République Algérienne Démocratique Et Populaire

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE EL-HADJ LAKHDAR –BATNA-

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

en Technologie Alimentaire

Option : Qualité et Sécurité Alimentaire

Présenté par :

M^elle^ FERHAT Radhia

THEME

ETUDE DE LA FRACTION LIPIDIQUE ET LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES HUILES DES FRUITS DE : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L.

Devant le jury de soutenance :

➢ *M^me^ ALLOUI-LOMBARKIA O.*	*Prof, Université de Batna*	*Présidente*
➢ *M^r^ LAROUI S.*	*Maître de conf, Université de Batna*	*Rapporteur*
➢ *M^me^ ROUABAH-HAMBABA L.*	*Maître de conf, Université de Batna*	*Examinatrice*
➢ *M^r^ ZELLAGUI A.*	*Maître de conf, Université d'Oum El Bouagui*	*Examinateur*

Année Universitaire : 2007-2008

République Algérienne Démocratique Et Populaire

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE EL-HADJ LAKHDAR –BATNA-

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

en Technologie Alimentaire

Option : Qualité et Sécurité Alimentaire

Présenté par :

M^elle^ FERHAT Radhia

THEME

ETUDE DE LA FRACTION LIPIDIQUE ET LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES HUILES DES FRUITS DE : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L.

Devant le jury de soutenance :

➢ *M^me^ ALLOUI-LOMBARKIA O.*	*Prof, Université de Batna*	*Présidente*
➢ *M^r^ LAROUI S.*	*Maître de conf, Université de Batna*	*Rapporteur*
➢ *M^me^ ROUABAH-HAMBABA L.*	*Maître de conf, Université de Batna*	*Examinatrice*
➢ *M^r^ ZELLAGUI A.*	*Maître de conf, Université d'Oum El Bouagui*	*Examinateur*

Année Universitaire : 2007-2008

Remerciements

Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir procurer patience et volonté durant toutes les années de mes études.

Je tiens particulièrement à remercier vivement mon promoteur, Monsieur **Salah LAROUI,** maître de conférence à l'Université de Batna, pour ses conseils et ses remarques qui m'ont permis d'avancer dans mon travail. Je le remercie également pour les efforts qu'il a consentis durant la rédaction de ce mémoire et sa disponibilité.

*J*adresse mes remerciements à Monsieur **Mohamed ABDEDDAIM**, chargé de cours à l'Université de Batna, pour m'avoir accueilli au sein de son Laboratoire de Toxicologie Alimentaire du département d'Agronomie, de la faculté des Sciences de l'Université de Batna, pour ses orientations, ses conseils et pour les conditions techniques mises à ma disposition afin de réaliser ce travail.

*M*es vifs remerciements vont également à Madame le Professeur **Ourida ALLOUI-LOMBARKIA**, de l'Université de Batna, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'encadrer notre magister et de présider le jury de ce mémoire.

Je tiens particulièrement à exprimer mes remerciements à Madame **Leila ROUABAH-HAMBABA**, maître de conférence de l'Université de Batna et Monsieur **Amar ZELLAGUI**, chargé de cours de l'Université d'Oum El Bouagui pour avoir aimablement accepté de juger ce modeste travail.

*J*aimerais également exprimer ma gratitude aux Monsieurs **Yacine BADJA** et **Rachid TIR** du Laboratoire d'Analyse Organique Fonctionnelle de la faculté de Chimie de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédienne (U.S.T.H.B.) Alger**,** pour leur contribution et leur aide concernant la réalisation des analyses par CG / SM des huiles.

Je remercie également Monsieurs **Kamel BOUHIDAL**, **Salim FANTOUS** et **Adlane BELOUAM** pour leur disponibilité, leur gentillesse ainsi que leurs conseils tout le long de mon travail de mémoire.

*M*es sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de prés ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail. Je ne saurais remercier ici les personnes dont la collaboration a été essentielle pour la réalisation de certaines étapes de ce travail : Monsieurs **Ali BACHA**, **Fouad REKIK**, **Ali BENSID**, **Abdelaziz FERHAT**, **Salah BENSALAH**, **Abdelatif MESSAOUDI** et **Mohamed LAAMOURI**.

Je remercie mes collègues et mes amies pour leurs encouragements quant à la réalisation de ce mémoire, ainsi pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble.

Je ne saurais oublier toute ma famille, particulièrement mes parents, qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans cette épreuve que représente ce mémoire.

Table des matières

Table des illustrations

Figures

Tableaux

Introduction 02

Etude bibliographique

Premier chapitre

Données générales sur les espèces

***I – Données générales sur le Micocoulier Celtis australis* L.**

1- Historique et origine…… 06

2- Caractères généraux……..….. 06

3- Position taxonomique……... 07

4- Aire de répartition…… 08

5- Caractéristiques du fruit……... 08

6- Composition biochimique des micocoules…….. 09

7- Différentes utilisations du Micocoulier……... 09

***II – Données générales sur l'Azérolier Crataegus azarolus* L.**

1- Historique et origine……. 11

2- Caractères généraux…… 11

3- Position taxonomique……... 12

4- Aire de répartition…… 12

5- Caractéristiques du fruit……... 13

6- Composition biochimique des azéroles……..... 14

7- Différentes utilisations de l'Azérolier…….. 14

***III – Données générales sur l'Aubépine monogyne Crataegus monogyna* Jacq.**

1- Historique et origine…… 17

2- Caractères généraux…… 17

3- Position taxonomique……... 18

4- Aire de répartition…… 19

5- Caractéristiques du fruit……... 19

6- Composition biochimique des cenelles…… 19

7- Différentes utilisations de l'Aubépine monogyne……... 20

IV – Données générales sur l'Olivier de Bohème Elaeagnus angustifolia **L.**

1- Historique et origine…… 21

2- Caractères généraux……. 21

3- Position taxonomique…….. 23

4- Aire de répartition…… 24

5- Caractéristiques du fruit……... 24

6- Composition biochimique des fruits…… 25

7- Différentes utilisations de l'Olivier de Bohème ……. 25

V – Données générales sur le Jujubier sauvage Zizyphus lotus **L.**

1- Historique et origine…… 28

2- Caractères généraux……. 28

3- Position taxonomique…….. 29

4- Aire de répartition…… 29

5- Caractéristiques du fruit……... 30

6- Composition biochimique des jujubes……. 30

7- Différentes utilisations du Jujubier sauvage…… 31

Deuxième chapitre

Données générales sur les lipides et les huiles végétales

I – Lipides

1- Importance des matières grasses…… 35

2- Qu'est-ce que les matières grasses ?..... 36

3- Composition des matières grasses……... 36

II – Huiles végétales

1- Le marché des huiles végétales……... 39

2- Principe de fabrication des huiles végétales…… 40

3- Valeur nutritionnelle des huiles végétales…… 42

4- Analyse des huiles végétales…….. 43

Etude expérimentale

Premier chapitre

Matériel et méthodes

I- Matériel ……. 56

II- Méthodes analytiques……... 54

1. Détermination des paramètres physiques et de la teneur en eau……. 54

1.1. Paramètres physiques…… 54

1.2. Teneur en matière sèche…… 54

2. Détermination de la teneur en matière grasse et caractérisation physico-chimique des huiles végétales extraites……. 55

2.1. Teneur en matière grasse…….. 55

2.2. Caractérisation physico-chimique des huiles végétales…… 56

2.2.1. Caractérisation physique…… 56

2.2.1.1. Densité…… 56

2.2.1.2. Indice de réfraction……. 56

2.2.1.3. Couleur……..... 56

2.2.2. Caractérisation chimique……... 57

2.2.2.1. Indice d'acide et acidité…….. 57

2.2.2.2. Indice de saponification……. 58

2.2.2.3. Indice d'iode……... 58

2.2.2.4. Indice de peroxyde……. 59

2.2.2.5. Taux des insaponifiables…… 60

2.3. Composition en acides gras des huiles végétales extraites…….. 61

2.3.1. Préparation des esters méthyliques……... 61

2.3.2. Identification des acides gras constitutifs des huiles végétales extraites par CG/SM…..... 61

Deuxième chapitre

Résultats et discussions

1. Détermination des paramètres physiques et de la teneur en eau…… 65

1.1. Paramètres physiques…… 65

1.2. Teneur en eau……..... 66

2. Détermination de la teneur en matière grasse et caractérisation physico-chimique des huiles végétales extraites……. 67

2.1. Teneur en matière grasse…….. 67
2.2. Caractérisation physico-chimique des huiles végétales…… 68
2.2.1. Caractérisation physique……..... 68
2.2.1.1. Densité…… 68
2.2.1.2. Indice de réfraction……. 69
2.2.1.3. Couleur……... 71
2.2.2. Caractérisation chimique……... 72
2.2.2.1. Indice d'acide et acidité……. 72
2.2.2.1.1. Indice d'acide……..... 72
2.2.2.1.2. Acidité…… 73
2.2.2.2. Indice de saponification……. 74
2.2.2.3. Indice d'iode……..... 75
2.2.2.4. Indice de peroxyde……. 76
2.2.2.5. Taux des insaponifiables……. 77
2.3. Composition en acides gras des huiles végétales extraites……... 78
2.3.1. Huile des amandes des micocoules *Celtis australis* L…….. 80
2.3.2. Huile des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L…… 81
2.3.3. Huile des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq……..... 83
2.3.4. Huile des amandes des fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L..…….. 84
2.3.5. Huile des amandes des jujubes sauvages *Zizyphus lotus* L..... 86

Conclusion générale 90
Références bibliographiques 93
Annexes 106

Liste des tableaux

1 Propriétés nutritionnelles des fruits du *Celtis autralis* L. ……... p.9

2 Composition chimique de la pulpe d'Aubépine *Crataegus spp*……... p.20

3 Composition en sucres des fruits d' *Elaeagnus angustifolia* L...…… p.25

4 Comparaison du contenu nutritif entre l'*Elaeagnus angustifolia* L. et la luzerne... p.27

5 Composition des triglycérides de quelques corps gras…… p.106

6 Quelques acides gras saturés…… p.106

7 Marché des huiles végétales…….. p.39

8 Composition chimique de quelques huiles végétales ……. p.106

9 Masses volumiques à 20°C (Kg/m^3)……. p.107

10 Indice de réfraction à 20°C…… p.107

11 Provenance des fruits…… p.52

12 Rapports Pulpe/Fruit et Amande/Noyau (%) des espèces étudiées……. p.65

13 Teneur en matière sèche des pulpes et des amandes des espèces étudiées …… p.66

14 Teneur en matière grasse des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.67

15 Densité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.69

16 Indice de réfraction des huiles des pulpes et des amandes des espèces étudiées… p.70

17 Couleur des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.71

18 Indice d'acide des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.72

19 Acidité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.73

20 Indice de saponification des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.74

21 Indice d'iode des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.75

22 Indice de peroxyde des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……... p.77

23 Taux des insaponifiables des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.78

24 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L..…….. p.80

25 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L...……... p.81

26 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq..……... p.83

27 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de Bohême *Elaeagnus angustifolia* L...…….. p.84

28 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L...…….. p.86

29 Rapports P/S, ω6/ ω3 des huiles extraites des amandes des espèces étudiées…… p.87

Liste des figures

1 Feuilles, fleurs et fruits du *Celtis australis* L..…….. p.07

2 Aire de répartition du *Celtis autralis* L. en Algérie……. p.08

3 Fruits du *Celtis autralis* L..…….. p.09

4 Feuilles et fruits du *Crataegus azarolus* L..…….. p.12

5 Aire de répartition du *Crataegus azarolus* L. en Algérie…… p.13

6 Fruits du *Crataegus azarolus* L..…….. p.14

7 Feuilles, fleurs et fruits du *Crataegus monogyna* Jacq..…… p.18

8 Fruits du *Crataegus monogyna* Jacq..……. p.19

9 Feuilles, fleurs et fruits d' *Elaeagnus angustifolia* L…….. p.23

10 Fruits de l' *Elaeagnus angustifolia* L..……. p.24

11 Feuilles, fleurs et fruits du *Zizyphus lotus* L..…… p.28

12 Aire de répartition du *Zizyphus lotus* L. en Algérie……. p.29

13 Fruits du *Zizyphus lotus* L..…….. p.30

14 Classification des lipides……. p.35

15 Pyramide alimentaire et la place des graisses et les huiles…….. p.36

16 Molécule d'un triglycéride…….. p.37

17 Technologie des huiles végétales……. p.41

18 Différentes parties du fruit de *Celtis autralis* L..…….. p.52

19 Différentes parties du fruit de *Crataegus azarolus* L..……. p.52

20 Différentes parties du fruit de *Crataegus monogyna* Jacq..…….. p.53

21 Différentes parties du fruit d'*Elaeagnus angustifolia* L..……... p.53

22 Différentes parties du fruit de *Zizyphus lotus* L..…….. p.53

23 Couplage Chromatographie phase gaz/Spectroscopie de masse …… p.62

24 Rapports Pulpe/Fruit et Amande/Noyau (%) des espèces étudiées……... p.65

25 Teneur en matière sèche des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.66

26 Teneur en matière grasse des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.67

27 Densité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.69

28 Indice de réfraction n_D^{20} des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.70

29 Indice d'acide des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.72

30 Acidité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.73

31 Indice de saponification des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.74

32 Indice d'iode des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées…… p.76

33 Indice de peroxyde des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……... p.77

34 Taux des insaponifiables des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées……. p.78

35 Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L. obtenu par CG/SM…… p.80

36 Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L. obtenu par CG/SM…… p.82

37 Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq. obtenu par CG/SM…… p.83

38 Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de bohème *Elaeagnus angustifolia* L. obtenu par CG/SM……... p.85

39 Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L. obtenu par CG/SM…….. p.86

40 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L..…….. p.108

41 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L…….. p.108

42 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq…… p.108

43 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de Bohême *Elaeagnus angustifolia* L..…….. p.109

44 Composition en acides gras de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L..…… p.109

Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.

Introduction

Crataegus monogyna Jacq

Elaeagnus angustifolia L

Zizyphus lotus L.

Introduction

L'Algérie compte une gamme de climat très étendue, qui passent de l'humide au Nord, à l'aride au Sud. Les sols sont également d'une grande diversité.

On compte aussi un relief montagneux, très accentué et les variations des facteurs écologiques sont le plus souvent particulièrement brusques. Ce pays a d'importantes régions marginales où prospèrent des espèces rustiques dont la mise en valeur permettra non seulement de préserver le milieu mais d'améliorer nettement le revenu des populations.

L'Algérie dispose d'un ensemble d'espèces naturelles et cultivées à gamme importante et variée. Cette richesse naturelle reste insuffisamment connue.

Une bonne partie des ressources végétales à intérêt économique, social et sanitaire n'est pas connue du grand publique ceci concerne soit les espèces aromatiques, condimentaires ou médicinales.

Parmi ces végétaux : le Micocoulier *Celtis australis* L., l'Azérolier *Crataegus azarolus* L., l'Aubépine monogyne *Crataegus monogyna* Jacq., l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. et le Jujubier sauvage *Zizyphus lotus* L. qui offrent des fruits d'une saveur délicieuse très appréciée.

Ces espèces sous-utilisées sont présentées dans notre pays ; le Micocoulier *Celtis australis* L. est un arbre d'ornement indigène et cultivé. Il est de plus en plus utilisé dans les aménagements, il occupe les forêts humides de l'Atlas Tellien (Abdelguerfi, 2003) et ces fruits sont astringents, lénitifs et stomatiques (Demir et *al.*, 2002).

L'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. est spontané ou cultivé comme ornement aux bords des routes (Somon, 1985). Il donne de petites drupes ovoïdes ressemblant à de petites olives jaune rougeâtre consommées largement à l'état frais, ou utilisées dans la préparation de différents assaisonnements (Dzhangaliev et *al.,* 2003).

L'Aubépine est spontanée dans le Nord Est Algérien, en particulier en zone de montagne. C'est une espèce médicinale utilisée pour des soins divers, ses fruits sont consommés frais et peuvent être utilisés pour la confection de jus, gelée et confiture (Abdelguerfi, 2003).

Le Jujubier sauvage *Zizyphus lotus* L. se localise dans la région saharienne et le sud de l'Atlas Tellien (Abdelguerfi, 2003), ces fruits sont consommés frais. Ce groupe de

végétaux à fruits mineurs se développe dans différents types de sols même salins, et résiste aux écarts de température.

Les espèces négligées et sous-utilisées peuvent contribuer énormément à la durabilité des systèmes agricoles et au maintien de la diversité génétique. Certaines espèces peuvent être utilisées dans le développement d'une agriculture durable.

L'Algérie possède de nombreuses espèces aromatiques susceptibles de fournir des huiles essentielles, utilisées dans différents domaines pour leurs propriétés thérapeutiques et organoleptiques, notamment odorantes (parfumerie, cosmétique), pharmaceutiques ou gustatives. Ces plantes aromatiques sont à l'origine de produit à très forte valeur ajoutée qui peut contribuer au développement économique des régions du pays.

Les études effectuées sur ces fruits étaient consacrées pour l'identification, caractérisation et préservation de ces espèces pour des fins écologiques et pharmacologiques. Le manque de travaux réalisés sur l'évaluation des potentialités que recèlent ces fruits nous a conduit à dégager la problématique suivante : *Quelles sont les particularités des fruits de ces essences*?

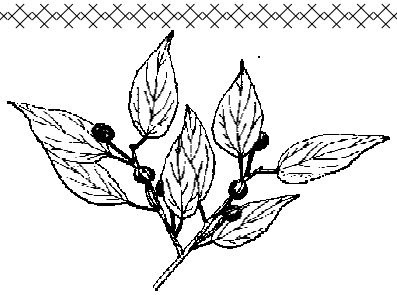
L'objectif de ce travail consiste en la caractérisation approfondie de sa composition biochimique et spécialement l'étude de la fraction lipidique ainsi que le profil en acides gras présents dans ces huiles.

La première partie de ce manuscrit sera consacrée à la revue bibliographique des connaissances concernant :

- Les données générales sur les espèces étudiées, en mettant en évidence, l'origine, la position taxonomique, la répartition géographique, la composition biochimique des fruits et éventuellement les différentes utilisations antérieures.
- Les données générales sur les huiles végétales ; où nous développerons également, la technologie de fabrication, la composition nutritionnelle, l'analyse et les mesures d'altération.

Puis, dans une deuxième partie, nous exposerons :

- Les méthodes analytiques qui ont été développées et optimisées afin de caractériser ces huiles.
- Les résultats obtenus où nous aborderons en particulier l'étude du profil en acides gras par chromatographie phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse.



Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.

Partie Bibliographique

Crataegus monogyna Jacq.

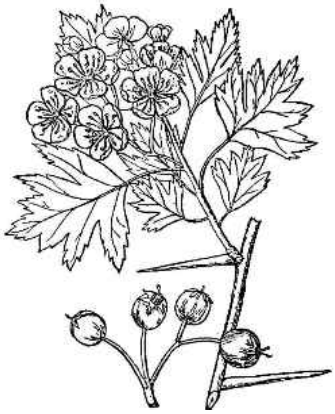
Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

Celtis australis L.

Chapitre I

Crataegus azarolus L.



Crataegus monogyna Jacq.

Généralités sur les espèces

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

Données générales sur le Micocoulier Celtis australis L.

1. Historique et origine

1.1. Etymologie

Selon Brosse (2000), *Celtis australis* L. désigne Le Micocoulier d'Europe. Il est d'origine provençale et s'apparente au grec moderne "mikrokoukouli" : qui signifie petite boule.

Celtis : désigne en grec (keltis), une espèce d'arbre non identifiée ; le mot signifie "celte" : en raison de la forme et la taille de ses baies (Belouad, 1998 ; Brosse, 2000 ; Couplan, 2000).

australis : désigne méridional (Brosse, 2000 ; Couplan, 2000).

Selon Gloaguen (1982), *Celtis australis* L. indique, en plus du micocoulier d'Europe : Fabreguier, Fabrecoulier, Bélicoquier et bois de Perpignon.

1.2. Origine

Le Micocoulier d'Europe est originaire d'Amérique du nord depuis 1636. C'est un arbre moyen qui habite les régions méditerranéennes douces (L'Europe Méridionale et l'Afrique du Nord), et se prolonge jusqu'au Sud-est de l'Asie (Traba et *al.*, 2006).

On peut le rencontrer à l'état spontané dans les bois et les garrigues et en basse montagne

2. Caractères généraux

2.1. Description

Le Micocoulier (*Celtis* L.), ce genre comporte environ 70 espèces.

Le Micocoulier est un grand arbre, il atteint de 25 à 30 m de hauteur sur 1 m de diamètre. Sa croissance est très lente (3 m en 20 ans) ; il peut atteindre un âge très avancé, de 500 à 600 ans. Son fût est relativement court et à grosses cannelures ; sa cime ample, arrondie très touffue ; ses branches inférieures, d'où pendent des rameaux grêles et flexibles (Figure 1), restent horizontales, à fleurs verdâtres, suivies de petites drupes violettes-noires comestibles (Simmons, 1972 ; Clause, 1992 ; Aymonin, 1993 ; Edward et Dennis, 1993 ; Brosse, 2000).

Figure 1 : Feuilles, fleurs et fruits du *Celtis australis* L.

www.biologie.uni-hamburg.de (Consulté le : 30/06/2007)

2.2. Exigences climatiques

Le Micocoulier est l'arbre par excellence des cours et des routes. S'il tolère bien les sols secs et rocailleux, il prospère surtout en terrain léger et frais, mais non humide (Aymonin, 1993 ; Brosse, 2000).

D'après Edward et Dennis (1993), le micocoulier d'Europe exige la lumière pour son développement mais tolère l'alcalinité du sol, et résiste aux différents parasites. C'est donc un arbre très vigoureux.

3. Position taxonomique

Selon Messailli (1995), le Micocoulier d'Europe est classé comme suit :

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Apétales
Série :	Apétales unisexuées
Ordre :	Urticales
Famille :	Ulmacées
Genre :	*Celtis*
Espèce :	*Celtis australis* L.

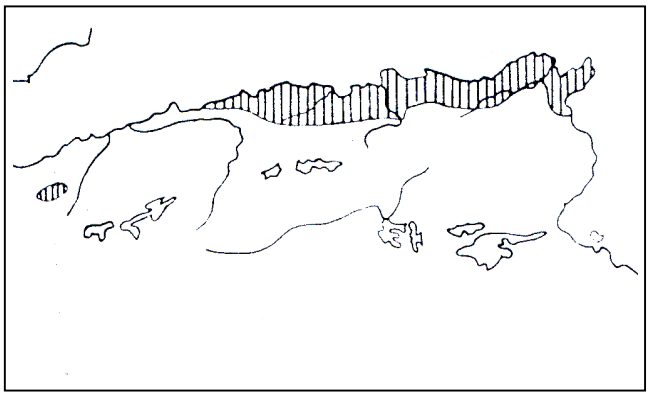
4. Aire de répartition au monde et en Algérie

4.1. Le Micocoulier dans le monde

Celtis australis L. est l'une des espèces qui se trouve dans les régions tempérées et les régions méditerranéennes. Elle occupe le pourtour de la Méditerranée et s'étend de l'Europe méridionale et de l'Asie occidentale jusqu'au nord de l'Iran et le nord de l 'Afrique (Brosse, 2000 ; Demir et al., 2002).

4.2. Le Micocoulier en Algérie

Le Micocoulier est présent dans l'Est de l'Algérie, connu sous le nom *Nchim, Texgar* (Quezel et Santa, 1962) et il est assez commun dans les forêts humides de l'Atlas Tellien (Messailli, 1995), comme le montre la figure 2.



Celtis australis L.

Figure 2 : Aire de répartition du *Celtis australis* L. en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

5. Caractéristiques du fruit

Les fruits du Micocoulier ou les micocoules sont de petites drupes globuleuses (Figure 3), charnues, de la taille d'un gros pois, de 8-12 mm de diamètre, violet-noir, portées par des pédoncules grêles et très longs, leur pulpe mince de saveur douceâtre, ils mûrissent en Septembre-Octobre et restent sur l'arbre jusqu'au début de l'hiver (Simmons, 1972 ; Gloaguen, 1982 ; Huxley, 1992 ; Brosse, 2000). Chaque fruit a un seul noyau caréné, rugueux, avec une grande simple graine (Ken, 2000).

Selon Edward et Dennis (1993), les micocoules attirent les oiseaux, les écureuils et autres mammifères malgré qu'ils soient inaperçus et non voyants à cause du feuillage.

Figure 3 : Fruits du *Celtis australis* L.

www.jardin-munndani.com (Consulté le : 30/06/2007)

6. Composition biochimique des micocoules

6.1. Pulpe

Les travaux de Demir et *al.* (2002) réalisés en Turquie sur les micocoules, ont monté leur richesse en huile et protéines. Le tableau 1 résume les résultats de cette étude.

Tableau 1 : Propriétés nutritionnelles des fruits du *Celtis australis* L. (Demir et *al*., 2002)

Fraction	Teneur
Cendres (%)	15.29
Matière sèche (%)	90.23
Huile (%)	06.70
Fibres (%)	04.40
Protéines (%)	19.32
Energie (kcal/g)	16.20

6.2. Amande

Selon Usher (1974), Tanaka (1976), Cheij (1984) et Uphof (1998), l'amande du *Celtis australis* L. contienne une teneur très élevée en huile.

7. Différentes utilisations du Micocoulier

7.1. Utilisations alimentaires

- ★ La pulpe farineuse est consommée crue (Polunin, 1969 ; Simmons, 1972 ; Chiej, 1984).
- ★ De son écorce et de ses racines, on tire un colorant jaune (Aymonin, 1993).
- ★ Ses feuilles et ses jeunes pousses constituent un bon fourrage d'appoint pour le bétail (Aymonin, 1993 ; Brosse, 2000).

