</li> <li>- Poissons (hareng, sardine)</li> </ul>

Les corps gras de ces derniers sont d'une grande valeur nutritionnelle grâce à leur teneur élevée en acides gras essentiels, ce qui les prédestine à une consommation spécifique limitée, le plus souvent à caractère pharmaceutique (Gharby, 2012).

### 1.1.2. Rôles des huiles végétales

Les lipides sont largement répandus dans l'environnement. Ce sont des produits complexes dont les différents constituants jouent de façon directe ou indirecte, immédiate ou retardée, un rôle énergétique, structural et fonctionnel.

Trois rôles essentiels sont assurés par les lipides : source d'énergie ; source d'acides gras essentiels et de vitamines liposolubles en plus de leur rôle structurant (Combe et Castera, 2010 ; Legrand, 2010).

#### a. Source d'énergie

Les acides gras sont la principale source d'énergie de notre organisme. Ils sont regroupés par famille en fonction du nombre d'insaturations qu'ils renferment. Le rôle nutritionnel des huiles alimentaires est lié à leur apport énergétique (**tableau I.2**) (un gramme de lipides apporte 9 kcal), ce rôle énergétique est principalement assuré par les acides gras saturés (AGS), et mieux encore par les acides gras insaturés (AGMI), grâce à leur potentiel d'oxydation biologique ( $\beta$  oxydation) qui génère de l'ATP.

**Tableau I.2 : Valeurs nutritionnelles basées sur 100 grammes des huiles végétales (Mac-oil, 2009).**

	Argane	Olive	Tournesol	Arachide	Soya	Colza
<b>Lipides totaux</b>	99.90	99.90	99.90	99.90	99.90	99.90
<b>Saturés totaux</b>	18.00	14.00	11.30	19.50	14.50	7.00
<b>Valeur énergétique (Kcal)</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>	<b>899</b>
<b>Mono insaturés</b>	48.00	69.00	25.00	52.00	23.50	63.50
<b>Total polyinsaturés</b>	30.00	12.00	60.50	27.50	66.50	30.50
<b>Valeur énergétique (Kj)</b>	<b>3761</b>	<b>3761</b>	<b>3761</b>	<b>3761</b>	<b>3761</b>	<b>3761</b>

b. Source d'acides gras essentiels et de vitamines liposolubles

Retrouvés en abondance dans le cerveau du fœtus, de l'enfant et de l'adulte, les acides gras apportés par les lipides sont des nutriments autant indispensables dans le corps de l'homme incapable de les synthétiser que les vitamines. Ces acides gras essentiels (A.G.E.) doivent obligatoirement provenir de l'alimentation : graines végétales et graisses animales.

La qualité nutritionnelle des huiles alimentaires est en effet déterminée par sa teneur en A.G.E. Les acides gras se répartissent en deux familles distinctes :

- Oméga 6 ( $\omega$  6), dont le précurseur est l'acide linoléique
- Oméga 3 ( $\omega$  3), dont le précurseur est l'acide  $\alpha$ -linoléique

Une fois absorbés, ces A.G.E. sont transformés puis incorporés dans les membranes du cerveau et de la rétine où ils y contrôlent des fonctions telles que la vision. D'autres sont des précurseurs de molécules à action de type hormonal et régulent des fonctions aussi élémentaires que la reproduction, la coagulation sanguine, l'inflammation... Autant de rôles clés qui font qu'un apport alimentaire suffisant et équilibré en A.G.E. est un élément de première importance pour notre santé (développement du système nerveux, réduction du risque des maladies cardiovasculaires...) (Goacolou et Ducluzeau, 2004).

Les huiles végétales constituent la meilleure source de vitamines principalement la vitamine E, dont les formes les plus fréquemment rencontrées sont l' $\alpha$ - et le  $\gamma$ -tocophérols (**tableau I.3**). L'huile de tournesol ne renferme que de l' $\alpha$ - tocophérol qui est aussi la forme prédominante dans l'huile d'olive dont la teneur varie de 1,2 à 43 mg/100g (Kiritsakis et Markakis, 1987).

La présence des vitamines dans les plantes étant fonction de l'énergie solaire, elles sont plus abondantes dans les parties où la fonction chlorophyllienne est la plus forte.

Le climat, les variations liées à l'espèce, le degré de maturation des plantes, sont des facteurs qui interviennent d'une façon significative sur la composition en vitamines. On observe également des variations importantes à l'intérieur d'un même fruit ou d'un même organe (Guilland, 2003). Il semble que les conditions et la durée de la conservation jouent un rôle capital.

**Tableau I.3 : Teneurs en Tocophérol de quelques huiles végétales (mg / kg) (Harwood et Aparicio, 2000)**

Huiles	$\alpha$ Tocophérols	$\beta$ Tocophérols	$\gamma$ Tocophérols	$\delta$ Tocophérols	Totaux
Colza	100-400	0 – 150	180 - 780	-	400 – 2700
Noix de coco	0 – 8	0 – 11	0 - 15	0 – 44	0 – 50
Coton	130 – 690	0 – 37	140 – 740	0 – 30	380 – 1500
Maïs	20 – 600	0 – 370	60 – 2500	0 – 250	300 – 3810
Palme	2 – 190	0 – 240	0 – 500	2 – 350	90 – 1500
Soja	10 – 360	0 – 50	90 – 2400	-	560 – 3400
Tournesol	400 – 1000	0 – 60	0 – 60	-	400 – 1600
Olive	63 - 227	0 – 2	5 – 15	-	68 - 244

### c. Rôle structural

Les glycérides, sous la forme de phospholipides, constituent l'ossature des membranes cellulaires. Les AGPI apportés par les huiles végétales et leurs dérivés métaboliques contribuent à la structure des membranaires cellulaires. Les principaux AGPI intervenant sont les acides C18: 2 n-6; C20: 4 n-6 et C22: 6 n-3.

## I.2. Propriétés physiques et chimiques

L'état physique des acides gras en fonction de la température a une importance primordiale dans la définition des propriétés du corps gras. De manière générale :

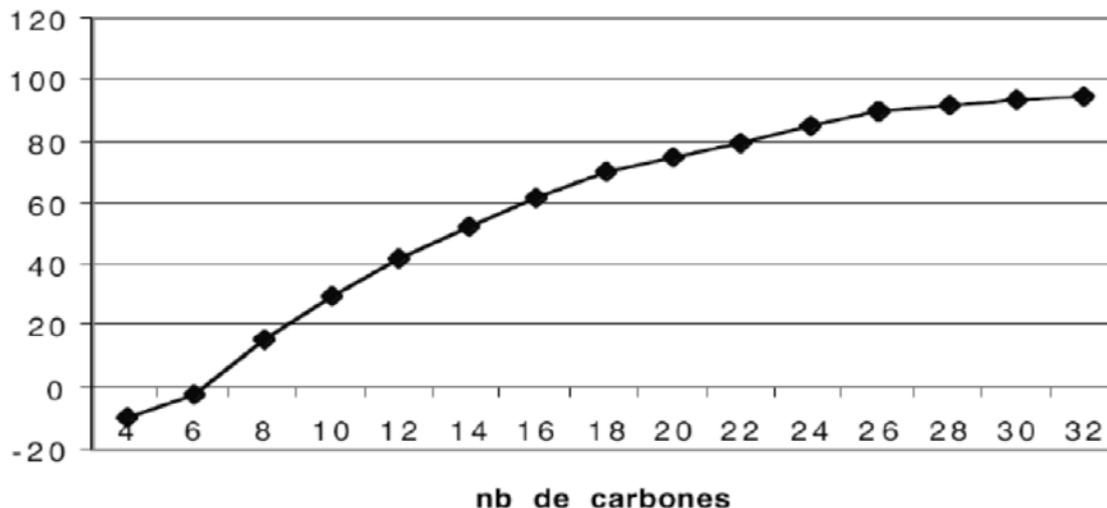
✚ la longueur de chaîne des acides gras saturés élève la température de fusion (**figure I.1**)

Nous citons trois exemples :

- Acide butyrique (C<sub>4</sub>) : T<sub>f</sub> = - 8 C°
- Acide palmitique (C<sub>16</sub>) : T<sub>f</sub> = + 63 C°
- Acide stéarique (C<sub>18</sub>) : T<sub>f</sub> = + 69 C°

Donc à température ordinaire, les acides gras à nombre d'atomes de carbone inférieur à 10 sont liquides et ceux à nombre d'atomes de carbone supérieur à 10 sont solides.

### Température de fusion



*Figure I.1 : Température de fusion des acides gras saturés*

- ✚ L'insaturation de la chaîne carbonée diminue la température de fusion, par exemple dans la série des C18, la différence de température du point de fusion entre un acide gras saturé et un acide gras insaturé avec une seule double liaison de configuration *cis* est de 50°C. Nous citons 04 exemples :
  - Acide stéarique (0 $\Delta$ ) :  $T_f = + 69\text{ }^\circ\text{C}$
  - Acide oléique (1 $\Delta$ ) :  $T_f = + 16\text{ }^\circ\text{C}$
  - Acide linoléique (2 $\Delta$ ) :  $T_f = - 5\text{ }^\circ\text{C}$
  - Acide linoléique (3 $\Delta$ ) :  $T_f = - 11\text{ }^\circ\text{C}$
- ✚ La tête des acides gras qui porte la fonction carboxylique est polaire et a un  $\text{pH} \geq 5,5$  dans l'eau. Ceci implique que la solubilité dans l'eau des acides gras diminuera avec l'augmentation du nombre de carbones. Au-dessus de C4 et de C5, les acides gras sont insolubles et s'organisent en film moléculaire à l'interface eau-air ou en micelles.
- ✚ Les anions de type  $\text{RCOO}^-$  abaissent la tension superficielle aux interfaces comme des tensioactifs. De cet ensemble de caractéristiques, résultent des propriétés mouillantes, moussantes et émulsionnantes des acides gras après greffage d'une tête plus polaire que l'acide ou après saponification.
- ✚ Les oxydants puissants comme l'ozone ou l'ion permanganate en milieu alcalin provoquent la scission d'un acide gras insaturé en mono et diacides. Le clivage de l'acide oléique fournit de l'acide pelargonique ou de l'acide azélaïque.

- ✚ L'auto-oxydation des huiles à l'air libre a pour résultat :
  - le rancissement qui produit des peroxydes puis, par rupture de la chaîne, à des aldéhydes responsables de l'odeur.
  - la siccativité des huiles polyinsaturées comme l'huile de lin, par fixation de dioxygène se polymérise en vernis et solide imperméables.
- ✚ L'hydrogénation des doubles liaisons est un procédé utilisé pour transformer des huiles comestibles d'acides gras insaturés en margarine qui est composé d'acide gras saturé qui sont solides à la température ambiante et qui de plus ne s'oxydent pas.
- ✚ L'halogénéation des doubles liaisons est un procédé de routine, d'évaluation de l'insaturation d'un acide gras par addition d'iode dans des conditions particulières qui évitent les substitutions (catalyseur, obscurité). Il permet d'évaluer l'indice d'iode, qui est la masse de di-iode (I<sub>2</sub>) capable de se fixer sur l'insaturation d'un acide gras d'une matière grasse, par exemple. (Epoune lingome, 2011).

Les propriétés physico-chimiques attribuées aux corps gras sont illustrées dans le **tableau I.4** suivant :

**Tableau I.4. : Propriétés physico-chimiques des corps gras et leurs caractéristiques.**

Paramètres physico-chimiques	Caractéristiques	Références
Etat naturel et aspect	Solide ou liquide, cela dépend du nombre de carbone et d'insaturation qu'il contient	(Denise, 1982)
Solubilité	Diminue avec la longueur de la chaîne hydrocarbonée et augmente avec l'insaturation pour une température (T) donnée	(Touisot, 1974)
Point de fusion (point de solidification)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'apprécier le degré de pureté</li> <li>• S'élève avec la longueur de la chaîne hydrocarbonée dans le cas AGS et s'abaisse avec le nombre de doubles liaisons pour AGIS</li> </ul>	(Kessous, 1993 ; Graille, 2003)

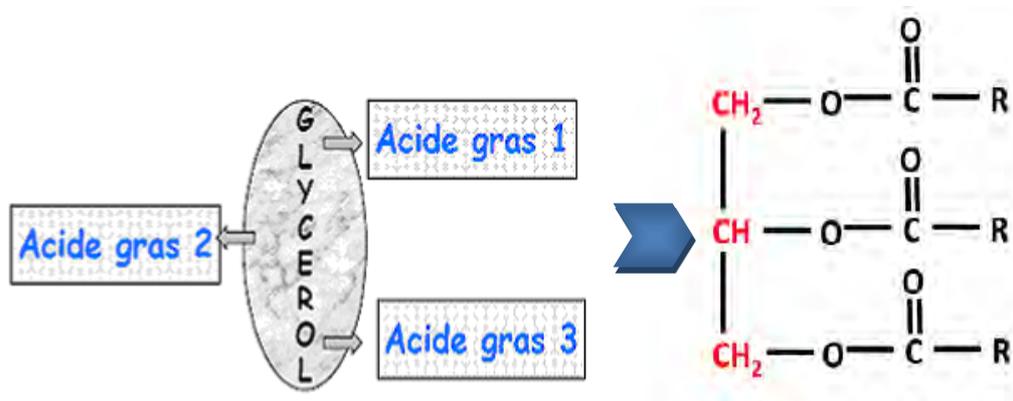
Densité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépend de la composition chimique, et de la T</li> <li>• Augmente avec l'augmentation d'indice d'iode et indice de saponification</li> </ul>	(Francois, 1974) Bennaniba, 2003)
Viscosité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépend de la composition chimique et de la T</li> <li>• Augmente avec l'augmentation du poids moléculaires et diminue avec l'augmentation de la T</li> </ul>	(Karleskind, 1992)
Indice d'iode	Permet de calculer l'insaturation totale de la graisse	(Francois, 1974)
Indice de peroxyde	Renseigne sur le degré d'oxydation et le nombre d'AG constituants le corps gras à analyser	(Tchiegang et <i>al.</i> , 2004)
Indice d'acide	Permet la neutralisation des corps gras	(Debruyne, 1999)
insaponifiable	Caractérise un corps gras grâce à sa constitution (colorants caroténoïdes, chlorophylle, stérols, tocophérols et divers alcools aliphatiques ou cyclique)	

### I.3. Composition chimique

Les huiles végétales comme les huiles d'origine animale sont constituées de 98% de triglycérides. Ces derniers sont des triesters d'acides gras et de glycérol. Cela ne signifie pas que seuls les triglycérides composent les huiles, d'autres constituants mineurs sont observés. Il s'agit entre autres, d'acides gras libres, de phosphatides, de stérides et de cériques ou de triglycérides partiels. Les triglycérides dont l'hydrolyse permet d'obtenir le glycérol et des acides gras, sont souvent présents dans les huiles brutes ou raffinées.

### I.3.1. Constituants majeurs

Les triglycérides représentent 90 à 99% de lipides simples apolaires, ce sont des triples esters d'acide gras (AG) et de glycérol (Cuvelier et Maillard, 2012). Le glycérol est formé d'une chaîne de trois atomes de carbone comportant chacun un groupement hydroxyle (-OH). Ces groupements hydroxyles entrent en réaction avec le groupement carboxyle (-COOH) des acides gras pour former des esters (*figure I.2*). Lorsqu'une molécule de glycérol est liée à trois molécules d'un même acide, le triglycéride formé est dit homogène ou monoacide. Dans le cas contraire, le triglycéride est dit mixte (Brisson, 1982 ; Ringuette, 1999).



*Figure I.2 : Composition générale d'un triglycéride*

#### a. Acides gras

Les acides gras sont les principaux composés des huiles et des graisses alimentaires ainsi que des graisses de dépôt chez l'homme et les animaux. Ils sont constitués exclusivement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Le poids d'une molécule type d'acide gras est réparti entre ces trois éléments selon les proportions 76%, 12,7% et 11,3%. Les atomes de carbone sont reliés les uns aux autres pour former une chaîne dont la longueur varie de 4 à 30 atomes de carbone (Brisson, 1982).

Les huiles végétales se définissent essentiellement par leur composition en acides gras (Lecerf, 2011) qui est très différente d'une huile à l'autre (*tableau I.5*). Les huiles végétales n'ont cependant pas une composition fixe, car elles varient selon les arrivages, la génétique, la culture des plantes et les saisons. Ils se classent en trois groupes (Evrard et *al.*, 2007):

**Tableau I.5 : Pourcentage des acides gras dans quelques huiles végétales (Harwood et Aparicio, 2000)**

Acides Gras		Huile d'Olive	Huile de Colza	Huile de Noix de Coco	Huile de Mais	Huile de Coton	Huile de Tournesol
Acide myristique	C14 :0	≤ 0.05	0.1-0.2	16.5-20.8	0 – 0.3	0.6 – 1.0	0 – 0.1
Acide palmitique	C16 :0	7.5 – 20.0	3.0 – 5.0	8.2 – 10.2	9.1 – 16.8	21.0 – 26.8	5.5 – 7.7
Acide palmitoléique	C16 :1	0.3 – 3.5	0.2 – 0.6		0 – 0.3	0 – 1.3	0 – 0.3
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0.03					
Acide heptadécénoïque	C17 :1	≤ 0.03					
Acide stéarique	C18 :0	0.5 – 5.0	1.0 – 2.0	2.3 – 3.4	1.4 – 3.0	2.0 – 3.3	2.8 – 6.5
Acide oléique	C18 :1	55.0 – 83.0	52.0 – 67.0	4.3 – 8.1	20.0– 38.0	14.0 – 22.0	14.0 – 38.0
Acide linoléique	C18 :2	3.5 – 21.0	16.0 – 24.8	0.7 – 2.0	39.5– 65.0	46.5 – 58.0	48.2 – 74.2
Acide linoléinique	C18 :3	≤ 0.9	6.5 - 14.0	0 - tr	0.6 – 1.4	0 – 0.4	0 – 0.1
Acide arachidique	C20 :0	≤ 0.6	0.2 – 0.8	0.1	0.3 – 0.7	0.2 – 0.5	0.2 – 0.4
Acide eïcosénoïque	C20 :1	≤ 0.4	0.9 – 2.4	0 - tr	0.2 – 0.4	0 – 0.1	0 – 0.2
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0.2	0.1 – 0.5		0 – 0.5	0 – 0.6	0.7 – 1.3
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0.2	0 – 0.2		0 – 0.3		0 – 0.4

**Note :** tr=trace

Les AG sont des monocarboxyliques, généralement à chaîne linéaire et à nombre pair d'atome de carbone. Ils peuvent être saturés ou insaturés :

- **Acides gras saturés :** Ce groupe de lipides est constitué d'acides gras possédant un nombre pair d'atome de carbone (4 à plus de 30) totalement saturés en hydrogène, on les retrouve chez les animaux, végétaux et microbes. Pour les plantes supérieures et les animaux, les acides gras les plus communs ont 14 à 20 carbones, avec une majorité de ceux à 16 ou 18 carbones. Les

acides dont le nombre est inférieur à 12 sont retrouvés dans le lait des mammifères et le beurre. Les acides gras dont le nombre de carbones est supérieur à 24 sont essentiellement des composants des cires protectrices fabriqués par les plantes, les bactéries et insectes.

▪ **Acides gras insaturés :**

Ils représentent plus de la moitié des acides gras des plantes et des animaux, possédant une ou plusieurs doubles liaisons ils sont mono insaturés ou poly insaturés (Naudet, 1988).

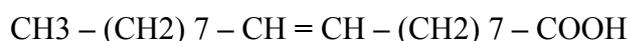
La plupart des acides gras insaturés ont des longueurs de chaînes de 16 à 20 carbones et souvent, la première double liaison est établie entre les C<sub>9</sub> et C<sub>10</sub>, les doubles liaisons multiples ne sont pas conjuguées mais séparées par un groupe méthylène et les doubles liaisons sont de configuration cis. Les acides gras mono-insaturés sont relativement rares, les chaînes comportant moins de 16 carbones se retrouvent dans le lait et les graisses de poissons alors que les chaînes à plus de 18 carbones sont présentes chez les animaux marins. Les acides gras polyinsaturés sont beaucoup plus répandus, ils comportent au moins 18 carbones.

Ils peuvent présenter une ou plusieurs doubles liaisons,

Dans la plupart des huiles naturelles, les acides gras insaturés ont une configuration moléculaire particulière appelée cis (*figure I.3*), cela signifie qu'un atome d'hydrogène est situé d'un côté de la double liaison, et que l'atome d'hydrogène du carbone suivant est situé du même côté (Adrian et al., 1999). En revanche, lors du processus de fabrication certaine des doubles liaisons (non saturées) prennent une configuration *trans*. Dans ce cas, les radicaux liés carbones ne sont plus du même côté de la double liaison.

Voilà quelques exemples d'acides gras insaturés : voir *figure I.4*

**Acide oléique C18:1:**



**Acide linoléique C18:2:**



**Acide linoléique C18:3:**



Les huiles végétales peuvent ainsi être regroupées en fonction de la nature de leurs acides gras majoritaires (ou spécifique) : oléiques, linoléiques ou  $\alpha$ -linoléique (Lecerf, 2011).

– **Les huiles oléiques (AGMI C18 : 1  $\omega$ 9)** : olive, colza, tournesol oléique avec des pourcentages relatifs en acide oléique compris entre 55 et 85 %.

- Les huiles linoléiques (AGPI, C18 : 2 ω6) telles que le tournesol. Les huiles de ce groupe ont des pourcentages relatifs en acide linoléique compris entre 55 et 75 %.
- Les huiles oléiques linoléiques (AGMI C18 :1 ω9 et AGPI, C18 :2 ω6) telles que l'huile d'argan, d'arachide, etc.
- Les huiles α-linoléniques (AGPI, C18 :3 ω3) telles que l'huile de colza et l'huile de soya (Vigneron *et al.*, 2006). Ces huiles ont des pourcentages relatifs en acide α-linolénique compris entre 7 et 13 % environ selon les huiles.

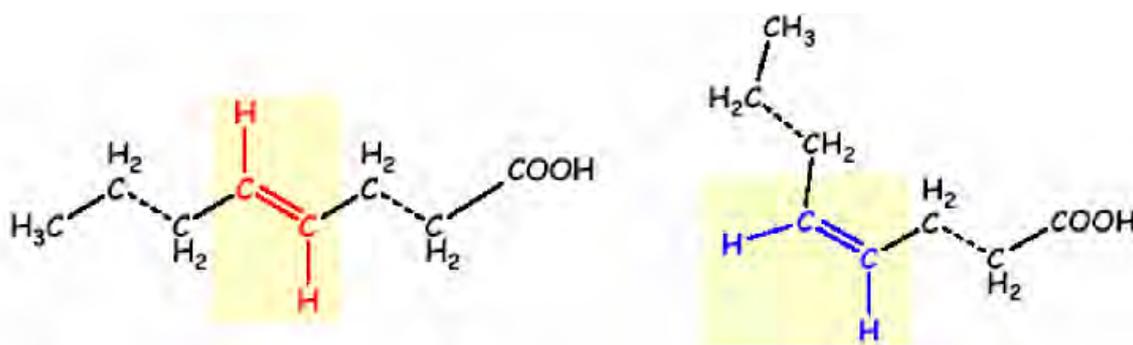


Figure I.3 : Isoméries Géométriques *trans* (à gauche) et *cis* (à droite).

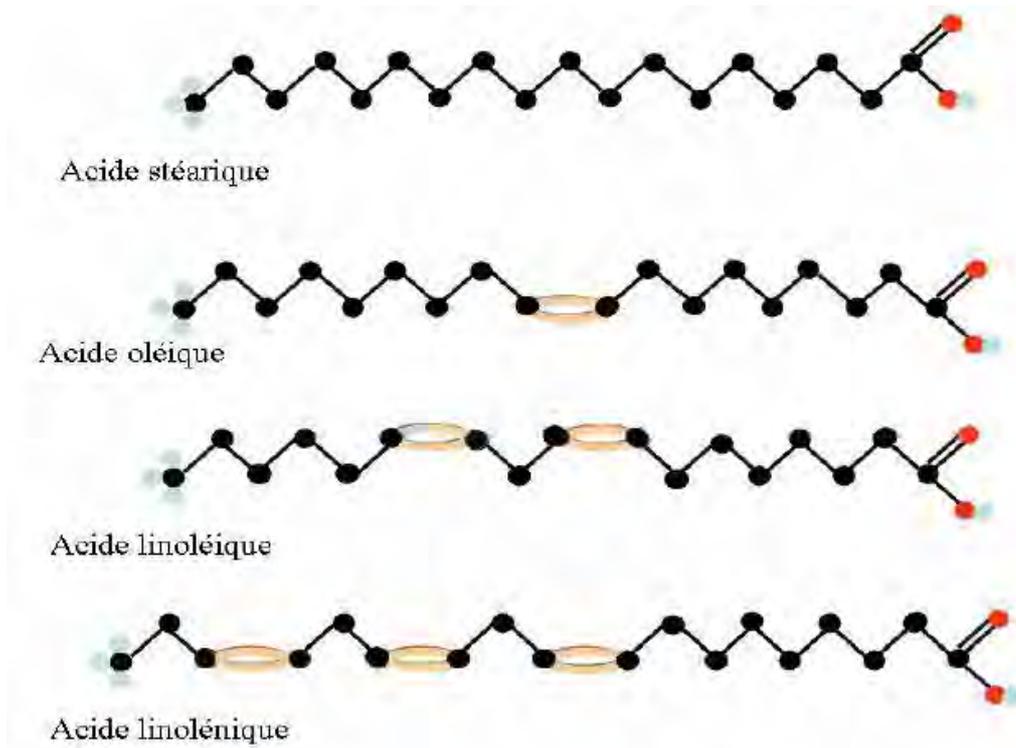


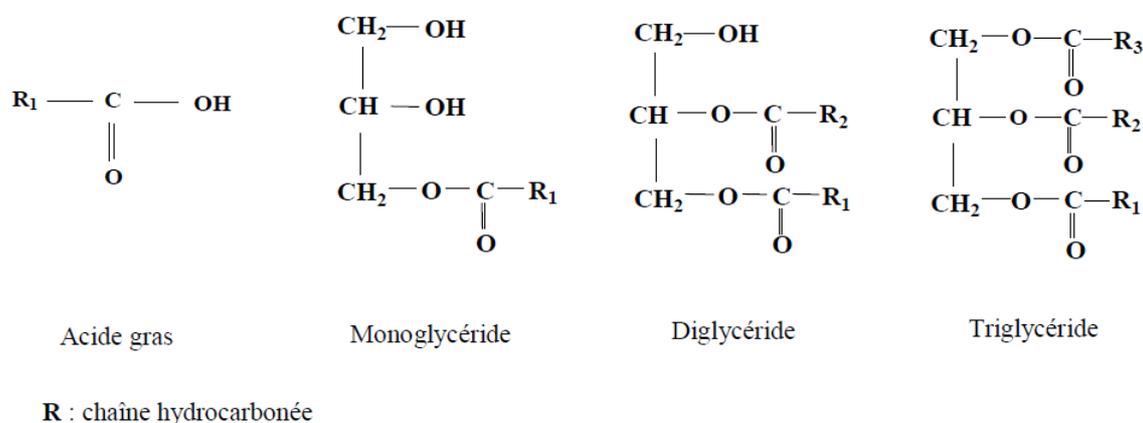
Figure I.4 : Formule développée des principaux acides gras des huiles végétales.

## b. Glycérides

Les corps gras ne sont pas constitués uniquement d'AG mais aussi de mélange de triesters de glycérol (*figure I.5*), et c'est la structure glycérique qui donne les propriétés physiques, chimiques et physiologiques aux corps gras (Hamilton et Ressel, 1986).

Les glycérides sont des esters formés à partir d'acides gras (C12 à C22) et de glycérol. Les graisses et les huiles ne sont pas des glycérides simples. Elles contiennent un certain nombre d'acides gras différents ou non, distribués plus ou moins au hasard parmi les différentes molécules de glycérides. Ce qui leur confère des propriétés physiques, une réactivité chimique et un comportement physiologique bien spécifiques.

La fraction glycéridique des corps gras d'origine végétale renferme en majeure partie des triglycérides (les acides gras estérifiant le glycérol pouvant être de diverses natures : chaîne hydrocarbonée (R), plus ou moins longue, plus ou moins insaturée), mais des mono et diglycérides, ainsi que des acides gras, y sont présents en faibles quantités.



*Figure I.5 : Quelques constituants de la fraction glycéridique.*

### I.3.2. Constituants mineurs

Les composants mineurs dans les huiles végétales représentent 1 à 5 %. Ils sont constitués d'éléments très variés (Harwood et Ramon, 2000). Ces composés, bien que mineurs quantitativement, ils jouent un rôle nutritionnel de première importance.

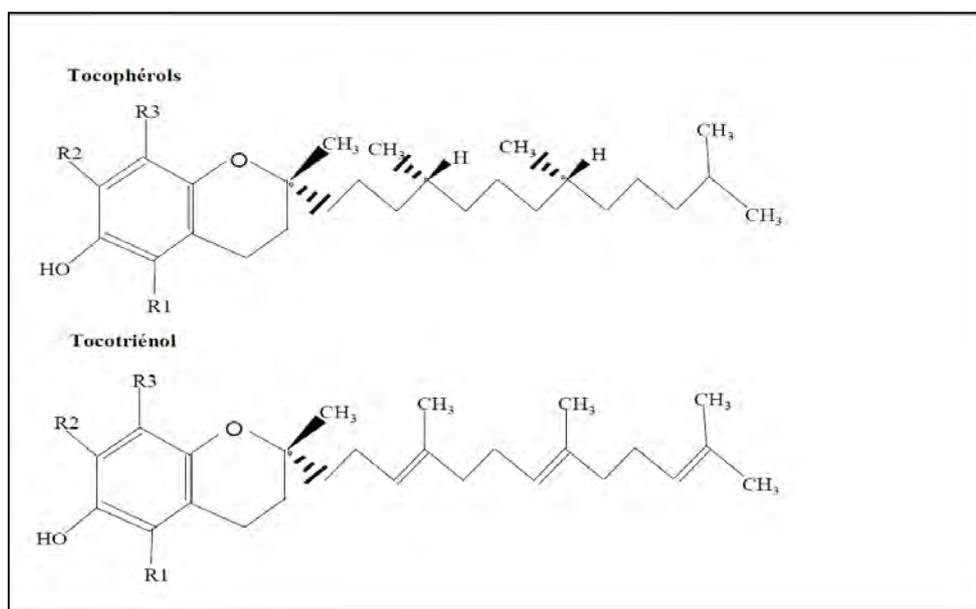
Les composés mineurs sont constitués de deux fractions : la fraction insaponifiable et la fraction soluble. Les tocophérols, stérols et caroténoïdes appartiennent à la fraction insaponifiable car elle ne peut pas réagir avec une base pour donner du savon.

Les composés mineurs de la fraction soluble sont innombrables et sont responsables, non seulement d'une partie des propriétés des huiles, mais également de leur goût et de leur trouble. Une grande partie des propriétés biologiques des huiles sont attribuées à la partie insaponifiable (Adlouni, 2010 ; Lecerf, 2011). De nombreuses études expérimentales comparant l'effet nutritionnel d'une huile d'olive raffinée et d'une huile d'olive vierge ont été réalisées. Elles ont montré que cet effet était lié aux polyphénols, aux phytostérols et aux tocophérols (Covas *et al.*, 2007 ; Combe et Castera, 2010). Ceci témoigne de l'importance de ces composés mineurs.

### I.3.2.1. Les tocophérols

Les tocophérols désignent un ensemble de molécules composées d'un noyau 6-OH-chromane, et d'une chaîne latérale à 16 atomes de carbone, de structure isoprénique (Verleyen, 2002 ; Hilali, 2008). La chaîne carbonée existe sous deux formes : une forme comprenant trois insaturations : ce sont les tocotriénols; et la forme totalement saturée qui caractérise les tocophérols (*figure I.6*).

Dans les huiles végétales, on rencontre quatre groupes de tocophérols ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , et  $\delta$ ) (Dellapenna et Pogson, 2006). Ces tocophérols participent à la conservation des huiles et possèdent aussi certaines propriétés thérapeutiques et anti oxydantes grâce à leur capacité à piéger les radicaux libres (Reboul *et al.*, 2007; Reiter *et al.*, 2007). En plus, ces composés peuvent constituer un critère analytique pour le contrôle de la pureté d'une huile.



*Figure I.6 : Formule développée des tocophérols et tocotriénols*

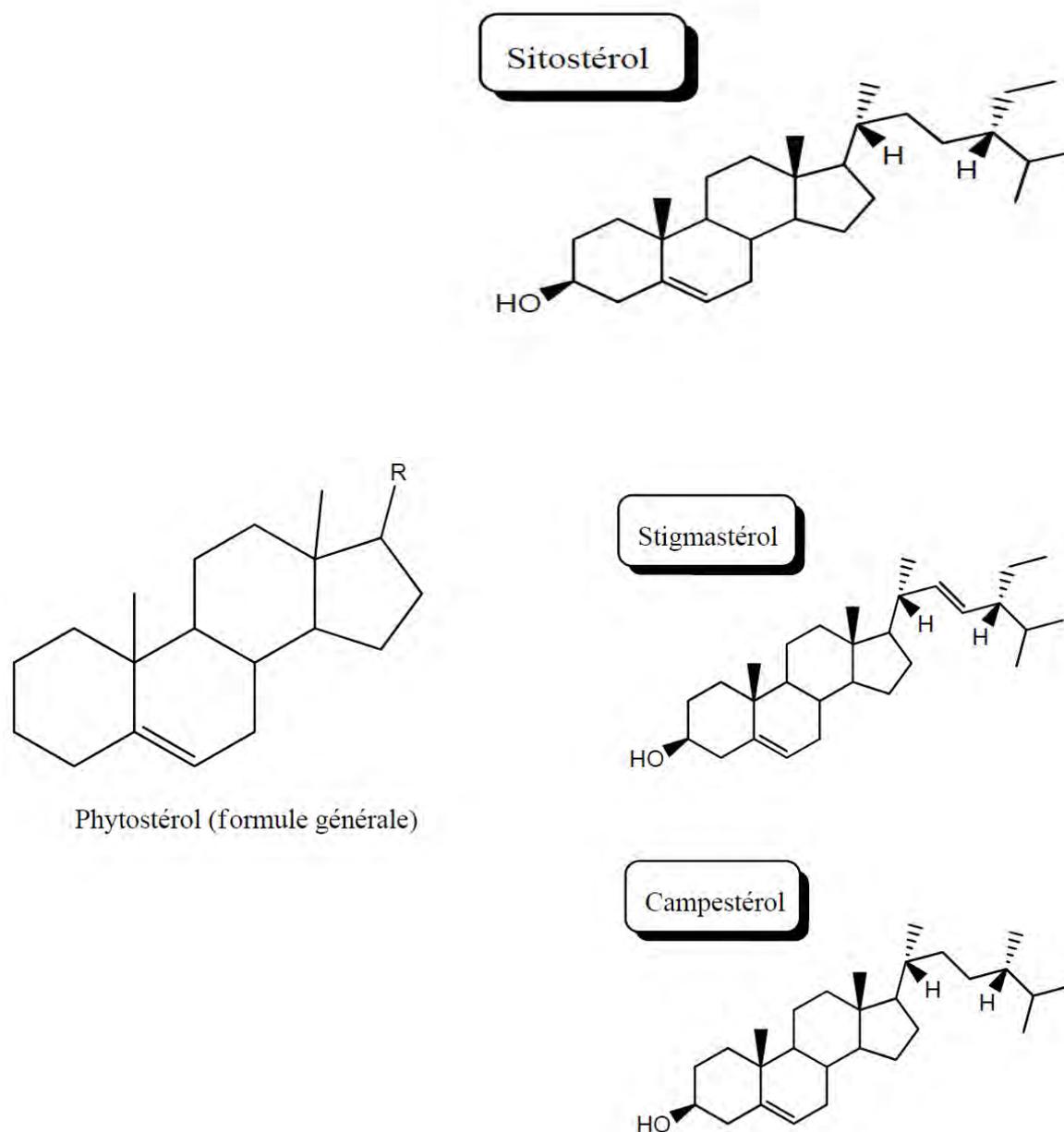
Le pouvoir vitaminique des tocophérols est lié à la teneur en  $\alpha$ -tocophérol (vitamine E). Ce tocophérol est le plus fréquent dans la nature et le plus actif biologiquement. Les bêta- et gamma tocophérols ont une activité vitaminique réduite (respectivement 30 et 15 % environ de l'activité de la forme alpha) le delta-tocophérol est pratiquement inactif, mais c'est le gamma tocophérols qui a l'activité antioxydante la plus élevée (Evrard et *al.*, 2007 ; Reboul et *al.*, 2007). Il existe aussi dans la nature des composés voisins des tocophérols, les tocotriénols ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , et  $\delta$ ) dont deux ( $\alpha$  et  $\beta$ ) possèdent une certaine activité vitaminique (respectivement 20 et 5 % environ de l'activité de la forme alpha tocophérol). Le terme tocots regroupe tocophérols et tocotriénols (Evrard et *al.*, 2007).