7.2. Utilisations médicinales

- ★ Les feuilles sont astringentes, lénitives et stomatiques. Elles sont recueillies au début de l'été et séchées pour ces usages. Elles sont conseillées pour le traitement de

l'aménorrhée et les perturbations du cycle menstruel (Simmons, 1972 ; Chevalier, 1996 ; Demir et *al.*, 2002).

- ★ D'après les travaux de Cheij (1984) et Chevallier (1996), les fruits sont aussi astringents, lénitifs et stomatiques, conseillés pour le traitement des diarrhées et l'ulcère gastrique.

7.3. Utilisations ornementales

- ★ Selon Clause (1992), Messailli (1995) et Milouane (2000), Le micocoulier est un sujet isolé, arbre d'alignement et d'ombrage, d'une très grande longévité.

7.4. Autres utilisations

- ★ A partir de la graine, on extrait une huile très bénéfique (Nepal, 1993).
- ★ Son bois souple et tenace était utilisé pour faire des baguettes de fusil, des manches d'outils (Gloaguen, 1982 ; Aymonin, 1993 ; Vial, 1998 ; Brosse, 2000). Il est aussi considéré comme un excellent carburant et un bon bois de carroyage (Aymonin, 1993).
- ★ L'équipe italienne de Tommasini (2000) a démontré que cette espèce est considérée comme étant un traceur biogéochimique de l'évolution de la pollution par le métal lourd Pb (Plomb) dans l'environnement après une étude qui a duré 45 ans (1950-1995).

Données générales sur l'Azérolier Crataegus azarolus L.

1. Historique et origine

1.1. Etymologie

Azérolier ou Epine d'Espagne**.**

Crataegus : nom générique des Aubépines (Rosacées), désignant en latin "*Crataegon*" ou "*Crataegos*", l'Azérolier : *Crataegus azarolus* : par allusion à la dureté du bois (Couplan, 2000).

D'ailleurs son nom du genre "*Krataigos*", veut dire, Fort résistant (Aymonin, 1993).

***azarolus* :** de l'espagnol "acerola", lui-même emprunté à l'arabe "az-zou'rour" ; ce sont donc probablement les Arabes qui introduisent l'Azérolier en Afrique du Nord, puis en Espagne, d'où il passa ensuite en France (Brosse, 2000).

1.2. Origine

D'après Bellini et Giordani (1998), l'Azérolier est originaire d'Ouest d'Asie, où il passe spontanément sous différentes formes (Tableau 2). Il est actuellement répandu sur le bassin méditerranéen (Nord de l'Afrique, Espagne, Italie, Sud de France, Crète) passant par l'Asie Centrale (Kazakhstan, Uzbakistan).

2- Caractères généraux

2.1. Description

Arbuste ou arbrisseau (4-6 m), plus rarement petit arbre (jusqu'à 12 m), très épineux. Il se distingue par sa cime rameuse, ses ramules velu et ses fruits comestibles (Figure 4).

Ecorse lisse et gris clair, devenant brunâtre et gercuré, étroitement craquelée en rectangles ; gros tronc. Rameaux pourpres foncés de 2,5 m de long, peu épineux, les jeunes blanchâtres cotonneux, bourgeons globuleux. Feuilles caduques, alternes, à pétiole poilu-cotonneux (au moins à la base), en forme d'éventail profondément divisées en 3-5 lobes entiers ou peu dentés, poilues, de couleurs verte blanchâtre en dessous. Fleurs blanches roses en inflorescences denses de 16 ou plus et odorantes à la mi-Mai à pédoncules velus-cotonneux, à deux styles (parfois un seul style). Fruits assez gros (appelés azéroles), 1,5-2 cm de diamètre, jaunâtres, à goût acidulé, agréables et à deux noyaux (Gloaguen, 1982 ; Bellini et Giordani, 1998 ; Ken, 2000 ; Belouad, 2005).

Figure 4 : Feuilles et fruits du *Crataegus azarolus* L.

www.wikipedia.org (Consulté le : 31/08/2007)

2.2. Exigences climatiques

L'Azérolier préfère les climats chauds, les positions ensoleillées, les sols neutres, bien drainés sans excès d'argile. Quelques types tolèrent les conditions extrêmes, tels que la sécheresse et les hivers froids (Bellini et Giordani, 1998).

Selon Milouane (2000) et Ken (2000), cet arbre peut se développer sur des sols alcalins voir calcaires et tolère la pollution atmosphérique.

3. Position taxonomique

Selon Messailli (1995), l'Azérolier est classé comme suit :

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Dialypétales
Série :	Calciflores
Ordre :	Rosales
Famille :	Rosacées
Tribu	Rosacées spontanées en Algérie
Genre :	*Crataegus*
Espèce :	*Crataegus azarolus* L.

4. Aire de répartition au monde et en Algérie

Le genre *Crataegus* comprend plus de 600 espèces des régions tempérées froides de l'hémisphère Nord : Europe, Asie et surtout l'Amérique du Nord (Brosse, 2000).

4.1. L'Azérolier dans le monde

Il est commun dans les haies, en bordure des chemins de toutes les régions tempérées d'Europe (notamment en France), de l'Asie occidentale et de l'Afrique du Nord. L'Azérolier est naturalisé en Amérique du Nord et cultivé en région méditerranéenne (Grieve, 2003).

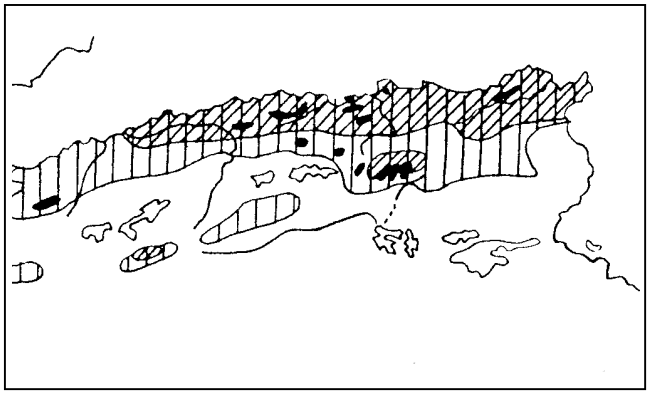
4.2. L'Azérolier en Algérie

Cette espèce pousse spontanément dans les forêts et les broussailles des plaines et des montagnes jusqu'à 2000 m (Belouad, 2005).

Plus précisément, l'Azérolier est localisé surtout dans le Tell Algéro-Constantinois (Figure n°5), connue sous le nom "*Zaaroura*" d'une façon spontannée et parfois plantée en haies ou en clôture dans les jardins en zones rurales (Quezel et Santa, 1962).

Récemment, les investigations de Serhane (2005) de l'Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé de Sétif lui ont permis de retrouver l'Azérolier dans :

- La région de constantine : Djebel, El Meridj, El Khroub et Ain Abid.
- La région de Guelma : Oued Zenati, Ras el Akba.
- La région de Souk Ahras : Bouchegouf.
- La région de Sétif : Bougaâ, Ain Roua, Ain Kebira, Beni Aziz, Djebel Boutaleb et Ouled Tebène.



Crataegus azarolus L.

Figure 5 : Aire de répartition du *Crataegus azarolus* L. en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

5. Caractéristiques du fruit

Les azéroles (Belouad, 2005) sont des fruits ovoïdes, jaunes à maturité, de la grosseur d'une petite pomme (Figure 6) et à saveur très fade. Ils renferment généralement 2-3 noyaux, à chair pulpeuse parfumée d'un goût agréable (Brosse, 2000).

Ils mûrissent en Septembre-Octobre (Boussard et Cuisance, 1984 ; Polleti, 1987) et peuvent se conserver pendant des semaines ou plusieurs mois selon la variété et les conditions de stockage (Brown, 1995 ; Bellini et Giordani, 1998).

Figure 6: Fruits du *Crataegus azarolus* L.
www.comune.fe.it (Consulté le : 25/06/2007)

6. Composition biochimique des azéroles

La pulpe contient *15,9 g* de sucre, *0,95 g* de protéines et *1,38 mg* d'acidité totale qui se présente par l'acide caféique, malique, tartrique et citrique. Cette pulpe est aussi très riche en vitamine C avec une teneur de *27,58 mg* (Koyuncu et *al.*, 2007), en carotène et sels minéraux principalement : Ca, P, Fe en plus de la présence de quantités importantes de pectine (Vivar-Vera et *al.*, 2007).

Les analyses réalisées par Hadjimitsi et Zabetakis (2005) sur la pulpe des azéroles ont permis la détermination de *quarante quatre* composés volatils dominés par les aldéhydes aliphatiques et aromatiques, les cétones, les alcools, les monoterpènes et les terpènes.

Les procyanidines représentent *0,2%* de la matière sèche des azéroles (Svedström et *al.*, 2002).

Les extraits aqueux des azéroles sont très riches en flavonoïdes (Skerget et *al.*, 2005 ; Chang et *al.*, 2006).

7. Différentes utilisations de l'Azérolier

7.1. Utilisations alimentaires

- ★ Les azéroles se consomment frais pour leur saveur délicieuse, avec un léger goût acide (Polunin, 1987 ; Aymonin, 1993).
- ★ La majorité des industries alimentaires ont concentré la pulpe en confiture, gelée et marmelade. Ces produits ont une valeur économique importante malgré que les potentialités de ces fruits ne soient pas encore très bien exploitées (Vivar-Vera et *al.*, 2007).

7.2. Utilisations médicinales

- ★ Les fleurs de l'Azérolier régularisent les rythmes cardiaques, la circulation sanguine, l'hypertension artérielle et calment le système nerveux (Polleti, 1987 ; Foster et Duke, 1990 ; Belouad, 2005).
- ★ Les fleurs agissent sur les symptômes assez variables : irritabilité, insomnie, gène de la respiration, vertige, sensation d'angoisse (Belouad, 2005).
- ★ Les feuilles ont la réputation de traiter les maladies cardiovasculaires, le cancer, le diabète et la faiblesse sexuelle (Ljubuneie et *al.*, 2005).
- ★ Depuis longtemps appréciées par leur astringence, les azéroles permettent de réduire les diarrhées et les maux du cycle menstruel (Ody, 1995 ; Ozcan et *al.*, 2005), d'assouplir la peau (Ody, 1995) et de traiter les problèmes de l'hydropisie. Ils ont aussi des propriétés diurétiques (Ozcan et *al.*, 2005).
- ★ Bien avant le siècle dernier, ses remarquables propriétés cardiotoniques avaient été reconnues (Ody, 1995). Les récentes analyses ont confirmé ces propriétés :
  - ✓ Selon Ammon et Kaul (1994a, 1994b) les extraits aqueux et alcooliques des azéroles ont des effets très bénéfiques sur le cœur et la circulation sanguine, et la décontraction vasculaire sur l'aorte (Viereling et *al.*, 2003) ;
  - ✓ Les études signalées par Ozcan et *al.* (2005) ont confirmé le potentiel cardiotonique de ces fruits, car ils sont employés pour le traitement de la faiblesse du cœur, plus particulièrement si ceci est accompagné par une hypertension ;
  - ✓ Les fruits sont employés pour le traitement de diverses maladies cardiovasculaires, y compris l'insuffisance cardiaque, l'hypertension et l'athérosclérose (Veveris et Chatterjee, 2004 ; Chang et *al.*, 2006).
- ★ Les fruits du *Crataegus azarolus* L. sont devenus parmi les remèdes de l'hypertension orthostatique (Kroll et *al.*, 2005).
- ★ Les analyses effectuées par Zhang et al. (2002) lui ont permis de déduire que les extraits aqueux et éthanoliques des azéroles diminuent le taux de cholestérol dans le sang en favorisant une sécrétion importante des acides biliaires.
- ★ En Algérie :

  Les populations Algériennes utilisent l'Azérolier depuis longtemps pour des soins divers (Abdelguerfi, 2003).

7.3. Autres utilisations

- ⋆ Beaucoup d'études ont confirmé le potentiel des fruits *Crataegus azarolus* L. en tant que bonne source d'antioxydants vue leur richesse en procyanidines, en flavonoïdes et en flavones (Skerget, 2005 ; Svedström, 2006).
- ⋆ Son bois dur, ferme, granuleux, utile pour la confection des poignées et des maillets (Sargent, 1965).
- ⋆ En Algérie : Selon Serhane (2005) :
  - ✓ Les azéroles sont considérés comme source de revenu, vu leur commercialisation ;
  - ✓ Les fleurs sont considérées comme source nourricière pour les abeilles, en période de floraison;
  - ✓ L'Azérolier est un arbre d'alignement ou de clôture, un plant de reboisement et de lutte contre l'érosion.

Données générales sur l'Aubépine monogyne Crataegus monogyna Jacq.

1. Historique et origine

1.1. Etymologie

Aubépine monogyne, Epine blanche ou Aubépine à un style.

Crataegus : nom générique des Aubépines (Rosacées), désignant en latin "Crataegon" ou "Crataegos" veut dire : Fort résistant (Aymonin, 1993).

***monogyna* :** souligne la particularité de sa fleur à n'avoir qu'un seul pistil (Aymonin, 1993).

1.2. Origine

L'Aubépine monogyne est un arbuste, plus dense et surtout beaucoup plus grand que l'aubépine commune, formant parfois un petit arbre (Aymonin, 1993).

L'Aubépine est originaire d'Europe et d'Asie, cet arbuste buissonnant muni de longues et solides épines. Elle est actuellement répandue dans toutes les régions tempérées de l'hémisphère Nord ou elle s'installe volontiers à la lisière des boisés (Mitchell, 1986 ; Pittler et *al.*, 2003).

2. Caractères généraux

2.1. Description

Arbuste ou arbrisseau (4-6 m), de 30 cm de diamètre. Écorce lisse et gris clair, devenant brunâtre et gerçurée. Rameaux épineux (Figure 7), les jeunes sans poils ou légèrement poilus. Bourgeons globuleux. Feuilles caduques à 6 cm de long, alternes, à pétiole sans poils, profondément divisées en 3-7 lobes entiers ou dentées au sommet. Fleurs blanches ou roses en inflorescence de 16 ou plus (Avril-Juin), odorantes, en bouquets terminaux, à pédoncules velus. Fruit petit (taille d'un pois), ovales, rouge foncé, fade et à un noyau. Cet arbuste est de croissance lente, il peut atteindre et voire dépasser 500 ans (Gloaguen, 1982 ; Mitchell, 1986 ; Brosse, 2000 ; Ken, 2000).

Figure 7 : Feuilles, fleurs et fruits du *Crataegus monogyna* Jacq.

www.ciechanwiec.pl (Consulté le : 25/06/2007)

2.1. Exigences climatiques

L'Aubépine monogyne préfère les sols calcaires et se satisfait des plus secs. Pourtant, elle s'accommode de tous les terrains.

Cette espèce préfère les emplacements ensoleillés, à terre légère qui ne contient pas beaucoup d'argile, elle peut se développer dans les sols acides, neutres et même alcalins (Aymonin, 1993).

Selon Kjær et al. (2006a, 2006b), l'Aubépine monogyne ne peut pas tolérer la pollution atmosphérique qui cause des malformations des feuilles, des fleurs et par conséquent, le rendement des fruits.

3. Position taxonomique

Selon Messailli (1995), l'Aubépine monogyne est classée comme suit :

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Dialypétales
Série :	Calciflores
Ordre :	Rosales
Famille :	Rosacées
Tribu	Rosacées spontanées en Algérie
Genre :	*Crataegus*
Espèce :	*Crataegus oxyacantha* L. *ssp. monogyna* Jacq.

4. Aire de répartition au monde et en Algérie

4.1. L'Aubépine monogyne dans le monde

Elle occupe une aire très vaste comprenant toute l'Europe, l'Asie Occidentale jusqu'à l'Inde, l'Afrique du Nord et se trouve dans toute la France surtout le Midi (Sud de la France) (Aymonin, 1993 ; Brosse, 2000).

4.2. L'Aubépine monogyne en Algérie

Crataegus monogyna Jacq. "*zaârour el barri*" est un arbrisseau qui forme des buissons pouvant atteindre 4 m de hauteur. Espèce euro-méditerranéenne commune dans les forêts et les maquis de l'Atlas Tellien, elle peut être confondue avec d'autres espèces (Temani, 2005).

5. Caractéristiques du fruit

Les fruits mûrissent en automne, appelés cenelles (Figure 8): ce sont de très petites pommes (8 à 15 mm de long), d'abord velues, puis glabres, de couleur rouge écarlate ; les sépales qui restent au sommet du fruit sont recourbés vers l'extérieur et à pointe émoussée et contiennent un seul noyau (Mitchell, 1986 ; Brosse, 2000 ; Ken, 2000).

Figure 8 : Fruits du *Crataegus monogyna* Jacq.
www.isaisons.free.fr (Consulté le : 01/07/2007)

6. Composition biochimique des cenelles

L'équipe Turque d'Ozcan et *al.* (2005) a démontré les propriétés chimiques de l'Aubépine, résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Composition chimique de la pulpe d'aubépine *Crataegus spp*

(Ozcan et *al.*, 2005)

Fraction		Teneur
Cendres (%)		2.28
Eau (%)		32.31
Huile (%)		0.87
Cellulose (%)		4.67
Protéines (%)		2.48
Acidité (%)		1.98
Energie (kcal/g)		34.02
Eléments minéraux (ppm)	Ca	03046.37
	K	13539.96
	Mg	01502.55
	Na	00312.18
	P	01477.88

Les études réalisées par Urbonaviciuté et *al.* (2006) en Lituanie, moyennant l'HPLC, ont démontré la présence des flavonoïdes tels que : vitexine, quercétine, hyperoside, procyanidines oligomères.

7. Différentes utilisations de l'Aubépine monogyne

7.1. Utilisations alimentaires

- ⋆ Les cenelles sont consommées crues (Hedrick, 1972).
- ⋆ Selon Facciola (1980) et Launert (1981) parfois ces fruits ne sont pas très appétissants, c'est pourquoi, ils sont cuits sous différentes préparations : Confitures.
- ⋆ Utilisation des cenelles séchées pour la fabrication du pain (Uphof, 1959).
- ⋆ Les graines torréfiées présentent un meilleur café substituant.
- ⋆ Les feuilles utilisées pour la préparation du thé et les fleurs pour l'aromatisation des sirops et du dessert (Uphof, 1959 ; Lust, 1983 ; Kunkel, 1984).

7.2. Utilisations médicinales

L'aubépine est également employée en médecine traditionnelle chinoise avec plus de 200 préparations médicinales.

La plupart des essais cliniques ont porté sur deux extraits normalisés fabriqués par des entreprises allemandes :

- ⋆ Urbonaviciuté et *al.* (2006), ont constaté que les extraits aqueux et éthyliques des fruits ont plusieurs effets favorables sur la fonction cardiaque : ils améliorent spécialement la circulation sanguine du cœur, et donc l'oxygénation de cet organe, lorsqu'il est affaibli.

- ★ Les flavonoïdes et les procyanidines contenus dans les fruits d'aubépine monogyne ont un effet antioxydant très reconnu (Bahorun, 1997 ; Urbonaviciuté et *al.*, 2006).
- ★ Pittler et *al.* (2003) ont démontré que les extraits méthanoliques du *Crataegus monogyna* Jacq. ont des effets bénéfiques sur la migraine et les maux de tête.

Données générales sur l'Olivier de Bohème Elaeagnus angustifolia L.

1- Historique et origine

1.1. Etymologie

Elaeagnus : nom de genre du chalef ou de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. et d'espèces voisines, désignant en grec un arbrisseau (Couplan, 2000).

angustifolia : veut dire, à feuilles étroites (Jacamon, 1992).

Chalef vient de *Kalef*, qui désigne un saule en arabe ; en effet les feuilles du chalef ont une forme similaire à celles de certaines espèces de saules (Brosse, 2000).

1.2. Origine

L'Olivier de Bohème est originaire de plusieurs régions : sud de l'Europe, centre d'Asie, et l'Himalaya. Il est introduit en Amérique du Nord pendant les périodes coloniales. Il a été largement planté dans les Etats-Unis occidentales (Elias, 1980).

Pendant les années 40, il a été favorisé comme excellente espèce comme brise vent, et contre l'érosion (Van Dersal, 1939 ; Mark et *al.*, 2002).

Les chalefs se reconnaissent aisément par leurs rameaux et leurs feuilles abondamment recouvertes de lépidotes, c'est-à-dire d'écailles argentées ou brunes, qui donnent à ces organes un éclat particulier (Cuisance, 1981 ; Brosse, 2000).

L'Olivier de Bohème est spontané et cultivé en Algérie comme ornement des bords de certaines routes (Somon, 1985).

2- Caractères généraux

2.1. Description

L'Olivier de Bohème est un arbuste vigoureux, ou bien petit arbre épineux de 3-10 m de hauteur, avec une couronne argentée, décoratif par ses feuilles allongées comme celle du saule vert argenté (Figure 9), surtout au revers, fleurs odorantes qui fleurissent en Mai (Dzhangaliev et *al.*, 2003), suivies de petits fruits comestibles (Bourad et *al.*, 1992 ; Dzhangaliev et *al.*, 2003) et il a une vitesse de croissance très rapide (Edward et Dennis, 1993).

Figure 9 : Feuilles, fleurs et fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L.
www.mikroskopie-muenchen.de (Consulté le : 07/08/2007)

2.2. Exigences climatiques

L'Olivier de Bohème est remarquable par sa grande résistance à la sécheresse (Friedman et *al.*, 2005 ; Zhao et *al.*, 2007) mais souffre parfois des froids hivernaux (Rol, 1965). C'est un arbuste très vigoureux (Katzs et Shafroth, 2003 ; Gong et *al.*, 2006), rustique et s'adapte aux multiples sols (Boussard et Cuisance, 1984 ; Brosse, 2000 ; Wang et *al.*, 2006).

La présence des nodules de fixation d'azote gazeux sur ses racines (Caru et *al.*, 2003) lui permet de s'adapter à beaucoup de sols où les nappes souterraines sont à 2 m de profondeur (Cleverly et *al.*, 2006).

Dzhangaliev et *al.* (2003) ont signalé que l'Olivier de Bohème exige la lumière et tolère la salinité du sol (Zhang et Zhao, 1996 ; Lamers et *al.*, 2006).

3- Position taxonomique

Selon Guignard (1998), l'Olivier de Bohème est classé comme suit :

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Rosidae
Série :	Calciflores
Ordre :	Elaeagnales
Famille :	Elaeagnacées
Genre :	*Elaeagnus*
Espèce :	*Elaeagnus angustifolia* L.

4- Aire de répartition au monde et en Algérie

4.1. L'Olivier de Bohème dans le monde

Selon Dzhangaliev et *al.* (2003) cette espèce se développe dans les latitudes tempérées. Elle est distribuée en Asie (Japon, Chine), en Amérique du Nord (Etats-Unis) et dans le bassin méditerranéen. Elle est aussi spontanée dans tout le sud de l'Europe (Jacamon, 1992).

4.2. L'Olivier de Bohème en Algérie

L'Olivier de Bohème se localise surtout dans les hauts plateaux. Il a été introduit et planté systématiquement aux emplacements suivants : Djelfa, Biskra, Relizane, Mascara et le sud de Tennes et de Cherchelle (JATBA., 1958).

5- Caractéristiques du fruit

Les fruits de l'Olivier de Bohème sont de petites drupes ovoïdes (Figure 10), écailleuses, ressemblant à de petites olives, jaune rougeâtre, ont une saveur douceâtre et sucrée. Leur taille est de 7 à 14 mm de longueur et de 5 à 10 mm de largeur (Dzhangaliev et *al.*, 2003). Chaque fruit a une graine simple au centre (Fournier, 1952 ; Gloaguen, 1992 ; Boussard et Cuisance, 1984).

La consommation du fruit de l'Olivier de Bohème par les oiseaux et les mammifères a été déclarée dans plusieurs rapports (USDA, 1974 ; Shafroth et *al.*, 1995 ; Lesica et Milles, 1999 ; Mark et *al.*, 2002). Ils mûrissent en Juillet et Août (Dzhangaliev et *al.*, 2003).

Figure 10 : Fruits de l' *Elaeagnus angustifolia* L.
www.suleimenov.com (Consulté le : 31/08/2007)

6- Composition biochimique des fruits

6.1. Pulpe

Les fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L. renferment au moins *50%* d'hydrates de carbone, constitués en grande majorité par du glucose et du fructose, riches en sels de potassium, phosphore, vitamine C (Dzhangaliev et *al.*, 2003) , vitamine E et proline (Liu , 2006)

Ils sont considérés comme source de flavonoïdes tel que "Le Chrysin" qui a un effet agonistique (Nikolaeva et *al.*, 1971 ; Dembinska et *al.*, 1973) et d'acides gras essentiels (Matthews, 1994).

En 1988, Kusova et *al.*, ont pu isoler l'acide caféique dès la maturation des fruits.

Ils contiennent un colorant brun et une huile dite "Huile sainte de la vallée de Jourdain" (Somon, 1995). Cette dernière est prédominée par l'acide palmitoléique ($C_{16} : 1\Delta^9$) (Goncharova et Glushenkova, 1990 ; Goncharova et *al.*, 1993) et renferme 16,9% d'acide palmitique ($C_{16} : 0$) (Potter, 1995).

Des études phytochimiques indiquent que l'extrait aqueux du fruit d'*Elaeagnus angustifolia L.* contient certains flavonoïdes, terpenoïdes et des substances cardiotoniques (Ahmadiani et *al.*, 2000).

Tableau 3: Composition des fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L. en sucres (Ayez et *al.*, 2001)

Sucre	Teneur
Fructose	22,7 ± 1,28
Glucose	22,3 ± 1,13

6.2. Amande

L'huile extraite des amandes d'*Elaeagnus angustifolia* L. est de *3,7%* (Dzhangaliev et *al.*, 2003). Elle est très riches en acide linoléique ($C_{18} : 2\Delta^{9,12}$), acide palmitique ($C_{16} : 0$), en plus de la présence des phospholipides et des glycolipides (Goncharova et Glushenkova, 1990 ; Goncharova et *al.*, 1993).

7- Différentes utilisations de l'Olivier de Bohème :

7.1. Utilisations alimentaires

- ★ Les fruits sont consommés crus en Orient (Somon, 1985) et comme apéritif durant l'hiver en Turquie (Ayaz et *al.*, 1999). Ils entrent dans la préparation de différents assaisonnements à Kazakhstan (Dzhangaliev et *al.*, 2003).
- ★ Selon Facciola (1990), les fruits peuvent être transformés en farine, gelée et en jus.
- ★ Selon Polleti (1987), l'écorce est laissée parfois macérer dans le vin qui devenait ainsi eupeptique, tonique et stimulant de la digestion. Le lavage des récipients avec des

faisceaux de feuilles fraîches pendant la fermentation du raisin permet l'aromatisation du vin ; ainsi les fleurs sont employées pour l'amélioration du vin. Le résultat était un vin agréablement et finement aromatisé, semblable au muscat et doué de toutes les propriétés attribuées aux feuilles et aux fruits.

7.2. Utilisations médicinales

Depuis longtemps, les différentes espèces de la famille *Elaeagnacées* ont des utilités médicinales importantes ; certaines ont été employées contre la dysenterie amibienne (Perry, 1980) ; d'autres sont classées comme des agents antibactériens (Nishino et *al.*, 1987).

- ★ L'écorce était considérée comme un excellent fébrifuge (Polleti, 1987).
- ★ Les feuilles sont employées pour leurs propriétés sédatives et antispasmodiques contre l'insomnie, la toux et l'angoisse (Polleti, 1987).

  Elles sont l'un des onze composés du mélange "Zehraa", le thé servi en Syrie, à domicile, aux restaurants ou aux cafés du Damas ; une boisson chaude bue après les repas, elle permet de calmer les douleurs du tube digestif (Carmona et *al.*, 2005).
- ★ Les fleurs de cette plante sont bien connues par leur utilisation en tant que diurétiques et antipyrétiques (Chopra et *al.*, 1986 ; Ayaz et *al.*, 1999). Elles sont conseillées pour les nausées, les vomissements, l'ictère, l'asthme et les flatulences (Mirhydar, 1998). Elles sont utilisées traditionnellement contre le tétanos.
- ★ Les fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L. sont employés depuis longtemps dans la médecine iranienne traditionnelle comme agent analgésique afin de soulager les douleurs dues au rhumatisme et de l'arthrite (Perry, 1980 ; Zargari, 1990).

  Les investigations phytochimiques ont démontré leur activité analgésique et anti-inflammatoire (Ahmadiani et *al.*, 2000 ; Ramezani et *al.*, 2001).

  En médecine folklorique turque, ces fruits sont utilisés pour soigner toute souffrance gastrique (Gùrbùz et *al.*, 2003).
- ★ Les graines d'*Elaeagnus angustifolia* L. exercent une activité décontractante sur les muscles (Hosseinzadeh et *al.*, 2003). Elles ont des activités anti-inflammatoires (Rasakh et *al.*, 1999 ; Hosseinzadeh et Taheri, 2000 ; Ramezani et *al.*, 2001 ; Kamalinejab et *al.*, 2000).

  Leur huile est utilisée pour le traitement du rhume et des affections bronchiques (Chopra et *al.*, 1986). Elle possède aussi un effet curatif sur les brûlures cutanées, l'eczéma et les dermatites vue sa richesse en acide palmitoléique (C_{16} : $1\Delta^9$) (AAC, 2003).

7.3. Utilisations ornementales

- ⋆ L'Olivier de Bohème est cultivé pour son feuillage gris argenté et ses fleurs agréablement parfumées (Polleti, 1987 ; Jacamon, 1992).
- ⋆ Pour sa vitesse de croissance, il est largement planté comme brise-vent et protecteur contre l'érosion (Mark et *al.*, 2002 ; Khamzina et *al.*, 2006 ; Zhou et *al.*, 2007).

7.4. Autres utilisations

- ⋆ Selon Wenyuan (1998), son bois est très utilisé pour le chauffage et il est considéré comme une importante source énergétique produite au Nord de la Chine.
- ⋆ Vu la dureté et l'aspect à *grain fin* de son bois, il est utilisé pour la construction des poteaux, des faisceaux et en sculpture (Genders, 1994). Il est également considéré aussi comme un excellent carburant (Gamble, 1972 ; Wenyuan, 1998).
- ⋆ L'huile essentielle obtenue à partir des fleurs est employée en parfumerie (Komarov, 1968).
- ⋆ En Turquie, les feuilles d'*Elaeagnus angustifolia* L. sont utilisées comme un indicateur de pollution des métaux lourds suivants : Pb, Cd et Zn (Askoy et *al.*, 1999).

  En Chine, elles sont utilisées largement comme aliment pour les animaux; vu leur richesse en protéines, et lipides.

  L'analyse des composants (Tableau 4) nutritifs prouve que le feuillage d'*Elaeagnus angustifolia* L. contient *18,58%* de protéines, une valeur proche à celle d'une bonne espèce de fourrage, la Luzerne (Wenyuan, 1998).

Tableau n°4 *:* Comparaison du contenu nutritif entre *l'Elaeagnus angustifolia* L. et la Luzerne (Wenyuan, 1998)

Espèce	Protéine brute %	Lipide brute %
Feuilles d'Elaeagnus angustifolia L.	18,58	6,59
Feuilles de la luzerne	18,60	2,4

Données générales sur le Jujubier sauvage Zizyphus lotus L.

1. Historique et origine

1.1. Etymologie

Jujubier des Lotophages ou Jujubier de Berbérie.

Le jujubier de l'arabe ***Zizouf*** (Belouad, 1998). Le nom latin populaire du jujubier est *Zizyphus*.

Zizyphus : désignant l'arbre et son fruit (Couplan, 2000).

***lotus* :** désigne des plantes de la famille des légumineuses. Pour Linné et les botanistes, le *lotus* est le lotier.

1.2. Origine

Le jujubier est originaire de la Chine septentrionale. De là, il avait été apporté vers l'Asie Occidentale, la Syrie et la Méditerranée. De fait, sa culture en France date de la conquête romaine.

Ensuite, il s'est répandu en Algérie, en Tunisie, en Italie, en Espagne et partout en Europe méridionale, sans parler du Proche-Orient (Catoire et *al.*, 1999).

2. Caractères généraux

2.1. Description

Le Jujubier de Berbérie est un arbrisseau de 0,9-1,2 m de hauteur, ou un petit arbre, à brindilles grêles, effilées, verdâtres, glabres, souvent épineux (Figure 11). Le feuillage et le port de cet arbrisseau contribuent à lui donner un aspect exotique. Les feuilles sont caduques, alternes, ovale-oblongues, glabres sur les deux faces, finement dentelées. Les fleurs sont petites, jaunâtres, axillaires, fasciculées, bisexuelles, fleurissant en Juin-Juillet, résistantes aux gelées de printemps, qui sont suivies par de petits fruits comestibles, indéhiscents, drupacés globuleux de la taille d'un petit pois (Catoire et *al.*, 1999).

Figure 11 : Feuilles et fruits du *Zizyphus lotus* L.

www.amalaki-fruit.com/jujube_berry55.jpg (Consulté le : 11/06/2007)

2.2. Exigences climatiques

Le Jujubier est peu exigeant. Cet arbrisseau a une croissance très lente. C'est son principal inconvénient. Son rendement est donc tardif. Pour accélérer sa croissance, il est nécessaire d'améliorer le sol. Le Jujubier résiste bien à la sécheresse (Catoire et *al.*, 1999).

3. Position taxonomique

Selon Jacamon (1992), le jujubier est classé comme suit :

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Rhamnales
Famille :	Rhamnacées
Genre :	*Zizyphus*
Espèce :	*Zizyphus lotus* L.

4. Aire de répartition au monde et en Algérie :

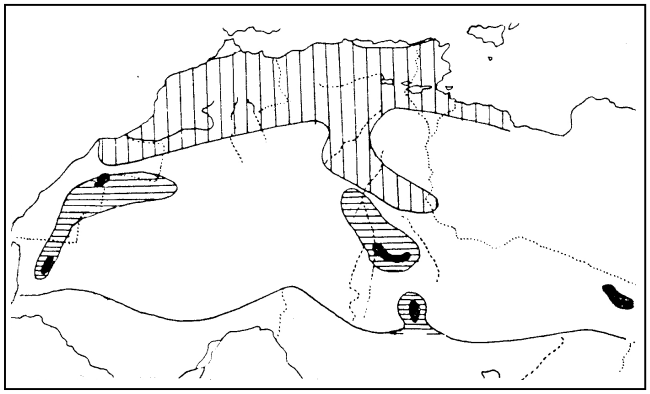
4.1. Le jujubier dans le monde

Selon Baba Aissa (2003), le *Zizyphus lotus* L. est une espèce méditerranéenne et subtropicale. Cette espèce est spontanée dans le Sud de L'Espagne et du Portugal, en Sicile, en Grèce et surtout en Afrique du Nord (Catoire et *al.*, 1999 ; Brosse, 2000).

Il se rencontre dans les steppes semi-désertiques d'Afrique du Nord : Il s'étale sur tout le nord du Maghreb Arabe (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye) et en Asie (Dillemann et Paris, 1960).

4.2. Le jujubier en Algérie

Il est présent dans toute l'Algérie sauf sur le Tell Algéro-Constantinois (Figure 12). Il est connu sous le nom de *Sedra*, *Djerdjer* et *Azar* (Quezel et Santa, 1962).



Zizyphus lotus L.

Figure 12 : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* L. en Algérie (Quezel et Santa, 1962)

5. Caractéristiques du fruit

Les jujubes (Figure 13), ovoïdes oblongs, ayant la forme et la grosseur d'une belle olive d'abord vert, puis jaune et enfin rouge foncé à la maturité à noyau osseux. La pulpe est épaisse, d'un rouge jaunâtre un peu glutineuse, à saveur sucrée et fade. Ils mûrissent en Septembre-Octobre.

La fructification commence dès la 4ème année ; l'arbre est en plein rendement vers l'âge de 15 ans ; il est très productif lorsqu'il reçoit des arrosages abondants pendant l'été (Catoire et *al.*, 1999). Son noyau est soudé en une seule masse (Ozenda, 1983) et il contient 2 graines (Ghost et Lysias, 2007).

Figure 13: Fruits du *Zizyphus lotus* L.
www.asgep.org.au (Consulté le : 11/06/2007)

6. Composition biochimique des jujubes

Les fruits mûrs contiennent 81 à 97% de pulpe (Pareek, 1983) ; cette dernière est très riche en substances nutritives : 12,8 à 13,6% de carbohydrates qui sont classés comme suit : 5,6% de *saccharose*, 1,5% de *glucose*, 2,1% de *fructose* et 1% d'*amidon* (Jawanda et *al.*, 1981).

La pulpe est une source de vitamine C : 70-165 mg/100g et de vitamine A : 70 IU (Bal, 1981a).

Les acides aminés suivants : *asparagine, arginine, acide glutamique, acide aspartique, glycine, sérine* et *thréonine* sont retrouvés dans la pulpe (Bal, 1981a).

Les fruits secs contiennent plusieurs substances volatiles responsables de la saveur typique : *soixante dix-huit* composés sont identifiés : l'acide caprique (19,98%), l'acide succinique et l'acide malique (15,64%) (Ahmedov et Halmatov, 1969).

La pectine extraite de la pulpe contient du D-Galactose, 2,3, 6 Tri-o-acétyl. Cette substance a des propriétés anti-diarrhéiques et permet d'abaisser le taux de cholestérol du plasma (Tomoda et *al.*, 1985).

Les fruits contiennent également des polyphénols et de la rutine (Kriventsov et Karakhanov, 1970).

Goncharova et al. (1990), ont déduit que l'huile extraite du péricarpe est prédominée par l'acide palmitoléïque (C_{16} : $1\Delta^9$).

Les amandes du *Zizyphus lotus* L. contiennent les saponines qui ont des valeurs médicinales (Kavai et *al.*, 1974), elles contiennent également les alcaloïdes cycliques peptidiques qui sont utilisés en médecine chinoise en tant qu'une substance sédative.

Les amandes sont aussi très riches en protéines soufrées (Nour et *al.*, 1987).

7. Différentes utilisations du Jujubier sauvage

7.1. Utilisations alimentaires

- ⋆ Les jujubes se consomment frais pour leurs valeurs nutritives (Sudhersan et Hussain, 2003) car ils permettent la prise de poids et agissent sur la performance des muscles (Chevallier, 1996).
- ⋆ En Inde, les fruits mûrs sont utilisés pour la préparation des produits secs semblables à ceux de la datte sèche ; ils sont consommés en hiver comme un dessert savoureux (Parrek, 2001).
- ⋆ Le miel issu du butinage de ses fleurs est un miel de haute qualité nutritive agréable et médicinale (Gaszanfer, 1994).
- ⋆ En Chine, les jujubes sont consommés glacés ou avec du thé et très utilisés pour la fabrication du vin (Sudhersan et Hussain, 2003 ; Ghost et Lysias, 2007).

7.2. Utilisations médicinales

Les espèces du genre *Zizyphus* sont employées largement en médecine traditionnelle pour le traitement de diverses maladies tels que : les troubles digestifs, la faiblesse, les problèmes de foie, l'obésité, les ennuis urinaires, le diabète, les infections de la peau, la fièvre, la diarrhée et l'insomnie (Kirtikar et Basu, 1984 ; Hank et Park, 1986).

- ⋆ Les extraits butanoliques des feuilles ont des effets hypoglycémiques et insulinothérapiques (Abdel-Zaher et *al.*, 2005). Ces dernières sont utilisées pour soigner les blessures (Adzu et *al*., 2002) vu leur activité antiseptique (Epfraim et *al.*, 1998).
- ⋆ L'infusion des fleurs est utilisée comme un fébrifuge et un désinfectant pour les yeux (Hutchens, 1973).
- ⋆ L'écorce bouillie est employée pour traiter les maladies vénériennes (Sudhersan et Hussain, 2003). Son extrait d'acétate éthylique a une bonne activité anti-stréroïdogénique (Gupta et *al.*, 2004).
- ⋆ Le jus cru des racines broyées à des propriétés cathartiques et souvent utilisé pour l'arthrite et le rhumatisme (Hutchens, 1973) ; leur extrait aqueux agit sur le système

nerveux en diminuant le blocage neuromusculaire (Adzu et *al.*, 2002) ; leur décoction est conseillée comme un fébrifuge (Ghost et Lysias, 2007). Les racines sont transformées en une poudre appliquée pour les blessures et les ulcères chroniques (Ghost et Lysias, 2007).

- ⋆ Leurs fortes teneurs en vitamines A et C font que les jujubes servent à la confection d'une pâte pectorale agréable (Ghost et Lysias, 2007).
- ⋆ En médecine populaire, les jujubes sont prescrits pour renforcer l'activité du foie (Chevallier, 1996 ; Kirtikar et Basu, 1984 ; Han et Park, 1986) pour contrecarrer la leucémie (Ghost et Lysias, 2007), la réaction allergique (Chevallier, 1996 ; Ghost et Lysias, 2007) et la mutation.

  Ces fruits ont aussi des effets anti-vieillissement (Houghton et al., 2004 ; Ghost et Lysias, 2007), des effets anti-tumuraux (Perdu et Hartwell, 1976 ; Ghost et Lysias, 2007), des effets anti-diarrhéiques (Adzu et *al.*, 2003), des effets sur le système cardiaque de manière significative en augmentant la tolérance des sujets pour la privation de l'oxygène (Ghost et Lysias, 2007), des effets anti-ulcérogéniques (Wahida et *al.*, 2007) des effets anti-bactériens surtout sur les gram (+) (Ali et *al.*, 2001) et antifongiques vue leur richesse en plusieurs cyclopeptides alcaloïdes (Renault et al., 1997 ; Lahlou et *al.*, 2002), et des effets antidiabétiques (Glombitza et *al.*, 1994 ; Le Crouérour et *al.*, 2002).
- ⋆ L'extrait aqueux des graines possède une activité sédative douce (Morishita et *al.*, 1987), utilisé pour le traitement de l'insomnie (Tanaka et Sanada, 1991) ; leur poudre mélangée avec du citron est conseillée pour les problèmes du foie (Hutchens, 1973).

7.3. Autres utilisations

- ⋆ Les feuilles sont utilisées pour laver les cheveux en Arabie Orientale (Diskon, 1995) ou employées comme un excellent fourrage pour les chameaux et les chèvres (Diskon, 1995 ; Tripathi et *al.*, 2004).
- ⋆ L'écorce est considéré comme étant une bonne source de tanin. Comme son bois est dur et lourd, il est utilisé en menuiserie africaine (Epfraim et *al.*, 1998).
- ⋆ Pour ses branches épineuses, le jujubier est utilisé pour former des clôtures défensives (Adzu et *al.*, 2002).
- ⋆ En Algérie : Selon Abdelguerfi (2003) :
  - ✓ Le jujubier est classé parmi les espèces fruitières spontanées.
  - ✓ Les petits fruits de montagne font l'objet d'une commercialisation par des enfants et des jeunes.

Chapitre II

Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.

Généralités sur les lipides et les huiles végétales

Crataegus monogyna Jacq.

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

Données générales sur les lipides et les huiles végétales

I. Lipides

Les lipides sont un ensemble très hétérogène et très vaste de composants qui diffèrent à la fois dans leur nature et leur organisation.

Si l'on se limite à l'énumération de leurs éléments constitutifs, la liste est impressionnante et variée :

- Un certain nombre d'acides gras a été isolé : ils comportent de 4 à 40 atomes de carbone, la chaîne étant saturée, mono ou polyinsaturée présentant ou non une ramification ou une partie cyclisée, les doubles liaisons étant sous forme *cis* ou *trans*.
- Les acides gras estérifient un alcool qui est habituellement le glycérol (Triglycérides ou Triacylglycérols), mais parfois des alcools aminés tel que la sphingosine (Sphingolipides) ou des alcools supérieurs composés de 10 à 30 atomes de carbones (Cires) ou polycycliques comme les stérols.
- Outre ces molécules, les lipides renferment en quantité minime des éléments de nature très variable : hydrocarbures, stérols, vitamines A, D, E, K (Liposolubles) et leurs nombreux précurseurs, dont les caroténoïdes qui constituent à eux seuls une famille chimique très étendue.

Sous l'appellation de lipides neutres, nous trouvons les acides gras reliés à un alcool. Si le glycérol est estérifié par 3 acides gras, il constitue un triglycéride totalement apolaire. Il en est de même des cires, constituées d'un alcool et d'un acide gras. Les acides gras peuvent aussi se trouver sous forme libre (AGNE : Acide Gras Non Estérifié).

Les lipides neutres et les AGNE constituent les *lipides simples*. A côté, il existe une gamme de structures faisant intervenir d'autres éléments et que l'on englobe sous le nom de *lipides complexes* (ou lipides polaires).

Ils exercent un rôle essentiel en biologie comme en technologie en raison de leurs propriétés émulsifiantes (Adrian et *al.*, 1998).

On classe les lipides en deux grandes catégories : les *lipides simples* et les *lipides complexes* (Figure 14).

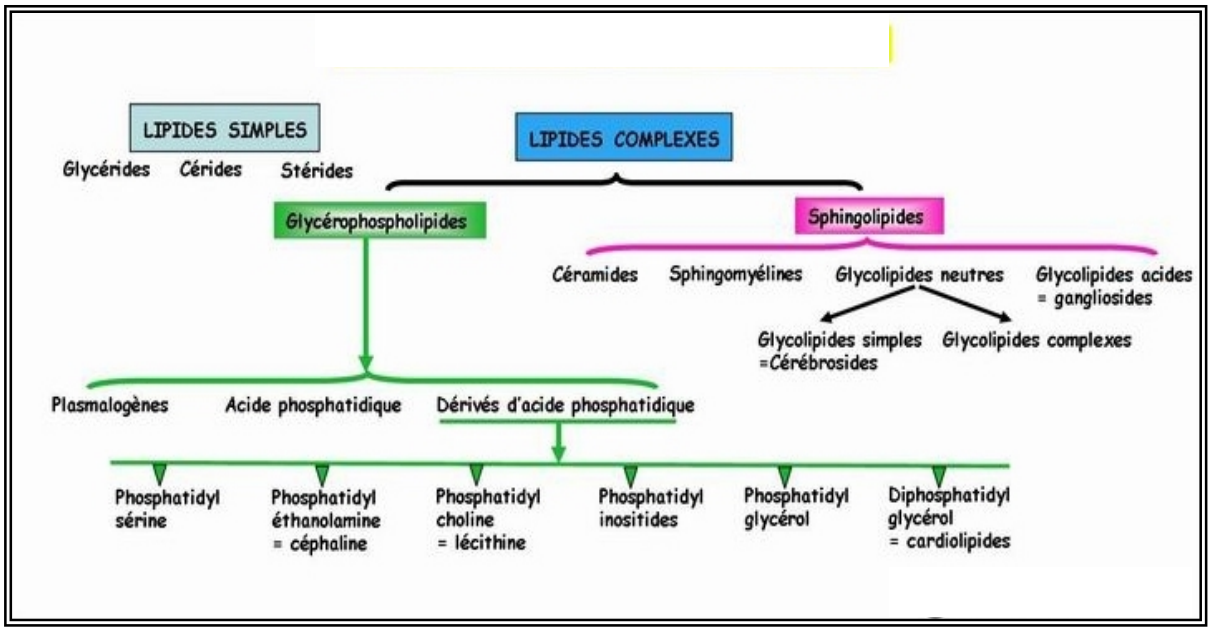


Figure 14 : Classification des lipides

www.siencebio.com (Consulté le : 16/08/2007)

1. Importance des matières grasses

Les matières grasses, ou lipides, font partie de l'alimentation de l'homme depuis toujours (Figure 15). Elles sont d'ailleurs indispensables à la santé : elles fournissent de l'énergie (1g de corps gras = 9 kcal = 37,6 kJ), contribuent à la régulation de la température corporelle, à la synthèse des hormones, à la fertilité, fournissent des acides gras essentiels, permettent l'absorption des vitamines A, D, E et K, procurent un sentiment de satiété, rehaussent la saveur et la texture des aliments, donnent de l'éclat au teint, etc.

La consommation des diverses matières grasses varie beaucoup avec leur utilisation et avec les possibilités économiques des consommateurs.

Pour savoir l'importance alimentaire et fonctionnelle de ces aliments, il est très intéressant d'étudier leur composition chimique (Chairman et *al.*, 2006).

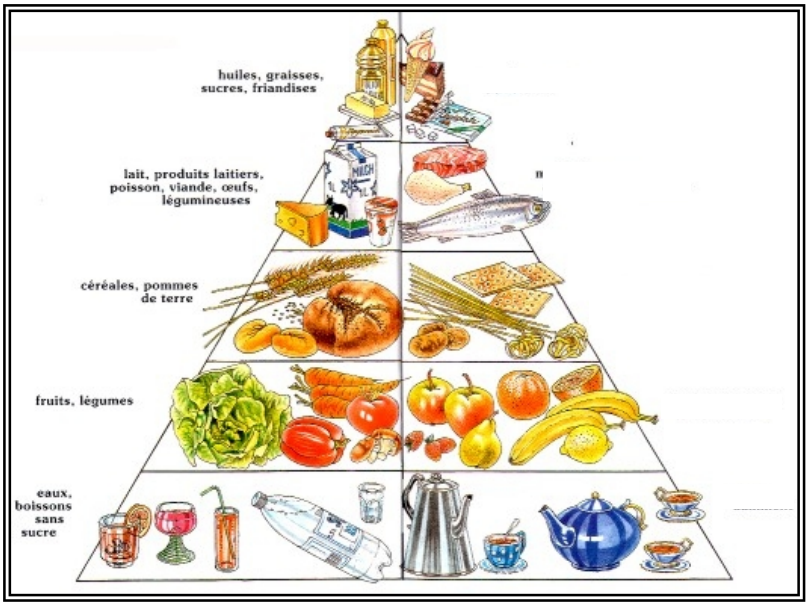


Figure 15: Pyramide alimentaire et la place des graisses et des huiles

www.swissheart.com (Consulté le : 18/08/2007)

2. Qu'est ce que les matières grasses ?

Les graisses et les huiles sont constituées d'unité appelée "Triglycérides" résultant de la combinaison d'une molécule de glycérol et de trois unités d'acides gras. Elles sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques, ont une densité faible. Elles sont classées en matière grasse liquide appelée "Huile" ou solide appelée "Graisse" (Chairman et *al.*, 2006).

3. Composition des matières grasses

Les principaux composants des graisses et des huiles alimentaires sont les triglycérides (Annexe : Tableau 5). Les composants mineurs sont les mono, diglycérides, les acides gras libres, les phosphatides, les stérols, les tocophérols, les vitamines liposolubles A, D, E et K, les cires et les alcools gras (Chairman et *al.*, 2006).