### **I.3.2.2. Les phytostérols**

Toutes les huiles végétales contiennent des phytostérols (en moyenne de 0,1 à 0,5 %) (Evrard et *al.*, 2007) soit 100 à 500mg/100g d'huile (Piironeen et *al.*, 2000). Les phytostérols présentent une analogie de structure avec le cholestérol. En effet, ce sont des molécules complexes comportant une fonction alcool, trouvée à l'état libre ou estérifiée. Ces alcools dérivent du noyau stéroïde constitué de 4 cycles dont l'hydroxyle est en position trois et d'une chaîne latérale (Verleyen, 2002).

Les stérols d'origine animale sont appelés zoo-stérols. Parmi eux, le cholestérol est le principal stérol des vertébrés apporté par une alimentation carnée comme la viande, les produits laitiers, les œufs.

Les graisses d'origine végétale contiennent des phytostérols tels que le Beta-sitostérol présent dans toutes les huiles végétales (olive, soya, tournesol, colza. Arachide...), le D7-stigmastérol trouvé en quantité significative dans l'huile de tournesol, le brassicastérol dans les huiles de colza. Dans l'huile d'olive, le principal stérol est le Beta-sitostérol (**figure I.7**), représentant jusqu'à 90-95% du total (Piironeen et *al.*, 2000). Cependant, le campésterol et le stigmastérol comptent des valeurs inférieures à 4 %.



**Figure I.7 :** Structure des phytostérols majoritaires

### I.3.2.3 Les alcools triterpéniques

Ils sont particulièrement importants du point de vue biologique. Deux dialcools principaux de triterpène, érythrodiol et uvaol ont été identifiés dans l'huile d'olive (Fedeli, 1977) et cinq dans l'huile d'argane. Il s'agit du : lupéol (7,1 %), butyrospermol (18,1 %), tirucallol (27,9 %), alpha ou bêta, amyrine (27,3 %) et 24-méthylène cycloartanol (4,5 %). En plus de ces triterpènes, deux méthylstérols ont été mis en évidence : le 4-Z-méthylstigmasta- 7,24-28-diène-3-ol ou citrostadiénol (3,9 %) et le cycloeucalénol < 5 %.

Les cinq alcools triterpéniques de l'argane sont de distribution courante dans certains végétaux : le butyrospermol est présent dans le beurre de karité, le tirucalol dans certains latex d'Euphorbiacées, le 24-méthylèncycloartanol dans de nombreuses parties aériennes de plantes telles que les feuilles de salade, le lupéol dans certaines plantes comme les fleurs de camomille romaine, la bêta-amyrine dans certaines feuilles comme celle de la myrtille. Ceci donne à l'huile d'argane une valeur nutritionnelle importante sans aucune toxicité (AFSSA, 2001).

#### **I.3.2.4. Les composés phénoliques**

Les polyphénols attirent de plus en plus l'attention des chercheurs et des industriels en raison de leur importance. En effet, jusqu'à maintenant, on considérait ces molécules comme intéressantes pour l'organisme, tant au niveau nutritionnel que pour la santé (Charrouf et Guillaume, 2007). Mais les progrès des techniques d'analyses chimiques, de génie génétique et des biotechnologies en général, ont permis une nouvelle approche de ces composés organiques (Hilali, 2008). Ces constituants, appelés encore «biophénols», sont des substances naturelles aux propriétés antioxydantes. Elles sont présentes dans les huiles d'olive vierges.

Les autres différentes classes de composés pouvant être présentes dans la fraction insaponifiable sont les suivantes :

- les hydrocarbures : notamment les hydrocarbures terpéniques en C30 et C40 (carotènes), ces derniers étant caractérisés par des systèmes polyéthyléniques conjugués ; les xanthophylles : qui dérivent des précédents par oxydation (caroténoïdes) contenant une ou plusieurs fonctions oxygénées ;
- des alcools aliphatiques supérieurs (alcools gras de 16 à 30 atomes de carbone) qui, lorsqu'ils sont estérifiés, forment des cires de protection de certains tissus ;
- des aldéhydes et des cétones responsables des saveurs ; des vitamines liposolubles (vitamines A, D, E). La vitamine E et les composés voisins sont désignés globalement par les termes de tocophérols et tocotriénols. Ces vitamines liposolubles sont observées de façon systématique dans les lipides d'origine naturelle ou avant la saponification. Elles sont également présentes sous forme libre et sous forme d'esters d'acides gras ; des composés triterpéniques provenant de la cyclisation du 2,3-époxyqualène. Cette classe de composés regroupe les alcools triterpéniques, les 4-méthylstérols, les stérols et les dérivés polyfonctionnels de ces composés ; des cétones triterpéniques rarement rencontrées dans le règne végétal ; les stérols, les 4-méthylstérols et les alcools

triterpéniques, qui, par leur nature et leurs propriétés, constituent une véritable empreinte digitale de l'huile. Ils permettent son identification et par la suite sa détection dans un mélange, d'où l'intérêt en cas d'éventuelles fraudes. Par ailleurs, ces composés présentent un intérêt chimiotaxonomique important. Les plantes d'une même famille botanique présentent le plus souvent des filières triterpéniques voisines.

#### I.4. Besoins et recommandations

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) sont basés sur les besoins physiologiques en prenant en compte les aspects physiopathologiques des acides gras (Martin, 2001 ; Combe et Castera, 2010).

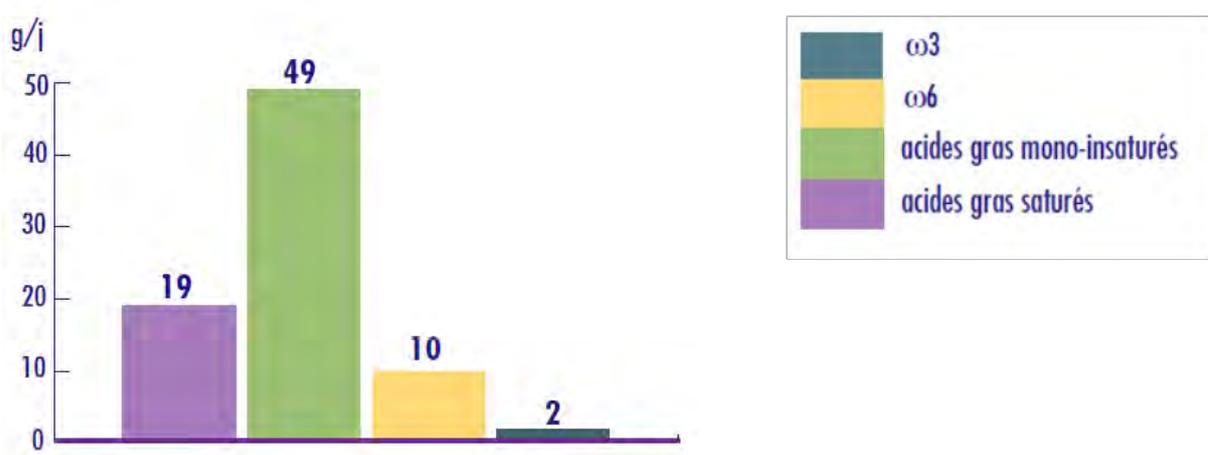
À titre d'exemple, il est recommandé pour un adulte consommant 2000 kcal, de choisir son corps gras bien équilibré en AG comme suit :

Lipides totaux : 35-40 % de l'apport énergétique (AE), réparties de la façon suivante

- AGS totaux :  $\leq 12$  %, dont  $\leq 8$  % pour la somme C12 : 0 + C14 : 0 + C16 : 0 ;
- AGMI : 15-20 % de C18 : 1 n-9 ;
- AGPI : 4 % de C18 : 2 n-6, 1 % de C18 : 3 n-3 ; 250 mg d'EPA et 250 mg de DHA.

Pour les acides gras *trans*, la limite maximale est maintenue à 2 % de l'apport énergétique.

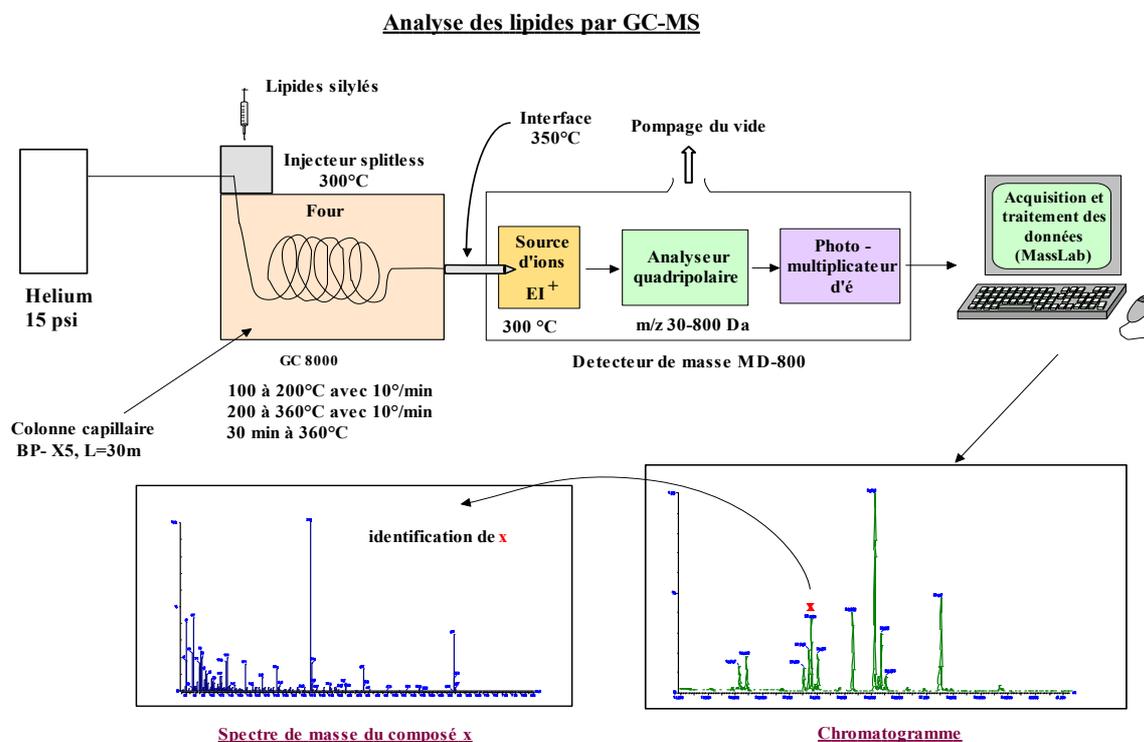
Or, la consommation totale de graisses ne doit pas dépasser 80 gr par jour (**figure I.8**). Pour couvrir les besoins en A.G.E., 10 g d' $\omega 6$  et 2 g d' $\omega 3$  sont recommandés, dans un rapport qu'il est primordial de respecter : la quantité d' $\omega 6$  ne doit pas excéder 5 fois celle des  $\omega 3$ .



**Figure I.8 : Apports nutritionnels conseillés : 80 g/j (AFSSA 2001)**

### I.5. La chromatographie phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse est un procédé de séparation des constituants d'un mélange. Elle est devenue une méthode analytique de tout premier plan pour identifier et quantifier les composés d'une phase liquide ou gazeuse homogène. Le principe de base repose sur les équilibres de concentration des composés présents, entre deux phases non miscibles dont l'une, dite stationnaire, est emprisonnée dans une colonne ou fixée sur un support et l'autre, dite mobile, se déplace au contact de la première (*figure I.9*). L'entraînement à des vitesses différentes des composés présents par la phase mobile conduit à leur séparation et. De toutes les méthodes analytiques instrumentales, la chromatographie est celle qui a le plus grand domaine d'applicabilité et par là elle occupe une position dominante. Aucun laboratoire d'analyse ne saurait l'ignorer (Rouessac et Rouessac, 2000). Les paramètres de l'analyse de séparation chromatographie en phases gazeuse (CPG) sont résumés dans le tableau suivant :



*Figure I.9 : Principe du chromatographe en phase gazeuse*

**Tableau I.6. Récapitulation des paramètres chromatographiques de la CPG (Chikhouné, 2011)**

	<b>Chromatographie en phase gazeuse (CPG)</b>
<b>Principe</b>	Très généralement, les acides gras sont chromatographiés sous forme d'esters et seulement parfois à l'état libre lorsqu'on s'intéresse aux premiers termes (C2 à C5).
<b>Phase stationnaire</b>	La phase stationnaire doit être non volatile et thermiquement stable. Les plus utilisées sont : polyéthylène glycols, des méthylphényles ou des méthylvinylsilicones (sorte de gommes). Le support le plus utilisé est la célite (silice issue de diatomée).
<b>Phase mobile</b>	L'hydrogène, l'hélium et l'azote sont les gaz vecteurs les plus utilisés. Ils sont prélevés dans une bouteille sous pression contenant du produit de pureté connue.
<b>Injection</b>	Le mélange à introduire dans un chromatographe, sans interrompre le flux gazeux, peut être sous forme d'un gaz, d'un liquide ou quelques fois même d'un solide, pourvu que, dans ces deux derniers cas, la vaporisation totale soit assurée de façon aussi instantanée que possible. On va donc utiliser des systèmes d'injection accomplissant toutes ces fonctions.
<b>Type de détecteur</b>	Les effluents sortant à tour de rôle de la colonne doivent être repérés et ce repère transformé en un signal électrique que l'on puisse enregistrer pour constituer le chromatogramme. les détecteurs existants : détecteurs à conductivité thermique (catharomètre), azote-phosphore, à capture d'électrons et à ionisation de flamme.

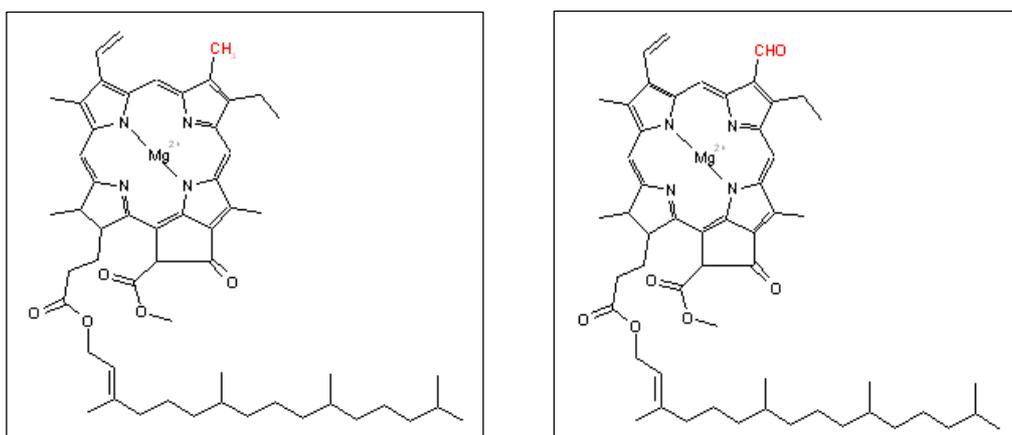
## I.6. La chlorophylle

La chlorophylle est le principal pigment photosynthétique. Elle est présente chez presque tous les organismes photosynthétiques et est à l'origine de leur couleur verte car elle absorbe fortement la lumière visible dans les longueurs d'onde correspondant au bleu et au rouge mais laisse filtrer une grande partie de la lumière verte. On dénombre jusqu'à plusieurs centaines de millions de molécules de chlorophylle dans un seul chloroplaste. Deux structures remarquables caractérisent cette molécule :

- un noyau tétrapyrrolique ou chlorine, contenant un atome de magnésium en son centre ;
- une chaîne terpénique ou phytol, constituée de vingt atomes de carbone.

Il existe différentes formes de chlorophylles, dont les seules présentes chez les végétaux supérieurs sont la chlorophylle a et la chlorophylle b. Les autres formes (chlorophylles c et d) présentes chez certaines algues ou bactéries.

Comme le montrent la *figure 1.10* et le *tableau 1.7*, la structure des formes a et b de la chlorophylle est quasi identique, à l'exception d'une fonction aldéhyde située sur la chlorine (Féret, 2009).



**Figure 1.10 : Structures chimiques des Chlorophylle a (à gauche) et b (à droite)**

**Tableau 1.7 : Caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles a et b.**

	<i>Chlorophylle a</i>	<i>Chlorophylle b</i>
Formule chimique	C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Mg
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	893.5	907.5

La couleur des huiles est essentiellement liée à la présence des chlorophylles, de la phéophytine ainsi qu'aux caroténoïdes (Mínguez-Mosquera et *al.*, 1991 ; Gandul-Rojas et Mínguez-Mosquera, 1996).

La chlorophylle présente une structure comparable à celle de l'hème (présente dans les globules rouges sanguins). C'est la présence, dans sa structure, de nombreuses doubles liaisons conjuguées qui permet une absorption du rayonnement lumineux. Les chaînes latérales de chlorine sont variables et ceci entraîne une modification du spectre d'absorption entre les différentes familles de chlorophylles (La composition et la teneur totale des pigments naturellement présents dans l'huile, sont des paramètres importants parce qu'elles sont corrélées à la couleur, qui est un attribut de base pour évaluer la qualité des huiles. Les pigments sont également impliqués dans les mécanismes de l'auto-oxydation et de la photo-oxydation. La concentration de chlorophylle change selon la variété, la température et la durée du traitement thermique de fruit (Paull et Chen, 2000 ; Garcia et *al.*, 2001), ainsi que la culture, le sol, le climat, et le degré de maturation du fruit (Boskou, 1996 ; Covas et *al.*, 2007).

A la lumière, la chlorophylle favorise la formation des radicaux de l'oxygène et accélère l'oxydation mais dans l'obscurité, la chlorophylle agit en tant qu'antioxydant.

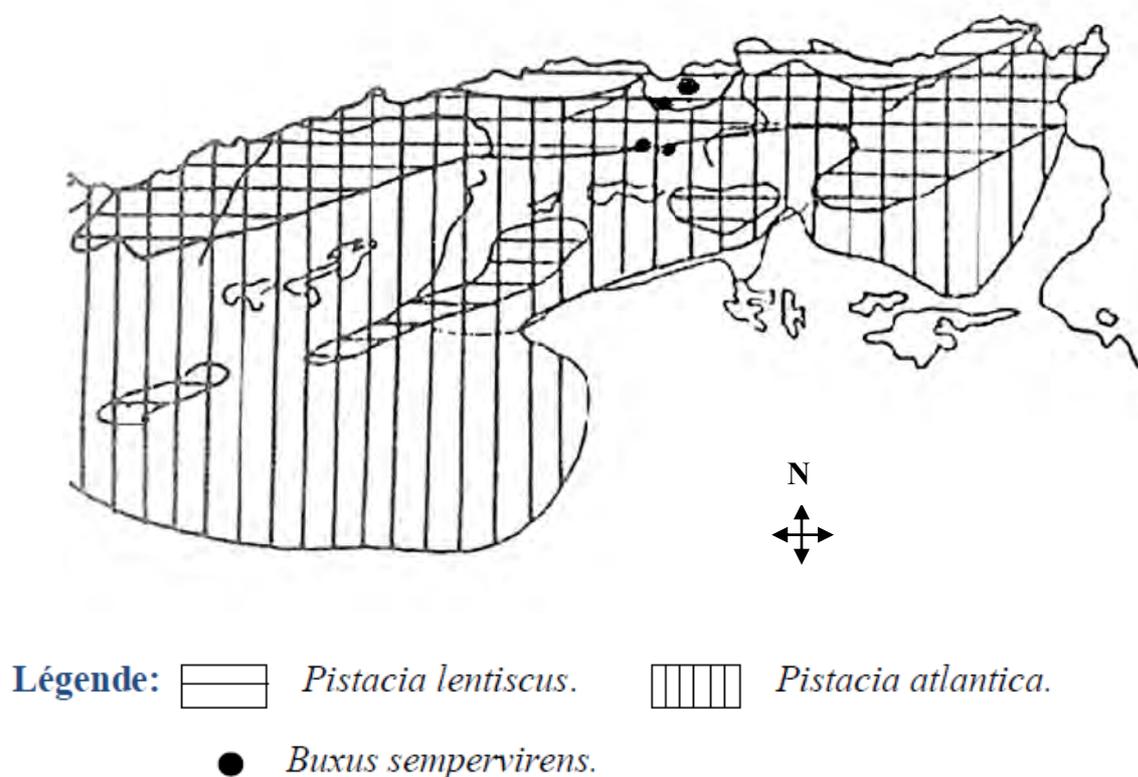
## CHAPITRE II : ETUDE CARACTERISTIQUE DU GENRE ET DE L'ESPECE DE PISTACIA LENTISCUS

### II.1. Généralités :

*Pistacia lentiscus* est un arbre ou arbuste à feuilles, l'un des caractéristiques de la région méditerranéenne, où il contribue à constituer les forêts, broussailles, et des maquis, on le trouve à l'état naturel dans toute l'Algérie (le nord algérien) (Quezel et Santa, 1993) (*figure. II.1*).

C'est un arbre dispersé généralement dans Algérie au-dessus du littoral entier (Lev et Amar, 2000). Il joue un rôle fondamental dans l'entretien des écosystèmes par sa forte résistance aux changements climatiques.

C'est une plante de la famille des anacardiées, à feuillage persistant. Elle donne des fruits, d'abord rouges, puis noirs. Le pistachier lentisque est connu pour ses vertus médicinales.



*Figure II.1 : Aire de répartition de Pistacia lentiscus avec d'autres espèces en Algérie (Quezel et Santa, 1993).*



***Photo II.1. Pistachier lentisque GUELMA- Boudroua. (Photo prise par Ghada Bensalem, Mai 2012)***



***Photo II.2. Pistachier lentisque associé au Myrte GUELMA- Boudroua. (Photo prise par Ghada Bensalem, Mai 2012)***

## II.2 Etude de la famille des *Anacardiaceae* et du genre *Pistacia*

### II.2.1. Description botanique des *Anacardiaceae*

La famille des *Anacardiaceae* sont des arbres, des arbustes (exceptionnellement plantes grimpantes), à canaux résinifères schizogènes, à feuilles composées pennées ou trifoliolées, généralement alternes, dépourvues de glandes ponctiformes. Inflorescence en panicules.

Fleurs actinomorphes, hétérochlamydées, parfois apétales, 5-mères, ♀ (hétérosexées) et/ou unisexuées, généralement hypogynes, diplostémones ou haplostémones (à filets souvent concrescents, à la base), apocarpes ou syncarpes. Disque intrastaminal. Gynécée isomère ou réduit à 3-1 carpelle, mais généralement 1-loculaire par avortement, à placentation axile, chaque carpelle étant 1-ovules apotropes 2 (-1)-tegminés (Gaussen et *al.*, 1982).

Le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. Graine exalbuminée ou presque, à embryon courbe. Pollen divers, souvent 2-3-colporé, ou avec 3-8 apertures circulaires ou non. Cloisons des vaisseaux à perforation unique (sauf quelques cas) (Gaussen et *al.*, 1982). Les étamines sont opposées aux sépales et en même nombre que ceux-ci. La formule florale :  $5S + 5E + 3C$ .

Les plantes de la famille *Anacardiaceae* produisent des résines ou vernis précieux (laque de Chine, etc.); plusieurs sont riches en tannin (*Rhus*); d'autres sont comestibles (*Mangifera*, *Anacardium*, *Pistacia*, etc.).

### II.2.2. Systématique et répartition géographique d'*Anacardiaceae*

La famille *Anacardiaceae* a été proposée pour la première fois par Lindley en 1830, (**tableau II.1**).

Les espèces de cette famille sont des arbres, des arbustes ou des lianes à feuilles alternes, composées et imparipennées (Arbonnier, 2002) que l'on rencontre surtout dans les régions tropicales à subtropicales et dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord.

**Tableau II.1 : Place du taxon dans la classification (Guignard et Dupont, 2004 ; Pell, 2004)**

<b>Rang</b>	<b>Nom Scientifique</b>
<b>Embranchement</b>	<i>Spermatophytes</i>
<b>Sous-embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Classe</b>	<i>Dicotylédones Vraies Supérieures</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Rosidees</i>
<b>Ordre</b>	<i>Sapindales</i>
<b>Famille</b>	<i>Anacardiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Pistacia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pistacia lentiscus</i>

La composition de cette famille en genres et espèces est résumée dans le tableau ci-dessous :

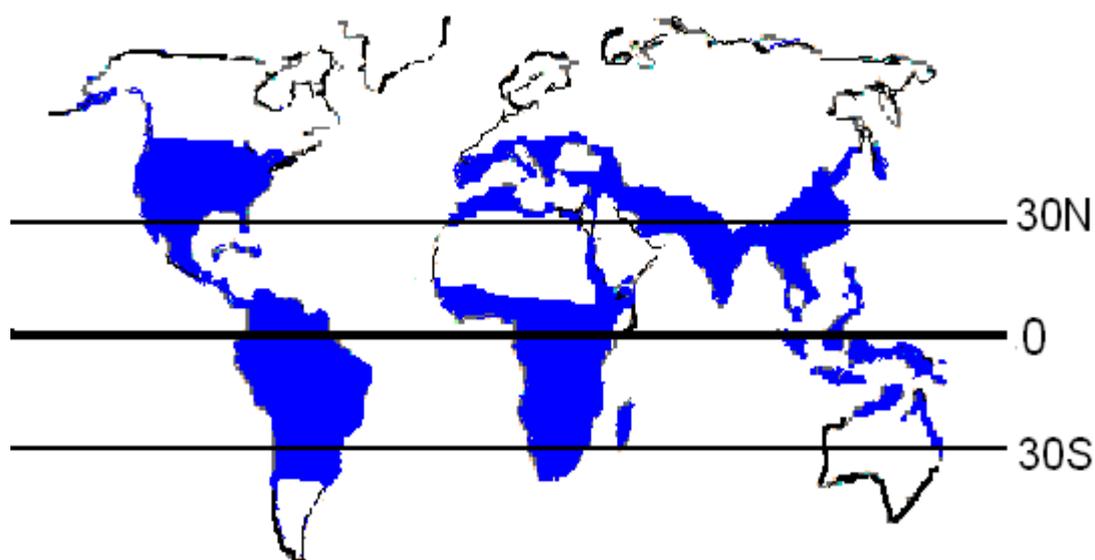
**Tableau II.2 : La composition de la famille des Anacardiaceae en genres et en espèces selon différents auteurs**

<b>Composition en genre et en espèce</b>	<b>Auteurs</b>
60 genres et 600 espèces	Kokwaro, 1986 et Guyot, 1992
73 genres et 850 espèces, avec le genre <i>Rhus</i> renferme 100 espèces	Mabberley, 1987
82 genres et plus de 700 espèces	Pell, 2004

Kokwaro (1986) signale non seulement la présence des Anacardiaceae en région (**tableau II.3, figure II.2**) tropicale mais aussi dans la région méditerranéenne, dans l'Est de l'Asie et en Amérique.

**Tableau II.3 : Répartition géographique des principaux genres des Anacardiaceés d'après Mabberley (1987).**

	Genre	Nombre d'espèces	Origine (région)
1	<i>Anacardium</i>	8	Amérique tropicale
2	<i>Haematostaphis</i>	2	Afrique tropicale – Ouest
3	<i>Lannea</i>	40	Régions tropicales, Indo-Malaise
4	<i>Mangifera</i>	35	Régions tropicales, Indo-Malaise
5	<i>Ozoroa</i>	40	Afrique tropicale
6	<b><i>Pistacia</i></b>	<b>9</b>	<b>Région méditerranéenne</b>
7	<i>Pseudospondias</i>	2	Afrique tropicale: Ouest et Centre
8	<i>Rhus</i> (incluant <i>Toxicodendron</i> )	200	Régions tempérées.
9	<i>Schinus</i>	27	Amérique tropicale
10	<i>Sclerocarya</i>	4	Afrique tropicale australe
11	<i>Sorindeia</i>	50	Afrique tropicale et Madagascar
12	<i>Spondias</i>	10	Indomalaisie (au sud-est d'Asie), Amérique tropicale.



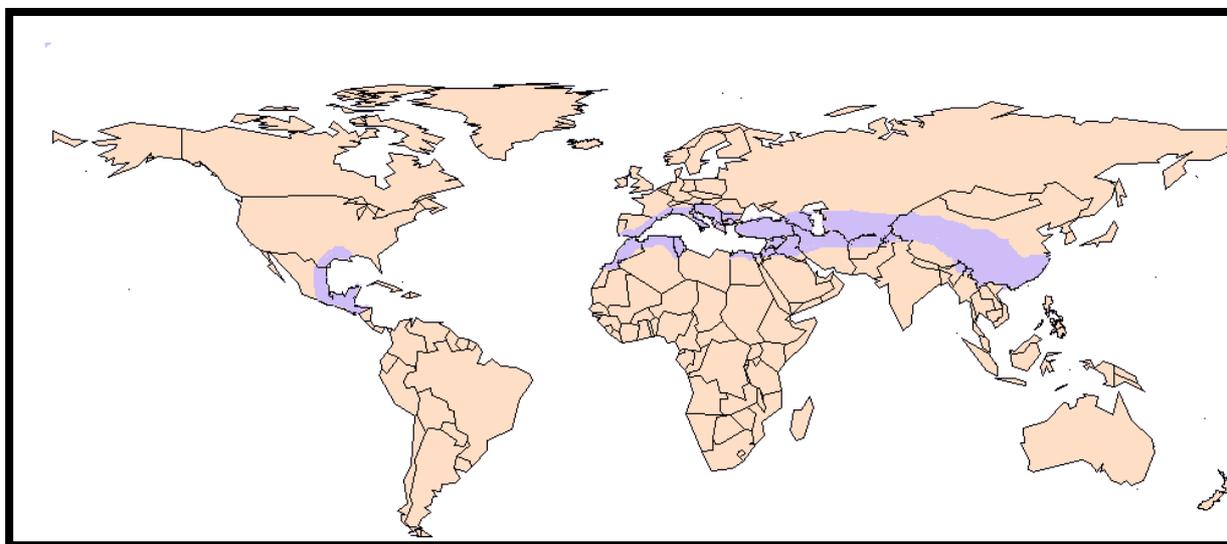
**Figure II.2 : Répartition géographique de la famille Anacardiaceae**

[www.clarku.edu/departments/biology/biol110/Rachel/Shmook\\_webpage.htm](http://www.clarku.edu/departments/biology/biol110/Rachel/Shmook_webpage.htm)

### II.2.3. Description botanique et répartition géographique du genre *Pistacia*

Le genre botanique *Pistacia* (les Pistachiers) regroupe 9 espèces d'arbustes appartenant à l'ordre des *Sapindales* et à la famille des *Anacardiaceae*. D'origine asiatique ou méditerranéenne, les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleurs mâles et femelles poussant sur des arbustes différents). Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes. Les fruits sont des drupes.

Trois espèces sont très connues, *Pistacia lentiscus* (Lentisque pistachier) dont on extrait une résine et qui présente un feuillage persistant, *Pistacia terebinthus* arbre au feuillage caduc dont on extrait l'huile de térébenthine et enfin *Pistacia vera* (Pistachier vrai) arbuste au feuillage caduc dont on consomme les graines grillées (les pistaches).



**Figure II.3. Distribution géographique de genre *Pistacia*.**

Le genre *Pistacia* de la famille des Anacardiaceae comprend au moins 11 espèces ayant en quasi-totalité une aire de distribution tropicale ou subtropicale (Zohary, 1952 ; Kokwaro et Gillett, 1980). Il compte quatre régions phytogéographiques : méditerranéenne, irano-touranienne, sino-japonaise et mexicaine (Seigue, 1985).

De part sa dioécie et ses fleurs nues, *Pistacia* est un genre particulier des Anacardiaceae pouvant constituer une famille à part : les Pistaciaceae (Gaussen et al., 1982) (**figure II.3**).

Autour de la mer méditerranéenne, il y a environ 6 espèces. Dans l'Ouest peut être limité aux îles Canaries et dans le Nord, vers le Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce. En Afrique du Nord, pistachier lentisque connaît sa limite dans la zone où nous pouvons trouver le

*Juniperus oxycedrus*. Il est rare à Tripoli, mais il revient dans la région de Cyrénaïque. (Palahi et al., 2009).

Les espèces les plus importantes dans le monde du genre *Pistacia* sont : *Pistacia Atlantic*, *Pistacia chinensis*, *Pistacia lentiscus* L, *Pistacia terebinthus* L, *Pistacia vera* L, ***Pistacia integerrima***, *Pistacia palestina* et *Pistacia khinjuk* (Quezel et Santa, 1962)

Quatre espèces appartenant au genre *Pistacia* sont présentées en Algérie : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica*. (Ait youssef, 2006).

### II.3 Etude de l'espèce *Pistacia lentiscus* L.

Dans la région méditerranéenne, les espèces autochtones à huile comestible sont représentées par l'olivier (*Olea europaea* L.) qui est le premier producteur ainsi que l'œillette (*Papaver somniferum* L. var. *setigerum* Corb.) dont la culture, étendue à la région tempérée, a décliné au cours des années cinquante au profit du colza (Lanfranchi et al., 1999).

Dans le groupe des espèces à huile alimentaire exploitées par les sociétés paysannes méditerranéennes, figure également un arbuste largement répandu : le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). Bien qu'il soit abondant dans son biotope, cet arbuste est rarement indiqué dans les listes des plantes à huile alimentaire et l'on peut penser que cette négligence est, en fait, directement liée à la quasi-disparition de son exploitation (Lanfranchi et al., 1999). Notées dans la flore complète de France de Bonnier et Douin (1934), ses propriétés oléifères sont indiquées par Dorvault (1928-1983) qui précise sa productivité et l'usage de son huile : « *le lentisque est un arbre très commun en Algérie dont le fruit renferme 20 à 25% d'huile grasse verte que les Arabes emploient pour l'alimentation et l'éclairage. Avec son extrait on fait les pilule dites algérienne* ».

Pistachier lentisque est connu sous l'appellation de : **Darou**, **dherou** ou **drou** en arabe local, **lentisque** et **arbre au mastic** en Français et **lentisk** en Anglais, c'est un arbre spontané qui pousse sur tout le bassin méditerranéen. Il se trouve à l'état sauvage, dans les maquis et les garrigues dans tout type de sols, bien qu'il préfère les terrains siliceux. En Algérie, le lentisque se trouve sur le long du tell et dans les zones forestières (More et White, 2005).

#### II.3.1. Etude botanique de *Pistacia lentiscus*:

*Pistacia lentiscus* est un arbuste ou arbrisseau vivace ramifié (**Photo II.3**), à petites feuilles elliptiques, coriaces et persistantes, à fleurs rougeâtres en grappes et à fruits ronds

rouges qui noircissent en murissant est toujours verts, dioïque (Julve, 1998) (**Photo II.5**). Le tronc étant court, a une hauteur de 1 à 3 mètres et dégage une odeur résineuse très prononcée. Il peut cependant atteindre la taille d'un arbre lorsqu'il est dans des sites humides et protégés (Munne-Bosch et Peñuelas, 2003).



**Photo II.3 : Arbuste de pistachier lentisque.**

- L'écorce est résineuse, d'un brun rougeâtre lisse sur les jeunes branches virant au gris avec le temps. Le bois est blanc, puis jaune, puis rosé et parfois veiné de jaune. Les branches tortueuses et pressées, forment une masse serrée. Racines gagnant les couches profondes du sol.
- La résine ou « mastic » est obtenu, en été, par l'incision répétée des tiges. La production peut, de cette façon, atteindre 4 à 5 kg par arbre de couleur jaune claire, irritante, ce produit résineux transparent émet une odeur balsamique relativement forte (**Photo II.4**).



**Photo II.4 : Résine de pistachier lentisque (Belfadel, 2009)**

- Les feuilles ont une durée de vie de 2 ans (Ain-lhout et *al.*, 2004) à rachis ailé, paripennées, composées de 2-3 paires de folioles coriaces, vert sombre qui sont largement lancéolées, obtuses au sommet, brillantes eu dessus et de taille allant de 1.5-3 cm. Ces feuilles persistent pendant l'hiver et qui rougit sous l'effet de la chaleur. (*Photo II.6*).
- L'inflorescence est en grappes spiciforme, rameuses, denses et courtes ; leur longueur égale au plus la longueur d'une foliole ; elles apparaissent seules ou par deux à l'aisselle d'une feuille. La fleur est unisexuée et sans pétales, petites, se montrent d'avril à juin et elles sont disposées en épis. Les fleurs mâles et femelles poussent sur des arbustes différents ; Les fleurs femelles sont de couleur vert jaune et les fleurs mâles sont rouge foncé (*Photo II.7*).

D'après Somson (1987), la plante est dioïque :

- La fleur femelle ♀: à un calice comportant 3 ou 4 lobes et un 1 ovaire de 3 carpelles concrescents et 3 stigmates arqués en dehors.
  - La fleur mâle ♂: à un calice comportant 5 sépales au fond duquel sont insérées 5 étamines, à filets courts soudés à la base et anthères rouges, tétragones.
- Le fruit est petit et globuleux ; c'est une drupe rouge, puis noire à maturité (*Photo II.8*), mûrissent en novembre, comestible, arrondie, d'environ cinq millimètres qui renferme un seul noyau à une seule graine (Ait yousef, 2006) les fruits du pistachier lentisque sont utilisés pour l'extraction d'une huile très recherchée comme médicament contre diverses maladies (Abdelguerfi, 2003) et utilisée dans le traitement de la gale, des rhumatismes et de la diarrhée. (El Hamrouni, 2001)



*Photo II.5 : Feuille, fleur, graine du Pistacia lentiscus (Tela Botanica, 2011).*



*Photo II.6 : Feuilles de pistachier lentisque*



*Photo II.7 : Fleurs femelle à gauche et fleur mâle à droite de pistachier lentisque*



*Photo II.8 : Fruits de pistachier lentisque*

La phénologie au lentisque a fait objet d'étude par Castro-Diez et Montserrat-Marti, 1998 ; Martinez-Palle et Arone, 2000. Contrairement aux arbres femelles qui continuent à développer leur fruit durant la période hivernale, les arbres mâles en finissent précocement leur cycle phénologique, ont tout le temps pour durcir leurs tissus ce qui les rend à l'abri des premières gelées automnales.

### II.3.2. Systématique de pistachier lentisque :

#### Systématique et caractéristiques botaniques

*Pistacia lentiscus* L., Pistachier lentisque, Lentisque, Arbre au mastic (Linné, 1753). On l'appelle aussi arbre à mastic car sa sève est utilisée pour la réalisation d'une gomme à odeur prononcée. Le nom pistachier vient du grec *pistakê*. Le nom lentisque vient du latin *lentus* (visqueux). *Pistacia lentiscus* synonyme : *Lentiscus vulgaris cupani*.

#### La position systématique de *Pistacia lentiscus* :

**Embranchement :** *Phanérogames*

**Sous-embranchement :** *Angiospermes*

**Classe :** *Eudicots*

**Sous-classe :** *Dialypétales*

**Série :** *Disciflores*

**Sous-série :** *Diplostémones*

**Ordre :** *Térébinthales* ou Sapindales

**Famille :** *Terebinthaceae* Juss. (1789) (Thorne et Reveal, 2007) ou *Pistaciaceae* Martin (1820) (Thorne et Reveal, 2007) ou *Anacardiaceae* (Thorne et Reveal, 2007)

**Genre :** *Pistacia*

**Genre-espèce :** *Pistacia lentiscus*

**Nom arabe :** Au-mastic. Edhrou

**Nom en espagnol :** Lentisco.

Le pistachier lentisque se dénomme en dialecte local dans la région de Jijel (Algérie) : *tro* ou *troo* ; et dans la région la kabylie (Algérie): *amadagh*, et le fruit se dénomme *tidekt*.

*Pistacia lentiscus* appartient à la famille des *Anacardiaceae* synonymes des *Térébinthacées*. Bonnier et Douin (1990), ont décrit environ 500 espèces de cette famille, habitant les contrées chaudes et tempérées du globe.

Dans le bassin méditerranéen ; on trouve à l'état spontané, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia palaestina*, *Pistacia atlantica*, enfin *Pistacia vera* (Seigue, 1985)

Parmi les espèces du genre *Pistacia*, le *Pistacia lentiscus* L. est un arbrisseau très commun dans notre pays (Mitcheh, 1986, Baudiere et al., 2002) :

**Synonymes de *pistacia lentiscus* L :**

- *Lentiscus massiliensis* (Mill.) Fourr.
  - *Lentiscus vulgaris* Fourr.
  - *Pistacia brevifolia* Gand.
  - *Pistacia chia* Desf.
  - *Pistacia gummifera* Salisb.
  - *Pistacia narbonensis* Mill.
  - *Terebinthus lentiscus* (L.) Moench
  - *Terebinthus vulgaris* Fourr.
  - *Pistacia massiliensis* Mill.
- (Torkelson, 1996 ; Feidemann, 2005).

**II.3.3. Exigences écologiques de pistachier lentisque :**

Le pistachier lentisque situé dans une ambiance climatique subhumide, semi-aride et chaud. Dans les zones humides, cette espèce est plus abondante dans les plaines que sur les hauteurs, contrairement aux zones semi-arides où elle pousse plutôt sur les hauteurs. Dans des régions arides avec un climat sec, elle devient rare excepté dans certaines régions, où sont présents certains facteurs compensateurs (morceau temporairement humide, substratum argileux ou limon argileux).

Pistachier lentisque est un arbrisseau qui préfère les sols siliceux et sec, il se développe sur des sols calcaires une plante considérée comme thermophile et xérophile. C'est une espèce indifférente aux propriétés physico-chimiques du sol mais préfère des sols à faible concentration en phosphore et potassium conjugués avec des concentrations différentes en carbonates de calcium et en azote (Dogan et al., 2003). De part son houppier composé de branches imbriquées et dense, le lentisque assure la protection du sol et crée les conditions favorables pour l'humification de la matière organique et l'enrichissement de ses propriétés biologiques (Diaz Barradas et Correia, 1999).

*Pistacia lentiscus* est l'une des espèces rejetant des souches; c'est une espèce très inflammable et très combustible, et donc très vulnérable aux incendies. Ce taxon est caractérisé par une forte sélection écologique et donc un bon ajustement au stress hydrique estival pouvant durer de 1 à 6 mois. Cette adaptation s'associe à des possibilités d'installation et de maintien sur tous les

types de sols. C'est une espèce indifférente aux variations du milieu ; sa dispersion indique son adaptation optimale aux conditions globales qu'offre son milieu environnant (benmehdi, 2003). A l'étage thermo-méditerranéen (0 et 500-600 m), et en bioclimat humide et essentiellement sub-humide, les structures dominantes sont constituées, sur calcaires surtout, par les brousses à Olivier, Caroubier et Lentisque (Quezel, 2000).

Selon Saadoun (2002). L'étude phytodermologique de *Pistacia lentiscus* nous a permis de noter l'adaptation de cette espèce au manque d'eau par: une absence totale de stomates au niveau de la face supérieure des feuilles ; et la présence des stomates au niveau de la face inférieure de la feuille.

Son système racinaire est puissant et bien développé, s'accrochant sur les pentes rudes et les terrains rocheux, c'est un couvre sol idéal.

#### II.3.4. Substances utiles et effets thérapeutiques de *Pistacia lentiscus* L. :

Le lentisque est un arbre aux usages multiples : s'il est essentiellement exploité pour la résine qu'il secrète dans ses tiges, on se sert également de ses feuilles, de son bois et de ses fruits pour des usages alimentaires, domestiques ou médicaux. Quant aux racines, elles seraient capables d'émettre, lorsqu'elles sont vieilles, une certaine luminescence (Rivera-Nuñez et Obón De Castro, 1991).

- La résine a été utilisée en Europe, au début du siècle, en médecine (comme antidiarrhéique pour les enfants, comme antiscorbutique ainsi que sous forme de cataplasme ou pour faire des fumigations), en dentisterie (pour l'occlusion des dents cariées) et pour la fabrication de vernis et de colles (Dorvault, 1928). Elle a été employée dans l'Antiquité comme cosmétique : les femmes grecques fixaient des cils postiches sur leurs paupières avec cette résine. Elle aurait également fait partie des substances utilisées pour l'embaumement (Hepper, 1990).

En Afrique du Nord (Maroc) cette résine servait de parfum. En Orient, la résine est traditionnellement utilisée comme masticatoire parfumé pour protéger les gencives et rafraîchir l'haleine. Cette résine est connue par son effet analgésique, antibactérien, antifongique, antioxydant, antithérogénique, expectorant, stimulant, diurétique et spasmolytique (Abdel Rahman et Soad, 1975 ; Magiatis et al., 1999 ; Dedoussis et al., 2004), Par conséquent, cliniquement, le mastic est souvent cité comme un remède efficace contre certaines maladies telles que l'asthme, diarrhée, infections bactériennes,

ulcères gastro-doudénaux et comme un agent antiseptique du système respiratoire (Baytop, 1984 ; Huwez et Al-Habbal, 1986 ; Al-Said et *al.*, 1986 ; Tuzlaci et *al.*, 2001 ; Marone et *al.*, 2001).

- Dans le sud de l'Espagne, des branches de lentisque étaient mises dans l'eau et puis désinfectées par la chaux pour enlever le mauvais goût résultant de ce traitement. Les feuilles sont réputées posséder un pouvoir antiparasitaire : On en mettait dans des tas de blé ou d'orge pour éloigner les charançons et les teignes ; on en faisait également des infusions pour lutter contre les puces. En Afrique du Nord, cette infusion était utilisée pour chasser la mauvaise haleine ainsi que l'odeur de sueur. En Libye, les feuilles, riches en tannins, étaient utilisées pour le tannage (Rivera-Nuñez et Obón De Castro, 1991). Elles sont également utilisées, associées ou non aux galles qui se développent parfois dessus, pour teindre en noir la laine des tapis (Macédoine, Tunisie, Maroc et Anatolie) (Cardon et Chatenet, 1990). Elles étaient également employées en Algérie pour la teinture en noir (Boukef, 1986).

Les feuilles sont toujours employées au Maroc sous forme de décocté comme diurétique et emménagogue, et sous forme de décocté ou réduites en poudre pour traiter les maladies ventre et de l'intestin (Bellakhdar, 1997).

En Tunisie, en usage interne sous forme de décocté, elles sont utilisées pour calmer les douleurs gastriques ou directement consommées pour apaiser le pyrosis (reflux du liquide acide gastrique de l'estomac vers l'œsophage) ; elles sont mastiquées pour combattre l'hypertension artérielle.

Les feuilles disposent d'une action anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépatoprotective, expectorante et stimulante (Villar et *al.*, 1987; Magiatis et *al.*, 1999; Paraschos et *al.*, 2007; Janakat et Al-Meir, 2002; Kordali et *al.*, 2003).

Elles sont également utilisées dans le traitement d'autres maladies telles que l'eczéma, infections buccales, diarrhées, lithiases rénales, jaunisse, maux de tête, ulcères, maux d'estomac, asthme et problèmes respiratoires (Villar et *al.*, 1987 ; Ali-Shtayeh et *al.*, 1999 ; Ali-Shtayeh et *al.*, 2000 ; Lev et Amar, 2000 ; Lev et Amar, 2002 ; Said et *al.*, 2002).

- La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation intestinale et d'estomac ainsi que dans le traitement de l'ulcère (Ouelmouhoub, 2005).

- Le bois particulièrement dur de cet arbuste est utilisé en menuiserie et en ébénisterie mais il sert également comme bois de chauffage (Bonnier et Douin, 1934) ; il fournit d'ailleurs un excellent charbon. Ses cendres ont également été utilisées comme savon (Rivera-Nuñez et Obõn De Castro, 1991).
- Les fruits peuvent être consommés crus mais on les emploie plutôt sous forme de préparations alimentaires. Dans les pays arabes ; ils servent à confectionner une confiserie appelée *masticha* ainsi qu'une liqueur connue sous le nom de *mastiche*. En Espagne du sud, les baies étaient utilisées à l'état frais pour blanchir les dents, en revanche, elles produisent une encre indélébile lorsqu'elles sont cuites avec de l'alun (Rivera-Nuñez et Obõn De Castro, 1991). Les baies sont essentiellement utilisées pour extraire une huile de couleur verte (sujet de notre recherche).

Les fruits non comestibles fournissaient une huile claire pouvant servir à l'éclairage ; Ses fruits sont consommés en Tunisie pour apaiser le pyrosis (Boukef, 1986).

**CHAPITRE III: HUILE DE FRUIT DE *PISTACIA LENTISCUS* ET COMPOSITION****CHIMIQUE****III.1. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus L* :**

Huile de lentisque est extraite du fruit comestible qui autrefois était couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et la fabrication de savons. Elle est produite à l'Est de l'Algérie, dans les zones notamment côtière (El Milia, Skikda), où l'espèce grouille. Les fruits atteignent leur maturité vers la fin d'été début de l'automne. Ils prennent alors une coloration noire au lieu du rouge. Ils sont récoltés à la main, macérée dans de l'eau chaude et puis écrasés à l'aide d'une presse. Des baies s'exultent un liquide épais de couleur jaune vert. L'huile est récupérée par décantation (Boukeloua, 2009). Huile de *Pistacia lentiscus L*. dont les baies peuvent fournir 20 à 25% de leur poids (Dorvault, 1928), cette valeur correspond bien à celle rapportée par Lanfranchi et *al.* (1999) qui montrent que 16 kg des baies mûres produisent environ 3 litres d'huile soit un rendement proche de 18 à 19 %, Cette huile n'est entièrement liquide qu'à la température de 32 et 34 C°, en deçà de laquelle, elle se transforme progressivement en une matière blanche, susceptible de cristallisation (Leprieur, 1860).

Le rendement de l'huile varie de 8 à 18% selon les conditions de sol et du climat (Ben chikh, 1999 ; Saidi et Hasnaoui, 2003).

**III.2. Extraction des huiles végétales**

L'huile contenue dans les graines oléagineuses est stockée dans les cellules oléifères sous forme de globules, organes de stabilisation et de stockage des réserves lipidiques des graines appelés oléosomes. Les huiles de graines demandent généralement une technologie plus élaborée : nettoyage, triage, décorticage, trituration, extraction et enfin raffinage. Certaines huiles de graines sont parfois commercialisées non raffinées. C'est le cas des huiles vierges courantes « à goût » huile d'argan ou (germes de blé, germe de maïs). Quant aux huiles de fruits, ils sont souvent obtenus à partir de la chair des fruits oléagineux, par pression, puis par filtration, par centrifugation et filtration (Gharby, 2012). C'est le cas de l'huile vierge courante d'olive et de lentisque.

Il existe deux méthodes d'extraction de l'huile de lentisque: la méthode traditionnelle mécanique et artisanale. La méthode traditionnelle artisanale est la plus ancienne est la plus répandue, elle utilise la meule en pierre ou par le biais des pieds pour le broyage des fruits de

lentisque. La décantation et la séparation de l'huile s'effectuent en bassin. Le ramassage de l'huile s'effectue après filtration manuelle (Camps et Faber, 1953).

### **III.2.1 Procédés d'extraction traditionnelle artisanale de l'huile de lentisque**

La préparation traditionnelle de l'huile de lentisque nécessite de longues heures de travail physique pénible et assuré par les femmes. Seule la collecte des fruits est une tâche familiale. La récolte se fait entre les mois Novembre et Janvier.

Après avoir une grande quantité de fruits matures. Un séchage de 7 jours ou non du fruit est assuré, le broyage est réalisé dans un plan en terre ou dans des récipients de cuisine. Un chauffage répété est appliqué durant ce procédé.

Les photos suivantes représentent les étapes d'extraction artisanale de l'huile de lentisque (*Figure III.1*).



**Photo III.1:** Tri et nettoyage



**Photo III.2** Chauffage avant trituration



**Photo III.3** Trituration



**Photo III.4** Chauffage de la pâte et essorage



**Photo III.5** Recueil et évaporation de l'huile



**Photo III.6** Conditionnement

**Figure III.1 : Etapes d'extraction de l'huile de lentisque selon la méthode artisanale**  
(Bouteldj et Kadjoudj, 2013)

### III.2.2 Procédés d'extraction traditionnelle mécanique de l'huile de lentisque

Afin d'assurer un revenu pour les populations locales et de produire une huile de lentisque de grande quantité et de meilleure qualité, quelques modifications ont été apportées au procédé de fabrication. La plupart des opérations fondamentales ont été mécanisées sauf la cueillette et le lavage, qui sont restés manuelle comme dans le cas des olives. En revanche, ce procédé d'extraction mécanique mise en place est pratiqué plutôt par les hommes dans des huileries pour le lentisque (*photo III.7*).



*Photo III.7 : Huilerie BOUANANI pour l'huile de lentisque, à Boucheref, SETTARA, JIJEL*

La récolte des fruits se fait en période hivernale quand il fait plus ou moins beau par des riverains qui touchent une rémunération contre leurs efforts, Ces derniers transportent leur récolte dans des sacs à l'huilerie (*photo III.8*). Il est à rappeler que cette récolte ne doit dépasser une semaine en stock, et ce pour éviter la prolifération de champignons qui peuvent se développer au-delà d'une semaine dans ces sacs de stockage.



*Photo III.8 : fruits de lentisque stockés dans des sacs en plastique*

Après la cueillette, les fruits de lentisque stockés destinés à la fabrication de l'huile sont triés pour éliminer les rameaux et les feuilles, puis lavés à l'eau froide.

Ensuite, les fruits sont broyés immédiatement. Le broyage peut être effectué avec des meules en pierre ou avec un broyeur métallique. Le broyage ne suffit pas à briser la totalité des vacuoles contenant l'huile. Pour libérer le maximum d'huile, un malaxage est appliqué à la pâte jusqu'à l'obtention d'une pâte onctueuse pour faciliter l'extraction (*photo III.9*).

Le broyage et le malaxage permettent d'obtenir une pâte qui contient de la matière solide (débris des noyaux, d'épiderme, de parois cellulaires,...) et du fluide (huile et l'eau de végétation).



*Photo III.9 Moulin traditionnel de l'huile de lentisque*

Après le broyage par un moulin la pâte doit subir une pression en ajoutant de l'eau tiède (*photo III.10*), la pression est le procédé le plus ancien. La pâte est répartie sur des disques en fibre naturelle ou synthétique tressés appelés scourtins (*photo III.11*), qui servent à la fois d'armature et de filtre lors de la pression. Une centaine de ces disques sont empilés pour être pressés. La partie liquide, constituée d'eau de végétation (margines), et d'huile, s'écoule, alors que la partie solide (noyaux et pulpe) reste entre les scourtins : c'est ce que l'on appelle le grignon. C'est durant ce processus que l'oleuropéine au goût amer est éliminée dans les eaux de végétation.



**Photo III.10 : Récipient pour le chauffage de l'eau**



**Photo III.11 Pressage écoulement d'huile d'eau mélangée**

Le liquide obtenu à l'extraction est composé d'huile et d'eau. Il est entraîné dans un décanteur ou nageoire (un bassin ou réservoir) (*photo III.12*) qui va séparer l'huile, les déchets solides résiduels et la margine. Jadis, la décantation se faisait par un procédé naturel : l'huile, plus légère que l'eau, remontait à la surface des margines et était recueillie.

Et enfin, l'huile est immédiatement stockée dans des bidons et fûts en plastique ou bien être mise en bouteille en l'état. Une fois embouteillée, l'huile de lentisque doit être conservée à l'abri de la chaleur et de la lumière.

Les tourteaux forment une nourriture aux bétails et volailles.



*Photo III.12 : Nageoire de décantation et de séparation de l'huile (500-600 m<sup>3</sup>) et fûts de stockage.*

### III.3 Propriétés physico-chimiques d'huile de fruits :

Les chimistes qui se sont intéressés à ce produit ont déterminé les diverses constantes d'une huile extraite par l'éther et non pas à partir de l'huile obtenue traditionnellement (Lewkowitsch et Bontoux, 1909).

Les principales caractéristiques indiquées concernent le poids spécifique (0.9185, mesuré à 15°C) ; le point de solidification (entre -8 et -10°C) ; l'indice de saponification (entre 191.0 à 191.6 mg de KOH) et l'indice d'iode (entre 86.8 et 87.8). Ces valeurs diffèrent sensiblement de celles de l'huile traditionnelle car la pureté n'est pas égale dans les deux cas (Lanfranchi et *al.*, 1999).

Evreïnoff (1948), cité par Rjaibi (1996) a signalé la similarité de cette huile avec la composition en huile d'olive, il ajoute que les mêmes constituants (acide oléique, acide palmitique) et leurs caractéristiques physico-chimiques sont si étroites qu'il n'y a aucune distinction des substances.

Les propriétés physico-chimiques de l'huile lentisque sont indiquées dans le **tableau III.1**

**Tableau III.1 : Propriétés physico-chimiques de l'huile de pistachier lentisque (Boukeloua, 2009)**

Paramètres physico-chimiques	Échantillon
Densité à 20 °C	0,918 à 0,920
Indice de réfraction à 20°C	1,468 à 1,469
Indice d'acide (mg KOH / g)	5,891 à 6,203
Acidité %	2,955±0,03
Indice de saponification (mg KOH / g d'huile)	197,75 à 200,45

La densité ou masse volumique dépend de la température et de la composition chimique de l'huile. Elle nous renseigne sur la nature de la composante en acides gras, notamment de la longueur de la chaîne, de la présence d'insaturation et de fonctionnalité sur la chaîne carbonée (Boukeloua, 2009).

L'indice de réfraction dépend, comme la densité, de la composition chimique de l'huile et de la température. Il croit avec l'insaturation et la présence sur les chaînes grasses de fonctions secondaires.

Les valeurs trouvées par Boukeloua (2009) sont proches de celles rapportées par Karleskind (1992), concernant les huiles d'olive, de palme, et d'avocat, qui sont respectivement (1,468-1,470) et (1,453- 1,458) et (1,465-1,474).

L'indice d'acide nous renseigne sur le taux d'acides gras libres existant dans l'huile. Les valeurs de l'indice d'acide pour l'échantillon de l'huile de lentisque est de 5,891 à 6,203 mg KOH/g (Boukeloua, 2009).

Charef transcrit des valeurs d'acide de 7,7±0,3 et de 24±0,5 mg KOH/g (**tableau III.2**), pour l'huile de *pistacia lentiscus L.*, respectivement extraite des baies de couleur noire et rouge (Charef et al., 2008), il a signalée que le taux d'acides gras libres est plus élevé dans les baies de couleur rouge (non encore mures) par rapport aux baies mures de couleur noire.

**Tableau III.2 : Propriétés chimiques de l'huile de pistachier lentisque (Charef et al., 2008),**

Paramètres chimiques	Fruits mûrs (noirs)	Fruits non mures (rouge)
Rendement en huile (%)	32.8 ± 0.8	11.7 ± 0.5
Indice d'acide (mg KOH / g)	7.7 ± 0.3	24.0 ± 0.5
Indice de saponification (mg KOH / g)	147.8 ± 0.2	154.6 ± 0.1
Indice d'iode (Wijs)	87.3 ± 0.2	109.0 ± 0.1

L'huile de lentisque est extraite par l'appareil de soxhlet avec l'hexane. L'indice d'iode est élevée cela indique la présence des taux importants des acides gras insaturés.

### III.4 Composition chimique de l'huile de *Pistacia lentiscus L.*

Dans la région méditerranéenne, beaucoup d'études sur la composition chimique du *Pistacia lentiscus* ont été effectuées jusqu'ici (Wagne, 1999 ; Duru et al., 2003 ; Zrira et al., 2003).

Les huiles de fruit sont composées de 90-96% hydrocarbures de monoterpène (Boelens et Jimenez, 1991).

En Algérie, Charef et al. (2008) a montré que l'huile extraite de fruits du *Pistacia lentiscus L.* de région de Skikda est composée de trois acides gras dominants et qui sont palmitiques 16.3%, oléiques 55.3% et linoléique 17.6%. L'huile contient une quantité d'appréciable d'acides gras insaturés 78.8%, la fraction non saponifiable contient des tocophérols, des stérols et des composants phénoliques.

Beaucoup d'études de la composition chimique de cette huile ont été effectués par quelques auteurs : Duru et al. (2003), Zrira et al. (2003), Benhammou et al. (2008) ont rapporté que l'huile a la bonne qualité nutritive en raison de son contenu en acides gras insaturé (oléique + linoléique = 73%) et d'acides gras saturés (Palmitique + stéarique = 25.8%).

L'étude de GC/MS d'huile du *Pistacia Lentiscus L.* a donné les spectres de masse de six composants : (1) l'acide palmitique, (2) acide linoléique, (3) 3-undecylphenol, (4) 1-formyl-1,3-cyclohexadiene, (5)3-pentadecylphenol et (6) 2, 6, 10, 14, 18,22-tetracosahexane. (**Tableau III.3**)

**Tableau III.3 : Temps de rétention et composition chimique d'huile de *Pistacia lentiscus L.* (Mekni et al., 2011).**

n	Composants	Rt (min)	(%)
1	Acide palmitique	5.536	15.64
2	Acide linoléique	6.421	47.02
3	3-undecylphenol	6.840	2.70
4	1-formyl-1,3-cyclohexadiene	7.667-7.673	14.11
5	3-pentadecylphenol	8.372	18.86
6	2, 6, 10, 14, 18, 22-tetracosahexane.	8.937	1.67

L'étude de la composition en acide gras par chromatographie phase gazeuse (GC et GC-MS) réalisée par Mezni et *al.* (2012) réalisée sur l'huile extraite à partir des fruits mûrs de *Pistacia lentiscus L.* des régions de Tunisie, Nefza et Bizerte a donné les constituants suivants

**Tableau III.4 :**

**Tableau III.4 : Composition en acides gras d'huile de fruit de *Pistacia lentiscus***

Acides gras	Nefza (%)	Bizerte (%)
Oléique (C18 :1)	54.45± 2.11	54.45±3.08
Palmitique (C16 :0)	26.94±0.8	27.79±0.8
Linoléique (C18 :2)	16.03±1.50	15.49±3.10
Palmitoléique (C16 :1)	1.41±0.08	0.66±0.34
Stéarique (C18 :0)	1.15±0.10	1.60±0.50
Saturé	28.09	29.39
Insaturé	71.89	71.52
Saturé / insaturé	0.39	0.41

L'étude de Saidi et *al.* (2009) sur l'huile de lentisque de la région Kroumirie (Tunisie) a révélée à une composition en acide gras proche à celle de Mezni et *al.* (2012).

**(Tableau III.5)**

**Tableau III.5 : Composition en acides gras d'huile de fruit de *Pistacia lentiscus* (Laboratory of Tunisian Oil Office) (Saidi et al., 2009)**

Acides gras	Huile de lentisque
Oléique (C18 :1)	50%
Palmitique (C16 :0)	27.2%
Linoléique (C18 :2)	19.3%
Palmitoléique (C16 :1)	1.7%

Une étude phytochimique réalisée sur les baies de *Pistacia lentiscus* a permis d'identifier trois anthocyanes appelés cyanidine 3-O-glucoside (1), Delphinidine 3-O-glucoside (2) et cyanidine 3-O-arabinoside (3) qui ont été déterminées par HPLC–DAD–MS (Luigia et *al.*, 2007), **(figure III.2).**

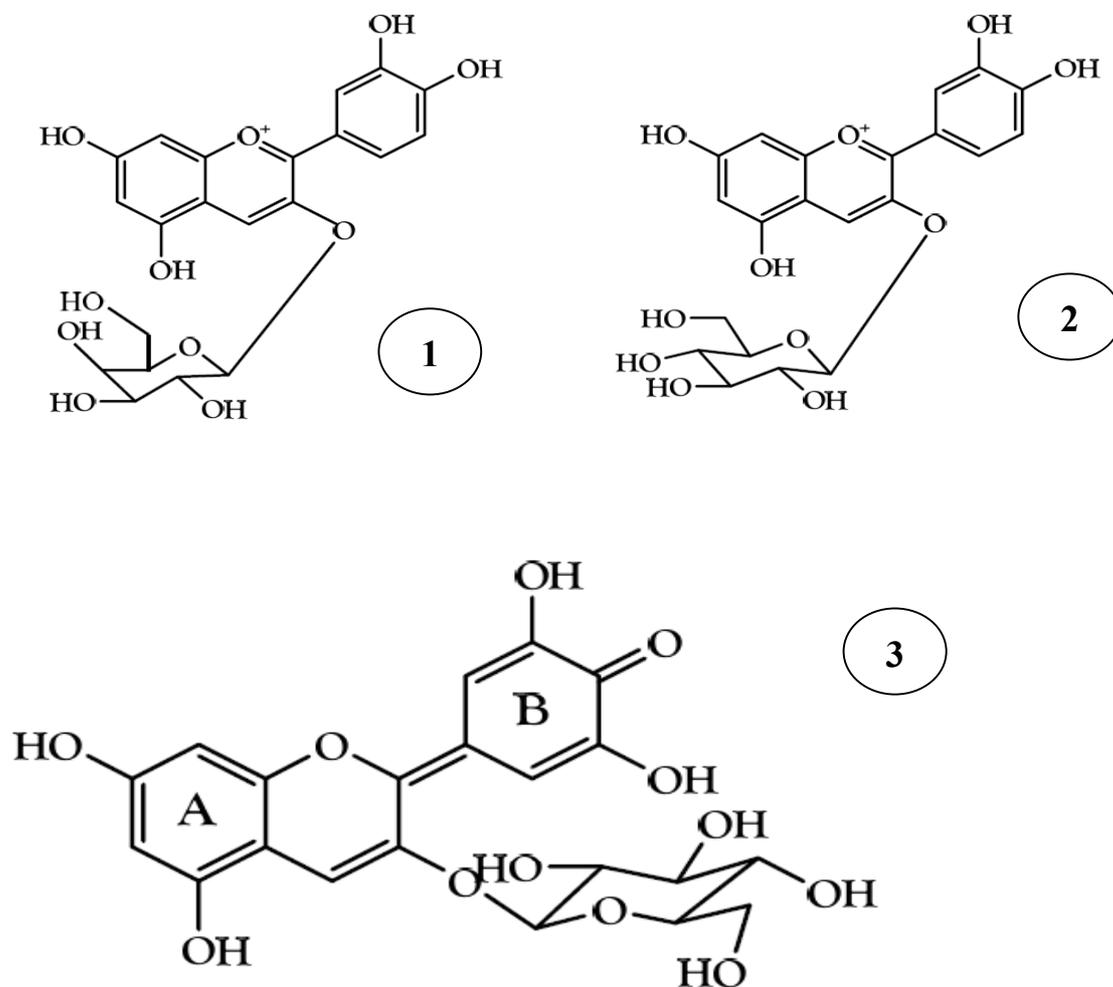
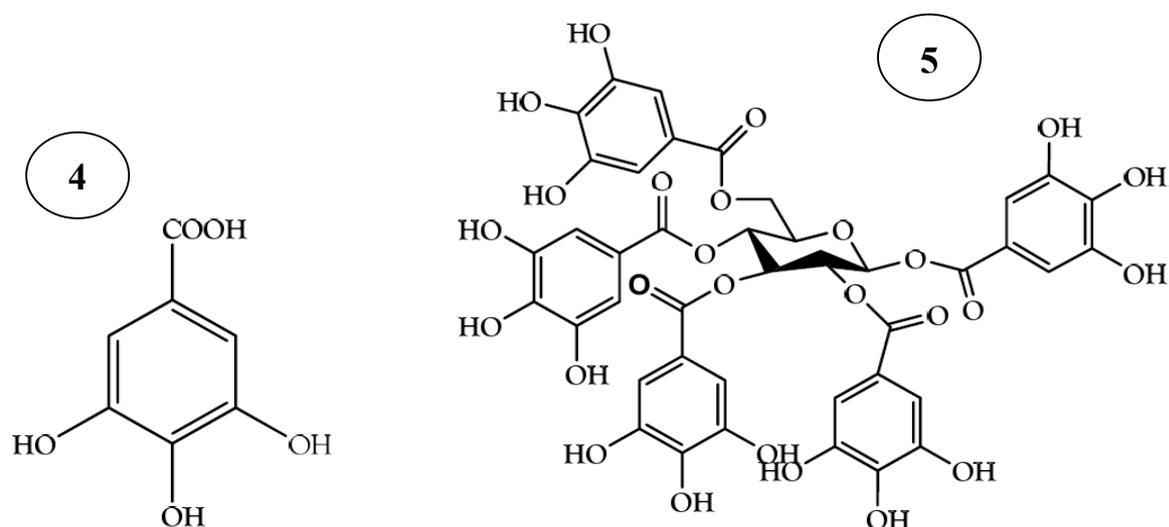


Figure III.2: Structures chimiques des anthocyanes de fruits de *Pistacia lentiscus*

D'autre étude chimique effectuée sur la fraction d'acétate d'éthyle (AcOEt) de fruits de *Pistacia lentiscus* à permis d'isoler deux polyphénols acide gallique (4) et 1.2.3.4.6-pentagolloylylucose (5) (Abdelwahed et al., 2006) (Figure III.3).



**Figure III.3 : Structures chimiques les polyphénols de fruits de *Pistacia lentiscus*.**

### III.5 Conservation d'huile de *pistacia lentiscus L*

On lui recommande de stocker des huiles (photosensibles) dans les boîtes de verre bleues traitées bien-fermées, mis en communication alors contre la lumière et l'air (oxydation) et dans les endroits frais afin d'éviter leur polymérisation. Le temps du stockage est généralement de 18 à 36 mois (Saidi et *al.*, 2006).

### III.6. Vertus et utilisation d'huile de *Pistacia lentiscus L*.

Dans le secteur méditerranéen, beaucoup d'attention a été concentrée sur les propriétés potentielles de *Pistacia lentiscus L*. Duru et *al.* (2003) ont rassemblé les différentes vertus du genre de *Pistacia*. Ses diverses espèces sont employées dans le traitement d'eczéma, la paralysie, la diarrhée, l'infection de gorge, les calculs rénaux, l'ictère, l'asthme et les maux d'estomac, et comme astringentes, anti-inflammatoires, antipyrétique, antibactérien, antiviral.

Cette huile verte est utilisée au Maroc comme médication externe sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales (Bellakhdar, 1997), elle est recommandée aux diabétiques, dans le traitement des douleurs de l'estomac et en cas de circoncision (Hmimsa, 2004), ainsi elle est en grande partie employé dans le traitement des troubles respiratoires et les brûlures cutanées dans la médecine traditionnelle (Djerrou et *al.*, 2011). Scientifiquement examinée, l'huile a montré une activité curative réelle des brûlures expérimentales sur les lapins, en diminuant la phase inflammatoire, en favorisant la contraction de blessure et en réduisant la période d'épithélialisation (Djerrou et *al.*, 2010).

En Algérie cette huile est employée par des personnes dans la médecine traditionnelle comme antidiarrhéique (Trabelsi et *al.*, 2012).

Dans la maison, elle sert pour l'éclairage ; en orient, elle est préférée à l'huile d'olive pour ce dernier usage (Bonnier et Douin, 1934). Elle peut également servir à préparer des savons, mais c'est son rôle dans l'alimentation qui retiendra particulièrement notre attention. Dans plusieurs pays d'orient et d'Afrique du Nord, on la mélange à de la farine et à de la pâte d'amandes pour faire une sorte de beurre considéré comme aphrodisiaque qui est dilué dans le thé (Rivera-Nuñez et Obõn De Castro, 1991). En Sardaigne, elle ne sert en aucun cas pour les salades car son odeur est trop appuyée, mais on la mange sur du pain « biscotte » ou du pain durci au four.

En outre, l'huile de *Pistacia lentiscus L.* est caractérisée par sa bonne qualité nutritive, elle contient 73% (Benhammou et *al.*, 2008) et 69 % (Wagne, 1999) des acides gras insaturé (acide oléique et acide linoléique. Les graisses polyinsaturées diminuent les niveaux de cholestérol (Katan et *al.*, 1994), plus précise l'acide linoléique (la forme la plus commune d'acide gras polyinsaturé) est connu pour son efficacité sur la réduction de cholestérol dans le sang (Gross, 2008). Les acides oléique et linoléique sont connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires. Linoléique et alpha linoléiques sont nécessaires pour la réparation de membrane de cellules et la respiration cellulaire (Loden et Andersson, 1996), ainsi les acides gras et les triglycérides peuvent réduire la perte d'eau épidermique de transport donc augmenter l'hydratation de la peau (Dweck, 2002). Des composants phénoliques ont été identifiés ayant des propriétés antibactériens et antioxydants (Siger et *al.*, 2008. Waterman et Lockwood, 2007).

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* est obtenue par hydro distillation des feuilles, fruits ou des exsudats de tronc appelés le mastic (Castola et *al.*, 2000). Il s'est avéré que cette huile essentielle contient des antioxydants, des anti-inflammatoires, des antimicrobiens (Benhammou et *al.*, 2008).elle a des activités antifongiques (Duru et *al.*, 2003) et antiathérogénique (Dedoussis et *al.*, 2004).

Cette partie est consacrée aux différentes analyses effectuées sur les échantillons, ainsi les méthodes adoptées.

Les analyses ont été majoritairement réalisées au niveau du laboratoire privé de l'usine de raffinage **PROLIPOS** à Ain M'Lila, quelques-unes aux laboratoires pédagogiques universitaires de l'Institut (INATAA).