3.1. Le composant principal "*Triglycérides*"

Les graisses alimentaires d'origine naturelle sont constituées à 98% de "Triglycérides" (Figure 16). Il s'agit de 3 molécules d'acides gras qui estérifient le glycérol. Les acides gras sont généralement des acides carboxyliques aliphatiques (Chairman et *al.*, 2006).

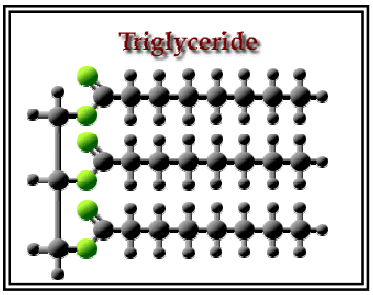


Figure 16 : Molécule d'un Triglycéride

www.iboro.ac.uk (Consulté le : 16/08/2007)

Les graisses d'origine végétale ne contiennent pratiquement que des acides gras à chaîne linéaire avec un nombre pair d'atomes de carbone. Outre les acides gras saturés (Annexe : Tableau 6), elles contiennent des proportions variables d'acides gras *cis* insaturés définis et prédominants. Parmi ceux-ci se trouvent les acides gras dits "essentiels" sont de type ω3 et ω6 dans lesquels les doubles liaisons sont présentes en position *cis* selon une séquence allylique. Les graisses animales peuvent contenir de faibles proportions (1 à 2%) d'acides gras à nombres impairs (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

3.2. Les composants mineurs

3.2.1. Mono et diglycérides

Le glycérol est un triol. Il pourra donc, par estérification avec des acides gras, donner des monoesters (monoacylglycérol ou encore monoglycéride), des diesters (diacylglycérol ou encore diglycéride), et des triesters (triacylglycérol ou triglycéride).

Lorsque les molécules d'acides gras constituant le diester sont identiques, on parlera d'un diacylglycérol "homogène" ; dans le cas contraire d'un diacylglycérol "mixte".

Les mono et diglycérides sont des émulsifiants naturels qui sont obtenus à partir de gras de graines de soja et d'huiles végétales (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

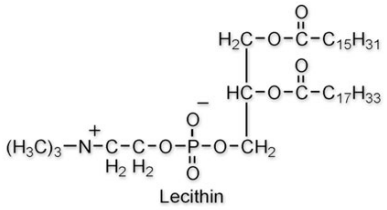
3.2.2. Acides gras libres

Comme leur nom suggère, ce sont des acides gras détachés de la matière grasse, ils se concentrent dans l'huile non raffinée. Entièrement raffinées, les huiles ont habituellement une teneur en acides gras libres inférieure à 0,1% (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

3.2.3. Phosphatides

Egalement connus sous le nom de "Phospholipides". Ce sont des composés du glycérol dont un groupe hydroxyle est estérifié par l'acide phosphorique.

Exemple : La lécithine



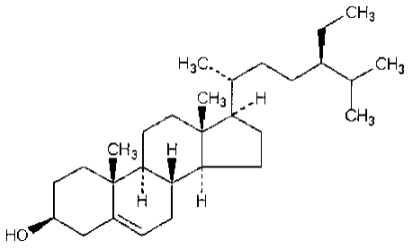
La majorité de ces phosphatides sont éliminés de l'huile par le raffinage qui sont classés comme une source importante d'émulsifiants (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

3.2.4. Stérols

Dans les corps gras, ils se trouvent à l'état libre ou estérifiés par des acides gras. Ainsi, les végétaux produisent très peu de cholestérol, ils contiennent principalement du "Sitostérol" qui permet de réduire le taux du "LDL" dans le sérum, du "Campestérol" et du "Stigmastérol", généralement désignés sous la dénomination de "Phytostérols".

Les graisses animales sont prédominées par le cholestérol (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

Exemple : β-Sitostérol

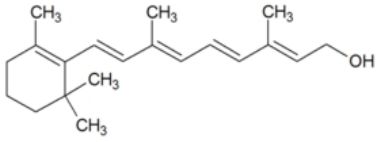


3.2.5. Vitamines

Ce groupe de substances importantes sur le plan physiologique nutritionnel est représenté dans les matières grasses par les vitamines A, D, E et K.

Les vitamines ou provitamines D_2 et D_3, qui, en réalité, appartiennent au groupe des stérols, se trouvent avant tout dans les graisses et les huiles d'animaux marins. Les huiles végétales sont très riches en vitamine E, a caractère anti-oxydant (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

Exemple : Vitamine A



3.2.6. Colorants

La présence des caroténoïdes (lycopène), de la chlorophylle donne aux huiles des couleurs différentes (Fuhrer et *al.*, 2005 ; Chairman et *al.*, 2006).

II. Huiles végétales

Qu'est-ce qu'une huile végétale ?

Un aliment véritable : "L'huile est le plus souvent considérée comme un agréable condiment"

Ce sont les huiles fluides ou concrètes préparées à partir de graines ou de fruits oléagineux. Les huiles sont généralement liquides à la température ambiante. On appelle "huiles concrètes" ou graisses, les matières grasses solides à température ambiante (huile de coprah) (Fritsh, 1991 ; Ciqual, 1995).

Ces matières grasses ne contiennent pas de cholestérol et apportent 100% de lipides.

Les huiles se distinguent les unes des autres par leur composition en acides gras ; ainsi chaque huile végétale peut-elle comporter plus de dix acides gras dont les proportions varient beaucoup d'une espèce à l'autre et même d'un cultivar au sein d'une même espèce.

Les huiles végétales sont la source des acides gras essentiels pour l'homme, intervenant dans de nombreuses fonctions vitales : phospholipides, membranes cellulaires, prostaglandines, lipides du cerveau et de la myéline, régulation du cholestérol et de la coagulation de sang (Fritsh, 1991 ; Ciqual, 1995).

1. Le marché des huiles végétales

Oil World dans sa publication de novembre 2006 estime que la production mondiale de graines oléagineuses devrait légèrement progresser en 2006-2007 pour atteindre les 386 millions de tonnes contre 381 millions de tonnes en 2005-2006 (Tableau 7). Le volume des graines transformées s'établirait à 330 millions de tonnes en 2006-2007. Il s'élevait à 318 millions de tonnes en 2005-2006.

Tableau 7 : Marché des huiles végétales (Jannick, 2007)

Marché des huiles (Millions de tonnes)	2006-2007	2005-2006
Production	128,7	122,9
Volumes échangés	53,7	50,8
Consommation	128,9	121,0
Stocks finaux	14,1	14,5

La production d'huiles végétales devrait avoisiner, en 2006-2007, 129 millions de tonnes contre 123 millions de tonnes pour la campagne 2005-2006, incluant les huiles marginales (maïs, sésame, noix, etc.). Au cours des dix dernières années, cette production a connu une progression de l'ordre de 50%, soit une croissance moyenne de 5% par an. Parallèlement, la population mondiale a augmenté de 12% entre 1997 et 2006.

Les huiles de soja et de palme représentent à elles seules 58% du marché. Viennent ensuite les huiles de colza et de tournesol avec respectivement 14% et 9% des volumes

produits. L'huile de coton, avec 4%, se situe au cinquième rang devant l'huile de palmiste et l'huile d'arachide. L'Indonésie et la Malaisie avec une production de plus de 17 millions de tonnes sont les premiers producteurs-exportateurs mondiaux d'huiles végétales. Avec la production chinoise, ces trois pays assurent à eux seuls plus de 40% de la production mondiale. Avec une production de l'ordre de 12 millions de tonnes chacun, l'Union Européenne et les États Unis figurent ensuite parmi les principaux pays producteurs.

Les échanges internationaux devraient se situer à environ 50 millions de tonnes. Les transactions se concentrent essentiellement sur l'huile de palme à hauteur de 28 millions de tonnes, soit 56% du marché international et sur le soja pour 10 mil- lions de tonnes, soit 20% des échanges. La Malaisie, l'Indonésie et l'Argentine totalisent 65% des exportations. L'Union Européenne (17%), la Chine (13%) et l'Inde (9%) sont les principaux importateurs.

Avec une population mondiale estimée à 6,5 milliards, la consommation serait actuellement de l'ordre de 18,7 kg par habitant et par an avec de fortes disparités entre les différentes parties du monde (Jannick, 2007).

2. Principe de fabrication des huiles végétales

2.1. Graines oléagineuses

On utilise les graines (arachides, tournesol, colza, soja, maïs, pépins de raisin, palmiste, etc.) ou les fruits (olive, noix, amande, coprah, palme) (Figure 17). Une fois nettoyés et décortiqués, ils sont broyés ou pressés et chauffés à 90°C (pour certaines huiles). Avant de passer dans de grandes presses à vis. On obtient alors des tourteaux gras et l'huile brute de pression (Plumey, 2003).

2.2. Huiles vierges ou raffinées

a- *Si l'huile brute de pression subit une simple décantation puis filtration*, elle est considérée comme une *huile vierge*.

L'huile vierge n'ayant subi que des traitements mécaniques a pu ainsi conserver son goût fruité spécifique mais elle peut contenir des composés indésirables à l'origine de rancissement précoce.

Les huiles d'olive et de noix sont les huiles vierges les plus couramment consommées mais on peut trouver aussi des huiles vierges de tournesol, de colza, de germe de blé ou de maïs, elles ont alors un goût très typé (Plumey, 2003).

b- *si l'huile brute de pression subit les opérations de raffinage*, elle sera désodorisée, décolorée et purifiée.

Le raffinage comprend toute ou une partie des opérations suivantes :

- *La démucilagination* : les huiles contiennent des phospholipides qui doivent être retirés pour que l'huile soit limpide. Cette opération se fait grâce à de l'eau acidulée qui les fait précipiter en mucilage, puis éliminés par centrifugation.
- *La désacidification* : pour éliminer également les acides gras libres responsables de goût amer et limitant la conservation de l'huile, l'usage de la soude est couramment pratiqué. Elle permet leur séparation en formant des savons insolubles dans l'huile qui sont éliminés par centrifugation. Elle élimine également les oxydants comme le fer et le cuivre, et détruit des pigments par des solutions alcalines ; elle contribue donc à la décoloration de l'huile.
- *La décoloration* : elle est obtenue par adsorption des pigments en mettant en contact l'huile et l'argile pendant au moins 30 minutes, sous vide, à 90°C.
- *Le décirage* : un refroidissement de l'huile à 5°C permet la cristallisation des cires naturelles, peu solubles dans l'huile et qui, non éliminées, entraîneraient l'apparition de dépôt ou de d'un trouble de l'huile.
- *La désodorisation* : elle a pour objectif d'éliminer les flaveurs indésirables pouvant donner à l'huile un goût de rance. L'élimination des produits volatils se fait par vapeur d'eau sous pression à 200°C, en atmosphère sous vide.

L'huile raffinée se garde plus longtemps et dans de meilleures conditions. Elle a perdu une grande partie de son goût d'origine. Sur le plan nutritionnel, le raffinage a éliminé une partie des vitamines liposolubles (environ 15 à 20% vitamine E d'origine) (Plumey, 2003).

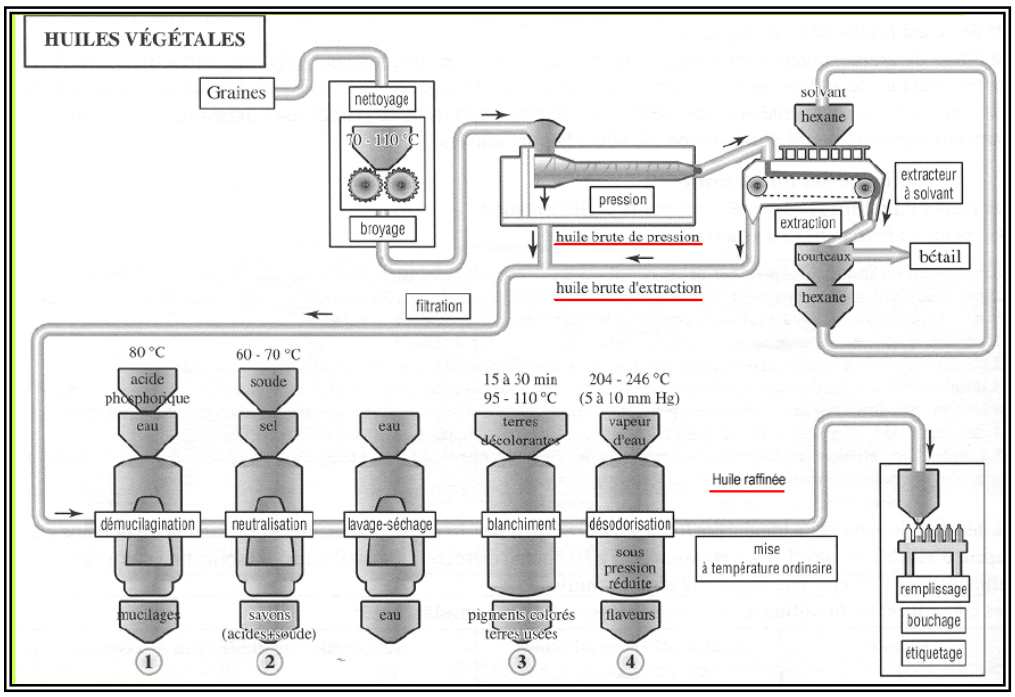


Figure 17 : Technologie des huiles végétales

www.princetoncme.com (Consulté le : 18/08/2007)

3. Valeur nutritionnelle des huiles végétales

3.1. Sur le plan quantitatif

Les huiles contiennent toutes 99% de lipides. Il n'existe pas d'huile plus ou moins grasse qu'une autre. D'origine végétale, l'huile peut contenir des phytostérols ; c'est une forme de cholestérol végétal qui agit par compétition au niveau de l'absorption intestinale du cholestérol d'origine animale. Elles contiennent quasiment toutes de la vitamine "E", en quantités plus ou moins importantes selon les huiles (Annexe : Tableau 8) (Plumey, 2003).

3.2. Sur le plan qualitatif

Les huiles se distinguent entre elles par leur profil en acide gras, elles sont caractérisées par la famille d'acides gras dominant car en général elles contiennent toutes des acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés.

C'est ainsi que sont considérées comme :

- *A dominante saturée* (les acides gras représentent plus de 50% des acides gras totaux) : les huiles de coprah, de palme et de palmiste.
- *A dominante moinsaturée* (60 à 70%) : l'huile d'olive, de noisette, d'avocat et de carthame.

  L'huile d'arachide est à faible dominante monoinsaturée (45%) : elle contient également des acides gras saturés (20%) et des acides gras polyinsaturés (30%) (Plumey, 2003).

  Ils ont des effets bénéfiques reconnus sur la fonction cardiovasculaire et pourraient contribuer à un meilleur contrôle de la glycémie chez les diabétiques (Erasmus, 1993 ; Lambert-Lagacé et Laflamme, 1993 ; Frappier et Gosselin, 1999 ; Kris-Etheron et *al.*, 2002 ; Walter, 2004).
- *A dominante polyinsaturée, riche en Oméga 6* (acide linoléique, plus de 50% des acides gras totaux) : les huiles de tournesol, de soja, de maïs, de noix, de pépins de raisin, d'onagre et de sésame (Plumey, 2003).

  Ils jouent un rôle important au niveau du système nerveux, de l'équilibre cardiovasculaire, de l'immunité, de la guérison des blessures et des réactions allergiques et inflammatoires (Simopoulos, 1999 ; Simopoulos, 2002).
- *A dominante polyinsaturée, riche en Oméga 3* (acide α-linolénique, plus de 5% des acides gras totaux) : les huiles de colza (90%), de soja (7%), de noix (12%), de germe de blé (5%), d'onagre (8%) (Plumey, 2003).

  Ils jouent un rôle central sur les membranes cellulaires et interviennent dans de nombreux processus biochimiques de l'organisme : la régulation de la tension

artérielle, l'élasticité des vaisseaux, les réactions immunitaires et l'agrégation des plaquettes sanguines (Gerster, 1998, Kris-Etherton et al., 2002 ; Burdge, 2004).

4. Analyse des huiles végétales

4.1. Détermination des caractères physiques

4.1.1. Masse volumique

La détermination de la masse volumique est réalisée à l'aide d'un pycnomètre**.** On peut exprimer la masse volumique absolue (dans le vide) mais comme cette détermination est généralement utilisée pour transformer une masse d'huile en volume, on préfère utiliser le poids du litre d'huile dans l'air (Annexe : Tableau 9) (Ollé, 2002).

4.1.2. Indice de réfraction

Indice de réfraction (d'une substance) : c'est le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde dans le vide à sa vitesse dans la substance.

En pratique, la vitesse de la lumière dans l'air est utilisée à la place de celle dans le vide et la longueur d'onde choisie est, sauf indication contraire celle de la moyenne des raies D du sodium (589,6 nm).

L'indice de réfraction d'une substance donnée varie avec la longueur de la lumière incidente et avec la température (Annexe : Tableau 10).

La notation est n_D^t , où t la température en degrés Celsius.

4.1.3. Couleur

Nombreuses sont les méthodes permettant de déterminer la couleur des corps gras. Les méthodes les plus utilisées comparent visuellement la couleur de l'échantillon à des étalons conventionnels :

- ✧ Méthode Lovibond "*NFT 60-224*" qui consiste à comparer avec un jeu de verres colorés jaunes et rouges (Ollé, 2002).
- ✧ Méthode FAC qui consiste à encadrer la couleur entre 2 des 29 verres proposés (Ollé, 2002).
- ✧ Méthode Gardner qui consiste à encadrer la couleur entre 2 des 18 verres proposés (Ollé, 2002).

4.1.4. Viscosité

Il n'existe pas de méthode particulière pour mesurer la viscosité des corps gras. On utilise les *méthodes par écoulement* employées pour les produits pétroliers.

La viscosité diminue en fonction de l'insaturation ainsi qu'avec le chauffage. Elle augmente avec l'oxydation (Ollé, 2002).

4.2. Détermination des constituants majeurs

4.2.1. Indices

a- Indice de saponification

L'indice de saponification correspond au nombre de *milligrammes de potassium* nécessaire pour saponifier *1 gramme* de matière grasse dans les conditions opératoires spécifiées (Kartika, 2005).

La détermination de cet indice consiste à transformer en savons solubles (sodiques ou potassiques) la totalité des acides gras présents à l'état estérifié dans une matière grasse et à régénérer le glycérol dans le cas des triglycérides. L'échantillon de matière grasse est traité en présence de potasse en phase alcoolique, à l'ébullition sous reflux pendant 30 minutes pour obtenir la réaction suivante :

$$R-O-O-AG+KOH \Leftrightarrow R-OH+K-O-O-AG$$

Dans laquelle $R-OH$ représente une des fonctions alcools du glycérol (Adrian et *al.*, 1998).

b- Indice d'iode

L'indice d'iode est la quantité de monochlorure d'iode, exprimée en *grammes d'iode*, absorbée par 100 g de matière grasse.

Il mesure globalement le degré d'instauration d'un corps gras en déterminant le nombre de grammes d'iode se fixant sur les doubles liaisons présentes dans 100 g de lipides (Adrian et *al.*, 1998).

4.2.2. Triglycérides

Les triglycérides ou acylglycérols sont des esters d'acides gras et de glycérol. Ce sont les principaux constituants des corps gras (97 à 99 %). De ce fait, de très nombreux auteurs se sont penchés sur l'analyse des triglycérides.

Pendant très longtemps, l'analyse en fonction du degré d'insaturation fut une méthode complexe et délicate. Grâce à l'apparition des techniques chromatographiques vers 1950, les progrès dans l'analyse ont été considérables.

- ✧ *Analyse par chromatographie couche mince* "*CCM*" : Il est possible, en utilisant des *couches minces de gel de silice imprégné de* $AgNO_3$**,** de séparer les triglycérides en fonction de leurs insaturations.
- ✧ *Analyse par chromatographie en phase gazeuse* "*CPG*" : Les triglycérides peuvent être analysés en "CPG" en utilisant des colonnes courtes imprégnées de phases

stationnaires apolaires ou peu polaires de type silicone. Pendant longtemps, les triglycérides ont été élués, regroupés par nombre pair d'atomes de carbone. Les développements récents de la "CPG" sur colonne capillaire ont permis d'améliorer considérablement l'analyse des triglycérides.

- ✧ *Analyse par chromatographie liquide "HPLC"* : Grâce aux plus récents développements de la chromatographie liquide et en particulier aux développements des supports greffés, l'analyse des triglycérides a fait d'importants progrès. Les phases utilisées sont essentiellement des phases constituées de silice dont la granulométrie est de5 μm. L'éluant utilisé est du type acétone-acétonitrile (Ollé, 2002).

4.2.3. Acides gras

a- Préparation des esters méthyliques

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 ;
- ✧ Les proportions des acides gras entre eux.

Les acides gras peuvent être analysés sous forme libre, mais, généralement les acides gras sont analysés après désactivation sous forme ester, selon la réaction :

$$R-COOH + CH_3OH \Rightarrow R-COO-CH_3 + H_2O$$

Les méthodes d'estérification sont nombreuses. La plupart de ces méthodes se réalisent en présence d'un excès d'alcool. Il est possible d'utiliser les alcools éthyliques, propylique, isopropylique, ou encore butylique, de façon à former des esters ayant des températures d'ébullition plus élevées.

L'alcool le plus généralement utilisé étant le méthanol, on parle d'analyse d'esters méthyliques d'acides gras.

Les techniques de préparation des esters méthyliques sont relativement nombreuses. Nous n'avons cité que les plus utilisées.

- ✧ *Méthode au triméthylhydroxysulfonium TMSH* : en présence de TMSH, les triglycérides sont estérifiés au moment où ils pénètrent dans l'injecteur du système chromatographique (250°C) (Ollé, 2002) ;
- ✧ *Méthode générale au trifluorure de bore BF_3* : le corps gras, est dans un premier temps, saponifié en présence de potasse méthanolique. L'estérification est ensuite réalisée en présence de BF_3/Méthanol. Après addition d'eau, les esters sont récupérés à l'aide d'un solvant (Ollé, 2002).

- *Méthode applicable aux corps gras neutres (ou ayant une faible acidité)* : la réaction s'effectue à chaud en présence de potasse méthanolique ; les esters étant récupérés par un solvant (pentane, hexane) après addition d'eau (Ollé, 2002).
- *Méthode applicable aux corps gras, acides et acides gras* : méthode au méthanol/acide sulfurique ; dans un ballon ou en ampoule scellée pendant 25 min (Ollé, 2002).

b- Analyse des acides gras et esters d'acides gras par "CPG"

Les progrès réalisés en "CPG" au cours des vingt dernières années ont très nettement amélioré l'analyse des corps gras.

Chromatographie sur colonne remplie : colonnes en verre de 3 mètres de longueur remplie de support de granulométrie 80 à 100 mesh imprégné à 5 à 10 % de polyesters (diéthylène glycol succinate : DEGS). Peu de laboratoires utilisent encore les colonnes remplies.

Chromatographie sur colonne capillaire : de très nombreux travaux sur l'analyse des corps gras en colonne capillaire ont été publiés. Les colonnes les plus utilisées sont constituées de tubes de silice de 0,25 à 0,53 mm de diamètre, de longueur comprise entre 25 et 50 m, sur lesquels est greffée une phase stationnaire moyennement polaire ou polaire : polyéthylène glycol (Carbowax 20m), polysiloxane substitués (CP Wax–Innowax–FFAP) avec jusqu'à environ 80 % de groupements cyano (polyproxylcyanosilicone de type CP Sil 88 ou BPX 70 ou encore SP 2330).

Les différents constituants sont retenus en fonction :

- du nombre d'atomes de carbone ;
- dans une même famille, des insaturations de chaîne : les doubles liaisons polaires étant retenues. Ainsi, pour la famille C_{18}, les différents composés seront élués dans l'ordre : C_{18} : 0 (Acide stéarique) – C_{18} : $1\Delta^{9}$(Acide oléique) – C_{18} : $2\Delta^{9,12}$(Acide linoléique) – C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$(Acide linolénique).

Il est possible pour un même composé de séparer de nombreux isomères : isomères de position des doubles liaisons : C_{18} : $1\Delta^{9}$/ C_{18} : $1\Delta^{11}$, ou bien isomères de configuration (formes *cis* et *trans*) (Ollé, 2002).

c- Analyse des acides gras par "HPLC"

Les lipides peuvent être analysés en "HPLC" sous différentes formes :

- sous forme d'acides gras, après saponification puis acidification et extraction.
- sous forme dérivée : esters méthyliques ou esters phénylacétiques.

L'analyse peut être réalisée soit par *chromatographie d'adsorption* sur colonne de silice traitée au nitrate d'argent (5 à 20 %), la phase mobile pouvant être le benzène, ou bien un mélange acétone-acétonitrile, soit par *chromatographie de partage en phases inverses* : les

colonnes les plus utilisées sont de type octadécyl, les éluants du type acétonitrile-eau ou méthanol-eau (Ollé, 2002).

4.2.4. Phospholipides

Les phospholipides forment des mélanges complexes présents dans la plupart des matières grasses végétales ou animales. Les teneurs sont très variables (de quelques milligrammes par kg à des grammes par kg) (Ollé, 2002).

4.3. Détermination des constituants mineurs

La fraction insaponifiable ne représente généralement que 0,5 à 2 % des corps gras. Alors que la fraction saponifiable ne contient que des triglycérides, la fraction insaponifiable est composée de différents groupes, chaque groupe ayant un nombre plus ou moins important de constituants (Ollé, 2002).

4.3.1. Fractionnement de l'insaponifiable

Après saponification du corps gras, la fraction insaponifiable peut être extraite (à l'aide d'hexane ou d'oxyde diéthylique) puis pesée après séchage.