## CHAPITRE IV : MATERIEL ETUDIE

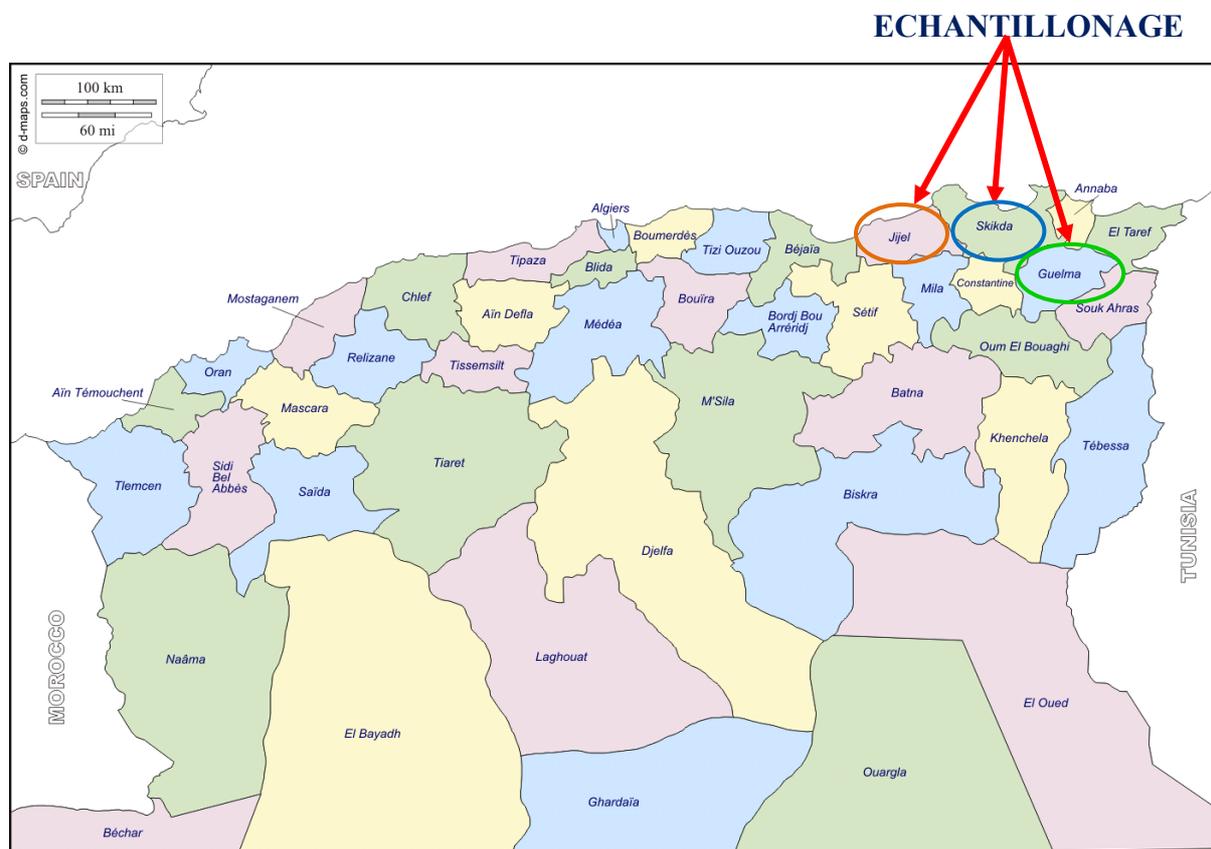
### IV.1. Echantillonnage

Les échantillons de l'huile de lentisque, ont été collectés de différents sites appartenant tous à la région de l'Est algérien. Il s'agit précisément des wilayas Jijel, Skikda et Guelma (*figure IV.1*).

Cette collecte s'est faite en période hivernale entre le mois de décembre 2012 et le mois de février 2013 (saison de cueillette du fruit et de l'extraction de l'huile), auprès de familles exerçant depuis toujours cette activité traditionnellement, et en majorité par des femmes. Trois méthodes d'extraction ont été constatées durant notre recherche, une standard suivie par la majorité des familles pratiquant cette activité, et deux autres légèrement distincte l'une de l'autre et qui seront détaillées par la suite.

Il est également à noter que ces échantillons ont été immédiatement mis dans des flacons en verre, hermétiques, enveloppés de papier aluminium. Une étiquette portant la date de prélèvement, la région et le mode d'extraction est collée sur chaque flacon.

Les informations concernant les origines de ces échantillons, les dates de leurs collectes, les natures de fruits et modes d'extraction ont été répertoriées dans le *tableau IV.1*. Nous avons procédé à un codage de ces échantillons, les codes adoptés sont en rapport avec les régions sources des huiles.



**Figure VI.1 : Origines géographiques des échantillons**

[http://d-maps.com/carte.php?num\\_car=34335&lang=fr](http://d-maps.com/carte.php?num_car=34335&lang=fr)

**Tableau IV.1 : Identification des échantillons**

REGION	NATURE	DATE DE COLLECTE	METHODE D' EXTRACTION	CODE	
<b>JIJEL</b>	Texana	Cuit avant extraction	Début décembre 2012	Standard	Texana/S
	Milia lot 1	Séché et cuit avant extraction	Début janvier 2013	Méthode A	El Milia (Lot 1)/A
	Milia lot 2	Séché et cuit avant extraction	mi-janvier 2013	Méthode A	El Milia (Lot 2)/A
	Setarra	Cuit avant extraction	Fin janvier 2013	Standard	Settara/S
<b>SKIKDA</b>	Collo	Cuit avant extraction	Début décembre 2012	Standard	Collo/S
	Harrouche	Cuit avant extraction	Début décembre 2012	Standard	El Harrouche/S
	Azzaba	Cuit avant extraction	Fin décembre 2012	Standard	Azzaba/S
<b>GUELMA</b>	Bouderoua	Extraction sans cuisson	mi-janvier 2013	Méthode B	Bouderoua/B
	Bendjerah	Cuit avant extraction	Début janvier 2013	Standard	Bendjerah/S

## IV.2. Méthodes d'extraction

Les échantillons qu'on a utilisés, n'ont pas tous connu le même mode d'extraction, ni sont de la même région. En résumé, on a constaté trois modes d'extraction adoptés :

### 1- Première méthode « Méthode Standard » :

Cette méthode qui repose sur un procédé d'extraction simple étant utilisé largement dans la région de l'Est algérien, et dont nos échantillons en provenance de (Texana, Collo, Harrouche, Setarra, Bendjerah) l'ont connu, est reflétée dans le diagramme (*figure IV.2*).

Elle fait appel à 02 chauffages, le premier avant l'extraction pour faciliter l'opération d'extraire l'huile, et le second après la récupération de l'huile, dans le but d'évaporer l'eau contenue.

### 2- Deuxième méthode « méthode A » :

Contrairement à la précédente, un seul chauffage caractérise cette méthode expliquée à travers la *figure IV.3*.

La méthode A connaît un séchage des fruits à l'air libre pendant 7 à 12 jours avant l'opération d'extraction, la différence réside aussi dans la phase égouttage que connaît la méthode A correspondant à la phase essorage dans la méthode standard.

### 3-Troisième méthode « méthode B » : Voir *figure IV.4*

Tandis que cette méthode l'extraction de l'huile s'effectue à l'eau froide pour faciliter la récupération de l'huile surnageant sous forme solide et ce vu la propriété physique de l'huile de lentisque qui se transforme en solide à des basses températures. Ça d'une part, d'autre part, cette méthode connaît un seul chauffage post-extraction.

En conclusion, il y a 04 étapes communes entre ces trois méthodes :

- Etape préliminaire : lavage + sélection,
- Et 03 finales qui sont : décantation, récupération de l'huile et enfin conditionnement de cette dernière en flacons.

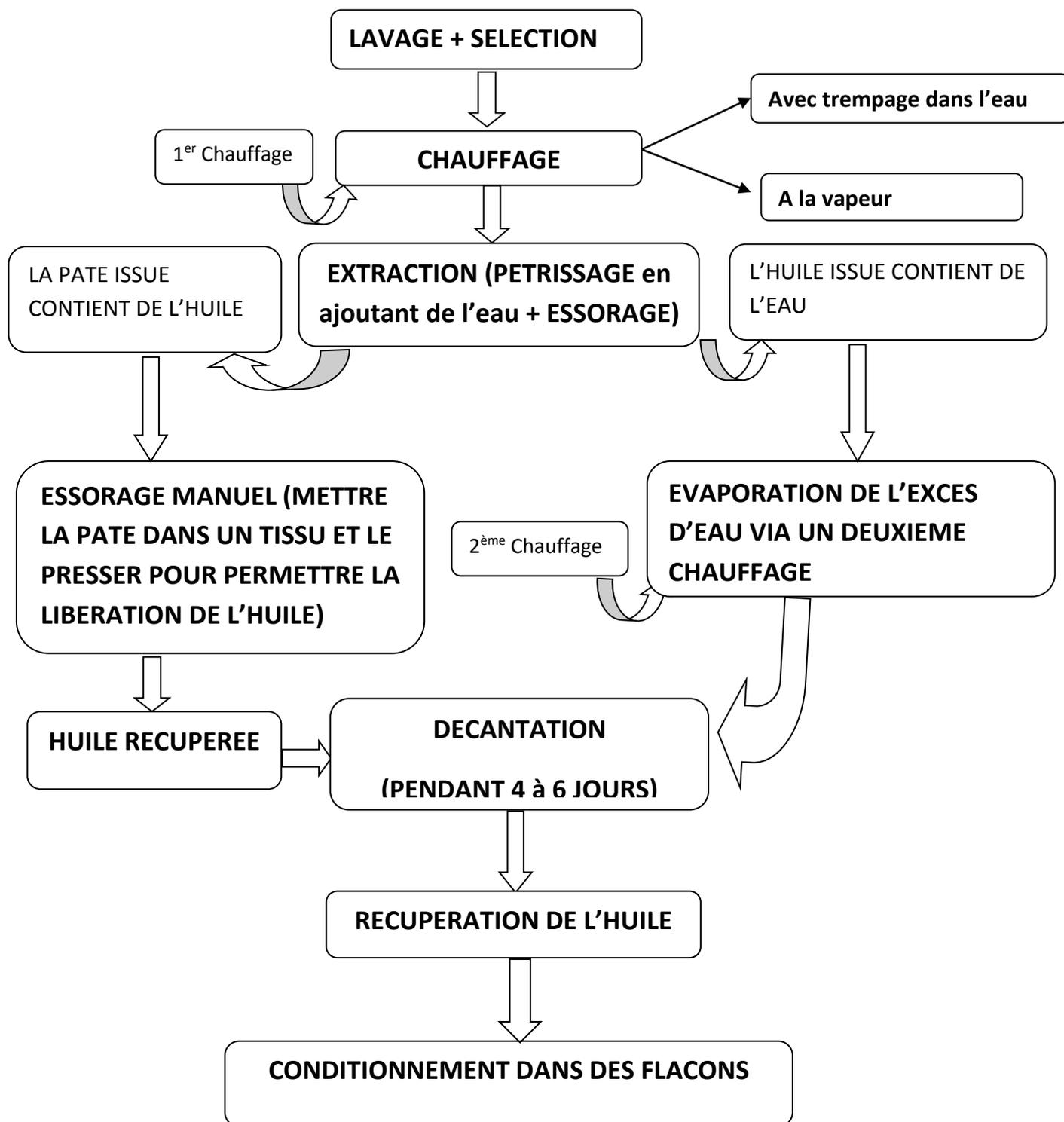


Figure VI.2 : Méthode d'extraction standard S

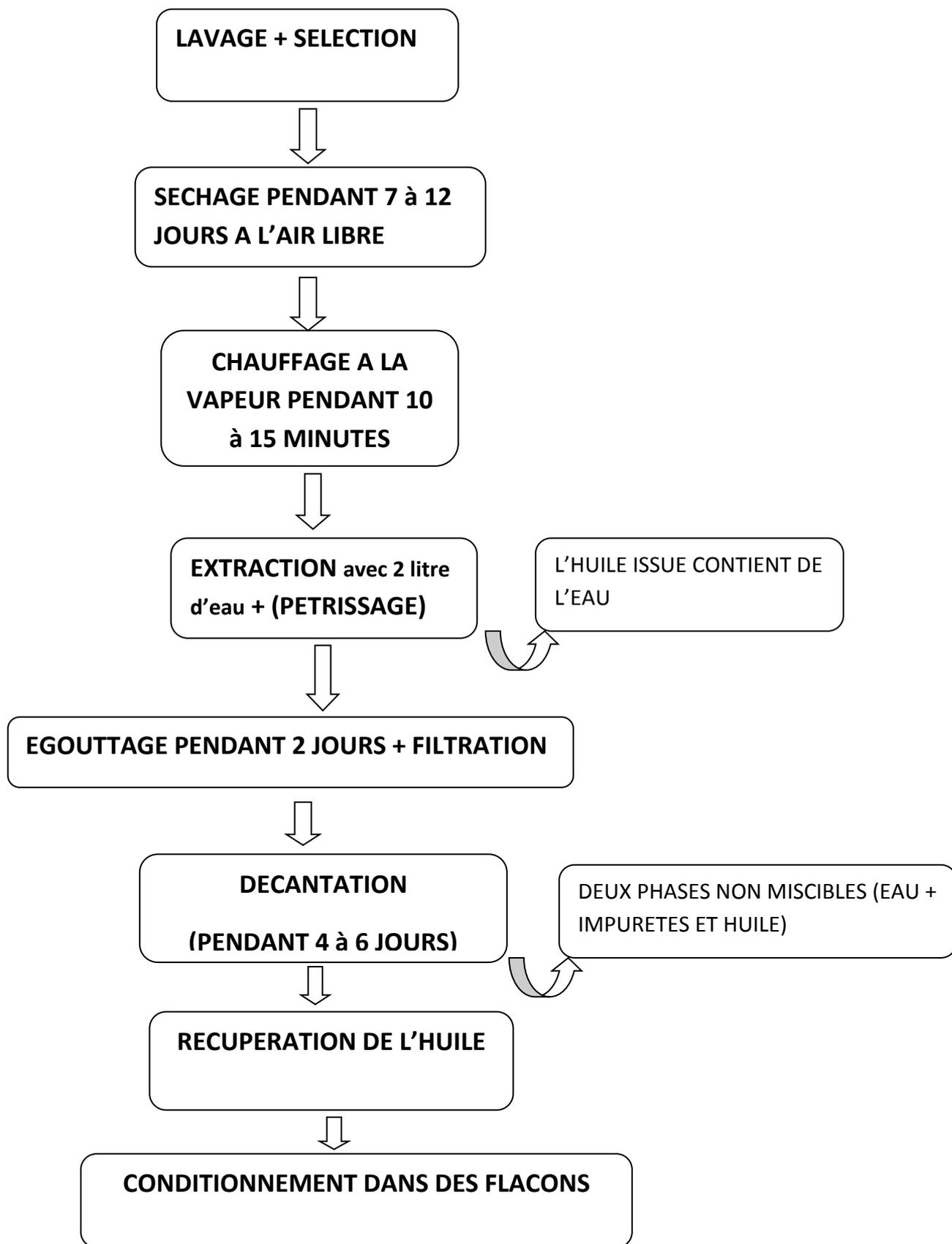
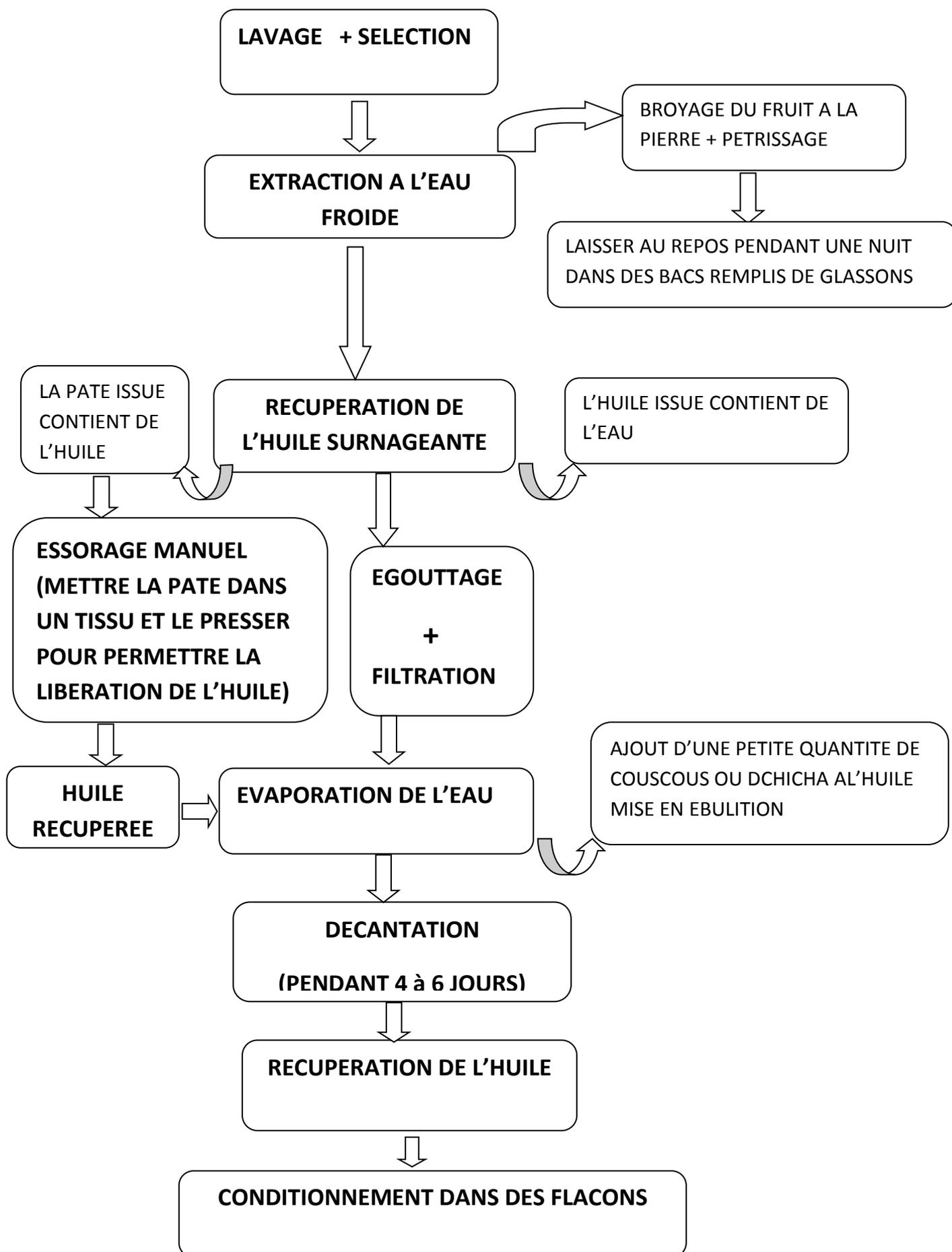


Figure IV.3 : Méthode d'extraction A

*Figure IV.4 : Méthode d'extraction B*

## CHAPITRE V: ANALYSES REALISEES

Des analyses physiques et chimiques ont été effectuées sur les échantillons collectés, dans le but de déceler les différences entre ces derniers, sous l'influence d'un nombre de facteurs (région, période de cueillette, méthode d'extraction). L'absence de normes sur cette huile nous a incités à comparer nos résultats à ceux d'analyses d'autres huiles végétales telles que l'huile d'olive.

Les analyses en question permettent alors de faire quelques estimations sur les masses moléculaires moyennes des acides gras et des triglycérides déterminés par l'indice de saponification (IS), sur le nombre des insaturations par la mesure de l'indice d'iode (II), sur la teneur en acide gras libres par la détermination de l'indice d'acide ou l'acidité (A) et sur le degré d'altération en mesurant l'indice de peroxyde (IP), une recherche d'éventuelle hydrolyse des triglycérides en calculant l'indice d'ester (IE).

La chromatographie en phase gazeuse est faite pour déterminer la composition des échantillons en acide gras.

Exceptées les analyses de spectroscopie déterminant la teneur en chlorophylle, qui ne comptent que deux essais pour chaque échantillons, Trois essais au minimum sont faits pour toutes les autres analyses.

### V.1. Analyses physiques

#### V.1.1 Humidité (teneur en eau) (H %)

L'humidité est la quantité d'eau contenue dans un échantillon quelconque et qui disparaît sous l'effet du chauffage, elle est quantifiée en masse perdue d'huile par dessiccateur à l'étuve dans des conditions déterminées (un séchage isotherme à une température de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (ISO 662, 1998).

#### Principe :

Le taux d'humidité est calculé à partir de la différence de poids d'une prise d'essai avant et après séchage à l'étuve à une température de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 3 heures.

Mode opératoire :

- Peser le cristalliseur vide (M0)
- Prise d'essai de 10g de l'échantillon (M1)
- Soumettre à l'étuve, le cristalliseur contenant l'huile à une température de 103°C pendant 3 heures.
- Reprendre le cristalliseur et le refroidir dans un dessiccateur.
- Procéder à une dernière pesée (M2)

Expression des résultats :

$$\text{Humidité(\%)} = \frac{M1 - (M2 - M0)}{M1} \times 100$$

M0 : Masse du cristalliseur vide en grammes.

M1 : Masse de la prise d'essai en grammes.

M2 : Masse du cristalliseur contenant l'échantillon après chauffage en grammes.

**V.1.2 Densité relative (20°C/eau à 20°C)**

La densité relative à 20°C par rapport à l'eau à 20°C d'une huile est le quotient de la masse dans l'atmosphère d'un certain volume de cette huile à 20°C par la masse du même volume d'eau à 20°C (UICPA 2.101. 1999).

Mode opératoire :

- Peser le pycnomètre parfaitement propre et sec vide (M0)
- Remplir le pycnomètre d'eau distillée et le placer dans un bain-marie réglé à 20°C.
- Attendre l'équilibre de température.
- Ajuster le niveau de l'eau au trait repère.
- Sortir le pycnomètre du bain-marie.
- Le peser après l'avoir très bien essuyé (M1).
- Le vider, et le sécher à une étuve
- Remplir le pycnomètre d'huile et le remettre dans le bain-marie (20°C).
- Refaire la même opération, et le peser (M2) après le faire sortir du bain-marie, sans oublier de le bien essuyer.

Expression des résultats :

$$D_t = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} X \Delta + 0.0012 \left(1 - \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)}\right) X \Delta$$

M0 : Masse du pycnomètre vide en grammes.

M1 : Masse du pycnomètre plein d'eau en grammes.

M2 : Masse du pycnomètre plein d'huile en grammes.

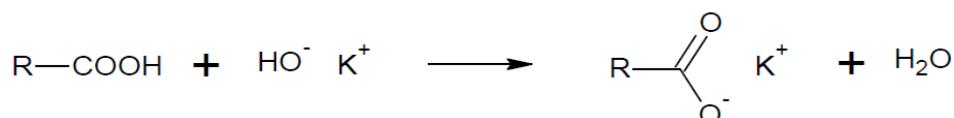
$\Delta$  : Densité de l'eau à une température t des mesures. (Dans notre cas  $\Delta$  à 20°C = 0.99823).

## V.2. Analyses chimiques

### VI.2.1 Acidité (A%)

Elle correspond à la teneur en pourcentage d'acide gras présent dans l'huile de lentisque et représente un paramètre important dans l'évaluation de sa qualité. Ce dosage nous renseigne sur le degré d'altération de l'huile et d'estimer le taux d'acides gras libres dans l'huile exprimée en acide oléique (Perrin, 1992). L'acidité est mesurée selon la norme (ISO : 660-2003).

Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium de normalité 0,5 mole/L pour donner des savons selon la réaction suivante :



Mode opératoire :

- La détermination est effectuée sur l'échantillon filtré. 2.5g d'huile de lentisque est dissout dans 100ml du mélange éthanol/éther diéthylique (V/V), puis titré, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 1N en présence de 0,3ml de la

solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol, jusqu'à virage de l'indicateur (coloration rose).

- L'acidité, exprimée en pourcentage est égale à :

$$A\% = \frac{V \times C \times M}{10 \times m}$$

**V** est le volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé,

**C** est la concentration exacte, en moles /litre, de la solution titrée de KOH utilisé,

**M** est le poids molaire, en g/mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (= 282),

**m** est la prise d'essai en grammes.

### V.2.2. Indice de Peroxyde (IP) (en meq d'O<sub>2</sub> peroxydique/kg d'huile)

Cet indice nous donne la quantité de peroxyde présent dans l'échantillon, cette dernière étant exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. En effet, cet indice nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile.

Cet indice de peroxyde I.P estime l'état d'oxydation, c'est un mécanisme lent mais inéluctable. En effet, les huiles peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant ce phénomène néfaste (température élevée, eau, enzyme, trace de métaux Cu, Fe, Co...). Cette auto-oxydation ou rancissement oxydatif aldéhydique conduit dans un premier temps à la formation de peroxydes ou hydro peroxydes qui se décomposent ultérieurement en dérivés carbonylés aldéhydiques et hydro cétones (responsables de l'odeur de rance) et divers produits oxygénés (alcools, acides...).

Le principe repose sur le titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

L'indice de peroxyde est mesurée selon la norme (ISO : 3960-2001)

Mode opératoire :

- 5g d'huile de lentisque pesés dans une fiole à 0,001g près et mélangés avec 12ml de chlorophorme; le tout est agité.
- 18ml d'acide acétique glacial ainsi que 1ml d'Iodure de potassium (KI) sont ajoutés.
- Le mélange est agité pendant 1mn et laissé reposer pendant 5mn à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C.
- 75ml d'eau distillée sont additionnés suivi d'un titrage de l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium [C (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)] à 0,01N en agitant vigoureusement et en employant la solution d'amidon (1g/100ml) comme indicateur jusqu'à disparition de la couleur.
- Un essai à blanc est effectué simultanément.

L'indice de peroxyde en milliéquivalent d'O<sub>2</sub>/kg est calculé selon l'équation :

$$IP(\text{meq d'O}_2/\text{kg}) = \frac{(V - V_0) \times N}{M} \times 100$$

V : est le volume de thiosulfate de Na de l'échantillon,

V<sub>0</sub> : est le volume requis pour titrer le blanc,

N : est le titre exact de thiosulfate de Na utilisé,

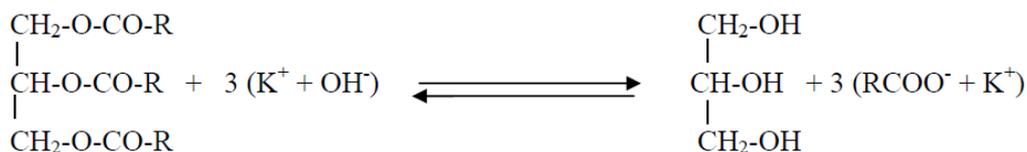
M : est la prise d'essai en grammes

### V.2.3. Indice de Saponification (IS) (mg de KOH /g d'huile)

C'est le nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour neutraliser" l'acidité libre et saponifier à chaud les esters de 1 g de lipide.

Equations :

- Neutralisation des AG libres :  $R-COOH + OH^- \rightarrow R-COO^- + H_2O$   
Excès
- Saponification des glycérides à chaud 30 min :



- Dosage de KOH restant par  $\text{HCl} : \text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$   
Reste

La valeur de l'indice de saponification nous permet d'estimer les longueurs des chaînes de carbone des acides gras constituant l'huile d'une part, et de calculer les masses moléculaires moyennes des acides gras et des triglycérides qui renferment l'huile.

- Pour déterminer l'Indice de Saponification, nous avons appliqué la méthode (ISO : 657 - 2002)

Mode opératoire :

- 2 g d'échantillons sont pesés puis mis en solution dans 50ml de KOH alcoolique dans un ballon Büchi de 250ml.
- Placer ensuite un réfrigérant sur le ballon
- L'échantillon par la suite chauffé à 80° C pendant 1h 30mn pour être sûr que la saponification soit complète
- Titrer l'échantillon après refroidissement du récipient, avec du HCl 0,5N jusqu'à disparition complète de la couleur rose.
- Dans les mêmes conditions, un essai à blanc est effectué.

L'Indice de Saponification est calculé selon l'équation :

$$\text{IS [mg de KOH /g]} = \frac{(\text{Vb} - \text{V}) \times \text{N}}{\text{m}} \times 56.1$$

**Vb** est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer le blanc,

**V** est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer l'échantillon,

$N$  est la normalité de la solution d'HCl,

$m$  est la prise d'essai en grammes.

#### V.2.4. Indice d'Ester (IE)

L'Indice d'Ester est la masse en milligramme de potasse requise pour la saponification à chaud des esters contenus dans un gramme de corps gras. Il est calculé à partir de l'Indice d'Acide (IA) et l'Indice de Saponification (IS). Il permet d'évaluer une éventuelle hydrolyse des triglycérides (FAO, 1979).

L'Indice d'Ester est calculé selon l'équation suivante :

$$IE = IS - IA$$

IS: Indice de Saponification.

IA: Indice d'Acide.

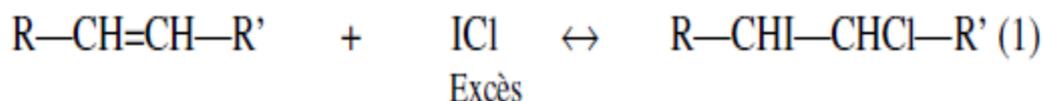
#### V.2.5. Indice d'Iode (II) :

L'indice d'iode d'un corps est la masse de diiode, exprimée en gramme, que l'on peut fixer par addition sur 100 grammes de lipide. Il permet d'évaluer le degré d'insaturation.

Le principe se base sur le titrage, par le thiosulfate de sodium, de l'excès de réactif de Wijs transformé en iode par l'addition de l'iodure de potassium.

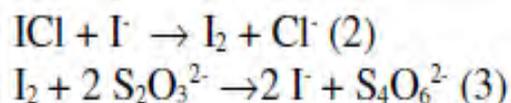
La norme (ISO : 3961-1996) est utilisée pour déterminer l'indice d'iode.

Équations du dosage :



Le réactif de Wijs qui n'est pas fixé sur les doubles liaisons est détruit lors de l'addition d'une solution d'iodure de potassium pour former du di iode I<sub>2</sub>, selon la réaction (2) et Le titrage du

di iode formé, par une solution connue de thiosulfate, permet de connaître la quantité de matière d'I-Cl réaction (3)



Mode opératoire :

- 0,4g d'huile de lentisque pesé dans une fiole de 500ml est mis en solution dans 15ml de tétrachlorure de carbone et 25ml de réactif de Wijs sont ajoutés.
- Agiter doucement la fiole après l'avoir bien bouchée, et la placer dans un endroit à l'abri de la lumière pendant 1heure à 20°C.
- Additionner ensuite 20ml de KI à 100g/l et 150ml d'H2O distillée.
- Titrer l'échantillon avec le thiosulfate de Na (0,1N) en utilisant comme indicateur une solution d'empois d'amidon à 0,5% (quelques gouttes).
- Poursuivre le titrage jusqu'à disparition de la couleur bleue, et ce après agitation vigoureuse.
  - Un essai à blanc sans l'huile est réalisé en même temps dans les mêmes conditions.

L'indice d'iode est calculé selon la formule suivante :

$$II [g \text{ de } I_2/100g \text{ d'huile}] = 12.69 \times \frac{V_0 - V}{m} \times N$$

**V<sub>0</sub>** : est le volume en ml de thiosulfate de Na pour le blanc,

**V** : est le volume en ml pour titrer l'échantillon,

**N** : est le titre exact de la solution de thiosulfate de Na utilisée,

**m** : est la prise d'essai en grammes.

### V.2.6. Taux d'Impuretés Insolubles (IMP) (ISO 663, 2000)

Les impuretés sont des substances autres que l'eau et les solvants et qui ne correspondent pas aux glycérides, aux acides gras et aux saponifiables constitutifs des huiles. Ce sont des matières insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants tels que l'hexane.

Le principe se résume en un traitement du produit par un excès de solvant, puis une filtration de la solution, un lavage des résidus avec le même solvant (hexane) avant de le sécher à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  jusqu'à une masse constante.

Mode opératoire :

- Peser 10 g (M) d'huile de lentisque dans une fiole de 250ml
- Additionner 200 ml de l'hexane.
- Agiter vigoureusement la fiole après l'avoir bien bouchée, et la laisser reposer pendant 30 minutes à une température ambiante.
- Sécher un papier filtre dans une étuve à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , le refroidir dans un dessiccateur et le peser (M0)
- placer ce papier dans un entonnoir.
- Verser le contenu de la fiole dans l'entonnoir
- Appliquer un lavage avec de l'hexane, jusqu'à disparition complète de l'huile.
- Egoutter le papier filtre, et le remettre à l'étuve jusqu'à séchage.
- Effectuer une autre pesée (M1).

Le taux d'Impuretés contenues est calculé selon l'équation suivante :

$$IMP = \frac{(M1 - M0)}{M} \times 100$$

M0 : Masse du papier filtre après premier séchage en grammes.

M1 : Masse du papier filtre contenant des impuretés en grammes.

M : Prise d'essai en grammes.

### V.3. Chlorophylle (CHL)

La méthode suivie dans cette analyse est applicable aux huiles neutralisées et blanchies, ainsi celles brutes, contrairement aux huiles hydrogénées, désodorisées et aux produits finis. La composition en pigments chlorophylliens exprimée en ppm est déterminée selon la méthode de Wolf (1968). Le maximum d'absorption à 630, 670 et 710 nm est relatif à la fraction de la Chlorophylle.

Cette méthode facile à réaliser ignore les autres composants que les chlorophylles, ne donne que des résultats approximatifs, sans distinction entre les Chlorophylles A et B.

Pour la réalisation de cette analyse, on a besoin d'un spectrophotomètre visible, des cuves de 50 mm de longueur, et absorbant à 400 mμ moins de 0.5%.

On également besoin de tétrachlorure de carbone pour l'étalonnage.

#### Mode opératoire :

Remplir la cuve d'huile chauffée et lire l'absorbance d'huile par rapport au tétrachlorure de carbone à 630 mμ, 670 mμ et 710 mμ sur un spectrophotomètre visible (JENWAY UV/1405 VIS).

#### Expression des résultats :

$$\text{Chlorophylle en ppm} = \frac{(A_{670} - (\frac{A_{630} + A_{710}}{2}))}{0.1086 L}$$

A : L'absorbance à la longueur d'onde indiquée

L : La longueur de la cuve en cm.

### **V.4. Teneur en Acides Gras par CPG (NF EN ISO 5508, 2000)**

#### V.4.1 Objectif

La détermination de la teneur en acide gras, a pour objectif de compléter les analyses physiques et chimiques déjà réalisés et qui sont insuffisantes dans la reconnaissance des corps gras en général, et de nos échantillons en particulier. Les acides gras étant les constituants essentiels des triglycérides, c'est par leur connaissance que l'analyste peut déterminer les caractéristiques d'identité des corps gras, selon la présence ou non de certains acides gras et les proportions des acides gras entre eux (Karleskind et Wolff, 1992 ; Ollé, 2002).

#### V.4.2 Principe

Le principe de l'analyse, tient compte du fait que les molécules composant principalement les huiles et qui sont les triglycérides - triesters d'acides gras du glycérol, sont difficiles à analyser tel quel en chromatographie gazeuse, et on analyse généralement les acides. En effet pour réaliser ces analyses, il faut dans un premier temps détruire les liaisons ester glycérol - acide gras, et synthétiser des esters du méthanol et des acides gras (ces esters, étant plus volatils, sont plus faciles à analyser que les acides gras « libres »).

Séparer par la suite les esters obtenus, souvent appelés FAME pour Fatty Acid Methyl Esters, et les quantifier par chromatographie en phase gazeuse sur une colonne suffisamment polaire afin de séparer les molécules aussi bien en fonction de leur taille que de leur degré d'insaturation (les nuages électroniques des liaisons n étant susceptibles d'interagir avec des phases stationnaires polaires).

La préparation des esters méthyliques est effectuée selon le protocole suivant :

Les triglycérides sont attaqués par de la soude et les acides gras libérés sont estérifiés par le méthanol sous catalyse acide.

#### V.4.3. Mode Opérateur

- Peser 5g de l'huile de lentisque dans un tube.
- Dissoudre dans 5 ml d'hexane
- Agiter pendant 2 secondes
- Ajouter 0,5 ml de solution de KOH méthanolique
- Agiter pendant 30 s
- Placé le tube dans un bain marie à 50° C pendant 20 secondes tout en continuant de maintenir le bouchon fermé.
- Après ce délai, le tube est agité encore une fois pendant 10secondes
- 0,4ml d'HCl méthanolique (1mol/l) est ajouté suivi d'une agitation.

Après décantation :

- Etape 1 : Prélever à l'aide d'une pipette 1 à 2 gouttes de surnageant transparent
- Etape 2 : Mettre dans un vial 2 gouttes de surnageant auquel on ajoute 1 ml d'hexane.
- Etape 3 : Injection.