- Le fractionnement s'effectue généralement par "*CCM*" *sur plaque de silice*, de nombreux systèmes éluants pouvant être utilisés : chloroforme-oxyde diéthylique, hexane-oxyde diéthylique, ou hexane-acétate d'éthyle.
- Une méthode récente permet, particulièrement en vue de l'analyse des stérols, de fractionner l'insaponifiable par "*HPLC*" *sur colonne de silice*, éluant hexane-isopropanol, détecteur réfractométrique. Les composés élués sont récupérés à l'aide d'un collecteur de fractions (Ollé, 2002).

4.3.2. Fraction stérolique

Les stérols sont analysés par "*CPG*" *sous forme dérivée* :

- de triméthylsilyléther (TMS) obtenus à l'aide de réactifs silylants anhydres ;
- d'acétates obtenus par microacétylation par le mélange pyridine ;
- anhydride acétique.

La colonne capillaire utilisée a une longueur de 25 mètres et est imprégnée de méthylpolysiloxanes ou de méthylphénylpolysiloxanes. La température du four est de l'ordre de 250 °C à 260 °C. La détection s'effectue par ionisation de flamme.

Les différents stérols sont identifiés par le temps de rétention relatif exprimé par rapport au β sitostérol, composé généralement majeur dans les huiles et graisses végétales, les graisses animales contenant essentiellement du cholestérol (Ollé, 2002).

4.3.3. Alcools triterpéniques

Les alcools triterpéniques, les méthylstérols, sont séparés par "*CCM"* lors du fractionnement de l'insaponifiable (*Rf* légèrement supérieur à celui des stérols). Après grattage de la bande, extraction des constituants, ceux-ci sont dérivés en triméthylsilyléthers, ou acétates, puis analysés en *CPG* dans les conditions voisines de celles de l'analyse des stérols (Ollé, 2002).

4.3.4. Hydrocarbures

Séparés lors du fractionnement, les hydrocarbures sont analysés par "*CPG*" *sur colonne capillaire apolaire*. Quelques corps gras peuvent présenter des teneurs en hydrocarbures importantes : squalène dans les huiles de poisson, karitène dans le karité.

Les longueurs de chaîne sont généralement comprises entre 8 et 36 atomes de carbone, la majeure partie étant comprise entre 20 et 30. La quantification peut s'effectuer par étalonnage interne (Ollé, 2002).

4.3.5. Tocophérols

Les tocophérols sont des composés possédant à la fois une activité vitaminique et une activité antioxydante. Alors que l'activité vitaminique décroît de l'α-tocophérol au δ-tocophérol, l'activité antioxydante croît de l'α-tocophérol au δ-tocophérol.

Les tocophérols peuvent être obtenus après fractionnement de l'insaponifiable, mais, du fait de leur oxydabilité, il est nécessaire de les protéger : saponification à froid, ou à chaud, mais de courte durée et en présence de pyrogallol (Ollé, 2002).

4.3.6. Cires

Les cires ne sont pas considérées comme des corps gras. Cependant, certains corps gras peuvent contenir des quantités non négligeables de cires considérées alors comme constituant mineur.

Les cires sont des composés complexes. Elles peuvent se trouver naturellement en l'état (cire d'abeille, cires végétales) ou comme constituants mineurs de certains corps gras (tournesol) (Ollé, 2002).

4.4. Mesure de l'altération

Les corps gras sont des composés altérables. La présence d'*eau* (dans la graine, dans le milieu) peut entraîner des phénomènes d'*hydrolyse*. Au cours de l'obtention, le *chauffage* ainsi que certains *métaux* (en particulier le fer et le cuivre) peuvent entraîner des phénomènes

d'*oxydation*. Enfin, les *rayonnements lumineux* vont eux aussi créer des altérations (Ollé, 2002).

4.4.1. Acides gras libres

L'hydrolyse des corps gras, qu'elle soit d'origine chimique (présence d'eau) ou enzymatique par les enzymes lipolytiques (palme, karité, olive) entraîne la formation d'acides gras libres.

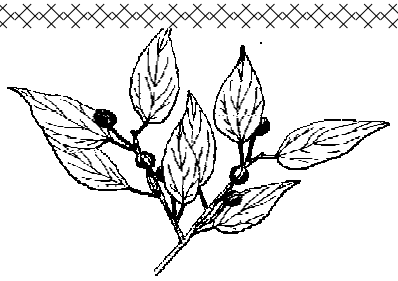
L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement en acide laurique pour le coprah et le palmiste, acide palmitique pour le palme, acide oléique pour la majeure partie des corps gras.

L'acidité peut aussi s'exprimer sous la forme d'indice d'acide qui est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser 1g de corps gras (Ollé, 2002).

4.4.2. Indice de peroxyde

Les premiers composés formés au cours de l'oxydation sont les peroxydes ou les hydroperoxydes. Ceux-ci vont ensuite évoluer vers des composés plus stables : aldéhydes, cétones, acides.

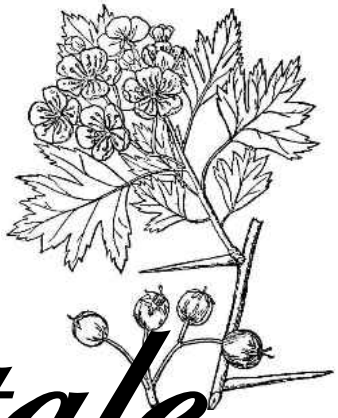
L'indice de peroxyde représente l'état d'oxydation au moment du dosage (Ollé, 2002).



Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.

Partie Expérimentale

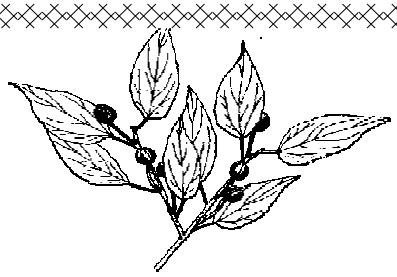


Crataegus monogyna Jacq.

Elaeagnus angustifolia L.

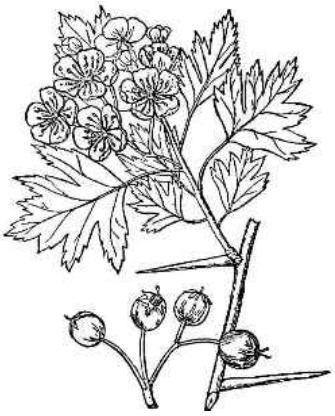
Zizyphus lotus L.

Chapitre I



Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.



Crataegus monogyna Jacq.

Matériel et Méthodes

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

Notre étude expérimentale comporte **trois** volets principaux. Lors d'une première phase, nous nous somme intéressés à la détermination des paramètres physiques des fruits (Rapports : Pulpe/Fruit et Amande/noyau) et leur teneur en eau. Dans la seconde phase nous avons étudiés les propriétés physico-chimiques des huiles extraites des pulpes et des amandes. L'étude du profil en acides gras des huiles végétales extraites des amandes constitue le dernier et le principal volet. Elle nous a permis de déterminer leur composition biochimique.

I- Le matériel

1. Matériel végétal

La récolte des fruits représentés dans les figures 18, 19, 20, 21 et 22, a été effectuée en automne 2005 (Tableau 11). Après détermination de la teneur en eau et mesure des différents paramètres physiques, les fruits ont été immédiatement congelés à (-4) °C.

Tableau 11 : Provenance des fruits

	Provenance	**Récolte**
Celtis australis L. *Crataegus azarolus* L. *Crataegus monogyna* Jacq. *Elaeagnus angustifolia* L. *Zizyphus lotus* L.	Batna Daïra de N'Gaous (Wilaya de Batna) Daïra d'Aïn touta (Wilaya de Batna) Daïra de Tazoult (Wilaya de Batna) Daïra d'El Maadar (Wilaya de Batna)	Automne 2005

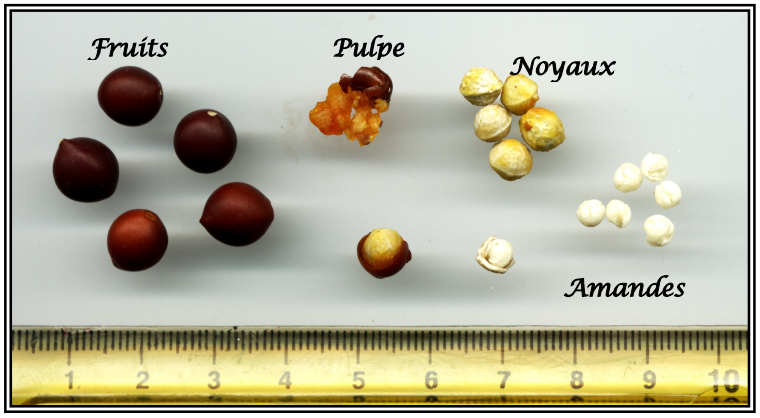


Figure 18 : Différentes parties du fruit du *Celtis australis* L.

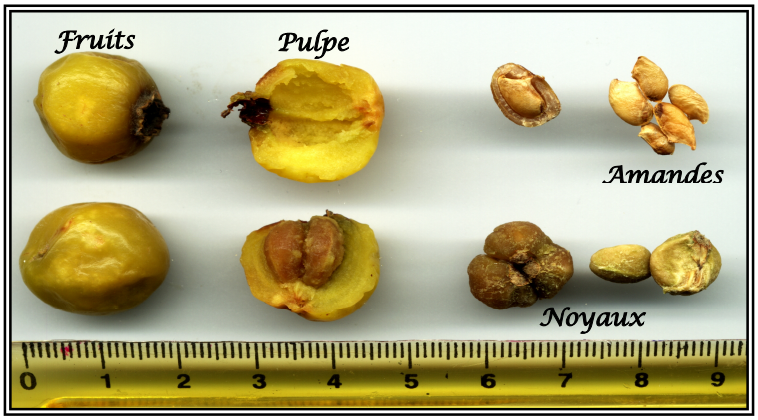


Figure 19 : Différentes parties du fruit du *Crataegus azarolus* L.

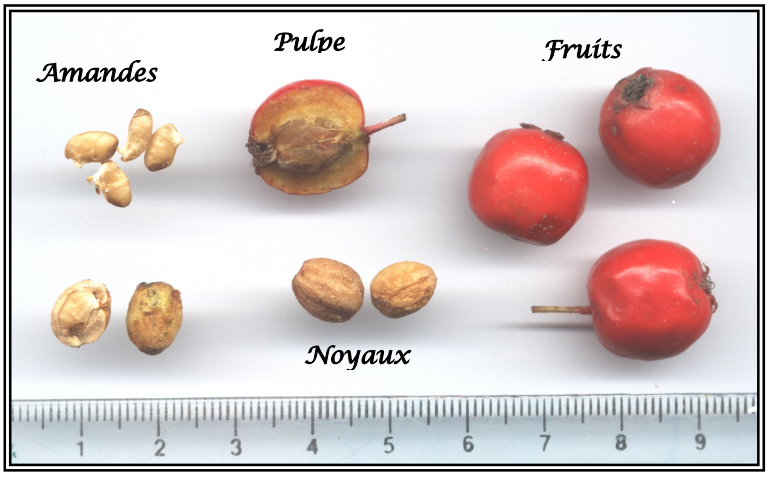


Figure 20 : Différentes parties du fruit du *Crataegus monogyna* Jacq.

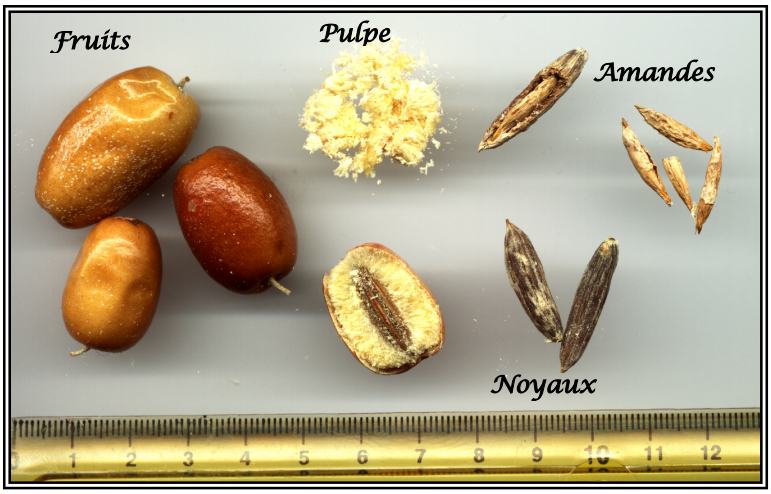


Figure 21 : Différentes parties du fruit de l' *Elaeagnus angustifolia* L.

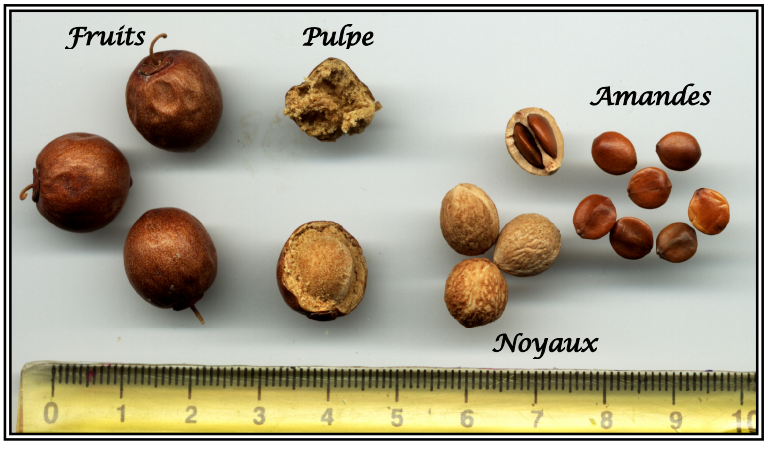


Figure 22 : Différentes parties du fruit du *Zizyphus lotus* L.

2. Matériel utilisé

- Bain marie ;
- Balance à précision, type : SARTORIUS 1702 ;
- Chromatographe Hewlett Packard HP 6890 ;
- Etuve, type : MEMMERT D 06060 ;
- Extracteur de matière grasse, type : SOXTEC SYSTEM HT 1043 *;*
- Réfractomètre type ABBE ;
- Spectromètre de masse Hewlett Packard HP MSD.

II- Les méthodes analytiques

1. Détermination des paramètres physiques et de la teneur en eau

1.1. Paramètres physiques

Les variables suivantes ont été évaluées :

- Les poids des fruits, des pulpes, des noyaux et des amandes ont été déterminés par une balance à précision : après avoir pesé les fruits entiers, les noyaux et les amandes ont été séparés des pulpes manuellement, pour obtenir les poids de ces différentes parties séparément.
- Le rapport pulpe/fruit.
- Le rapport amande/noyau.

1.2. Teneur en matière sèche

a- Principe

La dessiccation du produit est obtenue à une température de 103 ± 2°C dans une étuve à la pression atmosphérique, jusqu'à l'obtention d'une masse constante. La teneur en eau est égale à la perte de masse (Audigié et *al.,* 1978).

b- Méthode

Des capsules en verre, préalablement séchées à l'étuve pendant 30 minutes et pesées, contenant près de 5g d'échantillon sont placées dans l'étuve à 103°C pendant 4 heures. Par la suite les capsules sont placées dans un dessiccateur pour se refroidir pendant 45 minutes. Une dernière pesée des capsules a été réalisée après refroidissement.

c- Méthode de calcul

Afin de calculer la matière sèche des pulpes et des amandes pour chaque espèce on a appliqué la formule suivante :

$$M.S.\% = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \times 100$$

Où :

P_1 Poids de la capsule vide (g) ;

P_2 Poids de la capsule plus le poids de la prise d'essai (g) ;

P_3 Poids de la capsule avec l'échantillon séché (g).

2. Détermination de la teneur en matière grasse et caractérisation physico-chimique des huiles végétales extraites

2.1. Teneur en matière grasse :

La méthode Soxhlet est la méthode référence utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés.

a- Principe

Cette méthode consiste à libérer les lipides totaux par extraction à l'aide d'un solvant organique non miscible à l'eau l'hexane, suivi de l'évaporation du solvant et de la pesée de l'extrait lipidique après dessiccation à 75°C pendant une heure.

b- Méthode

Un échantillon de 5g de pulpes ou 2g d'amandes séché et broyé est introduit dans une capsule de cellulose, celle-ci est placée dans l'extracteur. L'échantillon est extrait en continu avec 150 ml d'hexane pendant 6 heures.

Une fois l'extraction terminée, l'extrait est recueillit dans un ballon de 200 ml sec préalablement taré, où l'hexane est éliminé par évaporation dans un bain marie. Le résidu d'évaporation est séché à 75°C à l'étuve pendant 1heure, puis le ballon est transféré dans un dessiccateur pour se refroidir pendant 10 minutes et pesé ensuite.

c- Méthode de calcul

Le calcul de la teneur en matière grasse a été fait en utilisant la formule suivante :

$$M.G.\% = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 100$$

Où :

P_0 Poids de la prise d'essai (g) ;

P_1 Poids du ballon sec (g) ;

P_2 Poids du ballon avec la matière grasse (g).

2.2. Caractérisation physico-chimique des huiles végétales

2.2.1. Caractérisation physique

2.2.1.1. Densité : *Mesure de la densité par la méthode du flacon* (Kohl, 2006)

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse d'un certain volume de ce liquide et la masse du même volume d'eau pris dans les mêmes conditions de pression et de température.

a- Principe

La masse de l'échantillon "m" est divisée par la masse d'eau au même volume que l'échantillon.

b- Méthode

Sur une balance adaptée, trois pesées sont réalisées :

Capsule en verre vide et sec : M_v

Capsule en verre + 1ml d'huile : M_h

Capsule en verre + 1ml d'eau distillée : M_e

La masse de l'huile contenue dans la capsule se déduit par différence : $m_h = M_h - M_v$

De même, nous pouvons exprimer la masse d'eau contenue dans la capsule : $m_e = M_e - M_v$

c- Méthode de calcul

L'expression de la densité de l'huile est donc :

$$d = \frac{m_h}{m_e} = \frac{M_h - M_v}{M_e - M_v}$$

2.2.1.2. Indice de réfraction :

Mesure à l'aide d'un réfractomètre convenable de l'indice de réfraction de l'échantillon liquide à une température constante de 20 °C.

a- Principe

Il consiste en la mesure de l'indice de réfraction de l'échantillon maintenu dans des conditions de transparence et d'isomorphisme, la lumière utilisée est équivalente à la raie D du sodium.

2.2.1.3. Couleur :

La détermination de la couleur des huiles brutes extraites a été réalisée par l'utilisation de "*La charte standard de couleur des feuilles*" (Tomoyochi et Funio, 1972).

Cette charte contient *trois cent vingt-deux* couleurs différentes arrangées systématiquement avec *dix-sept* nuances. L'arrangement est réalisé selon trois dimensions : la nuance, la valeur et la chroma.

La "*nuance*" indique la couleur : rouge R, jaune Y, vert G, bleu B et violet P qui se trouve en haut à droite.

La "*valeur*" indique la dégradation de la couleur de la même nuance verticalement.

La "*chroma*" désigne la dégradation de la couleur de la même nuance horizontalement.

La couleur de l'huile est déterminée par sa comparaison directe avec les nuances de la charte.

2.2.2. Caractérisation chimique

2.2.2.1. Indice d'acide et acidité :

a- Principe

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvants, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

b- Méthode

Dans une fiole conique, une prise d'essai de 0,4g d'huile est dissoute dans 10 ml d'éthanol à 95° avec 2 gouttes de Phénolphtaléine. L'ensemble est titré, en agitant avec la solution d'hydroxyde de potassium à 0,2 mol/L, jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant durant au moins 10 secondes). Un essai à blanc doit être effectué dans les mêmes conditions.

c- Méthode de calcul

L'indice d'acide est égal à :

$$I_A = \frac{C \times (V_2 - V_1) \times 56{,}1}{m}$$

Où :

- **C** Concentration de la solution titrée de KOH utilisée (mol/L) ;
- **V_1** Volume de la solution KOH utilisée pour l'essai à blanc (ml) ;
- **V_2** Volume de la solution KOH utilisée pour la prise d'essai (ml) ;
- **m** Masse de la prise d'essai (g) ;
- **56,1** Masse molaire du KOH (g/mole).

L'acidité peut être calculée à partir des résultats obtenus pour la détermination de l'indice d'acide. L'acidité exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$Acidité\% = \frac{C \times (V_2 - V_1) \times M}{10 \times m}$$

Où :

- **C** Concentration de la solution titrée de KOH utilisée (mol/L) ;
- **V_1** Volume de la solution KOH utilisée pour l'essai à blanc (ml) ;
- **V_2** Volume de la solution KOH utilisée pour la prise d'essai (ml) ;
- **m** Masse de la prise d'essai (g) ;
- **M** Masse molaire de l'acide oléique (282 g/mole).

2.2.2.2. Indice de saponification :

a- Principe

L'échantillon est soumis à l'ébullition sous réfrigérant à reflux avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. L'excès d'hydroxyde de potassium est titré avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique.

b- Méthode

Dans un ballon de 100 ml, une prise d'essai de 0,4g d'huile est dissoute dans 10 ml d'éthanol à 95% et 20ml de KOH éthanolique à 0,2 mol/L, puis porté à l'ébullition sous reflux pendant 45 minutes.

Une fois le temps d'ébullition achevé, deux gouttes de phénophtaléine sont ajoutées à ce mélange et l'excès de potasse est titré avec une solution d'acide chlorhydrique à 0,2 mol/L jusqu'à disparition de la coloration rose.

Un essai à blanc doit être effectué dans les mêmes conditions opératoires.

c- Méthode de calcul

L'indice de saponification est égal à :

$$I_S = \frac{C \times (V_2 - V_1) \times 56{,}1}{m}$$

Où :

- **C** Concentration de la solution titrée d'HCl utilisée (mol/L) ;
- **V_1** Volume de la solution KOH utilisée pour la prise d'essai (ml) ;
- **V_2** Volume de la solution KOH utilisée pour l'essai à blanc (ml) ;
- **m** Masse de la prise d'essai (g) ;
- **56,1** Masse molaire du KOH (g/mole).

2.2.2.3. Indice d'iode :

a- Principe

Cet indice est mesuré par addition au corps gras, d'un excès de monochlorure d'iode en solution ou réactif de *Wijs* dans un mélange d'acide acétique et cyclohexane. Après 15 minutes temps donné de réaction à l'obscurité, l'iode libéré dans un mélange d'iodure de potassium et d'eau est titré par une solution de thiosulfate de sodium.

b- Méthode

Dans un erlenmeyer de 200 ml verser 0,1 g d'huile, 20 ml de cyclohexane et 10 ml de réactif de *Wijs* sont versés. L'erlenmeyer est bouché puis porté à l'obscurité pendant 15 minutes, enfin 100 ml d'eau distillée et 20 ml de solution d'iodure de potassium sont ajoutés.

L'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium. Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions.

c- Méthode de calcul

L'indice d'iode est égal à :

$$I_I = \frac{C \times (V_1 - V_2) \times 12{,}69}{m}$$

Où :

- **C** Concentration de la solution de thiosulfate de sodium utilisée (mol/L) ;
- **V_1** Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai à blanc (ml) ;
- **V_2** Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour la prise d'essai (ml) ;
- **m** Masse de la prise d'essai (g) ;

2.2.2.4. Indice de peroxyde :

a- Principe

Traitement du corps gras en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium. Titrage de l'iode libéré par une solution titrée de thiosulfate de sodium.

b- Méthode

Dans un erlenmeyer de 100 ml faire traité avec de l'azote pur et sec pendant environ 10s et fermé, 0,4 g d'huile, 10 ml de chloroforme et 15 ml d'acide acétique aussi privés d'oxygène par barbotage d'azote sont mélangés, agité pendant une minute et laissés reposer à l'obscurité durant 5 minutes. Un volume de 75 ml d'eau distillée est ajouté rapidement pour arrêter la réaction avec quelques gouttes d'empois d'amidon (Indicateur d'iode). Si une couleur violacée apparaît après agitation énergétique, il y a présence de peroxyde.

L'ensemble est titré immédiatement avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à disparition de coloration violette. Un essai à blanc doit être effectué dans les mêmes conditions.

c- Méthode de calcul

L'indice de peroxyde s'exprime en *Meq d'O_2/Kg* :

$$Meqd'O_2 / Kg = \frac{N \times (V_1 - V_2) \times 1000}{m}$$

Où :

N Normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée (0,01 N) ;

V_1 Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai (ml) ;

V_2 Volume de la solution thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc (ml) ;

M Masse de la prise d'essai (g) ;

2.2.2.5. Taux des insaponifiables :

a- Principe

Après saponification complète de l'huile, l'insaponifiable est extrait à l'aide d'un solvant, puis évaporé sous vide jusqu'à l'obtention d'un résidu sec.

b- Méthode

Dans un ballon de 100 ml, 50 ml de KOH méthanolique (2N) est ajoutée à 10 g d'huile, l'ensemble est porté à ébullition pendant 1 heure.

Par le haut, 100 ml d'eau distillée est ajoutée. La solution savonneuse est transversée dans une ampoule à décanter, après une agitation énergique pendant une minute et laissée au repos.

La phase savonneuse hydroalcoolique est soutirée dans une seconde ampoule, cette opération est répétée encore 2 fois avec et à chaque fois environ 30 ml d'hexane.

Les extraits récupérés sont rassemblés dans la 2ème ampoule et lavés à 3 reprises avec 100 ml du KOH méthanolique (2N) en agitant vigoureusement et en éliminant la couche hydroalcoolique après chaque lavage.

Le liquide de lavage ne vire plus au rose lorsqu'on ajoute de la phénolphtaléine.

Par le haut, la phase hexanique est transvasée quantitativement dans un ballon préalablement séché et taré (en effectuant des petits rinçages de l'ampoule à l'hexane).

L'hexane est évaporé dans un bain marie, puis le ballon est pesé.

c- Méthode de calcul

Le calcul de la teneur en matières insaponifiables a été fait en utilisant la formule suivante :

$$M.I.\% = \frac{m_1}{m} \times 100$$

Où :

m_1 Masse du résidu séché (g) ;

m_2 Masse de la prise d'essai (g).

2.3. Composition en acides gras des huiles végétales extraites

2.3.1. Préparation des esters méthyliques :

a- Principe

Le corps gras est estérifié en présence de méthanol.

b- Mode Opératoire

Dans un tube de 10 ml, 0,2g d'huile est introduite avec 5 ml d'hexane et 0,2 ml KOH méthanolique 2N. Le tout est agité énergiquement puis laissé décanter.

2.3.2. Identification des acides gras constitutifs des huiles végétales extraites par CG/SM :

Le couplage de la chromatographie en phase gazeuse avec la spectrométrie de masse est l'un des plus puissants outils de l'instrumentation analytique utilisé dans l'identification.

Grâce à la sélectivité et sa sensibilité cette technique connaît un développement croissant dans la recherche alimentaire, y compris l'identification d'acides gras des huiles végétales.

Cette technique permet d'effectuer des analyses qualitatives et quantitatives des acides gras (Fulton et *al.*, 1996).

L'identification des acides gras de nos huiles végétales extraites des amandes a été réalisée au laboratoire d Analyse Organique Fonctionnelle de la faculté de Chimie de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger.

a- Principe

Le principe du CG/SM est de séparer en fractions "*pures*" les constituants d'un mélange à analyser. Son but est d'identifier puis de quantifier chaque composant, en l'occurrence les acides gras.

b- Conditions opératoires

Les esters méthyliques sont analysés par GC/MS utilisant un spectromètre de masse Hewlett Packard MSD à impact électronique. Le chromatographe Hewlett Packard HP 6890 est équipé d'une colonne capillaire polaire STABILWAX. La température de la colonne est programmée de 200°C jusqu'à 220°C à 2°C/minute avec un palier de 30 minutes. La quantité de substance injectée est de 1 μL de solution dans l'hexane. L'hélium est le gaz vecteur à un débit de 0.5 mL/minute. L'injection est réalisée en mode splitless ; l'injecteur, la ligne de transfert et le bloc étant portés respectivement aux températures de 250°C, 280°C et 230°C. Le spectre de masse est obtenu en mode d'ionisation à impact électronique à 70eV avec un balayage du domaine de 50 à 600 uma à 2.83 scan/s.

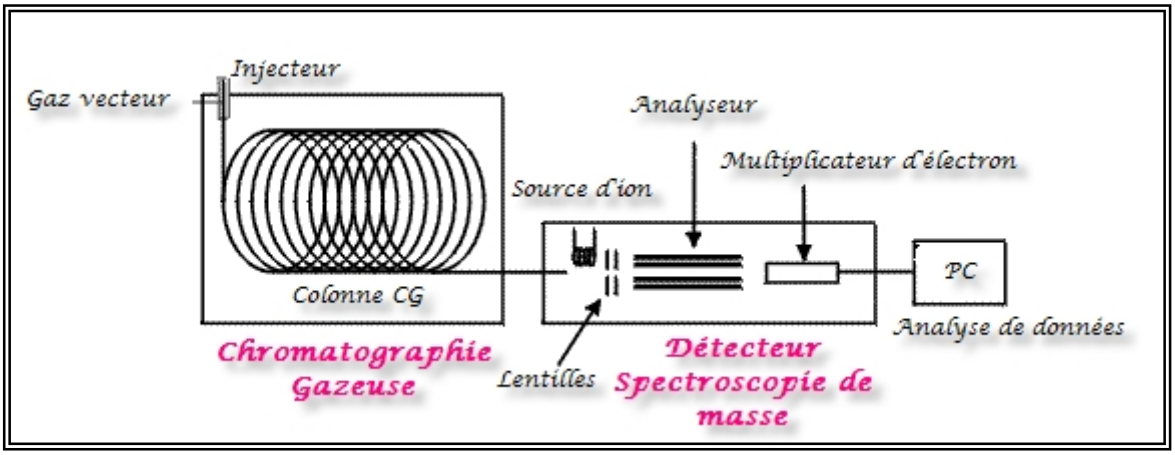


Figure 23 : Couplage Chromatographie phase gaz/Spectroscopie de masse (Fulton et *al.*, 1996)

La Chromatographie Gazeuse :

L'échantillon est vaporisé puis injecté dans la colonne capillaire du chromatographe gazeux puis il est transporté à travers la colonne par le flux d'un gaz inerte. Ce dernier correspond à la phase mobile. La phase stationnaire est contenue à l'intérieur de la colonne (Fulton et *al.*, 1996).

Instruments :

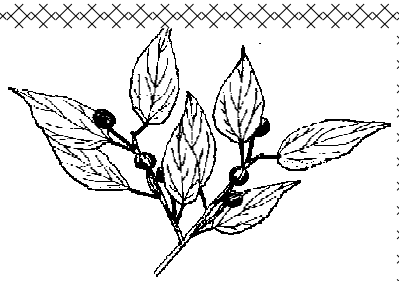
- *Gaz vecteur :* il doit être chimiquement inerte. Le gaz peut être : l'argon, l'hélium, l'azote ou dioxyde de carbone. Ce système qui achemine le gaz vecteur est équipé de telle sorte qu'il élimine eau et impuretés.
- *Port d'injection de l'échantillon :* l'échantillon est injecté sous forme de vapeur, en injection lente. L'échantillon vaporisé mélangé au gaz vecteur est injecté dans la colonne (Fulton et *al.*, 1996).
- *Colonne :* elle est tapissée intérieurement par la phase stationnaire. Sa température est contrôlée avec précision et son optimum dépend du point d'ébullition de l'échantillon. Elle est programmée dans notre analyse de 200 à 220 °C à 2°C/minute suivi d'un palier de 30 minutes.

Le couplage Chromatographie Gazeuse/Spectroscopie de Masse :

- "*Le chromatographe*", responsable de la séparation de notre échantillon en des éluents "purs".
- "*Le spectroscope de masse*" fournit une information "*qualitative*" concernant un composé "pur". Il donne une combinaison d'une "*ionisation*", d'une "*fragmentation*" et d'un "processus de séparation".

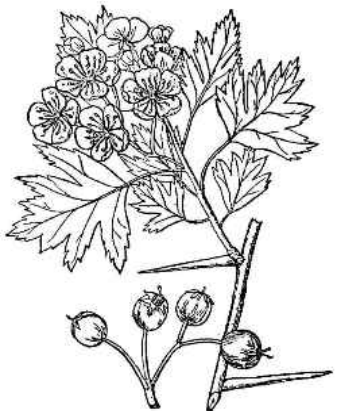
- "*L'ionisation à impact électronique*" consiste en : un électron (70 eV) attaque une molécule neutre (acide gras) ; ce qui produit une molécule ionisée. Cette énergie est internalisée via une série de vibrations, rotations et de réarrangements moléculaires. Ceci donne une fragmentation de la molécule. Les fragments générés permettent le calcul de la masse (Fulton et *al.*, 1996).

Chapitre II



Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.



Crataegus monogyna Jacq.

Résultats et Discussion

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

1. Détermination des paramètres physiques et de la teneur en eau

1.1. Paramètres physiques

Nous avons déterminé les poids des fruits entiers, des noyaux et des amandes séparément. Ensuite, les rapports : Pulpe/Fruit et Amande/Noyau sont calculés.

Les résultats obtenus sont la moyenne de *cinquante* répétitions, rassemblés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Rapports Pulpe/Fruit et Amande/Noyau (%) des espèces étudiées

Espèces	Pulpe/Fruit (%) Moyenne ± Ecart type	Amande/Noyau (%) Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	59.77 ± 1.11	26.87 ± 0.64
Crataegus azarolus L.	77.50 ± 1.32	17.01 ± 1.82
Crataegus monogyna Jacq.	80.30 ± 1.42	10.84 ± 1.54
Elaeagnus angustifolia L.	56.90 ± 1.35	10.48 ± 1.04
Zizyphus lotus L.	50.36 ± 1.50	14.58 ± 1.95

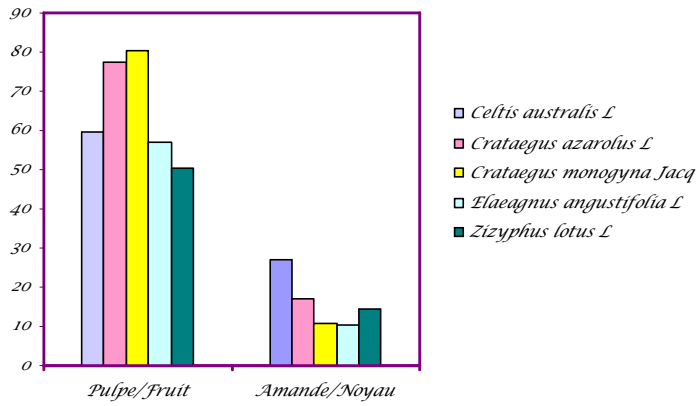


Figure 24 : Rapports Pulpe/Fruit et Amande/Noyau (%) des espèces étudiées

Ces résultats montrent que nos fruits sont pulpeux avec un rapport Pulpe/Fruit qui dépasse 50% dont, les azéroles *Crataegus azarolus* L. et les cenelles *Crataegus monogyna* Jacq. occupent la première place avec *77,5%* et *80,3%* respectivement.

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par Koyuncu et *al.* (2007). Ces derniers montrent que le rapport Pulpe/Fruit des azéroles se situe entre *64,35-84.69%*.

Le rapport Amande/Noyau ne dépasse *27%* pour toutes les espèces, où les amandes des micocoules *Celtis australis* L. occupent la première place avec *26,87%*.

Ces valeurs sont nettement inférieures à celles trouvées par Abdeddaim (2003) en étudiant *quinze* variétés des amandes d'abricot cultivées dans la région des Aurès, dont le rapport dépasse *30%*.

1.2. Teneur en matière sèche

Nous avons déterminé la quantité de matière sèche pour chaque espèce pour pouvoir exprimer les résultats de la fraction lipidique par rapport à la matière sèche.

Les résultats obtenus sont la moyenne de cinquante répétitions, qui sont résumés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Teneur en matière sèche des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g)

	Teneur en matière sèche (g/100g)	
	Pulpes Moyenne ± Ecart type	**Amandes** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	81.68 ± 0.34	83.82 ± 0.27
Crataegus azarolus L.	30.62 ± 0.30	91.68 ± 0.46
Crataegus monogyna Jacq.	30.51 ± 0.72	93.40 ± 0.59
Elaeagnus angustifolia L.	81.61 ± 0.18	92.61 ± 0.37
Zizyphus lotus L.	87.73 ± 0.20	92.43 ± 0.30

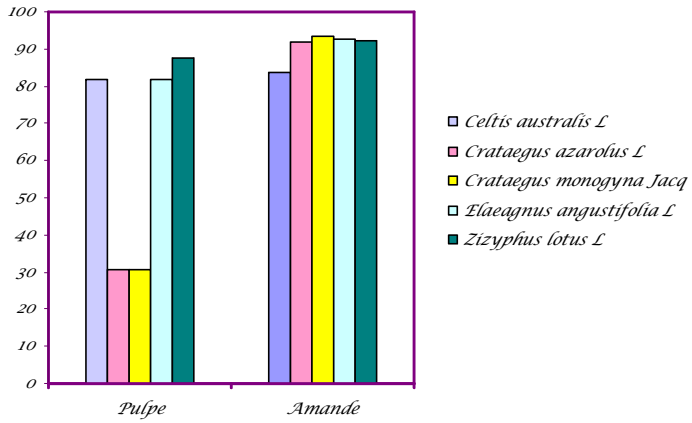


Figure 25 : Teneur en matière sèche des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g)

Ces résultats nous montrent un rapprochement des teneurs en matière sèche de la pulpe des micocoules *Celtis australis* L., des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. et des jujubes *Zizyphus lotus L.* qui pourraient être classés parmi les fruits secs, contrairement aux azéroles *Crataegus azarolus* L. et aux cenelles *Crataegus monogyna* Jacq.

Si on se réfère aux travaux de Demir et *al.* (2002), qui rapportent une teneur en matière sèche du fruit *Celtis australis* L. *90,23%.* Nous remarquons que cette valeur est relativement élevée par rapport à la notre *81,68%.*

Par ailleurs, Sparks et Martin (1999) rapportent une teneur en matière sèche des azéroles *Crataegus azarolus* L. *46.5%* qui est aussi relativement élevée par rapport à la notre *30,51%.*

Cette augmentation pourrait être due au facteur variétal et aux caractéristiques pédo-climatiques.

Cependant, les teneurs en matière sèche des amandes se rapprochent et peuvent être groupé dans l'intervalle *83-94%*.

2. Détermination de la teneur en matière grasse et caractérisation physico-chimique des huiles végétales extraites

Les résultats obtenus dans ce volet sont la moyenne de trois répétitions.

2.1. Teneur en matière grasse

La détermination de la teneur en matière grasse "MG" a été réalisée selon la méthode Soxhlet.

A partir d'un échantillon sec, broyé et l'aide d'hexane, la matière grasse est extraite. Elle est récupérée puis pesée après l'évaporation d'hexane.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Teneur en matière grasse des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g matière sèche)

	Teneur en matière grasse (g/100g de matière sèche)	
	Pulpes Moyenne ± Ecart type	**Amandes** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	0.50 ± 0.03	39.00 ± 0.08
Crataegus azarolus L.	0.67 ± 0.10	16.75 ± 0.21
Crataegus monogyna Jacq.	0.64 ± 0.04	15.95 ± 0.02
Elaeagnus angustifolia L.	0.55 ± 0.10	16.45 ± 0.49
Zizyphus lotus L.	0.79 ± 0.02	29.73 ± 0.24

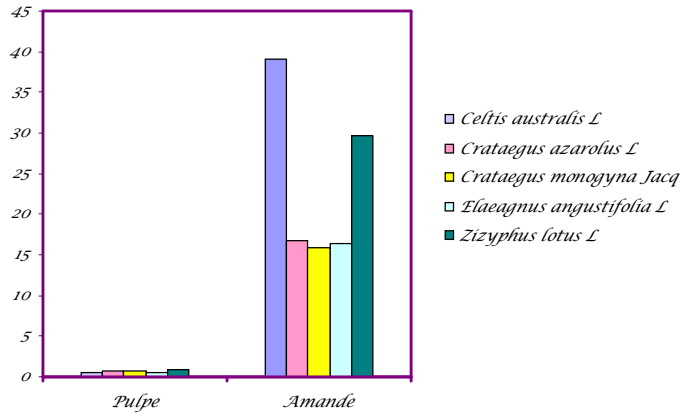


Figure 26 : Teneur en matière grasse des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g de matière sèche)

On constate que la teneur en matière grasse varie, non seulement en fonction de l'espèce, mais aussi en fonction de la partie étudiée des fruits (Pulpe ou amande), exprimée en g/100g de la matière sèche.

Il est à signaler, que la teneur en matière grasse de la pulpe de nos fruits est faible allant de *0,5* à *0,8%* du poids sec et celle de leurs amandes est moyennement élevée allant de *15,95* à *39%* du poids sec, ce qui donne à ces amandes un caractère d'oléagineuses.

En étudiant les lipides de *trois* variétés des fruits d'*Elaeagnus angustifolia* L. cultivés en Uzbekistan ; Goncharova et Glushenkova (1990), ont trouvés ces teneurs : *3,5-13%* de poids frais pour les amandes et *0,8-1,2%* de poids frais pour la pulpe.

Après avoir comparé nos résultats avec ceux des auteurs cités ci-dessus, on constate que la teneur en huile des amandes est légèrement supérieure aux valeurs d'intervalle *15,23% de poids frais* contrairement à celle de la pulpe *0,45% de poids frais*. Ces petites différences des résultats peuvent s'expliquer par la disparité de l'origine des échantillons des fruits et le mode d'extraction d'huile.

Praca (2006), en travaillant sur les propriétés nutritionnelles et physico-chimiques des micocoules *Celtis australis* L. de la Slovénie, a signalé une teneur de *6,66 %* de matière fraîche d'huile extraite des amandes. Cette teneur est très faible, en la comparant avec notre résultat : *32,67%* de poids frais.

D'après les teneurs trouvées, les amandes de nos fruits constitueraient une source non négligeable d'huile végétale qui pourrait être utilisée dans plusieurs domaines devraient susciter l'intérêt de tout les intervenants depuis l'étude, jusqu'à la réalisation de projets industriels.

2.2. Caractérisation physico-chimique des huiles végétales

2.2.1. Caractérisation physique

2.2.1.1. Densité

La densité des huiles est mesurée selon la méthode du flacon (Kohl, 2006). Les mêmes volumes d'eau et d'huile sont pesés, puis la masse d'huile est divisée par la masse d'eau.
Les résultats sont résumés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Densité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Densité	
	Huile extraite des pulpes	**Huile extraite des amandes**
Celtis australis L.	0.8918	0.9016
Crataegus azarolus L.	0.9224	0.9221
Crataegus monogyna Jacq.	0.9231	0.9276
Elaeagnus angustifolia L.	0.9230	0.9242
Zizyphus lotus L.	0.8921	0.8972

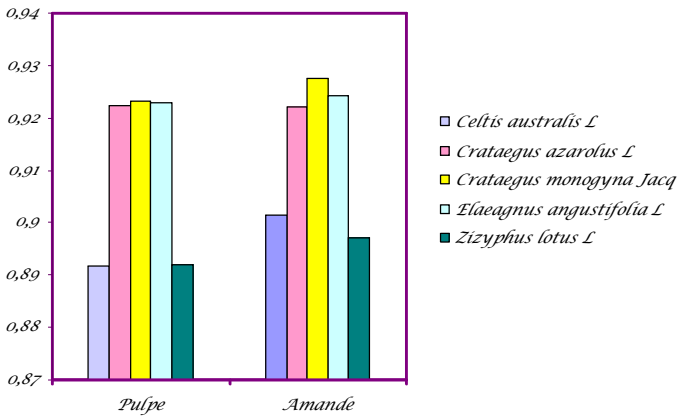


Figure 27 : Densité des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

Ces résultats indiquent une similitude intra-espèce (Pulpe et amande de la même espèce) mais une différence significative inter-espèce.

En se référant aux valeurs de densité données par Fuhrer et *al.* (2005) des huiles végétales, on peut classer les nôtres comme suit :

- [0,891-0,899] Huile de palme ;

Huile de pulpe du *Celtis australis* L.et l'huile de pulpe et des amandes du *Zizyphus lotus* L..

- [0,899-0,914] Huile du palmiste ;

Huile des amandes du *Celtis australis* L.

- [0,922-0,927] Huile du carthame ;

Huile de pulpe et des amandes du *Crataegus azarolus* L., l'huile de pulpe et des amandes du *Crataegus monogyna* Jacq. et l'huile de pulpe et des amandes de l'*Elaeagnus angustifolia* L..

2.2.1.2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction a été réalisé à l'aide d'un réfractomètre Abbé.

Les résultats sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Indice de réfraction n_D^{20} des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Indice de réfraction n_D^{20}	
	Huile extraite des pulpes	**Huile extraite des amandes**
Celtis australis L.	1.4616	1.4770
Crataegus azarolus L.	1.4690	1.4710
Crataegus monogyna Jacq.	1.4650	1.4775
Elaeagnus angustifolia L.	1.4680	1.4718
Zizyphus lotus L.	1.4630	1.4695

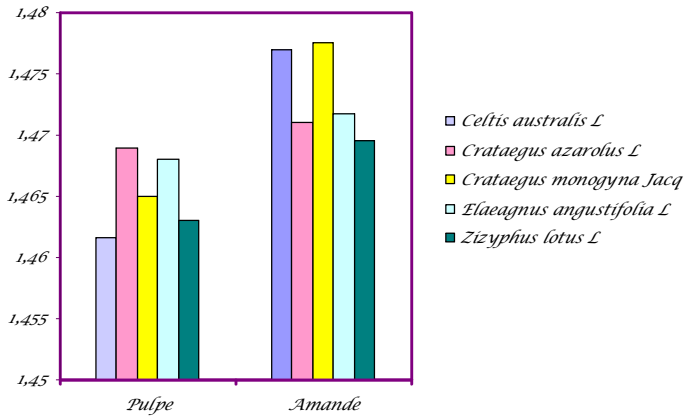


Figure 28 : Indice de réfraction n_D^{20} des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

La mesure de cet indice permet de différencier l'appartenance du corps gras à ces *deux* groupes : Graisses animales ou huiles végétales (Adrian et *al.*, 1998).

D'après les résultats obtenus sur la variation de l'indice de réfraction des huiles extraites des pulpes et des amandes, on peut déduire que ces huiles sont très riches en *acide oléique* et *linoléique.*

Cet indice varie en fonction de l'insaturation des huiles (Ollé, 2002) :

- Huiles riches en *acide oléique* 1,468 à 1,472
- Huiles riches en *acide linoléique* 1,471 à 1,477
- Huiles riches en *acide linolénique* 1,480 à 1,523

Selon nos résultats, on peut remarquer que les huiles extraites des pulpes des fruits sont *plus saturées* que celles extraites de leurs amandes.

Les huiles de la pulpe des azéroles *Crataegus azarolus* L. et des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. sont riches en *acide oléique* (I_R*=1,4690* et *1,4680* respectivement).

Cependant, les valeurs des indices de réfraction des huiles de la pulpe des micocoules *Celtis australis* L., des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq. et des jujubes *Zizyphus lotus* L. appartiennent à l'intervalle d'indice de réfraction de l'huile d'arachide [1,460-1,465] (Furher et *al.,* 2005).

En se référant au classement des huiles végétales donné par Ollé (2002), les huiles des amandes de nos fruits sont réparties comme suit :

- Huiles riches en *acide oléique* et *linoléique* :

Huile des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L. et des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L..

- Huiles riches en *acide linoléique*

Huile des amandes des micocoules *Celtis australis* L. et des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq..

- Huile riche en *acide oléique*

Huile des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L..

2.2.1.3. Couleur

Elle a été déterminée par une comparaison de la couleur des huiles brutes extraites et les nuances de la charte standard de couleur des feuilles (Tomoyoshi et Funio, 1972).

Le tableau 17 met en évidence les couleurs des huiles extraites.

Tableau 17 : Couleur des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Couleur	
	Huile extraite des pulpes	**Huile extraite des amandes**
Celtis australis L.	Jaune verdâtre brillant 2,5GY – 9/8	Jaune verdâtre brillant 2,5GY - 9/8
Crataegus azarolus L.	Jaune verdâtre foncé 2,5GY – 7/9	Jaune grisâtre 5GY - 8/1
Crataegus monogyna Jacq.	Jaune rougeâtre terne 2,5Y - 7/8	Jaune grisâtre 5GY - 8/1
Elaeagnus angustifolia L.	Jaune grisâtre 5GY - 8/1	Jaune verdâtre 2,5GY - 9/8
Zizyphus lotus L.	Jaune verdâtre pale 5GY - 8/2	Jaune verdâtre pale 2,5GY - 8/4

On peut remarquer que la couleur de nos huiles extraites est influencée par la présence des pigments, essentiellement la chlorophylle d'où la couleur verdâtre et les caroténoïdes d'où la couleur rougeâtre.

2.2.2. Caractérisation chimique

2.2.2.1. Indice d'acide et acidité

2.2.2.1.1. Indice d'acide

L'échantillon d'huile est solubilisé dans l'éthanol, un simple titrage des acides gras libres en solution est effectué avec une solution d'hydroxyde de potassium en utilisant de la phénolphtaléine comme indicateur (Apparition d'une coloration rose).

Cet indice renseigne principalement sur l'altération des triglycérides "*TG*" à la suite d'une hydrolyse chimique ou enzymatique lorsqu'ils se trouvent dans les conditions propices d'une mauvaise conservation ou lord de l'extraction (Adrian et *al.,* 1998).

Les résultats de l'indice d'acide sont mentionnés dans le tableau 18.

Tableau 18 *:* Indice d'acide des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Indice d'acide	
	Huile extraite des pulpes Moyenne ± Ecart type	**Huile extraite des amandes** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	02.805 ± 0.005	04.207 ± 0.007
Crataegus azarolus L.	07.481 ± 0.570	08.415 ± 0.790
Crataegus monogyna Jacq.	05.611 ± 0.028	02.805 ± 0.255
Elaeagnus angustifolia L.	05.611 ± 0.092	02.805 ± 0.818
Zizyphus lotus L.	11.222 ± 0.449	04.488 ± 0.024

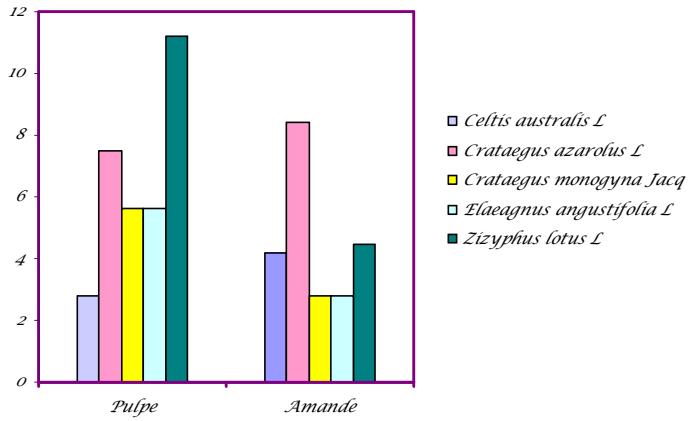


Figure 29 : Indice d'acide des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

Ces résultats nous montrent à première vue une variation de l'indice d'acide selon l'espèce et une variation au sein de la même espèce en fonction de la partie étudiée (Pulpe ou amande), dont la valeur est comprise entre [*2,805-8,415*] pour l'ensemble des huiles sauf celle extraite des pulpes des jujubes *Zizyphus lotus* L. avec une valeur un peu élevée *11,22*.