Le mélange à analyser est introduit au moyen d'une seringue dans un premier four chauffé aux environs de 280°C : la chambre d'injection. Le mélange se volatilise dans la chambre et passe dans le circuit sous forme de gaz. Le mélange gazeux est ensuite entraîné par le gaz vecteur dans le four principal et pénètre dans la colonne chromatographique. La colonne est l'élément séparateur dont la paroi intérieure est recouverte d'une mince couche séparatrice. En passant dans la colonne, les constituants de l'échantillon interagissent avec cette couche : en fonction des affinités chimiques qu'ils ont avec elle, ils sont retenus plus ou moins longtemps dans la

colonne. Une analyse est bien menée lorsque les molécules introduites ensemble sortent successivement de la colonne. La détection d'un type de molécules en sortie de colonne produit un pic sur le chromatogramme. Le chromatogramme est un diagramme qui présente sur l'axe horizontal le temps passé dans la colonne (temps de rétention) en fonction de l'intensité du signal sur l'axe vertical

#### Paramètres de la méthode d'analyse

L'analyse a été réalisée selon la méthode développée pour ces échantillons sur un chromatographe en phase gazeuse type GC-FID (Thermo Focus GC, USA)

Les paramètres de la méthode d'analyse sont résumés comme suit :

- **Colonne capillaire** : ZB5 MSI (30m x 0.25 mm diamètre intérieur, 0.25  $\mu\text{m}$  épaisseur de film).
- **Gaz vecteur** : Helium avec un débit : 2 ml/min.
- **Injecteur et détecteur** : Maintenus à une température de 280 °C durant l'analyse, volume d'injection : 1  $\mu\text{l}$ .
- **Détecteur** : FID, débit gaz make up H<sub>2</sub>.

#### V.4.4 Expression des résultats

La détermination de la composition en acides gras est basée sur la méthode de normalisation interne admettant que la somme des aires des pics représente la totalité des constituants. La teneur en un constituant donné est exprimée en (%) de masse des esters méthyliques.

### V.5. Analyse statistique

Les résultats ont été traités à l'aide d'un logiciel statistique « XLSTAT (2009) », une analyse de variance (ANOVA) nous a permis d'établir une étude comparative entre les différents échantillons pour les paramètres physico-chimiques, ainsi pour les composants en Acides Gras. Le seuil de signification a été fixé à 0.05.

Dans un but de découvrir les différentes corrélations existant entre les paramètres d'une part, les échantillons d'autre part, et entre les paramètres et les échantillons d'une troisième part, on a procédé à la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP).

## CHAPITRE VI : CARACTERISATION PHYSICO- CHIMIQUE DE L'HUILE DE LENTISQUE

L'absence de normes référentielles et la rareté d'études sur l'huile de lentisque, sont à l'origine de notre option pour les normes de l'huile d'olive et l'huile d'argan et ce, vu les similitudes existant entre ces huiles bruts (aucun traitement chimique et raffinage), ainsi que pour l'olivier qui pousse dans les mêmes régions géographiques que le pistachier lentisque.

### VI.1. INDICES DE QUALITE

*Tableau VI.1 : Indices de qualité*

ECHANTILLONS		ACIDITE (A)	INDICE DE PEROXYDE (IP)	IMPURETES INSOLUBLES (IMP %)	HUMIDITE (H%)
JJEL	Texana/S	4,1861 ± 0,2440	6,426 ± 0,435	0,500 ± 0,120	0,441 ± 0,013
	El Milia (Lot 1)/A	3,3613 ± 0,0108	15,443 ± 7,860	1,020 ± 0,148	0,318 ± 0,018
	El Milia (Lot 2)/A	4,4213 ± 0,0200	11,415 ± 0,804	0,861 ± 0,117	0,283 ± 0,006
	Settara/S	4,0490 ± 0,2563	8,464 ± 0,530	0,986 ± 0,706	0,475 ± 0,014
SKIKDA	Collo/S	6,7277 ± 0,0381	16,421 ± 2,769	0,588 ± 0,321	0,545 ± 0,013
	El Harrouche/S	7,0690 ± 0,3147	3,196 ± 0,122	0,664 ± 0,338	0,905 ± 0,034
	Azzaba/S	2,2273 ± 0,0130	16,105 ± 0,943	0,626 ± 0,381	0,466 ± 0,039
GUELMA	Bouderoua/B	3,9235 ± 0,0058	6,917 ± 1,001	1,849 ± 0,741	0,488 ± 0,021
	Bendjerah/S	2,0541 ± 0,3179	1,425 ± 0,512	0,481 ± 0,156	0,513 ± 0,005

#### VI.1.1 ACIDITE (A)

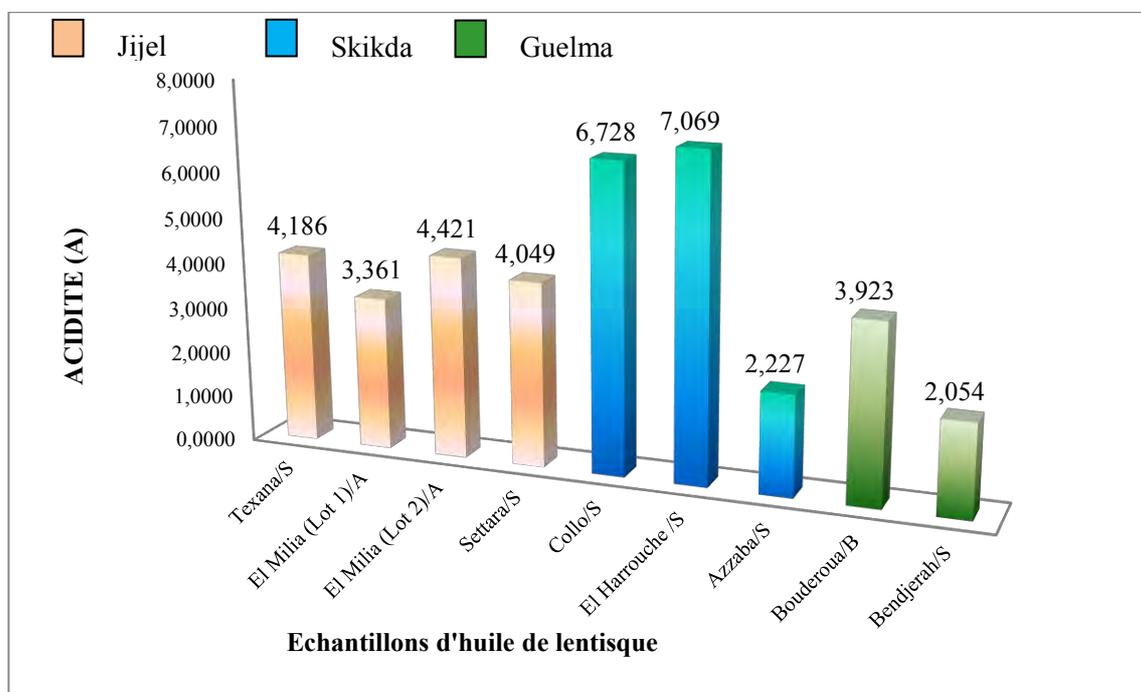
L'Acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acides gras des triglycérides (Abaza *et al.*, 2002). Ceci est à l'origine d'acides gras libres et de glycérides partiels (mono et diglycérides).

Les résultats de l'Acidité sont présentés en (*tableau VI.1*) et en (*figure VI.1*). Cette dernière nous donne une vision globalisée de l'évolution de ce paramètre suivant la région et le mode d'extraction.

On remarque que l'échantillon El Harrouche/S possède l'Acidité la plus élevée, suivi des échantillons : Collo/S, El Milia (Lot 2)/A, Texana/S, Settara/S, Boudroua/B, El Milia (Lot 1)/A, Azzaba/S et enfin Bendjerah/S. On peut dire de même de l'Indice d'Acide, dont la valeur est le double de celle d'Acidité.

L'analyse statistique (*tableau VI.2*) révèle 4 groupes de moyennes significativement différentes (groupe A : El Harrouche/S, Collo/S, groupe B : El Milia (Lot 2)/A, Texana/S, Settara/S, Boudroua/B, groupe C : El Milia (Lot 1)/A, et le groupe D : Azzaba/S, Bendjerah/S) ( $p \leq 0,05$ )

D'après Karleskind et Wolff (1992), un corps gras est à l'abri de l'altération par hydrolyse, si son acidité est  $\leq 0,1$  %. Or, cette condition n'est pas vérifiée dans tous les cas analysés. En effet, on peut conclure que ces échantillons sont tous exposés à d'éventuelles altérations.



*Figure VI.1 : Acidité des différents échantillons*

L'examen de la figure montre bien que toutes les huiles étudiées présentent des taux d'acidité très élevés si on les compare à l'huile d'argan, la norme  $\leq 0,8\%$  (SNIMA, 2003),

En plus, on constate que le pourcentage d'acidité des huiles des trois régions dépasse en général les limites établies par le Conseil Oléicole International (COI) (2003), qui se situent entre 1 et 3,3% et sont largement les plus élevées dans El Harrouche/S et Collo/S. Ces deux

huiles provenant de la même région (Skikda) sont extraites par la méthode standard. Par ailleurs, les indices d'acide les plus faibles caractérisent les échantillons Azzaba/S et Bendjerah/S qui, à leurs tours sont extraits par la même méthode dite standard.

Boukeloua (2009) et Charef et *al.*, (2008) ont trouvé respectivement 2.955 % et 3.85 %, ces résultats sont plus proche aux régions Jijel et Guelma ainsi que Azzaba région de Skikda. Les résultats obtenus quant à cet indice par Bouteldj et Kadjoudj (2013) sont substantiellement plus élevés que les notre concernant la région de Jijel (9,22% pour El Milia et 9.59% pour Texana). En outre, les résultats des échantillons en provenance de Tassala-Mila (3.35%) se rapprochent relativement des notre obtenus des échantillons de la région de Jijel d'une manière générale, par contre, l'acidité de l'échantillon de Beni Haroun se trouve la plus faible (1.67%).

On peut supposer dès lors, que la méthode d'extraction n'a pas d'influence sur l'Indice d'Acide et par conséquent sur le degré d'acidité de l'huile. En revanche, on voit que trois sur quatre échantillons analysés d'une même région (Jijel) appartiennent au même groupe (B), chose aussi remarquée quant aux échantillons en provenance de la région (Skikda) et dont deux sur trois forment le groupe (A). Cela laisse supposer que la région influe sur l'acidité des huiles.

Des facteurs affectant défavorablement la qualité d'une huile peuvent être présents même aux premières étapes, par exemple, pendant la formation de l'huile dans le fruit. Des anomalies pendant le processus de la biosynthèse, des activités microbiennes et des conditions ambiantes sont toutes, liées à la formation de l'huile à une acidité élevée (Boscou, 1996). Par ailleurs, les méthodes artisanales utilisent beaucoup d'eau (un contact prolongé de l'huile avec l'eau) ceci pourrait être expliqué par le fait que l'eau catalyse l'hydrolyse des triglycérides et donc entraîne une augmentation de l'acidité (Hilali et *al.*, 2005). D'autre part, des procédures d'extraction sont conçues pour obtenir le rendement le plus élevé possible d'huile. De telles pratiques produisent une gamme de fruits caractérisées par différentes acidités.

Le non-respect des bonnes pratiques de récolte et de fabrication d'huile sont les facteurs responsables d'acidité élevée.

**Tableau VI.2. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'acidité (avec un intervalle de confiance à 95%)**

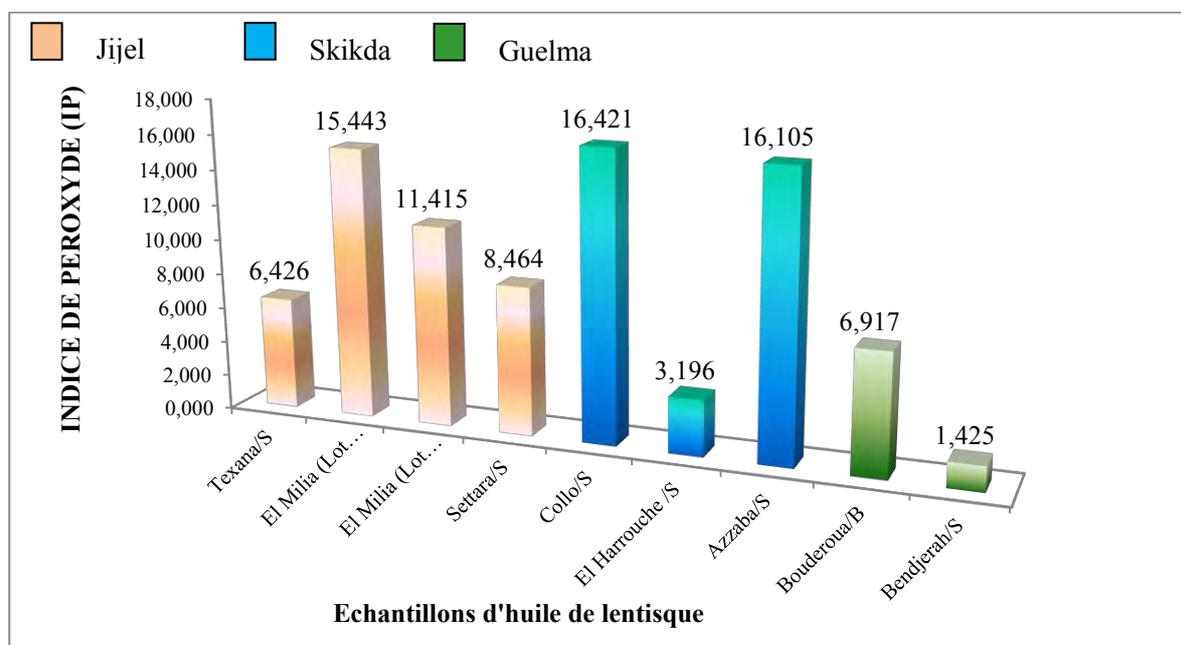
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
El Harrouche/S	7,069	<b>A</b>			
Collo/S	6,728	<b>A</b>			
El Milia (Lot 2)/A	4,421		<b>B</b>		
Texana/S	4,186		<b>B</b>		
Settara/S	4,049		<b>B</b>		
Bouderoua/B	3,923		<b>B</b>		
El Milia (Lot 1)/A	3,361			<b>C</b>	
Azzaba/S	2,227				<b>D</b>
Bendjerah/S	2,054				<b>D</b>

### VI.1.2. INDICE DE PEROXYDE (IP)

L'Indice de Peroxyde, nous révèle les premiers degrés d'oxydation de l'huile caractérisés par la présence de peroxydes ou hydro-péroxydes, ces derniers qui évoluent par la suite vers d'autres formes plus stables concrétisées en produits volatiles et non volatiles.

Cet indice très utile nous informe des conditions de conservation, des méthodes d'extraction, et nous aide à apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative du produit (Tchiegang et *al.*, 2004 ; Marmesat et *al.*, 2009).

Le *tableau VI.1* et la *figure VI.2* nous dégagent les résultats de l'analyse des Indices de Peroxyde des différents échantillons



**Figure VI.2 : Indices de peroxyde des différents échantillons**

Il est à noter que les valeurs indiciaires de peroxyde les plus élevées correspondent aux échantillons (Collo/S, Azzaba/S, El Milia (Lot 1)/A). Légèrement moins élevée que les précédentes, celle de l'échantillon (El Milia (Lot 2)/A), les indices de peroxyde pour les échantillons (Settara/S, Texana/S, Boudroua/B) sont encore moins élevés, quant aux huiles (El Harrouche/S et Bendjerah/S), ces dernières sont caractérisées par les indices de peroxyde les plus faibles.

**Tableau VI.3. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'indice de peroxyde (avec un intervalle de confiance à 95%)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
Collo/S	16,421	A		
Azzaba/S	16,105	A		
El Milia (Lot 1)/A	15,443	A		
El Milia (Lot 2)/A	11,415	A	B	
Settara/S	8,464	A	B	C
Boudroua/B	6,917		B	C
Texana/S	6,426		B	C
El Harrouche/S	3,196			C
Bendjerah/S	1,425			C

L'analyse statistique (**tableau VI.3**) a révélé 3 groupes de moyennes significativement différentes (groupe A: Collo/S, Azzaba/S, El Milia (Lot 1)/A, El Milia (Lot 2)/A, Settara/S, groupe B: El Milia (Lot 2)/A, Settara/S, Boudroua/B, Texana/S, groupe C: Settara/S, Boudroua/B, Texana/S, El Harrouche/S et Bendjerah/S) ( $p \leq 0,05$ ). Les 03 groupes A B C se chevauchent et sont significativement proches ( $p \leq 0,05$ ), les échantillons constituant chaque groupe sont obtenus de différentes méthodes extraction, cela nous laisse dire qu'une corrélation entre la méthode d'extraction et l'indice de peroxyde est peu envisageable.

Pour tous les échantillons d'huiles analysés, les valeurs de l'IP varient entre (1 et 16.5 meq O<sub>2</sub>/kg), elles restent donc, dans la norme fixée par le COI pour l'huile d'olive de la catégorie vierge extra ( $IP \leq 20$  meqO<sub>2</sub>/kg).

Les résultats obtenus quant à cet indice par Bouteldj et Kadjoudj (2013) sont considérablement plus faibles (0.07, 0.40, 0.63 et 0.69) que les notre.

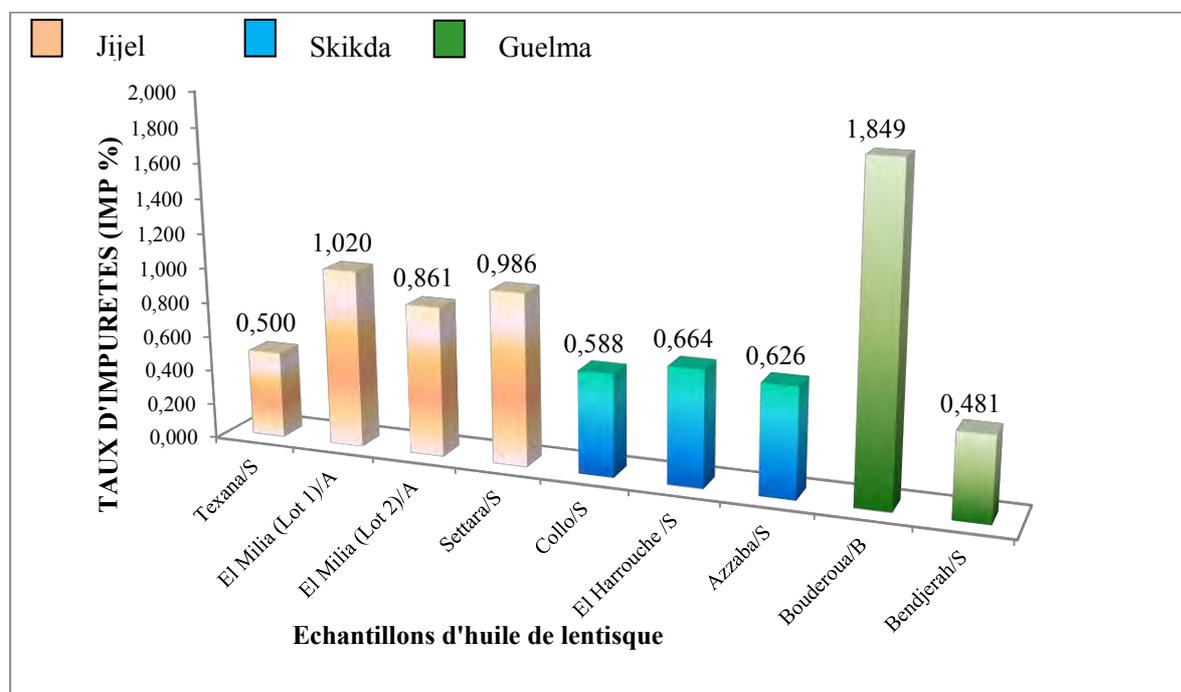
L'oxydation de l'huile commence après que les fruits soient cueillis de l'arbre, et continue pendant leur stockage et traitement. Les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant (température élevée, eau, enzyme, trace de métaux : Cu, Fe...). En effet, les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication auront un impact positif sur la teneur des peroxydes justes après l'extraction.

### VI.1.3. TAUX D'IMPURETES INSOLUBLES (IMP %).

On remarque que les valeurs indiciaires des impuretés insolubles la plus élevée et la moins élevée correspondent respectivement aux échantillons (Boudroua/B, Bendjerah/S) qui appartiennent à la même région Guelma, et dont les procédés d'extraction ne sont pas les mêmes. En outre, les échantillons en provenance de la région de Skikda (Collo/S, El Harrouche/S et Azzaba/S) présentant des taux d'Impuretés insolubles très rapprochés sont extraits selon le même procédé. Chose également constatée quant aux échantillons (El Milia (Lot 1)/A et El Milia (Lot 2)/A). (Voir tableau VI.1, figure VI.3).

Les résultats obtenus par Bouteldj et Kadjoudj (2013) se rapprochent (0.27, 0.47, 0.60 et 2.09) de nos résultats.

Cela nous permet d'envisager la corrélation qui peut exister entre la méthode d'extraction et le taux d'impuretés insolubles dans l'huile de lentisque.



**Figure VI.3 : Taux d'Impuretés insolubles dans les différents échantillons**

L'analyse statistique des impuretés est indiquée dans le **tableau VI.4** qui révèle 2 groupes de moyennes significativement différentes groupe A et groupe B ( $\rho \leq 0,05$ ). Ces 02 groupes dont les valeurs sont significativement rapprochées ( $\rho \leq 0,05$ ), se chevauchent considérablement, or les échantillons les constituant sont obtenus selon différentes méthodes d'extraction.

On peut alors dire qu'il n'y a pas de corrélation entre la méthode d'extraction et le taux d'impuretés, ainsi entre ce dernier et les origines géographiques des échantillons. Cela peut être expliqué par des similitudes d'une façon ou d'une autre entre les méthodes qui sont toutes artisanales appliquant un essorage poussé entraînant beaucoup d'impuretés.

**Tableau VI.4. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur Le taux d'Impuretés insolubles (avec un intervalle de confiance à 95%)**

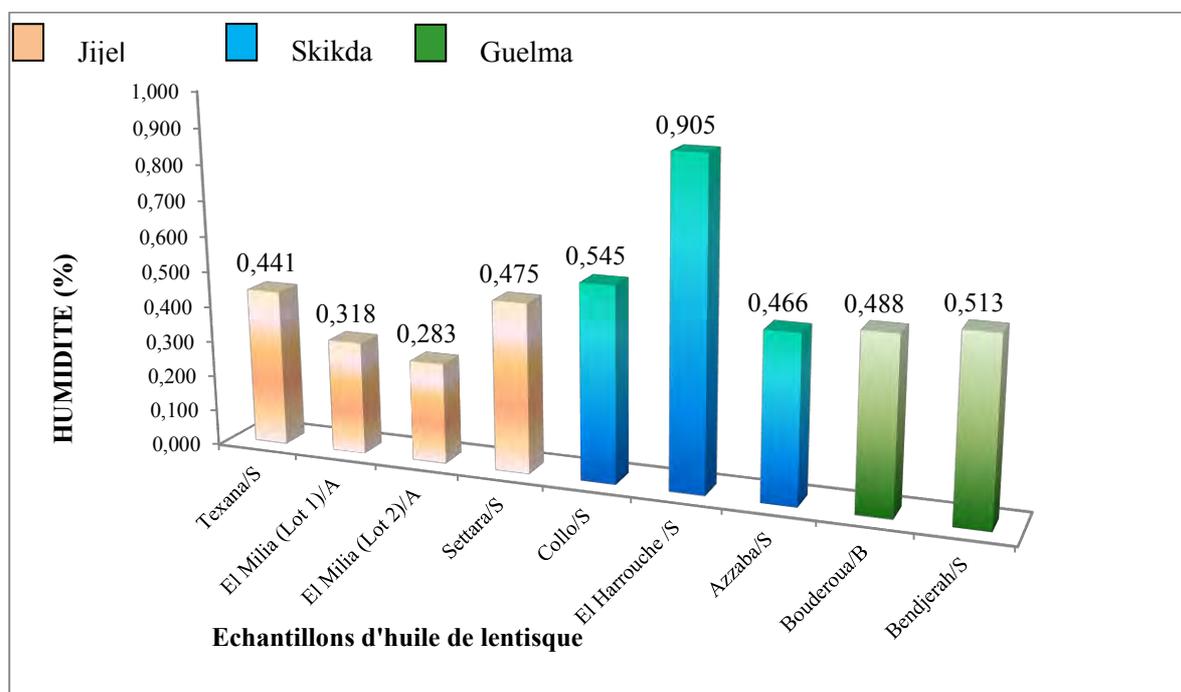
Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Bouderoua/B	1,849	<b>A</b>	
El Milia (Lot 1)/A	1,020	<b>A</b>	<b>B</b>
Settara/S	0,986	<b>A</b>	<b>B</b>
El Milia (Lot 2)/A	0,861	<b>A</b>	<b>B</b>
El Harrouche/S	0,664		<b>B</b>
Azzaba/S	0,626		<b>B</b>
Collo/S	0,588		<b>B</b>
Texana/S	0,500		<b>B</b>
Bendjerah/S	0,481		<b>B</b>

**VI.1.4. TAUX D'HUMIDITE (H%)**

Le pourcentage d'humidité dans une huile nous informe du risque d'une hydrolyse des triglycérides (altération hydrolytique) qui conduit à la libération d'acides gras libres dix fois plus sensibles à l'oxydation que lorsqu'ils sont sous forme liés. Plus le taux d'humidité est élevé, plus ce risque est important.

Les taux de l'humidité varient d'un échantillon à un autre, ceci est due probablement au procédé artisanal d'extraction, dans lequel l'utilisation de l'eau diffère d'un individu à un autre et non d'une région à une autre. A titre d'exemple, les échantillons El Milia (Lot 1)/A et El Milia (Lot 2)/A, ont été extraits par la même personne et selon le même procédé d'extraction, sans qu'ils ne fassent partie du même lot. La personne chargée de l'opération a utilisé la même quantité d'eau (2 litres) pendant tout le procédé. Les résultats obtenus sur l'humidité de ces deux échantillons sont très proches l'un de l'autre (Ils appartiennent au même groupe E) et sont les plus bas.

Les résultats d'humidité obtenus par Bouteldj et Kadjoudj (2013) ne sont pas éloignés (0.10, 0.13, et 0.14) de nos résultats.



**Figure VI.4 : Taux d'Humidité des différents échantillons**

L'analyse statistique (*tableau VI.5*) révèle 5 groupes de moyennes significativement différentes (groupe A : El Harrouche/S, groupe B: Collo/S, Bendjerah/S, Boudroua/B, groupe C : Bendjerah/S, Boudroua/B, Settara/S, Azzaba/S, groupe D : Boudroua/B, Settara/S, Azzaba/S, Texana/S, et le groupe E : El Milia (Lot 1)/A, , El Milia (Lot 2)/A) ( $\rho \leq 0,05$ ). Les 03 groupes B, C et D se chevauchent considérablement et sont significativement rapprochés ( $\rho \leq 0,05$ ).

**Tableau VI.5. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur le taux d'Humidité (avec un intervalle de confiance à 95%)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes				
El Harrouche/S	0,905	<b>A</b>				
Collo/S	0,545		<b>B</b>			
Bendjerah/S	0,513		<b>B</b>	<b>C</b>		
Boudroua/B	0,488		<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
Settara/S	0,475			<b>C</b>	<b>D</b>	
Azzaba/S	0,466			<b>C</b>	<b>D</b>	
Texana/S	0,441				<b>D</b>	
El Milia (Lot 1)/A	0,318					<b>E</b>
El Milia (Lot 2)/A	0,283					<b>E</b>

## VI.2. INDICES DE STRUCTURE

**Tableau VI.6 : Indices de structure**

ECHANTILLONS		INDICE DE SAPONIFICATION (IS)	INDICE D'ESTER (IE)	INDICE D'IODE (II)	DENSITE (Dt)
JJEL	Texana/S	216,329 ± 1,490	207,957 ± 1,264	41,314 ± 2,310	0,906 ± 0,002
	El Milia (Lot 1)/A	217,186 ± 2,529	210,464 ± 2,538	42,948 ± 0,597	0,907 ± 0,000
	El Milia (Lot 2)/A	211,178 ± 4,643	202,336 ± 4,665	45,511 ± 0,155	0,910 ± 0,001
	Settara/S	219,582 ± 1,558	211,484 ± 1,707	44,695 ± 1,203	0,908 ± 0,002
SKIKDA	Collo/S	210,468 ± 6,443	197,013 ± 6,517	44,678 ± 0,664	0,906 ± 0,002
	El Harrouche/S	220,675 ± 0,876	206,537 ± 1,144	43,065 ± 1,040	0,902 ± 0,002
	Azzaba/S	204,704 ± 3,562	200,249 ± 3,588	42,615 ± 3,337	0,906 ± 0,003
GUELMA	Bouderoua/B	215,967 ± 2,032	208,120 ± 2,022	44,729 ± 0,405	0,907 ± 0,001
	Bendjerah/S	217,814 ± 12,383	213,706 ± 12,436	43,061 ± 2,746	0,905 ± 0,001

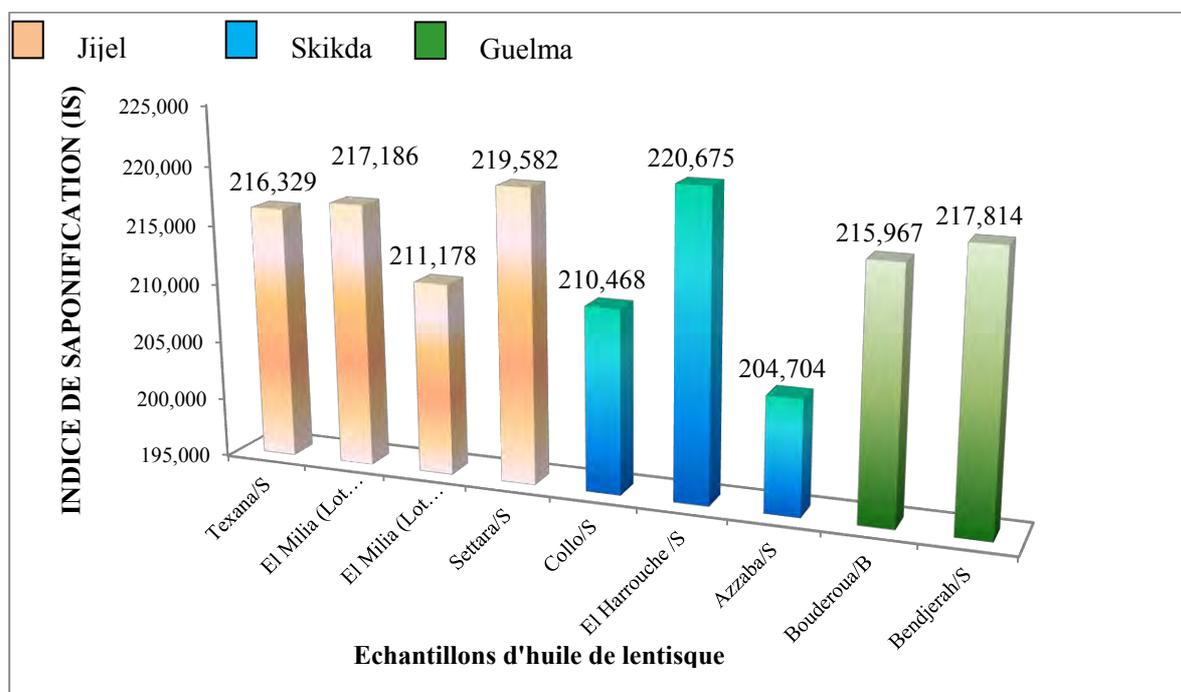
### VI.2.1. INDICE DE SAPONIFICATION (IS).

L'Indice de Saponification est par définition la quantité de potasse exprimée en mg nécessaire pour transformer en savons les acides gras libres et liés contenus dans 1g de corps gras. La détermination de cet indice est importante, car il permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses auxquelles il est inversement proportionnel (plus le poids moléculaire PM de la longueur moyenne d'acides gras est élevé, plus l'indice de saponification est faible).

Il est à noter que les valeurs indiciaires de saponification les plus élevées correspondent aux échantillons (El Harrouche/S, Settara/S), ces derniers dont les indices se rapprochent, sont extraits selon le même procédé et proviennent de deux régions différentes.

L'échantillon Azzaba/S représente la valeur la plus basse (204,7), les autres valeurs s'avoisinent (voir *tableau VI.6* et *figure VI.5*).

Les résultats de l'indice de saponification obtenus par *Bouteldj et Kadjoudj* (2013) se rapprochent également (197.54, 212.3, 213.03 et 216.55) de nos résultats.



**Figure VI.5 : Indices de saponification des différents échantillons**

L'analyse statistique quant à l'Indice de saponification (**tableau VI.7**) a révélé 2 groupes de moyennes différentes (groupe A : Settara/S, El Milia (Lot 1)/A, Bendjerah/S, Texana/S, Boudroua/B, El Milia (Lot 2)/A, Collo/S, El Harrouche/S), groupe B : Settara/S, El Milia (Lot 1)/A, Bendjerah/S, Texana/S, Boudroua/B, El Milia (Lot 2)/A, Collo/S, Azzaba/S) ( $\rho \leq 0,05$ ). Les 02 groupes A et B se chevauchent considérablement et sont significativement proches ( $\rho \leq 0,05$ ), les échantillons constituant chaque groupe sont obtenus de différentes méthodes d'extraction, cela nous laisse dire qu'une corrélation entre la méthode d'extraction et l'indice de saponification, ainsi entre ce dernier et les régions sont peu envisageables.

**Tableau VI.7. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'indice de saponification (avec un intervalle de confiance à 95%)**

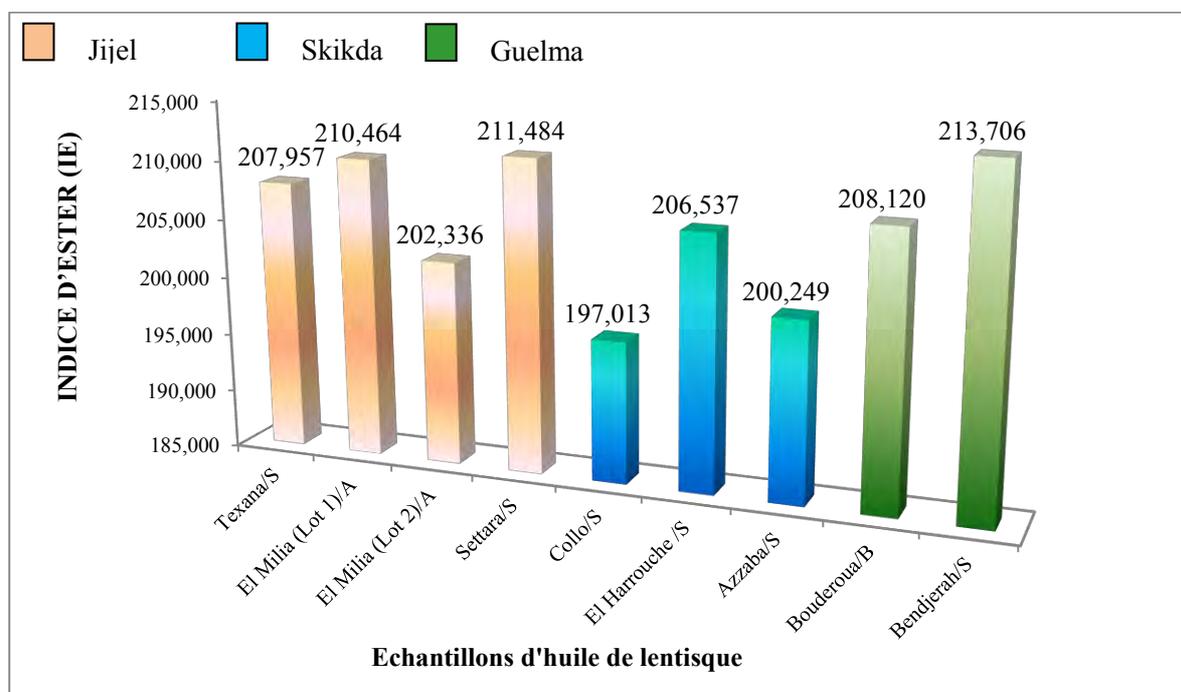
Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
El Harrouche/S	220,675	<b>A</b>	
Settara/S	219,582	<b>A</b>	<b>B</b>
Bendjerah/S	217,814	<b>A</b>	<b>B</b>
El Milia (Lot 1)/A	217,186	<b>A</b>	<b>B</b>
Texana/S	216,329	<b>A</b>	<b>B</b>
Bouderoua/B	215,967	<b>A</b>	<b>B</b>
El Milia (Lot 2)/A	211,178	<b>A</b>	<b>B</b>
Collo/S	210,468	<b>A</b>	<b>B</b>
Azzaba/S	204,704		<b>B</b>

### VI.2.2. INDICE D'ESTER (IE)

En revanche, et étant donné qu'en terme de valeurs, l'Indice d'Ester est la différence entre l'Indice de Saponification et celui d'Acide, on conclue qu'autant l'Indice de Saponification est élevé et moins l'Indice d'Acide l'est, celui d'Ester est important.

Cela est clairement vérifié dans le cas de notre échantillon Collo/S, dont la valeur de l'Indice de Saponification est relativement très basse par rapport à celles des autres échantillons du corpus, or celle d'acidité est au contraire parmi les plus élevée, l'Indice d'Ester dans le cas Collo/S se trouve le plus bas par rapport à tous les autres cas. En outre, on a l'exemple de l'échantillon Bendjerah/S, dont l'Indice de Saponification est parmi les trois plus élevés, et celui d'Acide est le plus bas de tous les cas, l'Indice d'Ester se trouve le plus élevé dans les neuf cas étudiés (voir *tableau VI.6* et *figure VI.6*).

Là aussi, on constate que les résultats de l'indice d'ester obtenus par Bouteldj et Kadjoudj (2013) se rapprochent considérablement (178.45, 194.68, 208.97 et 209.87) des notre.



**Figure VI.6 : Indices d'Ester des différents échantillons**

L'analyse statistique (*tableau VI.8*) ressort également pour l'Indice d'Ester deux groupes A et B globalement chevauchés et dont les moyennes sont insignifiquement distinctes ; (groupe A : Bendjerah/S, Settara/S, El Milia (Lot 1)/A, Bouderoua/B, Texana/S, El Harrouche/S, El Milia (Lot 2)/A, Azzaba/S), groupe B : (Settara/S, El Milia (Lot 1)/A, Bouderoua/B, Bendjerah/S, Texana/S, El Harrouche/S, El Milia (Lot 2)/A, Azzaba/S, Collo/S) ( $p \leq 0,05$ )

**Tableau VI.8. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'Indice d'Ester (avec un intervalle de confiance à 95%)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
Bendjerah/S	213,706	<b>A</b>	
Settara/S	211,484	<b>A</b>	<b>B</b>
El Milia (Lot 1)/A	210,464	<b>A</b>	<b>B</b>
Bouderoua/B	208,120	<b>A</b>	<b>B</b>
Texana/S	207,957	<b>A</b>	<b>B</b>
El Harrouche/S	206,537	<b>A</b>	<b>B</b>
El Milia (Lot 2)/A	202,336	<b>A</b>	<b>B</b>
Azzaba/S	200,249	<b>A</b>	<b>B</b>
Collo/S	197,013		<b>B</b>

Cependant, Les indices de Saponification, et d'Ester sont des indices qui nous donnent une idée sur la structure de l'huile et ne sont ni influencés par le facteur région, ni par les méthodes d'extraction.

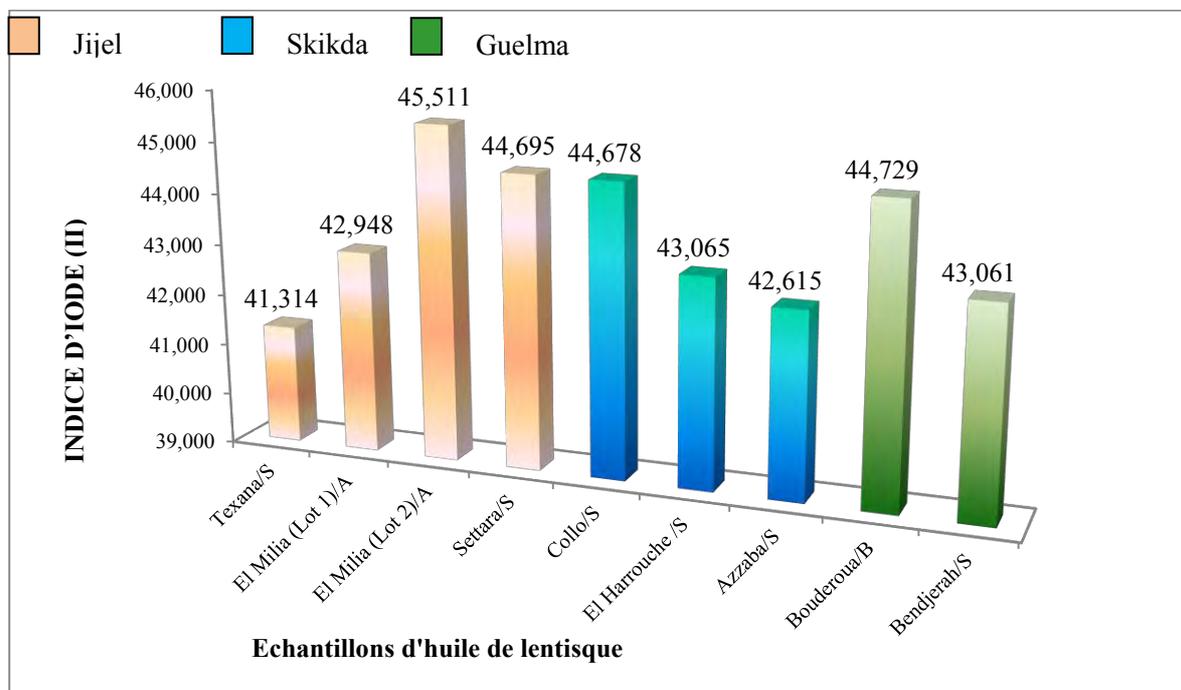
### VI.2.3. INDICE D'IODE (II)

L'indice d'iode est une appréciation de l'insaturation des acides gras et de leurs esters (Naudet, 1988).

Les résultats des Indices d'Iode sont représentés en (*tableau VI.6 et figure VI.7*).

D'après Vaitilingom (2007), Les huiles végétales peuvent être classifiées en 04 grands groupes, l'indice d'iode sert à les discriminer :

- Les huiles dont les indices d'iode se situent entre 0 et 50, sont des huiles saturées de type :
  - Lauriques : coprah, palmiste, babassu...
  - Palmitiques : palme, buruti
  - Stéariques : karité
- Les huiles mono-insaturées (semi- siccatives) : indices d'iode de 50 à 100
  - Oléiques : olive, arachide, colza, sésame, jatropha curcas, ricin
- Les huiles di-insaturées (semi- siccatives) : indices d'iode de 100 à 150
  - Linoléique : tournesol, coton, maïs, soja...
- Les huiles tri-insaturées (siccatives) : indices d'iode de >150
  - Linoléniques : lin
  - Eléostariques : huile de bois de chine



**Figure VI.7 : Indices d'iode des différents échantillons**

L'analyse statistique (*tableau VI.9*) nous ressort un seul groupe réunissant tous les échantillons, et ce, malgré les différences qui les caractérisent en termes d'origines et de méthodes d'extraction. Cependant, une corrélation entre les méthodes d'extraction et les valeurs d'Indice d'Iode d'une part et entre ces dernières et les régions d'autre part, nous paraît inexistante, autrement dit, les différences qui existent entre les échantillons en terme d'Indice d'Iode ne sont pas significatives. Par ailleurs, cet indice caractérise l'espèce de *Pistacia lentiscus L.*, donc une éventuelle grande différence dans les valeurs nourrie automatiquement un soupçon de fraude.

Selon la classification citée ci-dessus, l'huile de lentisque appartient à la catégorie des huiles saturées, ce résultat se veut être confirmé par la détermination des acides gras par la CPG.

Vu que les résultats obtenus quant à cet indice, se trouvent globalement à la limite entre les huiles siccatives et non siccatives, on peut considérer l'huile de lentisque comme étant peu siccative, cela concorde avec l'appréciation de Hmimsa (2004).

On constate que les résultats de l'indice d'iode obtenus par Bouteldj et Kadjoudj (2013) se rapprochent beaucoup (43.79, 44.10, 44.34 et 44.76) des notre.

**Tableau VI.9. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur l'Indice d'Iode (avec un intervalle de confiance à 95%)**

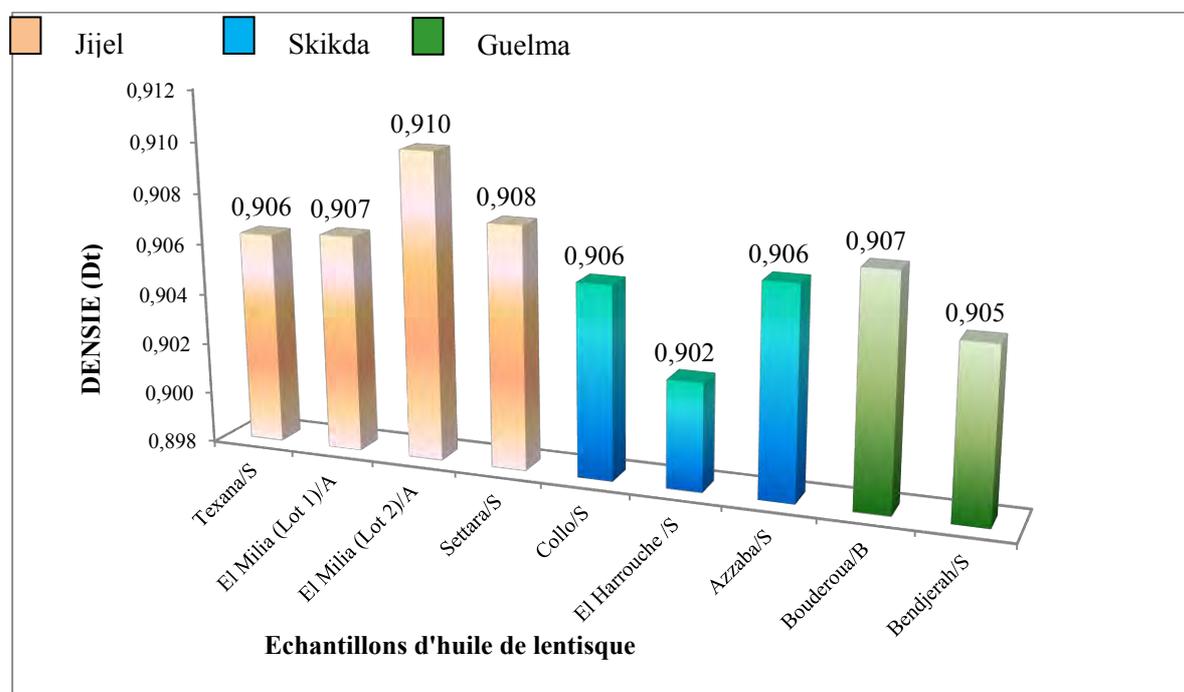
Modalité	Moyenne estimée	Groupes
El Milia (Lot 2)/A	45,511	A
Bouderoua/B	44,729	A
Settara/S	44,695	A
Collo/S	44,678	A
El Harrouche/S	43,065	A
Bendjerah/S	43,061	A
El Milia (Lot 1)/A	42,948	A
Azzaba/S	42,615	A
Texana/S	41,314	A

#### VI.2.4. DENSITE (Dt)

La densité des huiles est fonction non seulement de l'insaturation, mais aussi de l'état d'oxydation ou de polymérisation. Les huiles fortement acides ont une densité inférieure à celle des huiles neutres correspondantes et les acides gras ont une densité inférieure à celle de leurs glycérides.

Rappelons que la densité est directement et étroitement liée aux températures de mesure, autant la température augmente, autant la densité baisse. A 15°, les huiles siccatives ont des densités supérieures ou égales à 0.930 ; les huiles non siccatives ont des densités comprises entre 0.913 et 0.920.

Or, les résultats qu'on a obtenus (voir *tableau VI.7* et *figure VI.8*) sont ceux d'essais effectués à une température de 20°C, cela signifie qu'à 15 °C pour les mêmes essais sur les mêmes échantillons, les densités auraient été plus élevées. Néanmoins, les valeurs de densité strictement inférieures à la barre minimale (0.913 pour les huiles non siccatives) pour tous les échantillons, nous montrent que l'huile de lentisque est une huile non siccative. (A confirmer avec l'analyse chromatographique des acides Gras). Mes résultats sont inférieurs à celles rapporté par Boukeloua (2009) (0,918 à 0,920) dans son étude et par Bouteldj et Kadjoudj (2013) (0.914, 0.915 et 0.920).



**Figure VI.8 : Densités des différents échantillons**

**Tableau VI.10. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur la Densité (avec un intervalle de confiance à 95%)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
El Milia (Lot 2)/A	0,910	<b>A</b>		
Settara/S	0,908	<b>A</b>	<b>B</b>	
Boudroua/B	0,907	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
El Milia (Lot 1)/A	0,907	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Texana/S	0,906	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Azzaba/S	0,906	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Collo/S	0,906	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Bendjerah/S	0,905		<b>B</b>	<b>C</b>
El Harrouche/S	0,902			<b>C</b>

Les méthodes d'extraction, l'origine géographique et les facteurs climatiques influencent les caractéristiques chimiques des huiles (Torres et Maestri, 2006). En revanche, Kiritsakis (1998), estime que le lieu de culture n'a aucune influence significative sur ces paramètres

analytiques (acidité et indice de peroxyde) qui sont fondamentalement affectés par des facteurs endommageant les fruits tels que l'attaque par les parasites ou l'emploi de systèmes impropres pour la récolte ainsi que le transport et le stockage des olives. D'après Boskou (1996), les drupes blessées souffrent des actions de la lipase endogène et exogène, ainsi que des enzymes lipoxydase, qui peuvent modifier l'état d'oxydation et l'acidité des gouttelettes de l'huile. Les lipases sont la plupart du temps présentes dans la graine de fruit (et beaucoup moins dans le mésocarpe) et arrêtent leur activité à 0° C, tandis que les lipoxydases sont en activité à plus de -20° C.

Les histogrammes reflétant les paramètres d'altération ou qualité pour les échantillons des trois régions (annexe 1) indiquent que la région Skikda enregistre les moyennes les plus élevées en acidité, indice de peroxyde et en humidité. Contrairement aux paramètres de structure dont les moyennes enregistrées dans la même région sont les plus basses (annexe 2).

Annexe 3. dévoile la corrélation significative négative qui existe entre les indices de saponification et ester d'une part et celui de peroxyde d'autre part. La valeur de ce dernier est inversement proportionnelle à celles des deux indices en question. Aussi la corrélation entre les deux indices saponification et ester est clairement dégagée.

**CHAPITRE VII : DOSAGES DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS**

Les huiles végétales telles que l'huile d'olive contient des composés mineurs qui lui confèrent des qualités organoleptiques (huile aromatisée) et nutritionnelles, parmi ces composés mineurs les pigments chlorophylliens, qui en raison de leur caractère antioxydant dans l'obscurité et pro-oxydant dans la lumière, semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cour de son stockage (Tsimidou et *al.*, 1992 ; Ben Tekaya et Hassouna, 2005) et dans la préservation de sa qualité (Giuffrida et *al.*, 2007).

La concentration en chlorophylle peut dépasser 80 mg/kg pour des huiles obtenues à partir d'olives en stade précoce de maturité, pour chuter à des valeurs d'environ 2 mg/kg lorsque le fruit est bien mûr (Psomiadou et Tsimidou, 2001).

Sous la lumière, la chlorophylle favorise la formation des radicaux de l'oxygène et accélère l'oxydation mais, dans l'obscurité la chlorophylle agit en tant qu'antioxydant.

La chlorophylle excitée transmet son énergie aux systèmes photosynthétiques. Au sein des extraits, un tel système de transmission d'énergie n'existe pas et c'est pour cela que l'on préfère décolorer les extraits afin d'éviter une éventuelle activité pro-oxydante (Morelle, 1988). Excepté l'échantillon 2 e/S (2.5 ppm), les résultats de chlorophylle pour tous les échantillons (*tableau VII.1 ; figure VII.1*) nous présentent des quantités faibles en ce pigment et qui sont inférieures à celles de l'huile d'olive. Cela laisse supposer que l'huile de lentisque est moins riche en chlorophylle que l'huile d'olive.

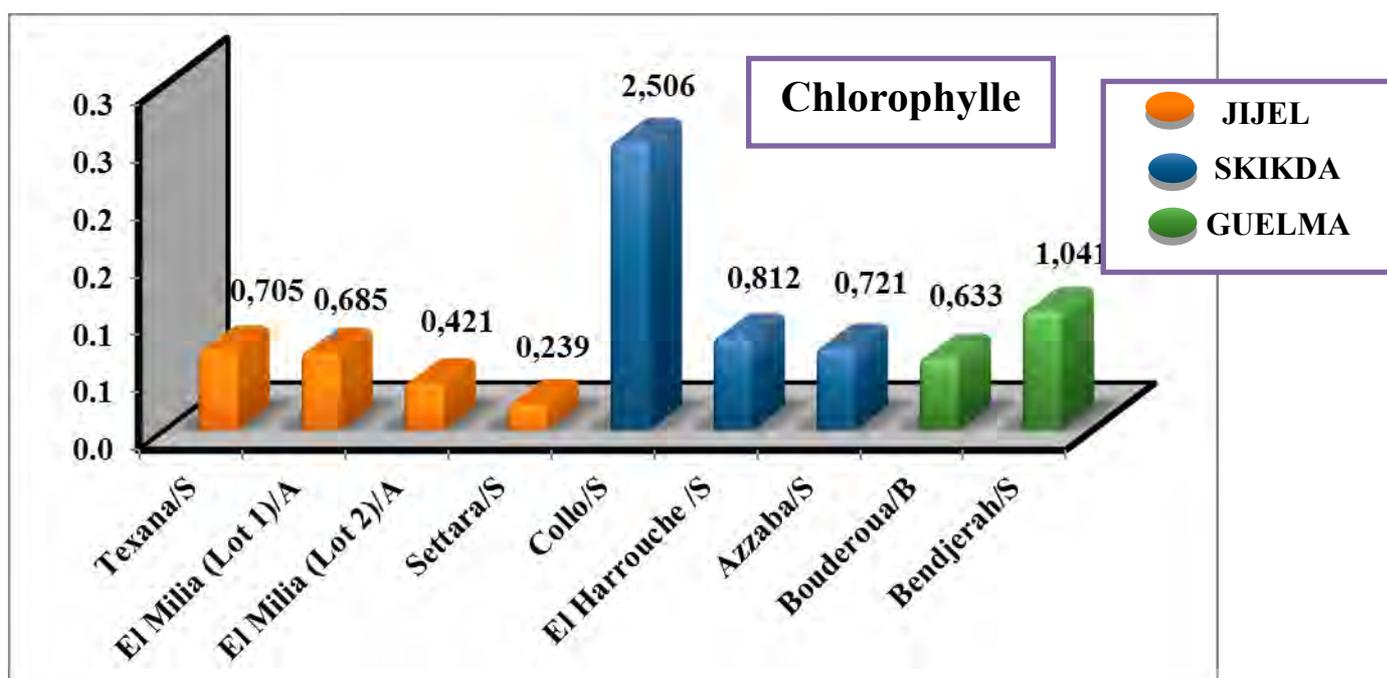
**Tableau VII.1 : Dosage en Chlorophylles des différents échantillons**

<b>ECHANTILLONS</b>	<b>DOSAGE DES CHLOROPHYLLES</b>
<b>Texana/S</b>	0,705 ± 0,005
<b>El Milia (Lot 1)/A</b>	0,421 ± 0,015
<b>El Milia (Lot 2)/A</b>	0,685 ± 0,011
<b>Settara/S</b>	0,239 ± 0,008
<b>Collo/S</b>	2,506 ± 0,006
<b>El Harrouche /S</b>	0,812 ± 0,031
<b>Azzaba/S</b>	0,721 ± 0,005
<b>Bouderoua/B</b>	0,633 ± 0,01
<b>Bendjerah/S</b>	1,041 ± 0,001

La concentration de l'huile en pigment chlorophyllien dépend directement de l'état de maturité du fruit. On signale que les échantillons les premiers collectés présentent les taux en chlorophylle les plus élevés, à savoir celui de Collo, suivi de Harrouche, Azzaba et Texana.

Excepté l'échantillon de Bendjerah, qui présente en dépit de sa collecte tardive une teneur en chlorophylle plus élevée que d'autres échantillons collectés bien avant, cela est dû probablement à un retard de maturation dépendant de facteurs climatiques particuliers.

Pour l'échantillon Settara, le dernier collecté, on constate que le taux de pigment chlorophyllien est le plus faible.



*Figure VII.1 : Dosages des différents échantillons en chlorophylles*

L'analyse statistique (tableau VII.2) révèle 07 groupes de moyennes significativement différentes (groupe A : Collo/S, groupe B: Bendjerah/S, groupe C : El Harrouche/S, groupe D: Azzaba/S, Texana/S, El Milia (Lot 1)/A, groupe E : El Milia (Lot 1)/A, Boudroua/B, groupe F : El Milia (Lot 2)/A et le groupe G : Settara/S) ( $\rho \leq 0,05$ ). Sur le plan statistique, le groupe D et E se chevauchent et sont significativement proches ( $\rho \leq 0,05$ ).

**Tableau VII.2. Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les échantillons d'huiles sur le dosage en Chlorophylles (avec un intervalle de confiance à 95%)**

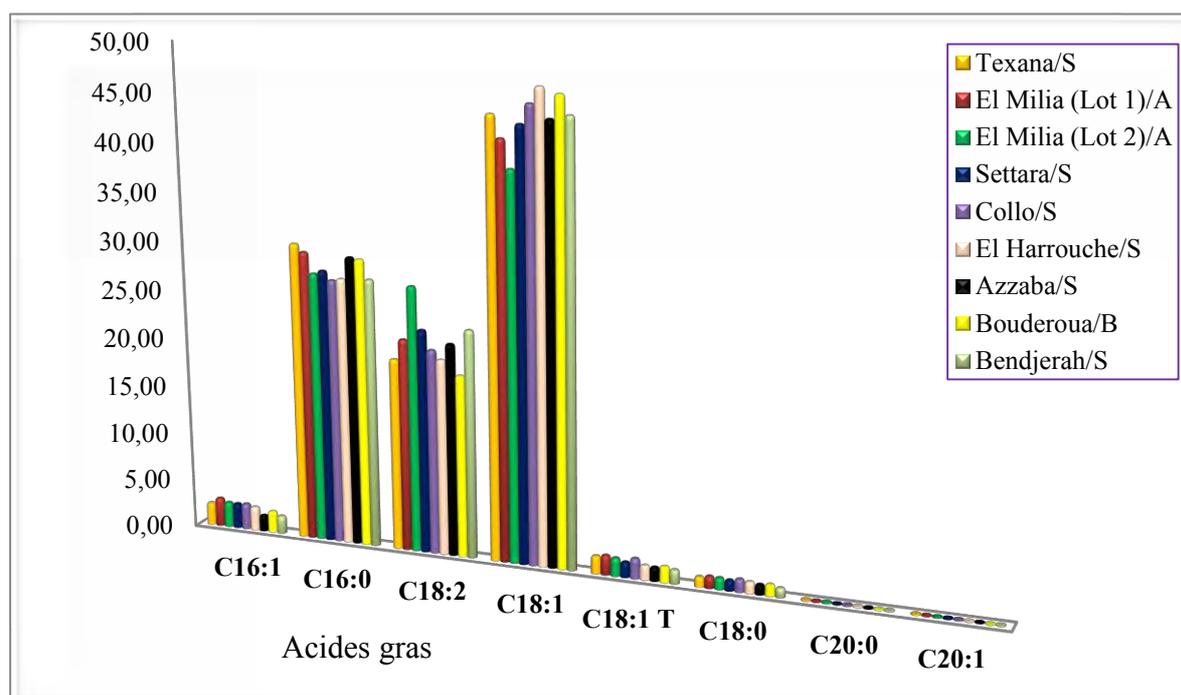
Modalité	Moyenne estimée	Groupes						
Collo/S	2,506	<b>A</b>						
Bendjerah/S	1,041		<b>B</b>					
El Harrouche/S	0,812			<b>C</b>				
Azzaba/S	0,721				<b>D</b>			
Texana/S	0,705	,			<b>D</b>			
El Milia (Lot 1)/A	0,685				<b>D</b>	<b>E</b>		
Bouderoua/B	0,633					<b>E</b>		
El Milia (Lot 2)/A	0,421						<b>F</b>	
Settara/S	0,239							<b>G</b>

## CHAPITRE VIII : TENEURS DE L'HUILE DE LENTISQUE EN ACIDES GRAS

Les acides gras sont considérés comme un code génétique des huiles, ce sont les constituants majoritaires de ces dernières avec lesquels on peut identifier leurs natures (Olivier, 2003). L'analyse des résultats des acides gras relatifs à tous les échantillons de l'huile de lentisque étudiés est relativement proche à ceux trouvés par Mezni et *al.* (2012). Les travaux de ces derniers montrent une prédominance de l'acide oléique avec des taux supérieurs à 56% suivi de l'acide palmitique dont le taux est importants, 27%, vient en troisième rang l'acide linoléique ( $\approx 15\%$ ). Saidi et *al.* (2009), ont trouvé un taux de 50% pour l'acide oléique.

Notre étude montre aussi que l'acide oléique (C18 : 1) majoritaire et présent avec des taux sensiblement inférieures aux précédents et qui varient entre 39% et 48% et qui concordent plutôt avec celles trouvées par Trabelsi et *al.* (2012).

Néanmoins, il est à noter que les teneurs en acide linoléique qu'on a trouvés apparaissent substantiellement supérieures à ceux de Mezni et *al.* (2012) (voir *figure VIII.1* ; *tableau VIII.1*) et (Annexe 4).



*Figure VIII.1 : Teneurs en Acides Gras des différents échantillons*

Tableau VIII.1. Moyennes et Ecartypes des Acides Gras majoritaires.

ECHANTILLONS	C16 :0	C18 :2	C18 :1
Texana/S	<b>30,42 ± 0,017</b>	19,62 ± 0,026	44,55 ± 00,36
El Milia (Lot 1)/A	29,66 ± 0,040	21,71 ± 0,020	42,28 ± 0,026
El Milia (Lot 2)/A	27,56 ± 0,053	<b>27,16 ± 0,036</b>	39,41 ± 0,017
Settara/S	27,64 ± 0,036	22,86 ± 0,046	43,76 ± 0,026
Collo/S	27,05 ± 0,020	20,91 ± 0,020	45,77 ± 0,036
El Harrouche /S	27,26 ± 0,035	20,03 ± 0,020	<b>47,40 ± 0,020</b>
Azzaba/S	29,52 ± 0,017	21,72 ± 0,017	44,42 ± 0,020
Bouderoua/B	29,39 ± 0,020	18,62 ± 0,010	46,80 ± 0,026
Bendjerah/S	27,43 ± 0,026	23,29 ± 0,017	44,86 ± 0,017

En outre, paradoxalement à l'acide palmitique dont les teneurs entre nos différents échantillons sont divergentes (*figure VIII.2 b*), on constate que d'un échantillon à un autre, moindre est la différence quant aux acides oléique et linoléique (*figure VIII.2 a et c*).

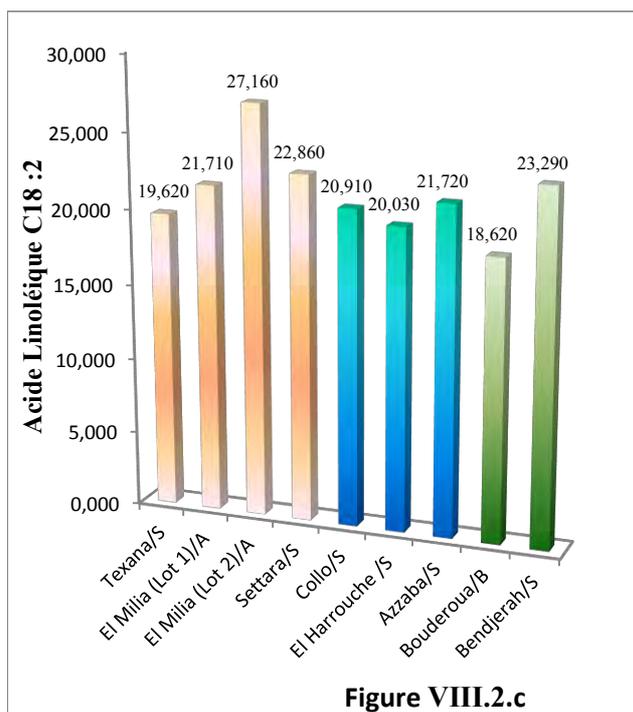
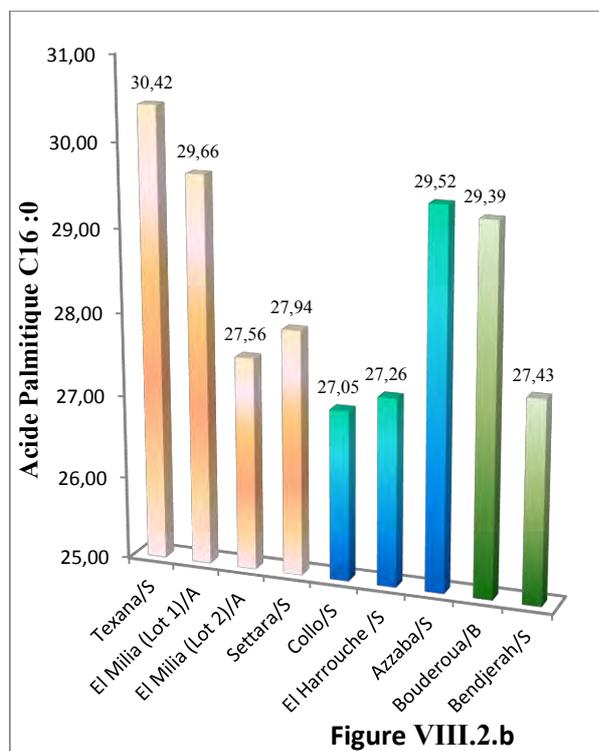
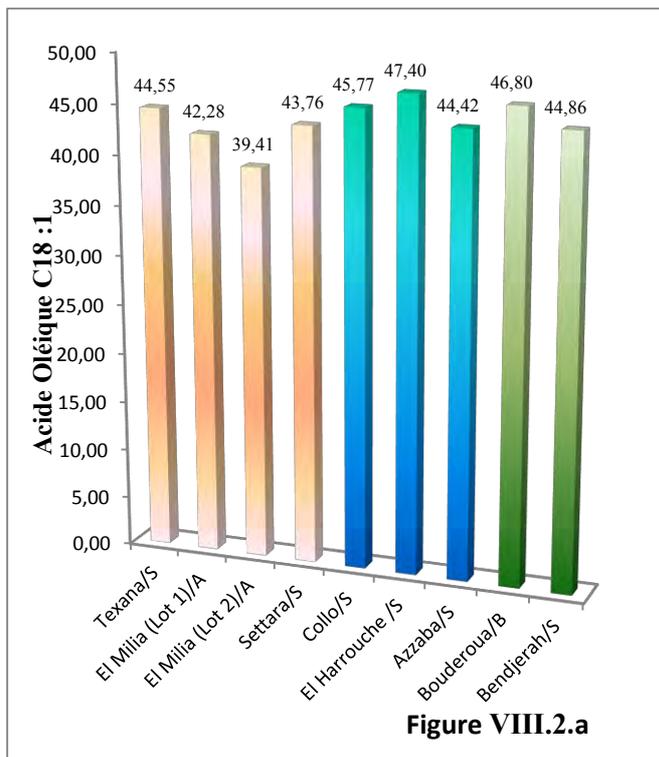


Figure VIII.1.a : Teneur en Acide Oléique C18 :1.

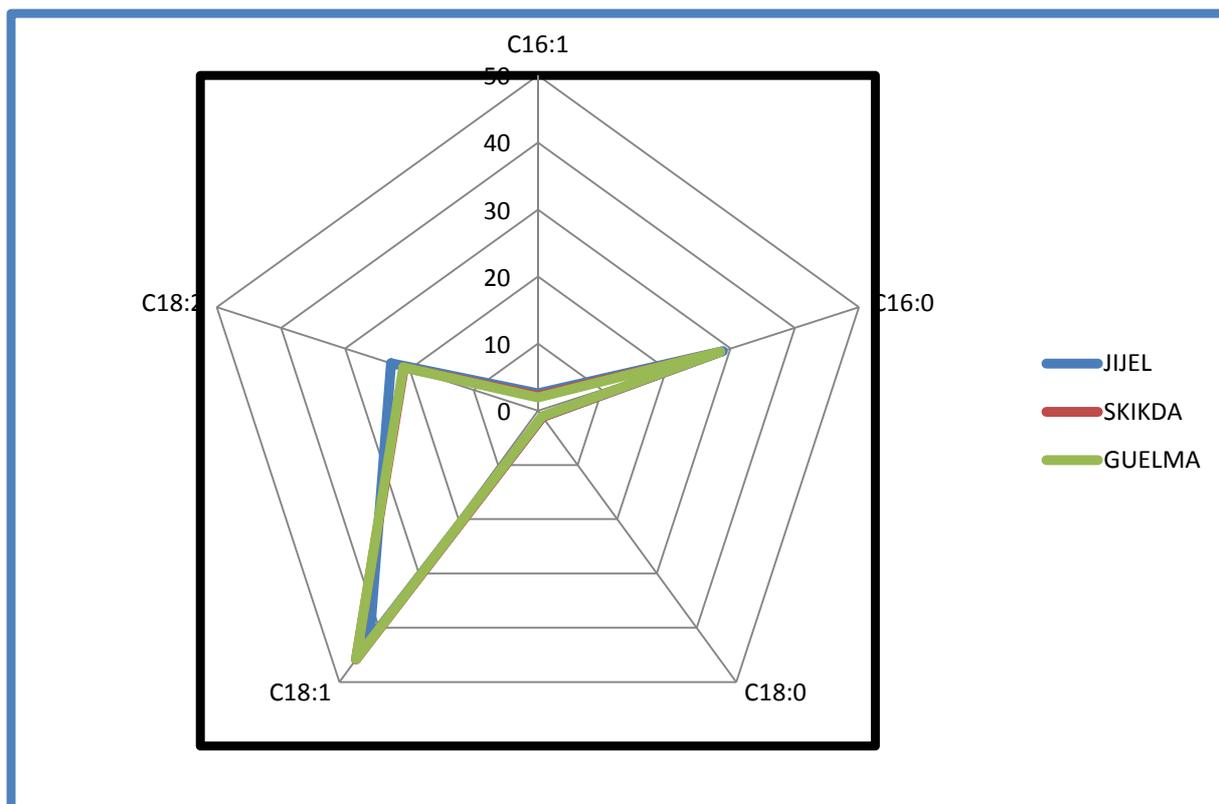
Figure VIII.1.b : Teneur en Acide Palmitique C16 :0.

Figure VIII.1.c : Teneur en Acide Linoléique C18 :2.

Jijel      Skikda      Guelma

Figure VIII.2 : Teneurs en Acides Gras (18 :1, C18 :2, C16 :0) des différents échantillons.

On note aussi que les profils d'acides gras (en moyenne) majoritaires se montrent presque identiques pour toutes les régions étudiées (*figure VIII.3*). Les rapports (acides gras saturés/acides gras insaturés) sont proches et varient entre 0.40 et 0.46 (annexe 5).



**Figure VIII.3 : Comparaison (en moyenne) des teneurs en acides gras d'huiles de lentisques provenant des trois régions**

L'isomérisation *Cis-Trans* se fait d'autant plus facilement si l'Acide Gras est insaturé et que le traitement industriel thermique est poussé. Les Acides Gras *Trans* peuvent provoquer des maladies cardio-vasculaires (Hilali et al., 2005), et leur teneur est de ce fait réglementée en Europe et en Amérique du Nord, d'où l'intérêt du dosage de ce type d'acide, et que le taux des Acides Gras *Trans* ne doit pas dépasser 0.05%, faute de quoi, une adultération est très envisageable. Nos résultats de CPG montrent l'apparition de cette forme dans tous les échantillons avec des teneurs élevées (*figure VIII.4*) par rapport à la norme fixée pour l'huile d'argan (0.05%).