Si on se réfère aux travaux de Kusova et Luk'yanchikov (1990) et Bekker et Glushenkova (2001), l'indice d'acide de l'huile des amandes des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. est de *6,86*, une valeur un peu élevée que celle trouvée dans notre étude.

De plus, il est intéressant de remarquer que les valeurs d'indice d'acide de l'huile des azéroles *Crataegus azarolus* L. (Pulpe et amande) et des jujubes *Zizyphus lotus* L. (Pulpe) dépassent la valeur limitée, pour les huiles brutes, par Furher et *al.* (2005) à *7,1*, ce qui signifie l'hydrolyse chimique ou enzymatique au cours de l'extraction.

Il est donc clair de conclure que, la faible valeur d'indice d'acide caractérise la pureté et la stabilité des huiles végétales brutes (Tchiégang, 2003).

2.2.2.1.2. Acidité

L'acidité est le pourcentage des acides gras libres exprimés conventionnellement en *acide laurique* pour le "Coprah" et le "Palmiste", en *acide palmitique* pour le "Palme" et en *acide oléique* pour la majeure partie des corps gras (Ollé, 2002).

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Acidité (%) des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Acidité (%)	
	Huile extraite de la pulpe Moyenne ± Ecart type	**Huile extraite de l'amande** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	1.40 ± 0.002	2.10 ± 0.004
Crataegus azarolus L.	3.74 ± 0.285	4.20 ± 0.395
Crataegus monogyna Jacq.	2.80 ± 0.014	1.40 ± 0.049
Elaeagnus angustifolia L.	2.80 ± 0.460	1.40 ± 0.409
Zizyphus lotus L.	5.61 ± 0.225	2.24 ± 0.225

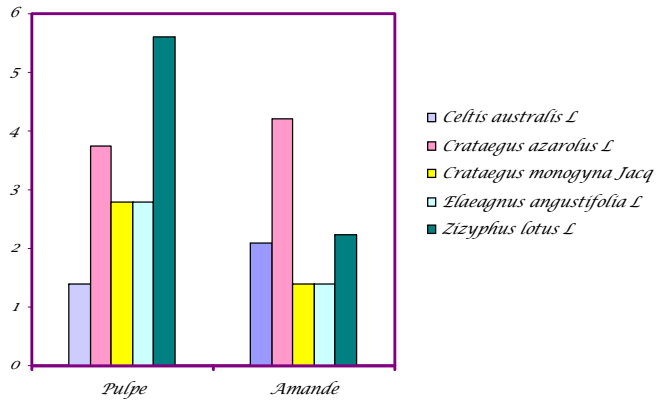


Figure 30 : Acidité (%) des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

A partir des résultats du pourcentage d'acidité de nos huiles, nous pouvons confirmer que le rapport entre l'acidité exprimée en *acide oléique* et l'indice d'acide est voisin de *deux*.

Indice d'acide = Acidité oléique×2 (Ollé, 2002).

Les travaux exposés par Goncharova et *al.* (1990) concernant l'étude des lipides du *Zizyphus jujuba* soulignent un pourcentage en acidité de *1,6%* dans l'huile des amandes. Une teneur faible, si celle-ci est comparée avec la notre *2,24%*. Cette augmentation pourrait être due à la différence inter-espèce.

Par ailleurs, l'acidité des huiles des amandes *1,4%* et de la pulpe *2,8%* des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. est en accord avec les résultats de Goncharova et Glushenkova (1990) qui donnent les intervalles *0,1-1,2%* pour l'huile des amandes et *2,5-7%* pour l'huile de la pulpe.

2.2.2.2. Indice de saponification :

L'indice de saponification correspond au nombre de *milligrammes de potassium* nécessaire pour saponifier *1 gramme* de matière grasse (Kartika, 2005).

Les résultats sont rapportés dans le tableau 20.

Tableau 20 *:* Indice de saponification des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

	Indice de saponification	
	Huile extraite des pulpes Moyenne ± Ecart type	**Huile extraite des amandes** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	116.688 ± 0.30	188.300 ± 0.37
Crataegus azarolus L.	156.252 ± 0.66	288.960 ± 0.05
Crataegus monogyna Jacq.	141.372 ± 0.61	184.008 ± 0.14
Elaeagnus angustifolia L.	150.343 ± 0.61	184.856 ± 0.81
Zizyphus lotus L.	154.836 ± 0.18	255.300 ± 0.49

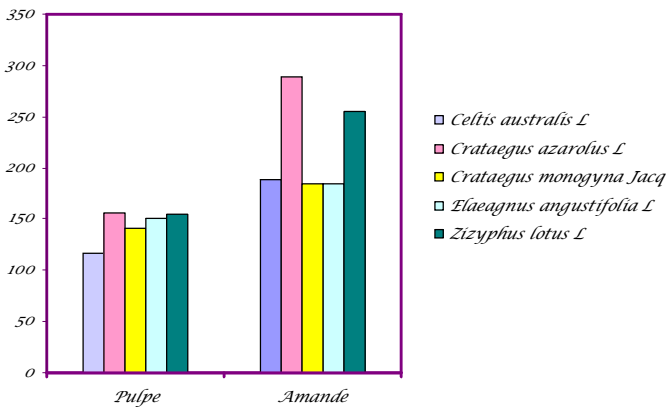


Figure 31 : Indice de saponification des huiles extraites des pupes et des amandes des espèces étudiées

Ce tableau rassemble les valeurs d'indice de saponification de nos huiles végétales brutes qui ont contribuées à identifier la longueur moyenne de la chaîne des acides gras constitutifs de l'extrait.

Les travaux du Bekker et Glushenkova (2001), sur l'étude des composants du fruit d'*Elaeagnus angustifolia* L. ont déterminés que l'indice de saponification de l'huile des amandes est compris entre *184-197,5*, zone dans la quelle se situe notre résultat *184,856*.

Une différence significative est notée sur l'indice de saponification en fonction des espèces et de même nature des parties (Pulpe ou amandes).

Les huiles extraites des pulpes de fruits présentent un faible indice de saponification, avec une moyenne inférieure à *157*. Cette valeur est également inférieure à l'indice de saponification des huiles usuelles, tel que : l'huile d'olive *184-196*, l'huile du maïs *187-195* et l'huile du tournesol *188-194* (Furher et *al.*, 2005).

De plus, les indices de saponification des huiles obtenus des amandes ont des valeurs qui se situent également dans les intervalles des indices de saponification des huiles usuelles.

Ces résultats nous permettent de conclure que nos huiles brutes sont constituées d'acides gras à longue chaîne sauf celle des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L. et des jujubes *Zizyphus lotus* L. qui sont dominés par les acides gras à courte chaîne.

En effet, le taux élevé d'acides gras à courte chaîne se traduit par un indice de saponification élevé et une teneur en glycérol plus importante (Kartika, 2005).

2.2.2.3. Indice d'iode :

L'indice d'iode est la quantité de monochlorure d'iode, exprimée en *grammes d'iode*, absorbée par 100 g de matière grasse.

L'iode est fixé sur les doubles liaisons en *quinze* minutes. En présence d'un large excès d'halogénure d'iode. L'iode non consommé est ensuite dosé par le thiosulfate.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 21.

Tableau 21 *:* Indice d'iode des huiles extraites des pulpes et des amandes espèces étudiées

	Indice d'iode	
	Huile extraite de la pulpe **Moyenne ± Ecart type**	**Huile extraite de l'amande** **Moyenne ± Ecart type**
Celtis australis L.	52.029 ± 0.08	128.169 ± 0.24
Crataegus azarolus L.	45.684 ± 0.39	102.754 ± 0.41
Crataegus monogyna Jacq.	19.035 ± 0.11	116.713 ± 0.60
Elaeagnus angustifolia L.	74.871 ± 0.15	145.935 ± 0.06
Zizyphus lotus L.	22.842 ± 0.15	130.072 ± 0.82

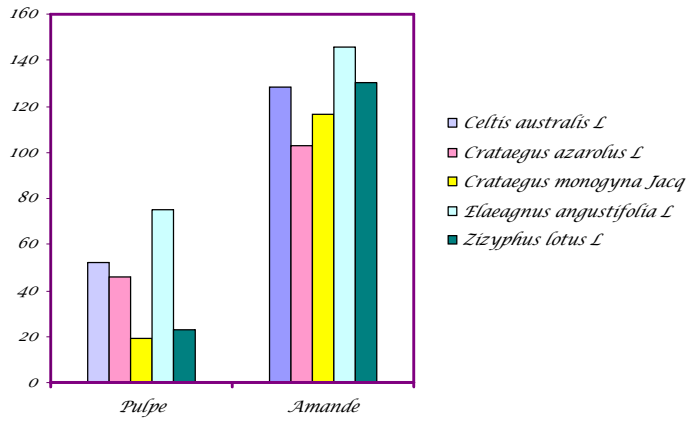


Figure 32 : Indice d'iode des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées

L'indice d'iode nous permet de mesurer globalement le degré d'insaturation de la matière grasse.

L'indice de nos huiles varie non seulement de l'espèce mais aussi de la partie étudiée (Pulpe ou amande), car à première vue on constate que les valeurs sont faible, allant de *19-74* (Fuhrer et *al.*, 2005).

Alors que, les indices d'iode des huiles des amandes *102-145* sont comparables à ceux des huiles végétales usuelles, tel que : l'huile de maïs *103-195*, l'huile de sésame *104-120* et l'huile de tournesol *118-141* (Fuhrer et *al.*, 2005).

La valeur de l'indice d'iode de l'huile des amandes des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L., *145,935*, est en accord et se situe dans l'intervalle obtenu par Bekker et Glushenkova (2001) allant de *113,5-155* pour la même huile.

Ces résultats nous permettent de dire que les huiles extraites des pulpes sont plus saturées que celle extraites des amandes, et moins sensibles à l'oxydation que celles ayant un indice d'iode élevé, d'où la diminution de tout risque de rancissement (Apfelbaum et *al.*, 2002).

2.2.2.4. Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde représente l'état d'oxydation au moment du dosage (Ollé, 2002). L'iodure de potassium est ajoutée en solution saturée. Après mise en solution de l'huile dans le solvant (Chloroforme, acide acétique 10-15 v/v). Ensuite, après un repos à l'obscurité de *cinq* minutes, on dose l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'amidon. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Indice de peroxyde des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées (Meq d'O_2/Kg d'huile)

	Indice de peroxyde (Meq d'O_2/Kg d'huile)	
	Huile extraite de la pulpe Moyenne ± Ecart type	**Huile extraite de l'amande** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	2.25 ± 0.33	3.48 ± 0.10
Crataegus azarolus L.	2.00 ± 0.04	4.30 ± 0.40
Crataegus monogyna Jacq.	1.75 ± 0.32	1.80 ± 0.16
Elaeagnus angustifolia L.	1.62 ± 0.02	4.00 ± 0.07
Zizyphus lotus L.	1.37 ± 0.07	0.50 ± 0.01

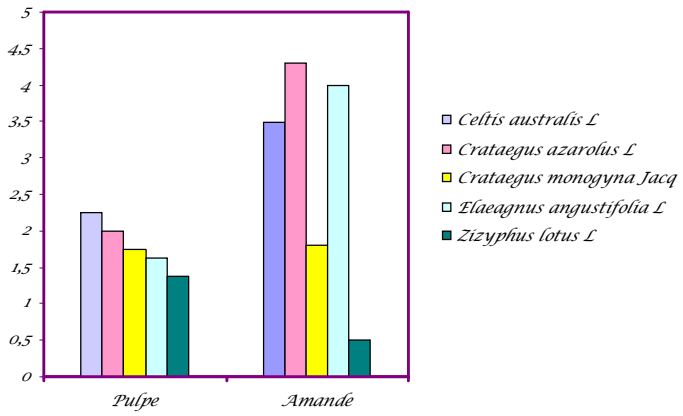


Figure 33: Indice de peroxyde des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées (Meq d'O_2/Kg d'huile)

D'après nos résultats, on peut remarquer que l'indice de peroxyde des huiles brutes varie significativement selon l'espèce et la nature des parties (Pulpe ou amande). Ces valeurs sont inférieures à *10 Meq d'O_2/Kg d'huile*, teneur maximum pour les huiles brutes (Fuhrer et *al.*, 2005).

De ces résultats, on peut déduire que nos huiles brutes n'ont pas subi d'oxydation, qui à éviter la formation des peroxydes et des hydroperoxydes responsables de l'altération des huiles.

2.2.2.5. Taux des insaponifiables :

Après saponification de l'huile, la fraction insaponifiable peut être extraite à l'aide d'hexane, puis pesée après séchage.

Tableau 23 : Taux des insaponifiables des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g d'huile)

	Taux des insaponifiables (g/100g d'huile)	
	Huile extraite des pulpes Moyenne ± Ecart type	**Huile extraite des amandes** Moyenne ± Ecart type
Celtis australis L.	2.22 ± 0.21	1.32 ± 0.04
Crataegus azarolus L.	1.32 ± 0.32	4.03 ± 0.11
Crataegus monogyna Jacq.	1.74 ± 0.24	1.06 ± 0.13
Elaeagnus angustifolia L.	1.27 ± 0.03	2.83 ± 0.25
Zizyphus lotus L.	1.36 ± 0.03	3.02 ± 0.06

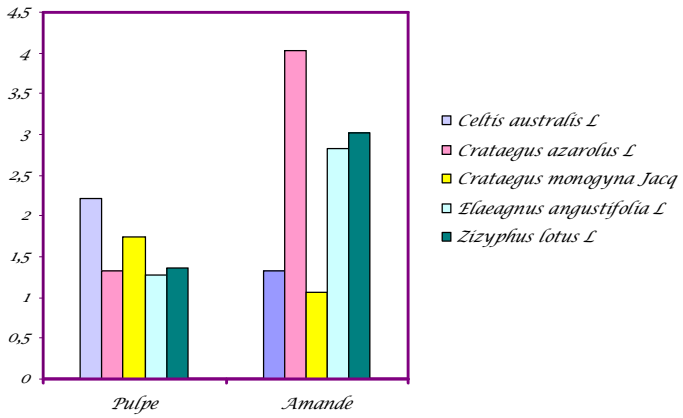


Figure 34 : Taux des insaponifiables des huiles extraites des pulpes et des amandes des espèces étudiées (g/100g d'huile)

Le taux des insaponifiables (Tableau 23) de nos huiles végétales brutes varie entre *1-4%*, une valeur élevée au taux moyen de tous les corps gras naturels qui varie entre *0,5-2%* (Ollé, 2002).

En revanche, on se référant à Adrian et *al.* (1998), les huiles végétales peuvent renfermer des teneurs en insaponifiables nettement plus élevées jusqu'à *10-20%.*
Cette fraction comprend les phytostérols, les pigments et les vitamines liposolubles.

2.3. Composition en acides gras des huiles végétales extraites

La séparation des esters méthyliques a été réalisée en ajoutant de l'hexane et de la potasse alcoolique à l'échantillon d'huile. Ce dernier subit une agitation énergétique puis une décantation.

La séparation de ces esters méthyliques a été réalisée en utilisant un appareil de chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse *HP MSD 5973* à impact électronique, équipé d'une colonne capillaire *STABIL WAX* 60 mètres; avec une

programmation de température au four de 200-220°C à raison de 2°C/minute, en réglant la température de l'injecteur à 250°C et celle de détecteur *230°C*.

Le spectre de masse est obtenu en mode d'ionisation à impact électronique à *70 eV* avec un balayage du domaine de *50 à 600 uma*.

L'identification des pics représentatifs de références (esters méthyliques) et ceci par comparaison des distances de rétention de chaque pic du chromatogramme avec celles obtenues par les étalons.

Nous nous sommes essentiellement basés sur l'étude de la composition en acides gras des huiles extraites des amandes de nos fruits, compte tenu de leurs importantes quantités.
Les résultats obtenus de l'étude des profils en acides gras sont rassemblés dans les tableaux 24, 25, 26, 27 et 28.

Ces résultats nous indique à première vue l'existence de *16 pic,* dont *six* sont les plus importants :

- Acide palmitique (*7,5-9,5%*, avec la proportion la plus élevée *28,5%* enregistrée pour l'huile des amandes des azéroles).
- Acide palmitoléique (*0,13-0.26%*).
- Acide stéarique (*4-7,5%*).
- Acide oléique (*24,6-50%*).
- Acide linoléique (*22,5-55%*).
- Acide linolénique (*0,5-7,5%*).

Ces acides gras représentent en moyenne *89-96%* des acides gras totaux.

2.3.1. Huile des amandes des micocoules *Celtis australis* L.

Tableau 24 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L.

Tr	Composé proposé			Pourcentage	Masse
	Dénomination chimique	Nom usuel			
5.612	Décanoïque	Acide caprique	C_{10}	0.073	186
8.956	Tétradécanoïque	Acide myristique	C_{14}	0.056	242
10.438	Pentadécanoïque	Acide pentadécyclique	C_{15}	0.057	256
12.371	Hexadécanoïque	Acide palmitique	C_{16}	7.524	270
12.899	7-Hexadécénoïque	Acide hypogéique	$C_{16} : 1\Delta^{7}$	0.037	268
13.059	9-Hexadécénoïque	Acide palmitoléique	$C_{16} : 1\Delta^{9}$	0.257	268
14.778	Heptadécanoïque	Acide margarique	C_{17}	0.034	284
18.021	Octadécanoïque	Acide stéarique	C_{18}	5.125	298
19.094	9-Octadécénoïque	Acide oléique	$C_{18} : 1\Delta^{9}$	24.637	296
21.335	9-12-Octadécadiénoïque	Acide linoléique	$C_{18} : 2\Delta^{9,12}$	53.121	294
24.027	9-12-15-Octadécatrienoïque	Acide α-linolénique	$C_{18} : 3\Delta^{9,12,15}$	0.573	292
27.549	Eicosanoïque	Acide arachidique	C_{20}	0.573	326
29.049	cic11-Eicosenoïque	Acide gadoléique	$C_{20} : 1\Delta^{11}$	0.700	324
34.711	Heneicosanoïque	/	C_{21}	0.031	340
44.209	Docosanoïque	Acide béhénique	C_{22}	0.285	354
56.695	Trisanoïque	/	C_{23}	0.006	368

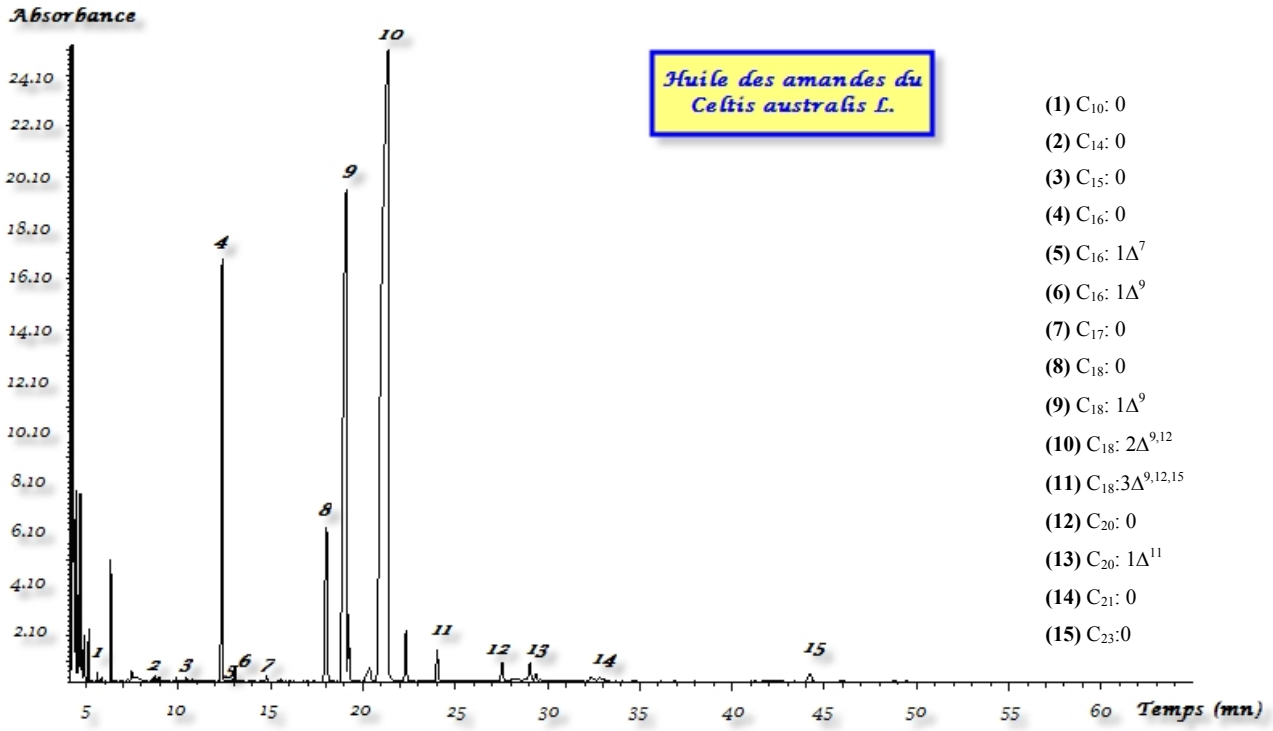


Figure 35 : Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L. obtenu par CG/SM

Cette huile est particulièrement riche en acide oléique *24,6%* et linoléique *54,1%*, qui sont voisins de ceux cité par Ollé (2002) pour l'huile de maïs C_{18} : $1\Delta^{9}$ (*24-30%*) C_{18} : $2\Delta^{9,12}$ (*45-55%*) et C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$ (*0,5-1,2%*).

En comparant des teneurs en acides gras de cette huile cités par Praca (2006) du C_{16} : 0 (*6,74%*), du C_{18} : 0 (*2,81%*), du C_{18} : $1\Delta^{9}$(*14,19%*) et du C_{18} : $2\Delta^{9,12}$ (*76,25%*) avec les nôtres, on peut noter une variation qui pourrait être due aux raisons suivantes :

- Les pratiques culturales ;
- Les caractéristiques pédo-climatiques ;
- Les différences variétales.

L'huile contient aussi *7,52%* d'*acide palmitique* et *5,12%* d'*acide stéarique*, qui se rapprochent à celle de l'huile d'argan C_{16} : 0 (*11,5-15%*) et C_{18} : 0 (*4,3-7,2%*) (Rahmani, 2005).

Elle est essentiellement riche en acides gras polyinsaturés de type *Oméga 6* qui pourrait contribuer aux apports si elle est complétée par une huile riche en *Oméga 3* (Plumey, 2003).

Les *Oméga* 6 participent à l'élaboration d'acides gras hautement insaturés, ils jouent un rôle important au niveau du système neveux, de l'équilibre cardiovasculaire, de l'immunité, de la guérison des blessures et des réactions allergiques et inflammatoires (Grondin et *al.*, 2002).

2.3.2. Huile des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L.

Tableau 25 : Composition en acides gras (*%*) de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L.