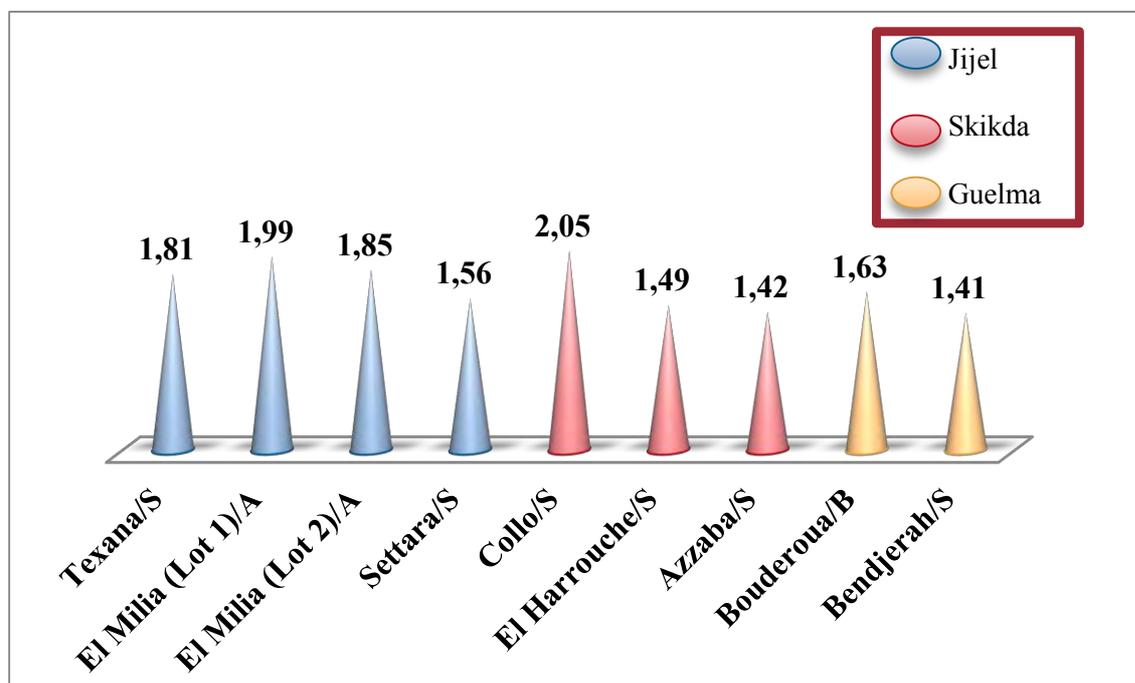


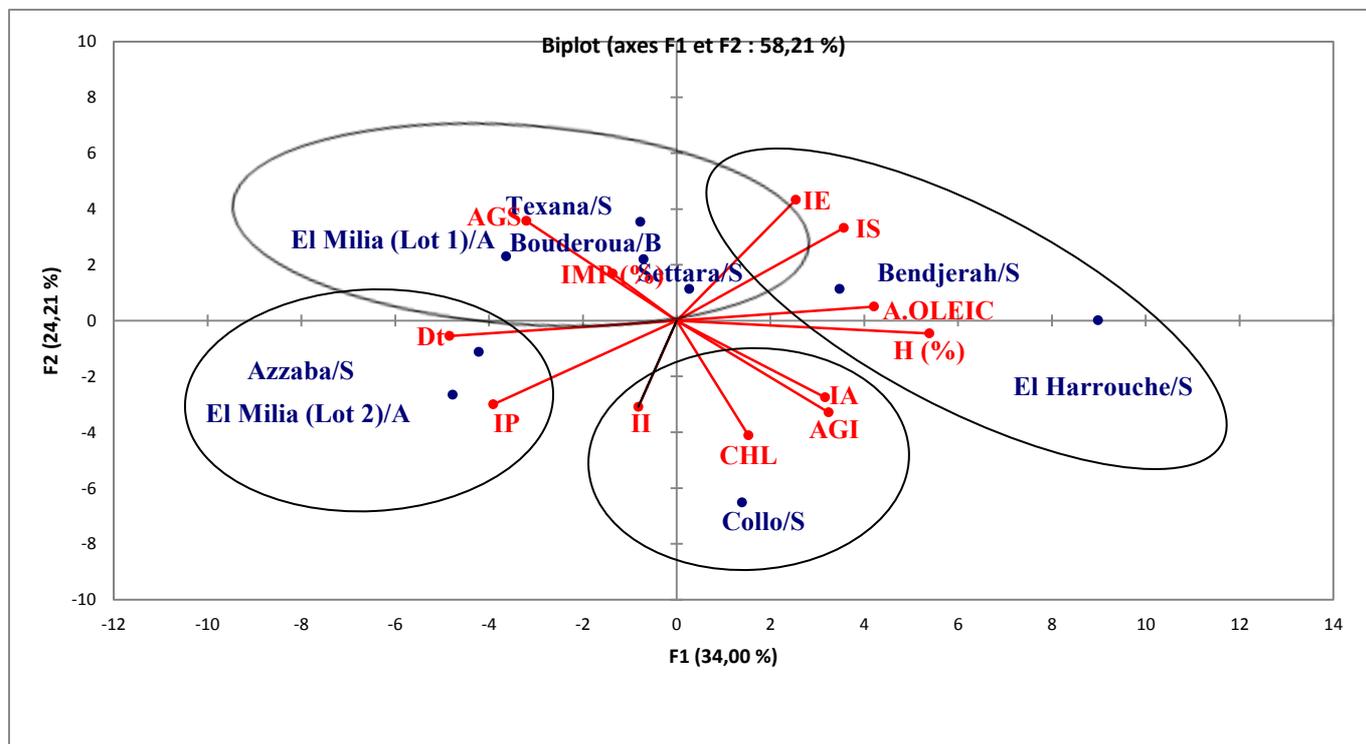
Figure VIII.4 : Taux des gras Trans pour tous les échantillons (Acide Oléique C18 :1T)

### Résultats des analyses des composantes principales (ACP)

La *figure VIII.5* présente les projections des différents échantillons sur les deux premières composantes principales CP1 et CP2. Cette figure révèle 4 groupes de variables. Le premier, regroupe les impuretés insolubles (IMP%) et le pourcentage des acides gras saturés (AGS), le second renferme l'acidité (A%), l'humidité (H%), la chlorophylle (CHL) et pourcentage des acides gras insaturés (AGI); le troisième, l'indice d'ester (IE), l'indice de saponification (IS) et le pourcentage de l'acide oléique (A.OLEIC) et le quatrième, l'indice de peroxyde (IP), l'indice d'iode (II) et la densité (Dt).

La première composante principale CP1 qui explique 34.00% de la variabilité est dominée par les variables : acidité (A%), l'indice saponification (IS), l'indice d'ester (IE), l'humidité (H%), la chlorophylle (CHL) et pourcentage des acides gras insaturés (AGI) et le pourcentage de l'acide oléique (A.OLEIC) (valeurs positives), et l'indice de peroxyde, l'indice d'iode et la densité (valeurs négatives).

La deuxième composante principale CP2 qui représente 24.21% de la variabilité totale traduit essentiellement l'opposition entre (IMP %, AGS, IE ET IS) et (Dt, IP, II, CHL, AGI, A% et H%).



**Figure VIII.5 : Carte de ressemblance des huiles des différentes régions**

Cinq groupes sont formés selon leurs ressemblance par rapport aux différents paramètres, ces groupe sont [Texana/S, El Milia (lot 1)/A, Boudroua/B et Settara/A], [Bendjerah/S et El Harrouche/S], [Azzaba/S et El Milia (lot 2)/A], et [Collo/S].

#### - ACP des acides gras

L'analyse en ACP révèle que C16 :0, la  $\Sigma$  (AGS) et le rapport  $\Sigma$  (AGS/AGI) contribuent positivement sur la première composante principale dont la variabilité est de 44.66%, alors que les acides gras C16 :1, C18 :0, C18 :1T, C18 :2, C20 :0, C20 :1, ainsi la  $\Sigma$  (AGI) en contribuent négativement (**figure VIII.6**). Quant à la deuxième composante dont la variabilité est de 25.64% : les acides gras qui en contribuent positivement sont C16 :1, C18 :0, C18 :1T, C18 :2, C20 :0, C16 :0, et  $\Sigma$  (AGS)/ $\Sigma$ (AGI), les autres C18 :1, C20 :1 ainsi la  $\Sigma$  (AGI) en contribuent négativement.

**Figure VIII.7** montre que les échantillons (Texana, Azzaba et Boudroua ) formant le premier groupement d'échantillon ont des liaisons corrélatives très forte quant aux variables ( $\Sigma$  (AGS)/ $\Sigma$ (AGI), acide palmitique). De même manière on remarque les corrélations qui existent entre les deux autres groupements d'échantillons avec les différentes variables.

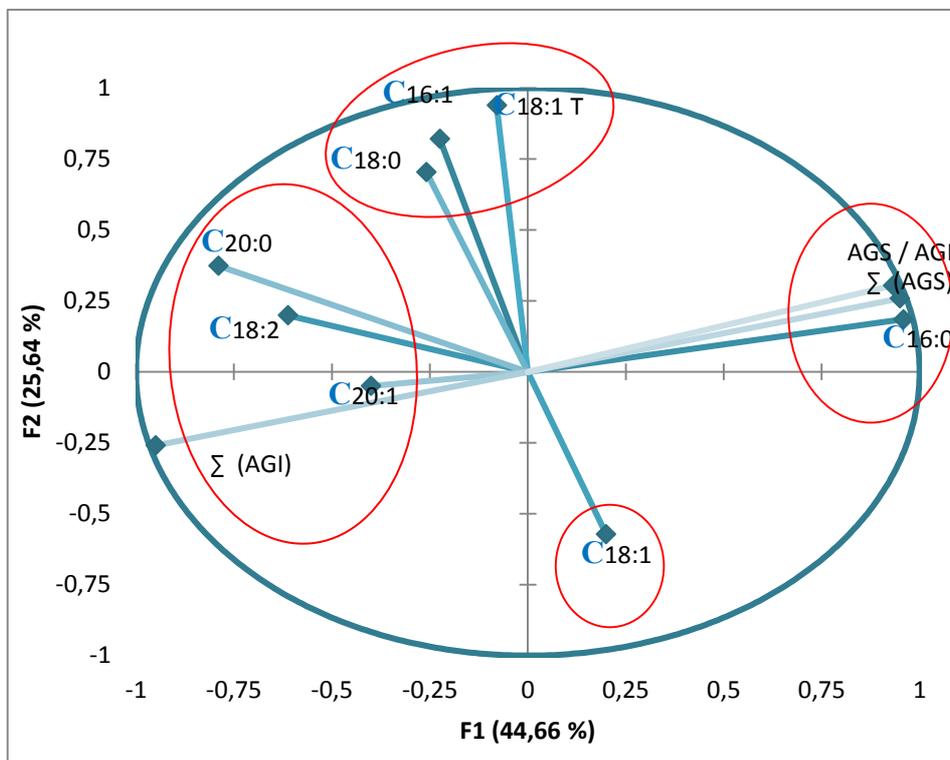


Figure VIII.6 : Carte de ressemblance des variables (70.31%)

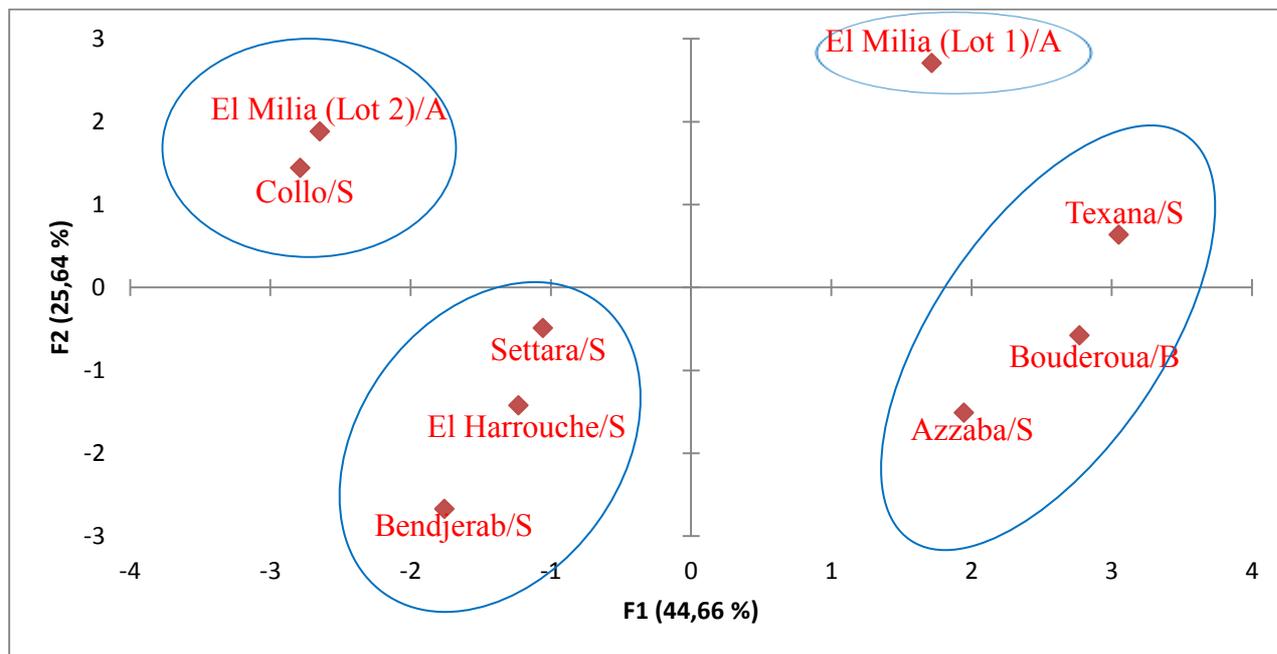
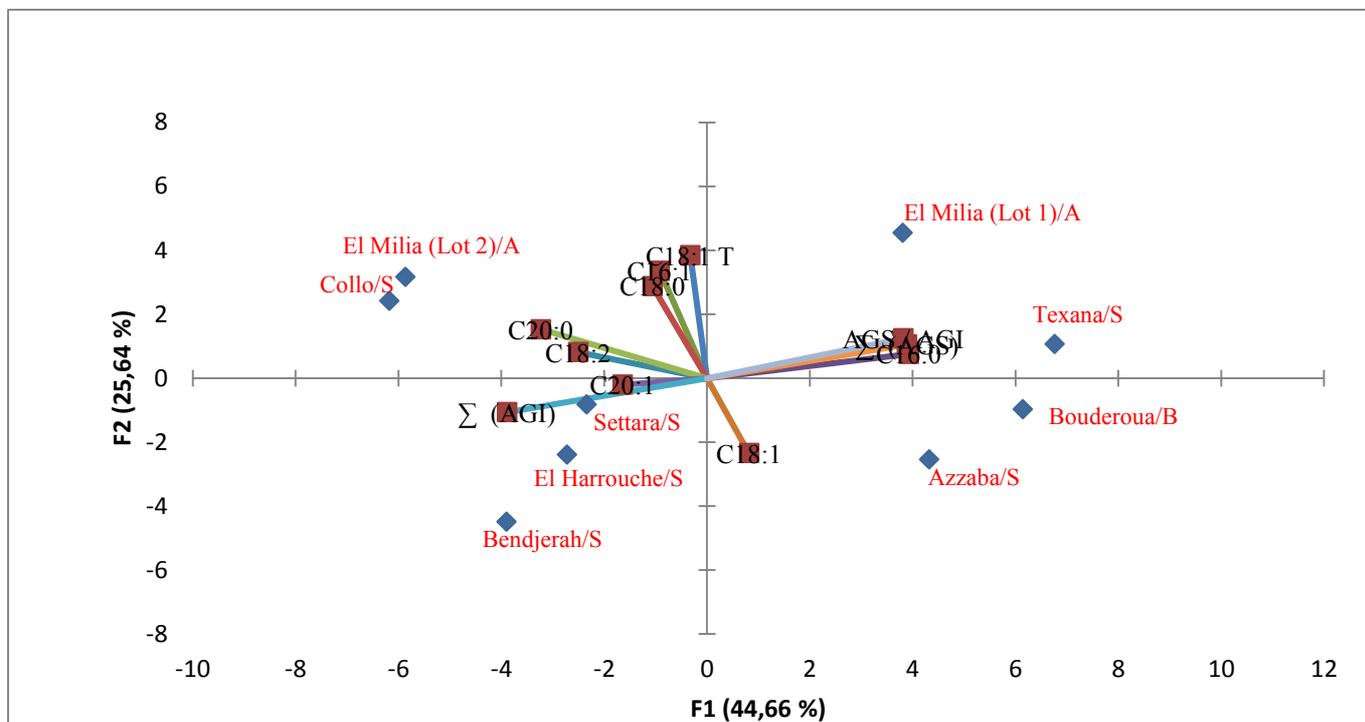


Figure VIII.7 : Carte de ressemblance des échantillons



**Figure VIII.8 : Carte de ressemblance des échantillons et variables**

Les *figures VIII.6, VIII.7, et VIII.8* ; en plus (*Annexe 6*), nous dégagent les différentes corrélations qui existent entre les différents échantillons en matière d'acides gras. A titre d'exemple, entre les échantillons « El Milia (lot2)/A » et « Collo/S » qui forme un groupe, les acides gras C18 :1 T, C16 :1, C18 :0, C18 :2, C20 :1 et  $\Sigma$  (AGI) varient dans le même sens.

## CONCLUSION

L'étude que nous avons élaborée tourne autour de l'huile extraite à partir de fruit mature de l'espèce *Pistacia Lentiscus*, et ce durant la saison hivernale (2012-2013). La matière végétale constituant notre corpus d'étude contient neuf échantillons d'huile collectés entre décembre 2012 et janvier 2013, provenant de huit sites géographiques appartenant à trois régions de l'Est algérien (Jijel, Skikda et Guelma),

Ces échantillons d'huile de lentisque sont extraits au niveau de familles paysannes exerçant cette micro-oléiculture, pratiquée familialement par la gente féminine depuis longtemps, transférée de mère en fille.

En dépit des différences qu'on a relevées d'une famille à une autre quant aux méthodes adoptées dans l'opération d'extraction, ces dernières sont toutes artisanales ou traditionnelles.

A partir d'une enquête de terrain réalisée dans les trois régions citées ci-haut, auprès de familles pratiquant l'oléiculture ; nous avons déduit sur la base d'un entretien approfondi avec leurs membres, trois méthodes d'extraction distinctes, auxquelles nous avons affecté des noms :

- Méthode « standard » : cette méthode étant adoptée par la majorité des familles que nous avons questionnées, est celle qui caractérise deux tiers de notre matière végétale (Echantillons de Jijel : Texana/S, Setara/S. Echantillons de Skikda : Collo/S, El Harrouche/S, Azzaba/S, Echantillon de Guelma : Bendjarrah/S).  
Distinguée l'une de l'autre dans le processus de chauffage (vapeur, ébullition), la manière d'extraire l'huile de lentisque selon ce procédé diffère d'une famille à une autre dans la même région. Cela ne nous a absolument pas empêchés de constater les ressemblances qui les caractérisent.
- Méthode « A » : Cette méthode ne diffère que peu de celle adoptée par les familles tunisienne et marocaine (les deux échantillons en provenance de Milia –Jijel : lot 1 et lot 2 (El Milia (lot1)/A et El Milia (lot2)/A).
- Méthode « B » : Un seul échantillon de notre corpus a connu l'extraction selon cette méthode, il s'agit de celui d'origine de Guelma et précisément de Boudroua/B.

Un dosage d'indices chimiques et physiques a pour finalité, la détermination de qualité du fruit de *Pistacia Lentiscus*, et par conséquent de l'huile de lentisque selon la région et le procédé d'extraction.

Les résultats découlant des analyses sont interprétés comme suit :

- Acidité : tous les cas analysés présentant des taux d'acidité beaucoup plus élevée que 0.1%, cela est essentiellement dû aux méthodes traditionnelles d'extraction.
- Indice de peroxyde : L'Analyse des différences par le test de Tukey (HSD), nous laisse dire qu'une influence des méthodes d'extraction sur l'indice de peroxyde est peu envisageable.
- Cependant les autres paramètres tels que l'Indice de Saponification, l'Indice d'Ester et celui d'Iode ne sont d'après l'analyse ni influencés par le mode d'extraction ni par l'origine géographique.

En conclusion, contrairement aux paramètres donnant une idée sur la structure de l'huile tels que l'Indice d'Iode, l'Indice de Saponification, et celui d'Ester qui ne sont influencés ni par la méthode d'extraction, ni par l'origine géographique, les paramètres d'altération ; Acidité, impuretés et humidité présentent une sensibilité remarquable face à ces facteurs.

Quant à la teneur en Chlorophylles, les résultats obtenus reflètent d'une manière approximative la maturité avancée des fruits de lentisques.

La teneur en Acides gras est déterminée par la méthode de séparation chromatographe en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse (GC/MS).

Les résultats de notre phase analytique révèlent que la teneur en **acide oléique** représente le taux est le plus élevé parmi tous les acides gras contenus dans l'huile de lentisque (de 39% à 47%), suivie de celle en **acide palmitique** jugée également élevée (27% - 31%), cet acide étant supposé responsable de l'aspect semi-solide de l'huile à de basses températures.

Mis-à-part l'acide oléique (mono-insaturé) et l'acide palmitique (saturé), l'huile de lentisque contient en taux élevé un acide gras (di-insaturé) considéré comme source nutritionnelle très importante, et dont la teneur varie de 18% à 28%, il s'agit de l'**acide linoléique**.

En effet, d'autres acides sont contenus dans l'huile de lentisque, en bas taux, on en cite l'acide Palmitoléique C16:1, l'acide Oléique Trans C18:1, l'acide Stéarique C18:0, l'acide Arachidique C20:0 et l'acide Eicosénoïque C20:1.

En outre, la somme des Acides Gras Saturés (AGS) varie de 28% à 32%, et celle des Acides Gras Insaturés (AGI) varie de 68% à 72%,

Les valeurs basses des rapports AGS/AGI, indiquent que cette huile contient un taux élevé d'Insaturé, ce qui implique l'intérêt important que lui accorde le consommateur vu ses propriétés nutritionnelles et diététiques.

Les Acides Gras insaturés représentent une fraction importante de l'huile végétale. Ces Acides Gras insaturés sont généralement de configuration Cis, mais quelques uns ont une configuration Trans, notamment les produits issus de transformation industrielle (raffinage). Nos échantillons présentent tous des teneurs relativement très importantes comprises entre 1.41% et 2.05%, cela suppose que le risque d'altération de l'huile est élevé.

L'intérêt que nous portons pour l'huile de lentisque comme substance alimentaire est majeur, et les analyses effectuées à travers cette recherche sur elle ne représentent pas une fin en soi.

En effet, nos perspectives se résument comme suit :

- Une amélioration des méthodes d'extraction dans le but d'assurer une meilleur traçabilité et un suivi pointu depuis la cueillette jusqu'au conditionnement et stockage.
- Une recherche approfondie en vue de définir sa composition en triglycérides, tocophérols, stérols, etc.
- Une recherche sérieuse d'une meilleure exploitation de cette huile dans les domaines pharmaceutique, nutritionnel et technologie agro-alimentaire.
- Une recherche de molécules anti-oxydantes pouvant être utilisées dans les procédés de conservation des produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **Abaza, L., Mongi, M., Douja, D., Zarrouk, M. (2002).** Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 9(2) : 174-179.
- 2- **Abdel-Rahman, A.H.Y., Soad, A.M.Y., (1975).** Mastic as antioxidant. *Journal of the American Oil Chemists Society* 52, 423.
- 3- **Abdelwahab, A., Bouhlel, I., Skandrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guiraud, P., Steiman, R., Mariotte, AM., Ghedira, K., Laporte, F., Dijoux-Franca, M-G., Chekir-Ghedira, L. (2006).** Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1, 2, 3, 4, 6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*. Confirmation by microarray expression profiling, *Chemico-Biological Interactions* 165, 1-13.
- 4- **Adlouni A. (2010).** Huile d'argane: de la nutrition à la sante. *Phytothérapie* (8)89-97.
- 5- **Adrian, J., Potus. J., Frangne. R., (1999).** La Science Alimentaire de A et Z. Lavoisier TEC & DOC éd, Paris.
- 6- **AFSSA (2001)** Rapport relatif à l'équivalence en substance de l'huile d'argane avec d'autres huiles alimentaires.
- 7- **Aït youssef, M. (2006).** Plantes médicinales de cabylie, Paris, pp : 260-262.
- 8- **Ali-Shtayeh, M.S., Abu Ghdeib, S.I., (1999).** Antifungal activity of plant extract against dermatophytes. *Mycoses* 42, 665-672.
- 9- **Ali-Shtayeh, M.S., Yaniv, Z., Mahajna, J., (2000).** Ethnobotanical survey in the palestinian area: a classification of the healing potential of medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 73, 221-232.
- 10- **Al-said, M.S., Ageel, A. M., Parmar, N. S., Tarik, M., (1986).** Evaluation of mastic a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity. *Journal of Ethnopharmacology* 15, 271-278.
- 11- **Amirouche R., (2008).** Flore spontanée d'Algérie et ressources phytogénétiques. Caractérisation et stratégie de conservation. *Biotech 2008, XI<sup>es</sup> Journées Scientifiques du réseau « Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire »* de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes, France. Page 11-12.
- 12- **APS, (2013).** [leconews.com/fr](http://leconews.com/fr). du 20 janvier 2013.
- 13- **Arbonnier, M. (2002).** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Pont-sur-Yonne (France): CIRAD/MNHN, p. 574

- 14-Baudière A., Monange Y., Gauquelin Th. (2002).** Le Monde des Plantes; Intermédiaire des Botanistes, Toulouse; N° 477, pp2 – 5
- 15-Baytop, T., (1984).** Therapy with medicinal plants in turkey (past and present). Vol. 3255, 1st ed. Istanbul:Publications of the Istanbul university. pp 305.
- 16-Belfadel F.Z. (2009).** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus L.*, caractéristiques physicochimiques et effet biologiques (effet cicatrisant chez le rat). Magister en chimie organique, Université Mentouri, Constantine, 144p.
- 17-Bellakhdar, J., (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris, P. 764.
- 18-Benabid H. (2009)** Caractérisation de l'huile d'olive algérienne Apports des méthodes chimiométriques. *Thèse de doctorat (Sciences Alimentaires) université mentouri de constantine, institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires.*
- 19-Ben Chikh M. et Jemaï Z., 1999.** Extraction des huiles de lentisque et de Myrte dans la Kroumirie. Projet de fin d'étude. Institut Sylvo-Pastoral de Tabarka- Tunisie. 123p.
- 20-Bennaniba M.T. (2003).** Epoxydation de l'huile de tournesol et application à la stabilisation thermique polychlorure de vinyle. Thèse soutenue le 24-04-2003. PP : 25-27
- 21-Benhammou, N., Bekkara, F.A, Kadifkova Panaskova, T. (2008).** Antioxidant and antimicrobial of the *Pistacia Lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. African journal of pharmacy and pharmacologie vol.2(2) pp. 022-08, April, 2008
- 22-Benmehdi I., 2003 -** Etude écologique de deux espèces caractéristiques des matorrals de la région de Tlemcen le cas de *Pistacia lentiscus* et *Lavandula dentata*. Mém. D'Ing. Ecol. Vég. Univ. Tlemcen. 164 p.
- 23-Bensegueni, A., (2007).** Les onguents traditionnels dans le traitement des plaies et des brûlures. Thèse d'Etat en sciences vétérinaires. Université Mentouri. Constantine. p. 21-22.
- 24-Ben Tekaya I., Hassouna M. (2005)** Etude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* (12) 5-6, 447-454.
- 25-Boelens M.H et Jimenez R. (1991).** Chemical composition of the essential oils from the gum and from various parts of *Pistacia lentiscus L.* (mastic gum tree). Flavor frag. J.6 : 271-275. Doi : 10.1002/ffj.2730060406.

- 26- Bonnier G. et Douin R., (1934).** Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement. Paris. 12 tommes. 120 fasc., 721 p.
- 27- Bonnier G. et Douin R., (1990)-** La grande flore en couleurs. Ed. Belin. Paris. Belin "3". Pp: 214. Belin "4". Pp: 892.
- 28- Boscou, D. (1996)** Olive Oil Composition. In Olive Oil: Chemistry and Technology. AOACS Press, USA, 52-83, 85-127.
- 29- Boukef, M. K. (1986).** Les plantes dans la médecine traditionnelle, Tunisie. A.C. C. T. Paris.
- 30- Boukeloua, A. (2009).** Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base de l'huile de *Pistacia lentiscus L.* thèse de magister mémoire en Biologie. Spécialité : Biotechnologie végétal. Université Mentouri Constantine.
- 31- Bouteldj F. et Kadjoudj Z (2013).** Etude des paramètres physico-chimiques de l'huile de fruits de pistachier lentisque : *Pistacia lentiscus L.* (Drou) de Mila et de Jijel. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Nutrition et en Technologies Agro-Alimentaires, I.N.A.T.A.A. Université Constantine1, 68 p.
- 32- Brisson G.J. (1982).** In : « Corps gras alimentaires et autres composés lipidiques : la signification des mots ». Lipides et nutrition humaine. Ed : Les presses de l'université Laval. 10-12.
- 33- Camps, G. et Faber, H. (1953).** «L'olivier et huile dans l'agri que romaine» Ed : imprimerie officielle, Alger.
- 34- Cardon D. et Chatenet G. du, (1990).** Guide des teintures naturelles. Plantes-Lichens, Champignons, Mollusques et insectes. Les Guides du Naturaliste. Delachaux & Niestlé éd. Neuchâtel. 400 p.
- 35- Castola, V., Bighelli, A., Casanova, J., (2000):** Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus L.* from Corsica. Biochemical Systematics and Ecology 28, 79-88.
- 36- Charef M., Yousfi M., Saidi M., Stocker P., (2008)** Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria, Springerlink
- 37- Charrouf Z., Guillaume D. (2007)** Phenols and polyphenols from *Argania spinosa*. *American Journal of Food Technology.* (2), 679–683.

- 38- Chikhouné A., (2011).** Texture d'une margarine nouvellement formulée et effet des huiles incorporées (hydrogénées et interestérifiées). Mémoire de magister en sciences alimentaires. Option technologies alimentaires. I.N.A.T.A.A. Université Mentouri, Constantine. 164 p.
- 39- Conseil Oléicole International, (2003)** Trad Standard Applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC No.3. 25 June 2003.
- 40- Combe N, Rossignol-Castera A. (2010).** Vegetable oils and frying. *Cahiers de nutrition et diététique.* (45) 44-51.
- 41- Covas M. I., Ruiz-Gutiérrez V., de la Torre R., Kafatos A., Lamuela Raventos R., Criado, M.N. Motilva, M.J. Goni, M. et Romero, M.P. (2007)** Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from Arbequina and Farga cultivars. *Food chemistry*, 100: 748-755.
- 42- Cuvelier M., E., and Maillard M., N. (2012)** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oléagineux Corps Gras Lip.* (19) 2, 125-132.
- 43- Debruyne I. (1999).** **American soybean association (ASA) and institution de la GRASA. Refining short course Mendez, 26P.**
- 44- Dedoussis, G.V.Z., Kaliora, A.C., Psarras, S., Chiou, A., Mylona, A., Papadopoulos, N.G., Andrikopoulos, N.K., (2004).** Antiatherogenic effect of *Pistacia lentiscus* via GSH restoration and down regulation of CD36 mRNA expression. *Atherosclerosis* 174, 293-303.
- 45- DellaPenna D., Pogson B. J. (2006)** Vitamin synthesis in plants: tocopherols and carotenoids. *Annu Rev Plant Biol;* (57) 711-738.
- 46- Denise J. (1982)** Composition des huiles végétales alimentaires brutes in raffinage des corps gras. Paris : Mesthock, éd. Beffois ,1982.PP :80-100.
- 47- Djerrou, Z., Maamari, Z. Hamdi-Pacha, Y., Serakta, M., Riachi, F., Djaalab, H., Boukeloua, A. (2010)** Effect of virgin fatty oil of *Pistacia lentiscus* on experimental burn wound's healing in rabbits. *Afr. J. Trad. CAM.* 7(3): 258-263
- 48- Djerrou, Z., Hamdi-Pacha, Y., Belkhiri, A.M., Djaalab, H., Riachi, F., Serakta, M., Boukeloua, A., Maamari, Z. (2011)** Evaluation of *Pistacia lentiscus* fatty oil effects on glycemic index, liver functions and kidney functions of New Zealand rabbits. *Afr J. Tradit Complement Altern Med.* 8(S): 214-219.
- 49- Dorvault F.L.M., (1928).** L'officine ou répertoire général de pharmacie pratique. 17<sup>ème</sup> édition. Vigot frères éd. Paris. 2012 p.

- 50-Duru, M.E., Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Harmadar, M., Izumi, S., Hirata, T.,** 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three Pistacia species. *Fitoterapia* 74, 170-176.
- 51-Dweck, A.C. (2002).** Herbal medicine for the skin. Their chemistry and effects of skin and mucous membranes. *Personal Care Magazine* 3 (2): 19-21 p.
- 52-El Hamrouni A. (2001).** Projet de conservation des Zones Humides Littorales et des Ecosystèmes côtiers du Cap-Bon.
- 53-Epoune lingome C., (2011).** Nouveaux agro tensioactifs glycolipidiques: synthèse, propriétés physico-chimiques et application en polymérisation. Thèse doctorat en chimie, l'institut national des sciences appliquées de Lyon. 282 p
- 54-Evrard J., Pages X. P. X., Argenson C., and Morin O. (2007)** Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza. *Cah. Nutr. Diet.* (42) 1, 13-23.
- 55-FAO, (1979).** Manuel of food quality contrl. ED: 3 commodities. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome. 409p
- 56-Fedeli E., (1977)** Lipids of olives in Progress in the chemistry of Fats and Other Lipids, edited by R.T. Hilman, Academic Press, *Oxford*, 57-62.
- 57-Feidemann J., (2005).** World Spices Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy Springer Verlag, Berlin. Heidelberg, European Union, p 196
- 58-Féret J-B., (2009).** Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie. Spécialité mesures physiques en télédétection. École doctorale des sciences de l'environnement d'Ile de France. 200p.
- 59-François R. (1974)** Les industries des corps gras. Ed Lavoisier : Paris, 1974. PP : 32-138.
- 60-Gandul-Rojas, B. et Mínguez-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.
- 61-Garcia, J.M. Yousfi, K. Mateos, R. Olmo, M. et Cert, A. (2001)** Reduction of oil bitterness by heating of olive (*Olea europaea* fruits). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4231-4235.
- 62-Gharby S. (2012).** Contribution a la valorisation de l'huile d'argane. Influence de l'origine du fruit (terroir, forme) et de la méthode d'extraction sur la composition chimique, les caractéristiques organoleptiques et la stabilité de l'huile d'argane. Thèse

- de doctorat. Discipline : Chimie Organique. Spécialité : Phytochimie. Université Mohammed V-Agdal. Faculté des sciences. Rabat. 241p.
- 63- Gaussen H., Leroy, J.F., Ozenda, P.,** (1982). Précis de Botanique. 2 – Les Végétaux Supérieurs, Ed. Masson, 2ème édition, pp.579.
- 64- Goacolou J., F. Ducluzeau,** (2004) Les huiles alimentaires. INRA. Centre de recherche de Jouy-en-Josas.
- 65- Godet J.D.,** 2007- Arbres et arbustes aux quatre saisons. 2ème édit. Paris. P : 136.
- 66- Gross, MD. (2008).** Lipids, Oxidation, and Cardiovascular Disease. *Atherosclerosis and Oxidant Stress*. Book Chapter P. pp: 79-95. Ed Springer US.
- 67- Guillard, J.C.** (2003) Répartition des vitamines dans la nature. In : Les vitamines dans les Industries Agro- Alimentaires. Bourgeois, C. Ed. : Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 40-52.
- 68- Guignard, J.L., Dupont, F. (2004).** Botanique : Systématique moléculaire, 13eme édition. Paris : Masson.
- 69- Graille J., (2003).** Lipides et corps gras alimentaires-Paris : tec et doc, 2003.PP :1-35.ISBN 2674306059467.
- 70- Guyot, M. (1992).** Systématique des Angiospermes. Lomé (Togo): Presses Editogo.
- 71- Hamilton, R.J., Rossel, J.B.,** "Analysis of Oils and Fats", Ed. Elsevier Applied Science Publisher, Londres, V.A, (1986), 155.
- 72- Hamlat, N. et Hassani, A. (2008).** Analyse des flavonoïdes présents dans les feuilles du lentisque par les méthodes chromatographiques. Biotech 2008, XI<sup>es</sup> Journées Scientifiques du réseau « Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire » de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes, France. Page 46.
- 73- Harwood, J. et Aparicio, R. (2000).** Handbook of olive oil – Analysis and properties, An Aspen publication, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 1-513.
- 74- Harwood J., Ramon A. (2000).** Handbook of olive oil – Analysis and properties, *An Aspen publication, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 1-513.*
- 75- Hepper F.N. (1990).** Pharao'Flowers. The Botanical Treasures of Tutankhamun, Ed. HSMO, Londres. 80 p.
- 76- Hilali, M., Charrouf, Z., El Aziz Soulhi, A., Hachimi, L. et Guillaume, D. (2005).** Influence of origin and extraction method on argan oil physico-chemical characteristics and composition. *J. Agric. Food Chem.* (53) 2081-2087.

- 77- Hilali M.** (2008). Contribution à la valorisation de l'arganier (*Argania spinosa* (L.,) sapotaceae) : Etude de la composition chimique de l'huile d'argane en fonction de son mode d'extraction et de son origine de production. Analyse multicritère pour la recherche d'adultération de l'huile d'argane. Etude des composés phénoliques de la pulpe du fruit de l'arganier. *Thèse de Doctorat National, Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal.*
- 78- Hmimsa, Y.,** (2004). L'agro biodiversité dans les agrosystèmes traditionnels de montagnes : Cas du Rif marocain. Mémoire de troisième cycle. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 100 pp.
- 79- Huwez, F.U., Al-Habbal, M.J.,** (1986). Mastic in the treatment of benign gastric ulcers. *Gastroenterologia Japonica* 21, 273-274.
- 80- ISO 3961 : (1996).** Corps gras d'origines animale et végétale - Détermination de l'indice d'iode.
- 81- ISO 662 : (1998).** Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles.
- 82- ISO 663 : (2000).** Corps gras d'origines animale et végétale -- Détermination de la teneur en impuretés insolubles.
- 83- ISO 5508 : (2000).** Corps gras d'origines animale et végétale – détermination de la composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse. Ed : 2.
- 84- ISO 3960 : (2001).** Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice de peroxyde.
- 85- ISO 3657 : (2002).** Corps gras d'origines animale et végétale -- Détermination de l'indice de saponification.
- 86- ISO 660 : (2003).** Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.
- 87- Janakat, S., Al-Merie, H.,** (2002). Evaluation of hepatoprotective effect of *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia* and *Nicotiana glauca*. *Journal of Ethnopharmacology* 83, 135-138.
- 88- Julve Ph (1998).** Base flore. Index botanique, écologique et chronologique de la flore de France
- 89- Karleskind A.,** (1992). Manuel des corps gras.Tome2. Ed tec et doc, Lavoisier : Paris, 1992.PP : 1571-1578. ISBN 2-85206-662-9
- 90- Karleskind A. et Wolff J.P.** (1992). Manuel des corps gras. Ed: Tech et Doc. 1579p.
- 91- Katan, MB. Zock, PL. et Mensink, RP. (1994).** Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *Amer. J. Clin. Nutr.* 60 (6 Suppl): 1017S–22S

- 92- Kessous** (1993). Biochimie structural. Document en science médicale. Ed. ODU, 1993.
- 93- Kiritsakis, A.K. (1998).** Composition of olive oil. In Olive Oil from the tree to the table. Second Edition. Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, 006611, USA. pp. 113-154.
- 94- Kiritsakis, A. et Markakis, P. (1987)** Olive oil: a review. *Adv. Food Res*, 31: 453-482.
- 95- Kordali. S., Cakir, A., Zengin, H., Duru, M.E., (2003).** Antifungal activities of the leaves of three Pistacia species grown in turkey. *Fitoterapia* 74, 164-167.
- 96- Kokwaro, J. O., et J. B. Gillett (1980).** Notes on the Anacardiaceae of eastern Africa. *Kew Bulletin* 34: 745 – 760.
- 97- Kokwaro. J. O. (1986).** *Anacardiaceae*. In: Polhill, R. M. (Editor), 1986. Flora of Tropical East Africa. Rotterdam (Netherlands): A. A. Balkema. 59 p.
- 98- Lanfranchi, Fr. (de) et Bui, Thi Maï (1998).** L'oléastre et le lentisque, plantes oléagineuses sauvages dans l'économie néolithique en Corse et en Sardaigne. In Balmuth V.M. & R.H. Tykot, Sardinian and Aegean Chronology: *Towards the Resolution of Relative and Absolute Dating in the Mediterranean*. Studies in Sardinian Archaeology. Oxbow Book éd., Oxford : 103-110.
- 99- Lanfranchi, Fr. (de), Bui, Thi Maï et Girard M., (1999).** La fabrication d'huile de lentisque (listincu ou Chessa) en Sardaigne. *JATBA, Revue d'ethnobiologie*, 1999, vol.41 (2) : 81-100.
- 100- Lecerf, J.-M. (2011).** Les huiles végétales particularités et utilités. *Médecine des maladies Métaboliques* (5) 3, 257-262.
- 101- Legrand P. (2010).** Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatifs à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras.
- 102- Leprieur, M. (1860).** Journal de médecine, chirurgie et de pharmacie, 3ème volume, Publié par la société de science médicale et naturelle de Bruxelles, p. 614-615.
- 103- Lev, E., Amar, Z., (2000).** Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold in Israel at the end of the 20th century. *Journal of Ethnopharmacology* 72, 191-205.
- 104- Lewkowitsch J. et Bontoux E., 1909.** Technologie et analyses chimiques des huiles, graisses et cires, T. II, éd. Dunod. Paris : 563-1423.
- 105- Lindley, J. (1830).** An introduction to the Natural System of Botany. Longman, Rees, Orme, Brown and Green, London, England.

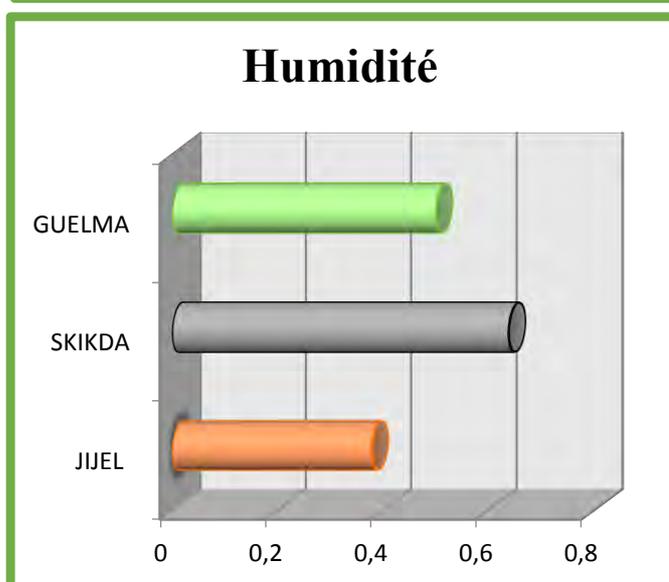
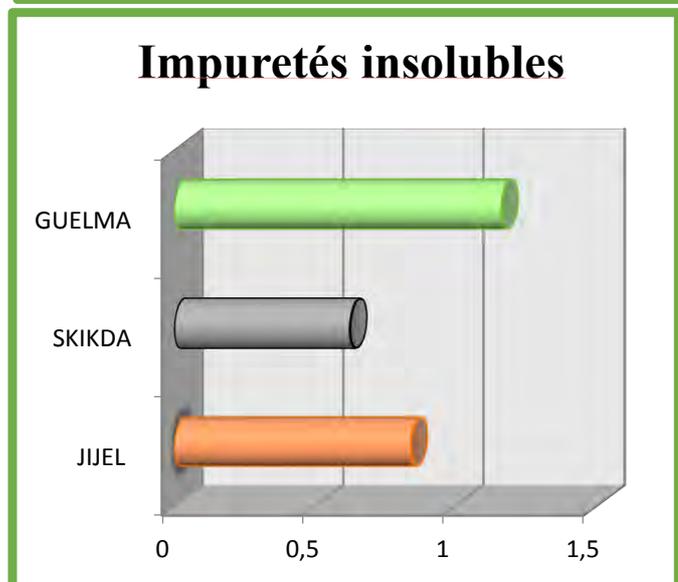
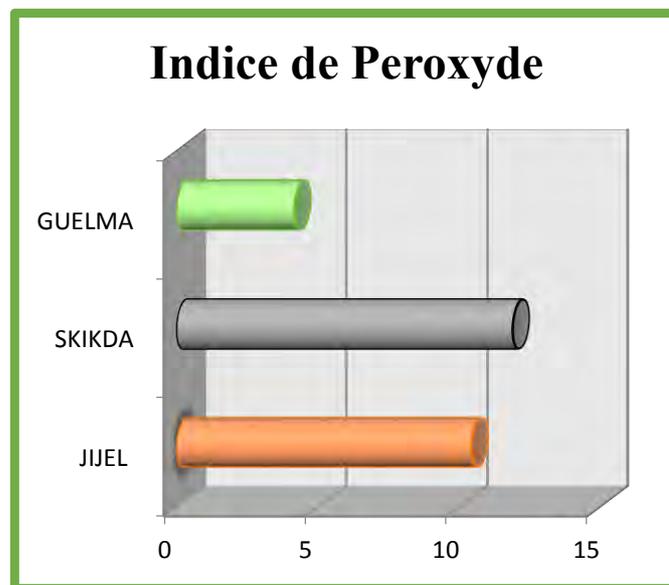
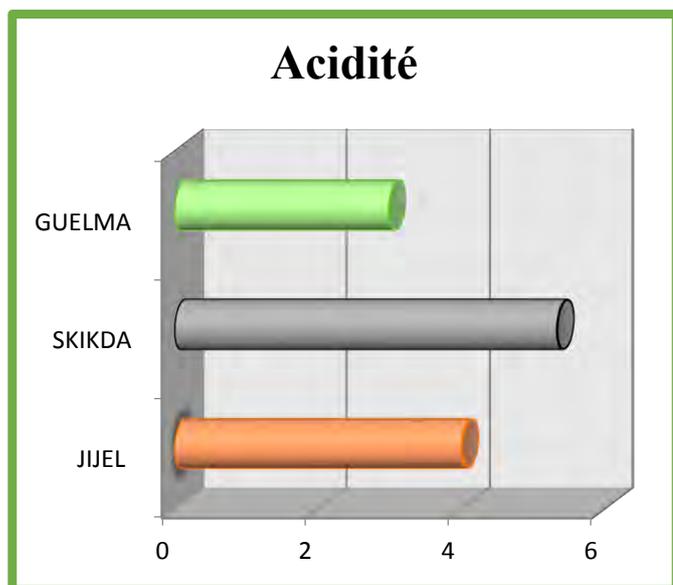
- 106- **Loden, M. et Andersson, AC. (1996).** Effect of topically applied lipids on surfactant-irritated skin. *British Journal of Dermatology*. 1345(2): 215-260 (6).
- 107- **Mabberley, D.J. (1987).** *The Plant Book (A portable dictionary of the higher plants)*. Cambridge : University Press.
- 108- **Mac-Oils (2009).** Sixth framework programme priority 5 food quality and safety priority, call 4-c specific support action. Mapping and Comparing Oils. *The scientific handbook*.
- 109- **Magiatis, P., Melliou, E., Skaltsounis, A.L., Chinou, I.B., Mitaku, S., (1999).** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *Planta Med.* 65, 749-751.
- 110- **Marmesat S., Morales A., Velasco J., Ruiz-Méndez M. V. et Dobarganes M. C. (2009).** Relationship between changes in peroxide value and conjugated dienes during oxidation of sunflower oils with different degree of unsaturation. *Grasas y Aceites*, (60) 2, 155-160.
- 111- **Marone, P., Bono, L., Leone, E., Bona, S., Carretto, E., Perversi, L., (2001).** Bactericidal activity of *Pistacia lentiscus* mastic gum against *Helicobacter pylori*. *Journal of Chemotherapy* 13, 611-614.
- 112- **Martin A. (2001).** Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) pour la population française. 3ème édition. Editions *Tec &Doc*.
- 113- **Mekni N. (2011).** GC/MS Chemical Analysis of *Pistacia lentiscus* fatty oil from the north of Tunisia. *Faculty of Science of Tunis, Tunisia*, 3(4): 2245-2248.
- 114- **Mezni F., Maaroufi A., Msallem M., Khouja M.L. et Khaldi A (2012).** Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (39): 5266-5271.
- 115- **Mínguez-Mosquera, M.I. Rejano-Navarro, L. Gandul-Rojas, B. Sánchez-Gómez, A.H. et Garrido-Fernández, J. (1991).** Color pigment correlation in virgin oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68: 332-336.
- 116- **Mitcheh A., (1986).** *Tous les Arbres de nos Forêts*, édition Bordas, p 319
- 117- **Mohtadji C. (1989).** *Les aliments*. Ed Maloine : Paris, 1989. 94P. ISBN 2-224-018894
- 118- **More D. et White J., (2005).** *Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde*, Flammarion, pp 18 ; 797
- 119- **Morelle, J., (1988).** "Peroxydes Lipidiques, Radicaux Libres, Vieillessement et Lipoaminoacide", *Parf. Cosm. Arômes*, V.80, (1988), 91-904.

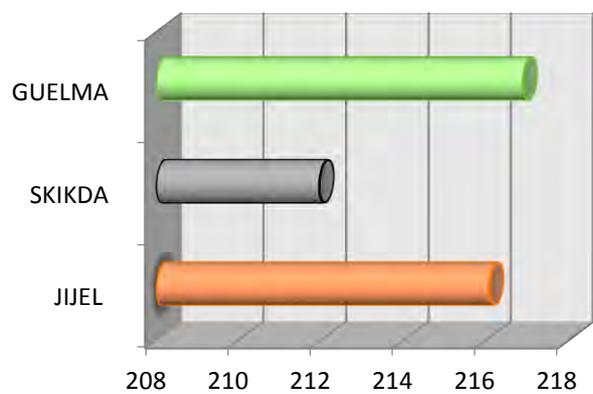
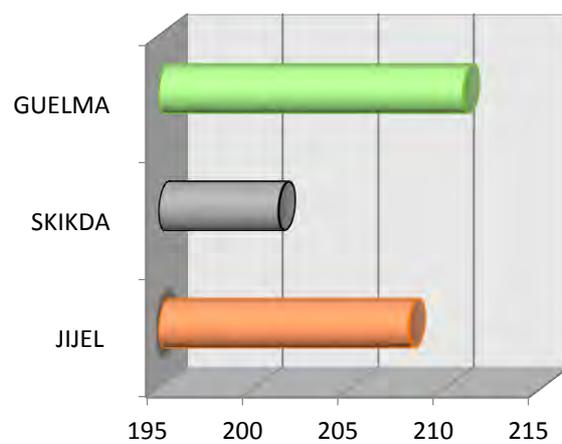
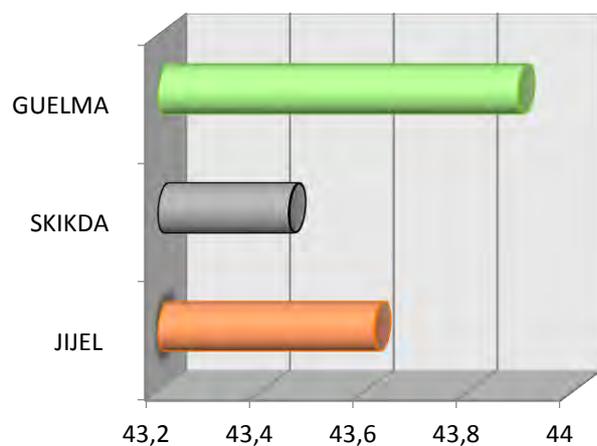
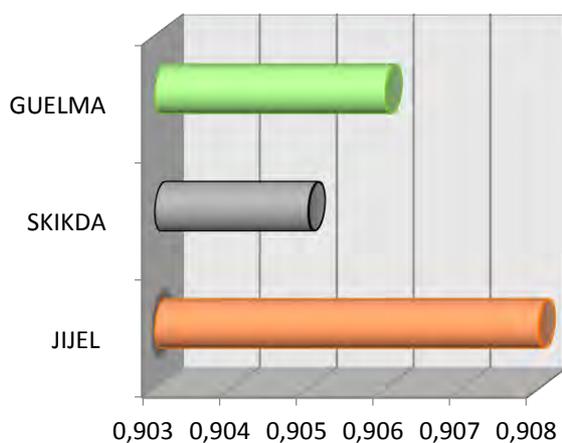
- 120- **Naudet M.** (1988). Corps gras. Dans : Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés. K 330 1
- 121- **Ollé M.** (2002). Analyse des corps gras. Dans : Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés. P 3 325 – 2.
- 122- **Ollivier, D.** (2003). Recherche d'adultération dans les huiles végétales : application à la qualité des huiles vierges et notamment de l'huile d'olive. OCL, Vol 10(4) : 315-320.
- 123- **Ouelmouhoub, S.** (2005). Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).
- 124- **Palahi M., Briot Y., Bravo F. et Corriz E., (2009).** Modelling vallying and managing Mediterranean. Forest ecosystems for Non timber. Goods and services.european forest institut. Proceeding N°57. 195 p.
- 125- **Paull, R.E. et Chen, N.J.** (2000) Heat treatment and fruit ripening. Postharvest. Biology and Technology, 21: 21-37.
- 126- **Pell, S.K. (2004).** Molecular systematics of the cashew family (Anacardiaceae). Thèse de Doctorat. St Andrews Presbyterian College, p. 207.
- 127- **Perrin. J.L,** (1992) Manuel des Corps Gras, tome 2. Ed. Technique et documentation Lavoisier, 1992, Paris
- 128- **Piironen V., Lindsay D. G., Miettinen T. A., Toivo J. and Lampi A. M.** (2000) Review Plant sterols: Biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *J. Sci. Food Agric.* (80) 939-966.
- 129- **Quezel P., 2000** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis. Press. Paris. Pp : 13-117.
- 130- **Quezel P. et Santa S.,** (1962-1993) - Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S., 2 volumes. 1170p.
- 131- **Reboul E., Thap S., Perrott E., Amiot M. J., Iairon, D. and Borel P.** (2007) Effect of themain dietary antioxidants (carotenoids,  $\gamma$ -tocopherol, polyphenols, and vitamin C) on  $\alpha$ -tocopherol absorption. *Eur. J. Clin. Nutr.* (61) 1167–1173.
- 132- **Reiter E., Jiang Q. and Christen S.** (2007) Anti-inflammatory properties of  $\alpha$ - and  $\gamma$  -tocopherol. *Mol. Asp. Med.* (28) 668–691.
- 133- **Ringuette S.** (1999). Études des triglycérides et de leurs mélanges par calorimétrie et diffraction des rayons X. Faculté des études supérieures de l'Université Laval.

- 134- **Rivera-Nuñez D. et Obón de Castro C., (1991).** La guía de incafo de las plantas utiles y venenosas de la peninsula Iberica y baleares (excluidas medicinales). Incafo éd. Madrid. 1257 p.
- 135- **Rjaibi N. (1996).** Contribution à l'étude phytoécologique, socio-économique, ethnobotanique et de production des écosystèmes à *Myrtus communis* et à *Pistacia lentiscus* dans la région d'El Hammam- Tabarka. Mémoire de troisième cycle. ENFI-Maroc. 102p.
- 136- **Rouessac F et Rouessac A. (2000).** Analyse chimique : méthodes et techniques instrumentales modernes. Ed : Dunod. 430p.
- 137- **Saadoun S.N., 2002 -** Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *Atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. Natural Resources Laboratory, Cité des 300 Logements, Bt. F2, No. 183, Boukhalfa, Tizi-Ouzou, Algérie. Options Méditerranéennes, Série A, N°63. P 371.
- 138- **Said, O., Khalil, K., Fluder, S., Azaizeh, H., (2002).** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. Journal of Ethnopharmacology 83, 251-265.
- 139- **Saidi Y. et Hasnaoui F., 2003.** Rapport d'activités du laboratoire de biotechnologie. ISP Tabarka.25p.
- 140- **Saidi Y. Hasnaoui F. et Hasnaoui B., 2009.** Production potentiality in fruits, biomass, oil, essential oil and medicinal properties of the mastic tree (*Pistacia lentiscus*) in Kroumirie, N-W Tunisia. EFI Proceeding No. 57, 2009.
- 141- **Salas J. J., Bootello M. A., Martinez-Force E., Garces R., (2009)** "Tropical vegetable fats and butters: properties and new alternatives", *OCL*, **2009**, *16*, 254-258
- 142- **Scriban R (1988).** Les industries agricoles et alimentaires, progrès des sciences et technique.Ed tec et doc : Lavoisier ,1988.
- 143- **Seigue A., 1985-** La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Edit. Maison neuve et Larose. Paris. P : 138.
- 144- **Siger, A. Nogala-Kalucka, M. and Lampart-Szczapa, E. (2008).** The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. J. Food Lipids. 15: 137-149 p.
- 145- **SNIMA : Service de normalisation industrielle (2003).** Corps gras d'origine animale et végétale- Huiles d'argane. Spécifications, Norme Marocaine NM 08.5.090. Rabat (Morocco)

- 146- **Somson E., 1987-** Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Facul Sci. Univ. Alger. I.N. Agronomique. El Harrach (Alger). 143 p.
- 147- **Tchiégang C., Ngo O. M., Dandjouma A., et Lapse C. (2004).** Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de ricinodendron heudelotti (Bail.) pierre ex pax pendant La conservation à température ambiante. J. Food Eng. (62) 69-77.
- 148- **Tela Botanica., (2011)-** *Pistacia lentiscus*. Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France par Benoît Bock. BDNFF v4.02 <http://www.tela-botanica.org>.
- 149- **Thorne R.F. et ReveaL J.L., (2007) -** An updated classification of the class Magnolipsida (Angiospermae). Bot.Rev. 73(2). Pp: 67-182.
- 150- **Torkelson A. R., (1996).** The Cross Name Index to Medicinal Plants, CRC Press, p 1160
- 151- **Touisot P. (1974).** Biochimie structural : lipide. Ed. Simep Vilombranne, 1974.
- 152- **Torres, M.M. et Maestri, D.M. (2006).** The effects of genotype and extraction methods on chemical composition of virgin olive oils from Traslasierra Valley (Córdoba, Argentina). *Food Chemistry*, 96: 507-511.
- 153- **Trabelsi, H., Cherif, O.A, Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barrouh, N., Boukhchibna, S et Mayer, P. (2012).** Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia Lentiscus* L. growing wild in Tunisia. *Food Chemistry* 131 (2012) 434-440
- 154- **Tsimidou, M. Papadopoulos, G. et Boskou, D. (1992).** Determination of phenolic compounds in virgin olive oil by reverse-phase HPLC with emphasis on UV detection. *Food Chemistry*, 44: 53-60.
- 155- **Tuzlaci, E., Aymaz, P.E., (2001).** Turkish folk medicinal plants, Part IV: (Gonen (Bahkesir). *Fitoterapia* 72, 323-343.
- 156- **Uzzan, A. (1992).** «Olive et huile d'olive». In «Manuel des corps gras» Karleskind, A. Tome 1, Ed : Lavoisier, Paris, 221-228.
- 157- **Verleyen, T. (2002).** Stability of minor components during vegetable oil refining. Applied biological sciences: *Chemistry. University of Gent. Gant.* 277.
- 158- **Vignerón P.Y., Caigniez J., Stoclin B., and Bregnard J. P. (2006)** L'huile de colza : une huile multi usages en devenir. *Oléagineux Corps Gras Lipides* (13)363-367.

- 159- Villar, A., Sanz, M.J., Payo, .M., (1987). Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L. Int J Crude Drug Res 25, 1-3.
- 160- Wagne, IB. (1999). Contribution à l'étude physico-chimique et biochimique de l'huile extradite de *Pistacia lentiscus*. Department of Biology, University of Annaba, Algeria, Master thesis, p72.
- 161- Waterman, E. et Lockwood, B. (2007). Active components and clinical application of olive oil. Alternative Medecine Review: 12(4): 331-342 p.
- 162- Wolf-J.P (1968). Manuel des corps gras. Edition Azoulay, Paris 1968.
- 163- Zohary M. (1952). A monographical study of the genus *Pistacia*. Palestine J. of Bot. Jerusalem. Series, 5: 187-228.
- 164- Zrira, S., Elamrani, A., Benjilali, B. (2003). Chimical composition of the essential oil of *Pistacia Lentiscus* L. from Morocco –A seasonal variation. Flavour and Fragrance Journal, 18: 475-480.

*Annexe 1. Moyennes des paramètres d'altération pour les échantillons des trois régions*

*Annexe 2 : Moyennes des paramètres de structure pour les échantillons des trois régions***L'indice de saponification****L'indice d'Ester****L'indice d'Iode****Densité**

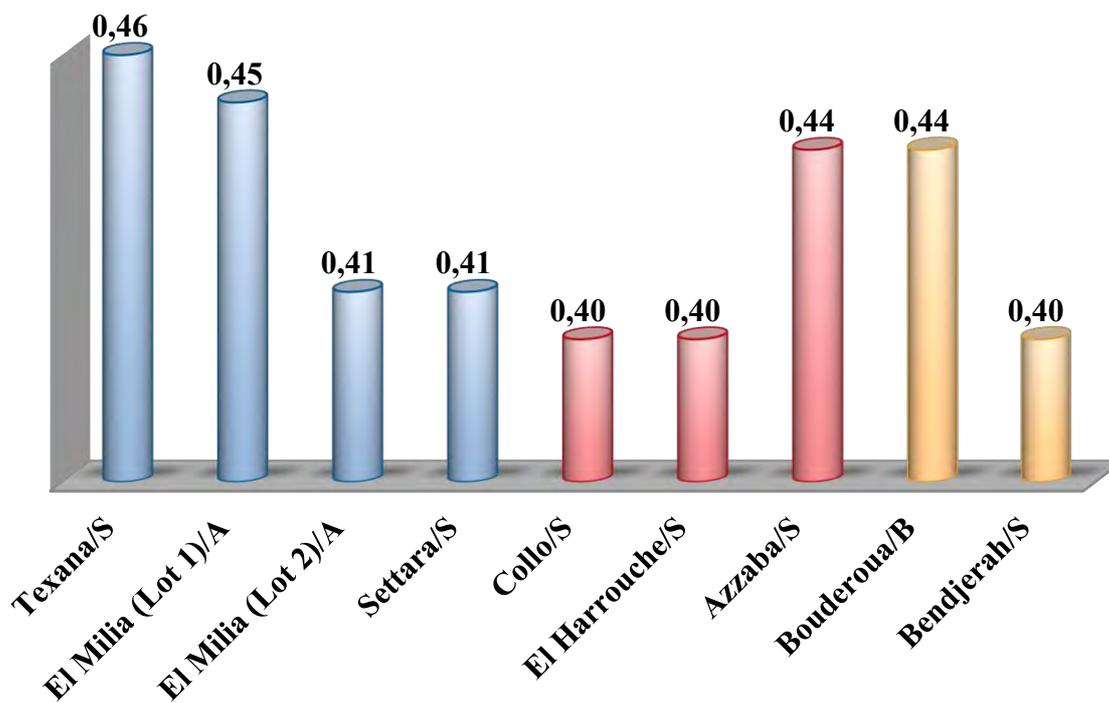
Annexe 3 : Matrice de corrélation des Acides Gras (Pearson (n))

Variables	Humidité	Indice de peroxyde	Indice de saponification	Acidité	Indice d'ester	Indice d'iode	Impuretés insolubles	densité	Chlorophylle totale	Acides gras saturés	Acides gras insaturés	Acide oléique
Humidité												
Indice de peroxyde	-0,480											
Indice de saponification	0,372	<b><u>-0,710</u></b>										
Acidité	0,582	0,001	0,218									
Indice d'ester	0,178	<b><u>-0,723</u></b>	<b><u>0,942</u></b>	-0,122								
Indice d'iode	-0,179	0,189	-0,089	0,258	-0,180							
Impuretés insolubles	-0,187	0,013	0,163	-0,066	0,188	0,485						
densité	<b><u>-0,881</u></b>	0,430	-0,315	-0,329	-0,207	0,551	0,353					
Chlorophylle totale	0,232	0,310	-0,289	0,453	-0,449	0,075	-0,334	-0,297				
Acides gras saturés	-0,419	0,245	-0,153	-0,416	-0,012	-0,543	0,280	0,168	-0,353			
Acides gras insaturés	0,423	-0,288	0,182	0,384	0,054	0,533	-0,270	-0,169	0,285	<b><u>-0,997</u></b>		
Acide oléique	<b><u>0,796</u></b>	-0,379	0,262	0,334	0,151	-0,264	0,091	<b><u>-0,791</u></b>	0,361	-0,058	0,043	

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,05$

## Annexe 4. Moyennes des Acides Gras

WILAYA	JIJEL				SKIKDA			GUELMA	
ECHANTILLON	Texana	El Milia Lot1	El Milia Lot 2	Setara	Collo	El Harrouche	Azzaba	Bouderoua	Bendjerrah
CODE ECHANTILLON	Texana/S	El Milia (Lot 1)/A	El Milia (Lot 2)/A	Settara/S	Collo/S	El Harrouche/S	Azzaba/S	Bouderoua/B	Bendjerah/S
<b>Acide Palmitoléique C16 :1</b>	2,300	2,900	2,560	2,550	2,630	2,410	1,650	2,180	1,800
<b>Acide Palmitique C16 :0</b>	30,42	29,66	27,56	27,64	27,05	27,26	29,52	29,39	27,43
<b>Acide Linoléique C18 :2</b>	19,62	21,71	27,16	22,86	20,91	20,03	21,72	18,62	23,29
<b>Acide Oléique C18 :1</b>	44,55	42,28	39,41	43,76	45,77	47,40	44,42	46,80	44,86
<b>Acide Oléique Trans C18 :1</b>	1,810	1,990	1,850	1,560	2,050	1,490	1,420	1,630	1,410
<b>Acide Stéarique C18 :0</b>	1,040	1,210	1,180	1,080	1,310	1,170	1,030	1,160	0,940
<b>Acide Arachidique C20 :0</b>	0,130	0,130	0,160	0,130	0,160	0,130	0,130	0,110	0,140
<b>Acide Eicosénoïque C20 :1</b>	0,130	0,120	0,120	0,130	0,130	0,120	0,120	0,110	0,130
<b>∑ Acides Gras Insaturés (AGI)</b>	68,41	69,00	71,10	70,86	71,49	71,45	69,33	69,34	71,49
<b>∑ Acides Gras Saturés (AGS)</b>	31,59	31,00	28,90	29,15	28,52	28,56	60,68	30,66	28,51
<b>AGS / AGI</b>	0,46	0,45	0,41	0,41	0,40	0,40	0,44	0,44	0,40

*Annexe 5 : Rapport acides gras saturés/ acides gras insaturés*

Annexe 6 : Matrice de corrélation des Acides Gras (Pearson (n))

Variables	C16 :1	C16 :0	C18 :2	C18 :1	C18 :1 T	C18 :0	C20 :0	C20 :1	$\Sigma$ (AGI)	$\Sigma$ (AGS)	AGS / AGI
C16 :1	1										
C16 :0	-0,130	1									
C18 :2	0,100	-0,429	1								
C18 :1	-0,318	-0,048	<b>-0,843</b>	1							
C18 :1 T	<b>0,781</b>	0,080	0,053	-0,366	1						
C18 :0	<b>0,752</b>	-0,250	-0,088	-0,025	<b>0,749</b>	1					
C20 :0	0,265	<b>-0,613</b>	<b>0,668</b>	-0,488	0,453	0,329	1				
C20 :1	0,047	-0,274	0,193	-0,069	0,095	-0,258	0,482	1			
$\Sigma$ (AGI)	0,062	<b>-0,996</b>	0,438	0,059	-0,157	0,162	<b>0,586</b>	0,298	1		
$\Sigma$ (AGS)	-0,062	<b>0,996</b>	-0,439	-0,058	0,156	-0,161	<b>-0,586</b>	-0,298	-1,000	1	
AGS / AGI	-0,029	<b>0,991</b>	-0,403	-0,104	0,200	-0,141	<b>-0,546</b>	-0,295	<b>-0,998</b>	<b>0,998</b>	1
Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05											

## لمخص

تعرف بصيلة " *Pistacia lentiscus L.* " كالأصل البليزنتيشرياكثرفي فيقوةالحر التيضلمتوسط، خاصفيالجزائر. حيث أنثم ارتعطيعدنضجها وعصرها فيتأيدعى "فيتلضرو" الذي يعرف بفوطئه الهامة فيالقدم.

فيلجزيائرييقىجنري وعصرثم ارتلضرووالتمشرخ خاصقبشرق للوطن وشاطقأيي، موسيها وذي مردويقخفضة. إن فيتلضروالذييستعملأسللكمادة طبيةنظزلغياهلجزياتوالشيطة، يباع بكم انتمفة.

نظرا لامتغالالتقنامي كثم ارتلضرو، والاقتمام التمزيدالولى له من طرفعوائالتالجزائرية فإن فيتلضرو صار موضوعاعقبيبتوقهالحتاللممي.

لقد علقنا من خلالبحثنا هذا على صبطخصائص فيتلضرو غيرالمعروف جيدالعامه، وهذا يقويم كمدى قيمي سفلينظية والكيهظية وتحيتريكيتالبيوليظية خاصة من حيث الأحماض الدهنية عبر «CPG»، لطلاقا من عيناتالزيت، جمعت من جهانمختلفة " فيجل مسلكددة قالمه" وحصلعليها بعدعصالثم ارتحسب طريققأيي مخته.

تؤكدالتحليلالمحصل فيها أنالمصدرلاجغوفي لايؤثرعلى القيمي سفلينظية للكيهظيةالزيت ال صيغى تريكيبه من حيث الأحماض الدهنية واليخضورلكن قتكونلطيقةاستخراجالزيت مالمثم ارت نأرعلى مؤشراتالموضة، بلليروكسييد "Peroxyde" وكذا فينسبةالرطوبة ومذاحتىبين ائالتستتبعفس طيقة الاستخراج.

بالرغم من القبوليات الموجدوقينالعينات من حيثنسبة الأحماض الدهنية التيحتويها فإننا نلاحظ على أن الأحماضالثالثة " Oléique و Palmitique و Linoléique " تصدريجيا الأحماض الدهنية الأخرى و هذا فيكلالعينات المروسةحتى و إن تبينلكنسبفيملينالعينات، وتكون معدلاها على الترتيب 4. . . %، 5.4 %، 55 % . كما نلاحظ ظهورشكل " trans C18 :1 " فيكلالالات وينسب هامة تصللى 5. %.

الصقإن فيتلضروي قدم خدمةجليةنظرا لميضيويه من أحماض دهنية غيالمشبعة، وكذا قويمه غنظية وتلقولويجة مرجوكتثرة.

## لكلمات للغة:

« *Pistachia Lentiscus L.* »، فيتلضرو، قيمي سفلينظية والكيهظية، أحماض دهنية فيخضور.

**ABSTRACT*****Oil mastic tree (*Pistacia Lentiscus L.*) in Eastern Algerian: Physico-chemical characteristics and fatty acid composition***

*Pistacia lentiscus L.* is an abundant plant species throughout the Mediterranean region, particularly in Algeria. Its mature fruits offer us through the olive oil mastic, whose virtues are important and long-known. In Algeria, the olive cultivation practiced mainly in the eastern region remains small-scale, seasonal and unprofitable. Mastic oil mainly used as a medicinal product seen its wealth of active molecules is sold at high prices.

Due to the progressive exploitation of the fruit of this species, and the interest paid to it more en more Algerian families, mastic oil has become a hot topic in the sphere of scientific research.

In this work, we are interested in the characterization of this little known oil, and that, by measuring its physicochemical parameters and biochemical composition including Fatty Acids (GC) from the collected oil samples different regions (Jijel, Skikda and Guelma) and extracted by different traditional methods.

Our results show that if the geographical origin does not influence the physico-chemical parameters or composition Fatty Acid and Chlorophylls, the extraction method can affect the acid indices, peroxide and on moisture in oil, even between families using the same method of extraction.

Despite the differences between samples on Fatty Acids values, it is reported that the levels of Oleic Acid, Palmitic Acid, Linoleic Acid, are the highest in all cases analyzed, although their values vary from one sample to another, and are respectively 44.5%, 28.5%, 22% on average. Note also the appearance of the *Trans* form (C18: 1*trans*) in all samples with high doses (up 2%).

Finally, it appears from this study presents a great advantage given its composition in fatty acids mono and polyunsaturated, elaborate nutritional and technological value.

**Keywords:** *Pistacia Lentiscus*, mastic oil, physicochemical parameter, Fatty Acids, Chlorophylls.

## RESUME

### *L'huile de lentisque (Pistacia Lentiscus L.) dans l'Est algérien : Caractéristiques physico-chimiques et composition en acides gras*

*Pistacia lentiscus L.* est une espèce végétale abondante dans toute la région méditerranéenne, notamment en Algérie. Ses fruits matures nous offrent à travers l'oléiculture l'huile de lentisque, dont les vertus sont importantes et connues depuis très longtemps. En Algérie, cette oléiculture pratiquée principalement dans la région Est demeure artisanale, saisonnière et peu rentable. L'huile de lentisque utilisée essentiellement comme produit médicinal vu sa richesse en molécules actives, se vend à des prix élevés.

Du fait de l'exploitation progressive du fruit de cette espèce, et l'intérêt que lui accordent de plus-en-plus les familles algériennes, l'huile de lentisque est devenue un sujet d'actualité dans la sphère de la recherche scientifique.

Dans ce travail, nous-nous sommes intéressés à la caractérisation de cette huile peu connue, et ce, en dosant ses paramètres physico-chimiques, et sa composition biochimique notamment en Acides Gras (par CPG) à partir d'échantillons d'huiles collectés de différentes régions (Jijel, Skikda et Guelma) et extraits selon différentes méthodes artisanales.

Nos résultats montrent que si l'origine géographique n'influence ni les paramètres physico-chimiques, ni la composition en Acide Gras et en Chlorophylles, la méthode d'extraction peut avoir des conséquences sur les indices d'Acide, de Peroxyde et sur l'humidité de l'huile, et ce même entre des familles utilisant la même méthode d'extraction.

En dépit des différences qui existent entre les échantillons en matière de valeurs d'Acides Gras, on signale que les teneurs en Acide Oléique, Acide Palmitique, Acide Linoléique, restent les plus élevées dans tous les cas analysés, même si leurs valeurs varient d'un échantillon à un autre, et sont respectivement 44.5%, 28.5%, 22% en moyenne. Notons aussi l'apparition de la forme trans (C18 :1 trans) dans tous les échantillons avec des doses importantes (jusqu'à 2%).

Il ressort enfin de cette étude présente un excellent profit vu sa composition en Acides Gras mono et polyinsaturé, une valeur nutritionnelle et technologique recherchée.

**Mots clés :** *Pistacia Lentiscus, Huile de lentisque, Paramètre physico-chimiques, Acides Gras, Chlorophylles.*