Tr	Composé proposé			Pourcentage	Masse
	Dénomination chimique	Nom usuel			
5.614	Décanoïque	Acide caprique	C_{10}	0.079	186
8.946	Tétradécanoïque	Acide myristique	C_{14}	0.223	242
10.429	Pentadécanoïque	Acide pentadécyclique	C_{15}	0.256	256
12.349	Hexadécanoïque	Acide palmitique	C_{16}	28.374	270
12.895	7-Hexadécénoïque	Acide hypogéique	C_{16} : $1\Delta^{7}$	0.177	268
13.025	9-Hexadécénoïque	Acide palmitoléique	C_{16} : $1\Delta^{9}$	1.376	268
14.751	Heptadécanoïque	Acide margarique	C_{17}	0.408	284
17.923	Octadécanoïque	Acide stéarique	C_{18}	4.099	298
18.883	9-Octadécénoïque	Acide oléique	C_{18} : $1\Delta^{9}$	26.567	296
20.863	9-12-Octadécadiénoïque	Acide linoléique	C_{18} : $2\Delta^{9,12}$	25.372	294
23.952	9-12-15-Octadécatrienoïque	Acide α-linolénique	C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$	5.996	292
27.480	Eicosanoïque	Acide arachidique	C_{20}	1.551	326
28.968	cic11-Eicosenoïque	Acide gadoléique	C_{20} : $1\Delta^{11}$	0.651	324
44.110	Docosanoïque	Acide béhénique	C_{22}	3.693	354
56.695	Trisanoïque	/	C_{23}	1.176	368

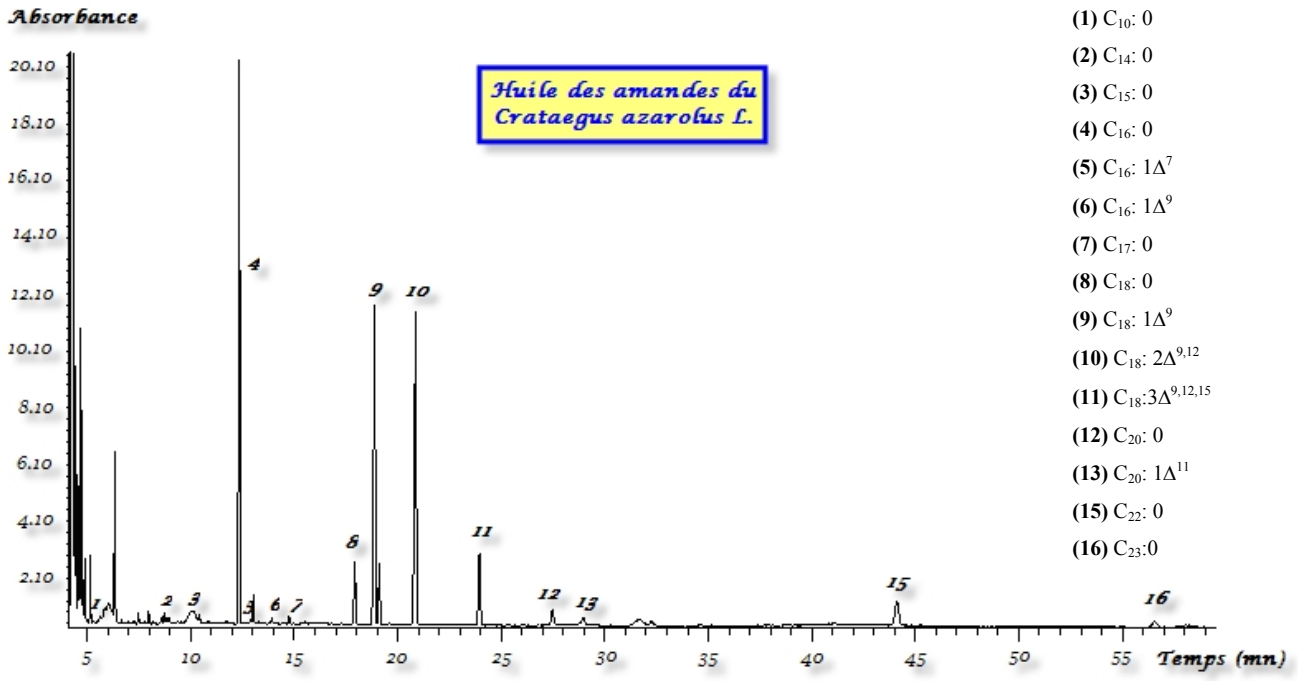


Figure 36 : Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L. obtenu par CG/SM

Les teneurs en *acide palmitique, oléique* et *α-linolénique* sont presque égales : *28,37%*, *26,57%* et *25,37%* respectivement.

On se référant aux teneurs d'*acide palmitique* des huiles végétales usuelles cités par Furher et *al.* (2005), on peut noter la richesse des huiles du palme et du coton en cet acide, dont les teneurs sont *30-39%* et *21,4-26,4%* respectivement.

L'huile contient aussi *4%* d'*acide stéarique* et *6%* d'*acide α-linolénique*, valeurs voisines à celle de l'huile du soja avec *3-5%* pour C_{18} : 0 et *6-9%* pour C_{18} : $3\Delta^{9;12;15}$ (Ollé, 2002).

Cette richesse en acide palmitique permettrait d'envisager pour cette huile une utilisation courante dans l'industrie agro-alimentaire pour la fabrication des produits de biscuiterie, sous l'appellation *Matière grasse végétale* (Bertin, 2002).

2.3.3. Huile des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq.

Tableau 26 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq.

Tr	Composé proposé			Pourcentage	Masse
	Dénomination chimique	Nom usuel			
5.618	Décanoïque	Acide caprique	C_{10}	0.007	186
8.961	Tétradécanoïque	Acide myristique	C_{14}	0.065	242
10.450	Pentadécanoïque	Acide pentadécyclique	C_{15}	0.031	256
12.430	Hexadécanoïque	Acide palmitique	C_{16}	7.834	270
12.992	7-Hexadécénoïque	Acide hypogéique	$C_{16} : 1\Delta^{7}$	0.089	268
13.064	9-Hexadécénoïque	Acide palmitoléique	$C_{16} : 1\Delta^{9}$	0.167	268
14.807	Heptadécanoïque	Acide margarique	C_{17}	0.131	284
18.133	Octadécanoïque	Acide stéarique	C_{18}	1.405	298
19.420	9-Octadécénoïque	Acide oléique	$C_{18} : 1\Delta^{9}$	38.931	296
21.501	9-12-Octadécadiénoïque	Acide linoléique	$C_{18} : 2\Delta^{9,12}$	45.865	294
24.086	9-12-15-Octadécatrienoïque	Acide α-linolénique	$C_{18} : 3\Delta^{9,12,15}$	0.341	292
27.708	Eicosanoïque	Acide arachidique	C_{20}	2.959	326
29.155	cic11-Eicosenoïque	Acide gadoléique	$C_{20} : 1\Delta^{11}$	1.426	324
34.740	Heneicosanoïque	/	C_{21}	0.059	340
44.303	Docosanoïque	Acide béhénique	C_{22}	0.512	354
56.736	Trisanoïque	/	C_{23}	0.019	368

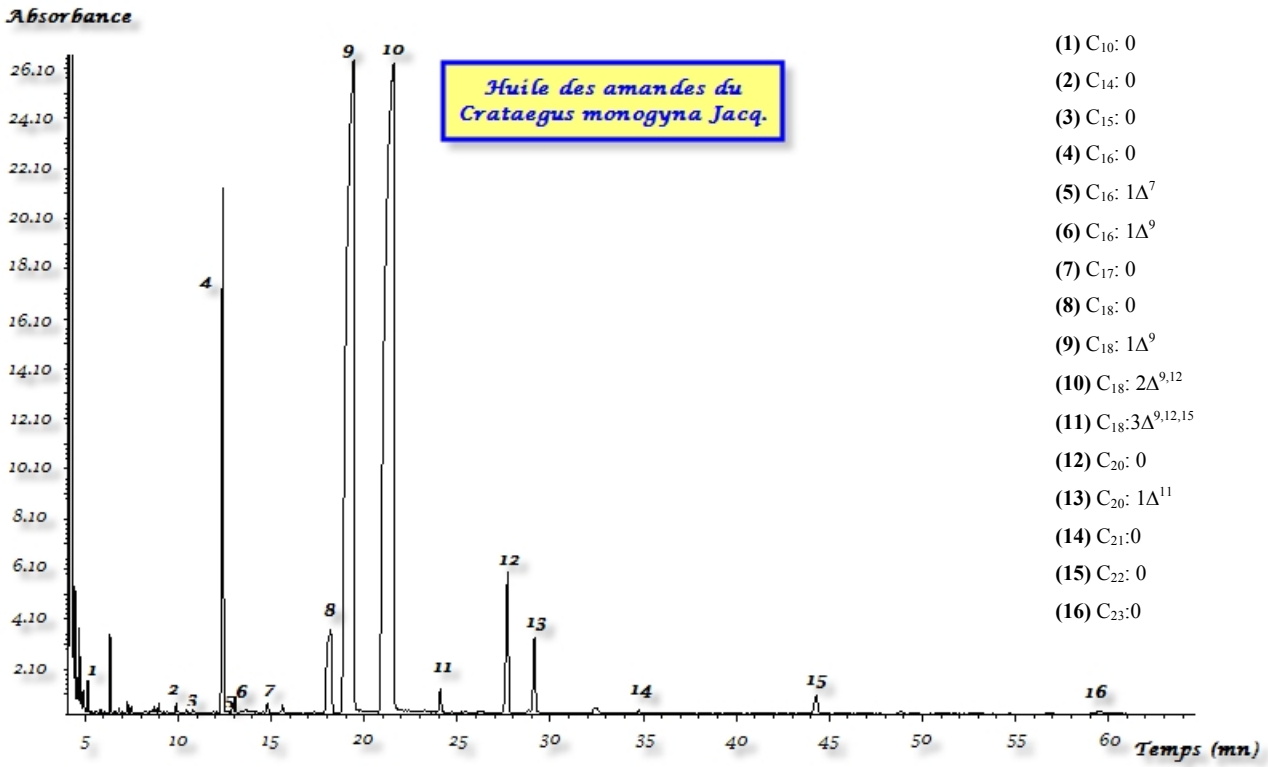


Figure 37 : Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq. obtenu par CG/SM

La composition en acides gras de cette huile est caractérisée par une teneur élevée en acides insaturés : monoinsaturés représentés par l'*acide oléique 38,93%* et polyinsaturés représentés par l'*acide linoléique 45,86%.*

Ces teneurs se rapprochent de celles de l'huile d'arachide pour C_{18} : $1\Delta^{9}$ (*35-72%*) et C_{18} : $2\Delta^{9,12}$ (*13-45%*) (Furher et *al.*, 2005).

On enregistre aussi la présence de l'*acide palmitique* à une proportion assez élevée *7,83%*, ainsi que la présence de l'*acide arachidique* avec une proportion faible *2,6%.*

On peut conclure que cette huile est une source d'*Oméga 6*, qui devrait être complété par des huiles riches en acides gras polyinsaturés de type *Oméga 3* pour être utilisée.

2.3.4. Huile des amandes des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L.

Tableau 27 : Composition en acides gras (*%*) de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de Bohême *Elaeagnus angustifolia* L.

Tr	Composé proposé			Pourcentage	Masse
	Dénomination chimique	Nom usuel			
5.593	Décanoïque	Acide caprique	C_{10}	0.027	186
8.925	Tétradécanoïque	Acide myristique	C_{14}	0.097	242
10.408	Pentadécanoïque	Acide pentadécyclique	C_{15}	0.046	256
12.352	Hexadécanoïque	Acide palmitique	C_{16}	8.032	270
12.862	7-Hexadécénoïque	Acide hypogéique	C_{16} : $1\Delta^{7}$	0.057	268
13.004	9-Hexadécénoïque	Acide palmitoléique	C_{16} : $1\Delta^{9}$	0.168	268
18.014	Octadécanoïque	Acide stéarique	C_{18}	4.321	298
19.099	9-Octadécénoïque	Acide oléique	C_{18} : $1\Delta^{9}$	39.356	296
21.210	9-12-Octadécadiénoïque	Acide linoléique	C_{18} : $2\Delta^{9,12}$	36.26	294
24.073	9-12-15-Octadécatrienoïque	Acide α-linolénique	C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$	7.303	292
27.488	Eicosanoïque	Acide arachidique	C_{20}	1.041	326
29.036	cic11-Eicosenoïque	Acide gadoléique	C_{20} : $1\Delta^{11}$	2.655	324
34.532	Heneicosanoïque	/	C_{21}	0.009	340
44.077	Docosanoïque	Acide béhénique	C_{22}	0.618	354
56.385	Trisanoïque	/	C_{23}	0.010	368

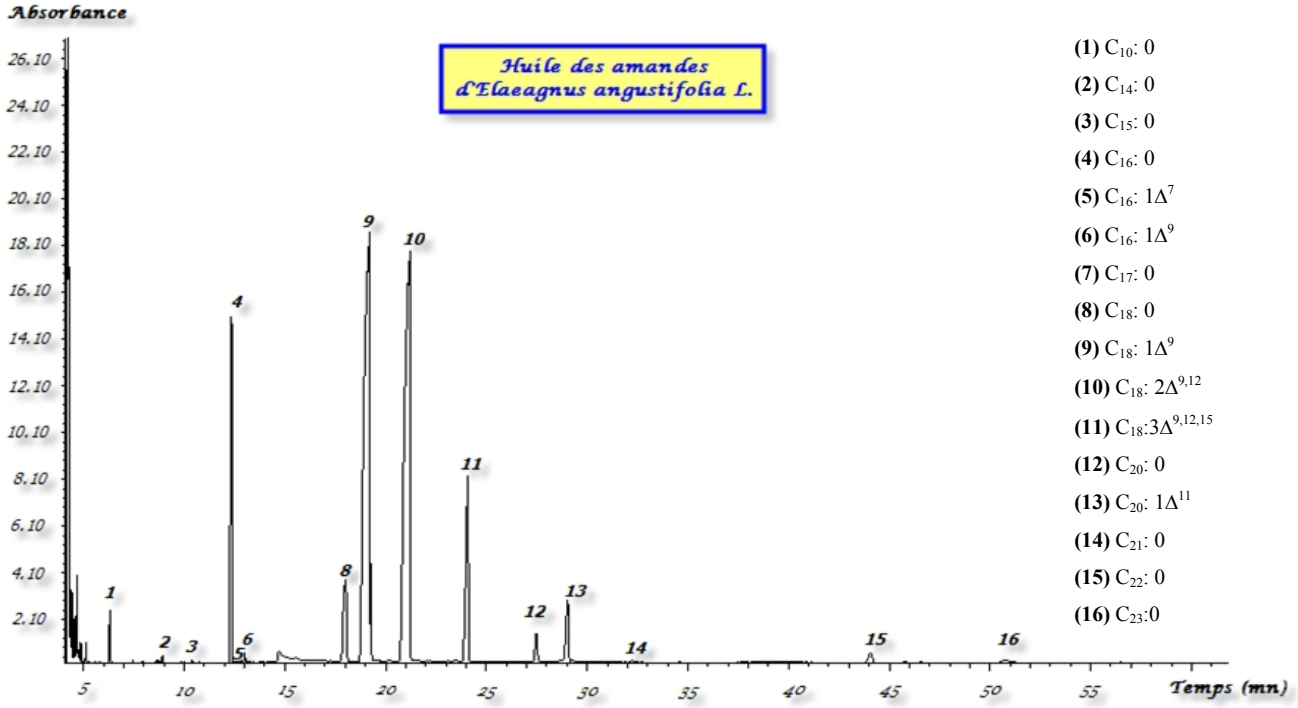


Figure 38 : Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de bohème *Elaeagnus angustifolia* L. obtenu par CG/SM

La composition de cette huile est caractérisée par une prédominance des acides gras insaturés. Ceci lui confère des actions hypocholestérolémiantes et antiathérogènes (Armond, 1998).

Avec un taux de *39,36%*, l'*acide oléique* est bien représenté dans cette huile, qui permet la régulation du cholestérol (Bertin, 2002) et un taux de *36,36%* d'*acide linoléique*, acide gras essentiel qui permet la régénération des membranes cellulaires, la destruction des tissus et la protection des peaux (Rahmani, 2005).

On note aussi la présence des acides gras suivants en proportions relativement élevées : l'*acide palmitique 8,03%,* l'*acide stéarique 4,32%,* l'*acide α-linolénique 7,3%* et l'*acide gadoléique 2,65%.*

Si on compare les résultats obtenus sur le profil en acide gras de cette huile avec ceux trouvés par Earle et *al.* (1960), Goncharova et Glushenkova (1990) et Bekker et Glushenkova (1997), on constate la présence d'une différence significative qui pourrait être due aux : différences pédo-climatiques ou différences variétales C_{16} : 0 (*4,4%*), C_{16} : $1\Delta^{9}$ (*1,9%*), C_{18} : 0 (*0,9%*), C_{18} : $1\Delta^{9}$ (*28,4%*) C_{18} : $2\Delta^{9,12}$ (*52,2%*) et C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$ (*12,2%*).

2.3.5. Huile des amandes des jujubes sauvages *Zizyphus lotus* L.

Tableau 28 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L.

Tr	Composé proposé			Pourcentage	Masse
	Dénomination chimique	Nom usuel			
5.581	Décanoïque	Acide caprique	C_{10}	0.014	186
8.919	Tétradécanoïque	Acide myristique	C_{14}	0.084	242
10.401	Pentadécanoïque	Acide pentadécyclique	C_{15}	0.024	256
12.411	Hexadécanoïque	Acide palmitique	C_{16}	9.025	270
12.874	7-Hexadécénoïque	Acide hypogéique	$C_{16} : 1\Delta^{7}$	0.058	268
13.010	9-Hexadécénoïque	Acide palmitoléique	$C_{16} : 1\Delta^{9}$	0.134	268
14.753	Heptadécanoïque	Acide margarique	C_{17}	0.077	284
18.150	Octadécanoïque	Acide stéarique	C_{18}	7.106	298
19.306	9-Octadécénoïque	Acide oléique	$C_{18} : 1\Delta^{9}$	49.882	296
21.233	9-12-Octadécadiénoïque	Acide linoléique	$C_{18} : 2\Delta^{9,12}$	22.973	294
23.984	9-12-15-Octadécatrienoïque	Acide α-linolénique	$C_{18} : 3\Delta^{9,12,15}$	0.409	292
27.624	Eicosanoïque	Acide arachidique	C_{20}	2.367	326
29.261	cic11-Eicosenoïque	Acide gadoléique	$C_{20} : 1\Delta^{11}$	6.328	324
34.615	Heneicosanoïque	/	C_{21}	0.047	340
44.225	Docosanoïque	Acide béhénique	C_{22}	1.409	354
56.373	Trisanoïque	/	C_{23}	1.472	368

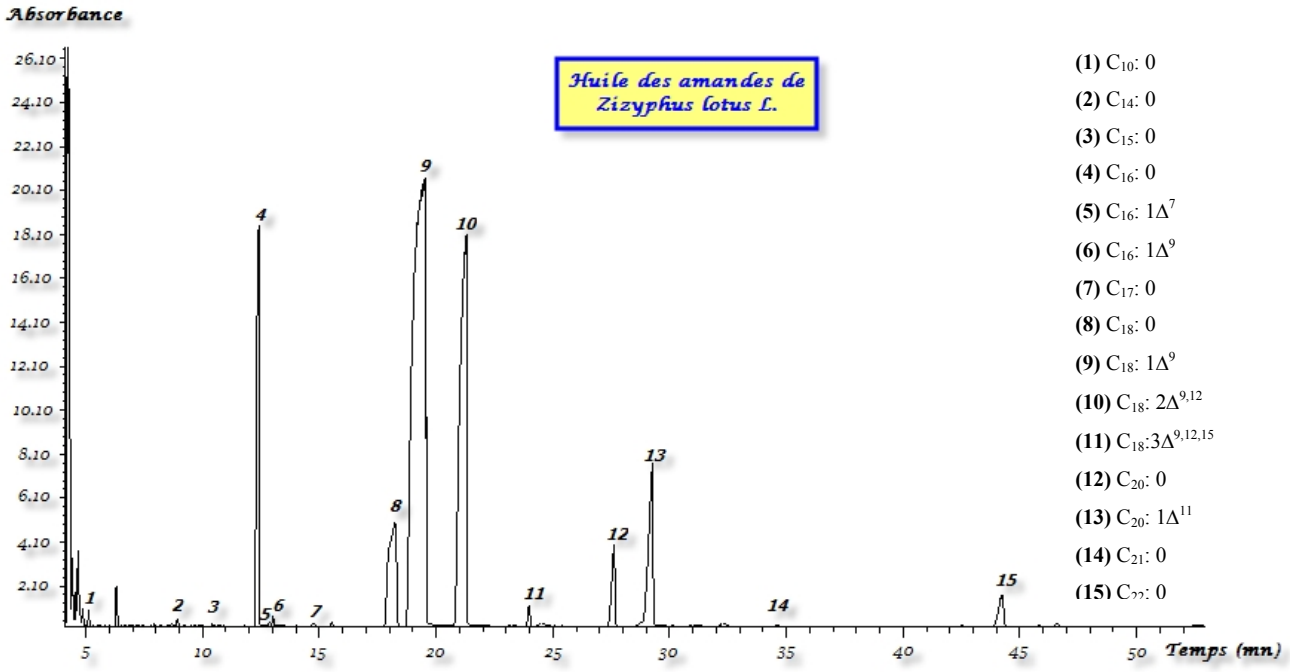


Figure 39 : Profil en acides gras de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L. obtenu par CG/SM

La composition en acides gras des lipides des jujubes sauvages *Zizyphus lotus* L. est résumée dans le tableau 28.

Les principales caractéristiques des huiles extraites des amandes sont leur teneur en *acide oléique 49,88%.*

Cette huile est constituée de *9%* d'*acide palmitique*, *7,1%* d'*acide stéarique* et *23%* d'*acide linoléique.*

Cette composition se rapproche à celle de l'huile d'olive C_{18} : $1\Delta^{9}$ (*55-83%*), C_{18} : $2\Delta^{9,12}$ (*3,5-21%*) et C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$ (*<1,5%*) concernant leur richesse en *acide oléique* et *linoléique* qui pourrait avoir des effets hypochlestérolémiques et réduire les risques d'accident vasculaire cérébral (Thomas et Thomas, 2004).

On peut tirer de l'étude de la composition en acides gras des huiles extraites des amandes de nos fruits, que celles-ci pourraient être classés comme suit :

Tableau 29 : Rapports P/S, ω6/ ω3 des huiles extraites des amandes des espèces étudiées

Espèces	**Rapport P/S**	**Rapport P/S idéal** (Fossati, 2000)	**Rapport ω6/ ω3**	**Rapport ω6/ω3 idéal** (Danielle, 2003)
Celtis australis L.	5,76	0,7	092,70	5
Crataegus azarolus L.	1,50	0,7	004,23	5
Crataegus monogyna Jacq.	6,66	0,7	134,50	5
Elaeagnus angustifolia L.	6,04	0,7	004.96	5
Zizyphus lotus L.	3,69	0,7	056.17	5

Huiles riches en acide oléique C_{18} : $1\Delta^{9}$

Ces huiles apportent de l'*acide oléique* en quantités significatives : l'huile des amandes des fruits de l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. *39,36%* et l'huile des amandes des jujubes sauvages *Zizyphus lotus* L. *49,88%.*

Les *Oméga 9* renforcent l'éfficacité des *Oméga 3* et *Oméga 6* au niveau de l'équilibre cardiovasculaire et des réactions allergiques et inflammatoires. Ils préservent également la jeunesse et l'éclat de la peau (Couet et *al.*, 2006).

Le rapport des acides gras polyinsaturés à celui des acides gras saturés (Tableau 29) de l'*Elaeagnus angustifolia* L. et du *Zizyphus lotus* L. est de *6,04* et *3,69*, qui reste donc supérieur au rapport 0,7 recommandé par les nutritionnistes (Fossati, 2000).

Le rapport ω6/ω3 de ces deux huiles est de *4,96* pour l'*Elaeagnus angustifolia* L. et *56,17* pour l'huile du *Zizyphus lotus* L. ; dont l'idéal, ce rapport devrait se situer aux environ de *5* (Danielle, 2003).

Selon leur teneur en *acide α-linolénique*, l'huile des amandes du *Zizyphus lotus* L. pourrait être utilisé pour la friture (C_{18} : $3\Delta^{9,12,15}$ *<2%)* (Dilmi-Bouras, 1998) contrairement à celle de l'*Elaeagnus angustifolia* L..

Huiles riches en acide lionéique C_{18} : $2\Delta^{9,12}$

Il s'agit de l'huile des amandes des micocoules *Celtis australis* L. et des cenelles *Crataegnus monogyna* Jacq..

Les *Oméga 6* (*acide linoléique*) agissent sur la reproduction, le maintien de l'intégrité de l'épiderme, le système immunitaire, la coagulation sanguine et diminuent le taux du cholestérol *LDL* (Apfelbaum et *al.,* 2003).

Le rapport des acides gras polyinsaturés/acides gras saturés pour les deux huiles est supérieur à celui recommandé par les nutritionnistes ; *5,76* pour l'huile du *Celtis australis* L. et *6,66* pour celle du *Crataegus monogyna* Jacq., ainsi, que *le rapport ω6/ω3* est nettement trop élevé à l'idéal ; *92,7* pour l'huile du *Celtis australis* L. et *134,5* pour celle du *Crataegus monogyna* Jacq..

En se référant au teneur de l'*acide α-linolénique*, ces huiles sont très bonnes pour la friture.

Huile riche en acide palmitique C_{16} : 0

L'huile des amandes des azéroles a également une teneur élevée en *acide palmitique.* Cette augmentation pourrait avoir des effets préventifs contre l'oxydation des cellules.

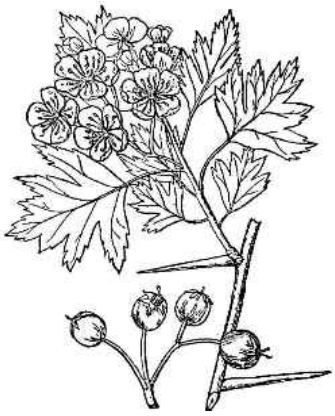
En outre, son *rapport des acides gras polyinsaturés/acides gras saturé* (*1,5*) est supérieur à celui recommandés par les nutritionnistes, alors que *le rapport ω6/ω3* (*4,*23) est au environ du rapport idéal.

Cependant, sa teneur en l'*acide α-linolénique*, la prive d'être utilisé pour la friture.

Conclusion

Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.



Crataegus monogyna Jacq

Elaeagnus angustifolia L

Zizyphus lotus L.

Conclusion

Au terme de ce travail et à la lumière des résultats obtenus, on peut dire que la consommation des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L. permet d'offrir une quantité non négligeable de matière alimentaire représentée par la pulpe respectivement 59,77%, 77,5%, 80,3%, 56,9% et 50,36%.

L'analyse de la fraction lipidique des fruits, ainsi que la caractérisation physico-chimique et l'étude du profil en acides gras de leurs huiles a montré que cette fraction peut constituer un produit à valeur ajoutée appréciable qui permet de contribuer au développement de la filière.

L'étude de la fraction lipidique contenue dans les pulpes de ces fruits montre que ces dernières renferment une quantité faible qui ne dépasse pas 1% de matière grasse. Tandis que leurs amandes sont assez riches en huile, où leur teneur peut atteindre 40%, ce qui leur confère un potentiel oléagineux très intéressant.

La caractérisation physico-chimique des huiles végétales extraites des pulpes et des amandes fait apparaître que :

- Les huiles des pulpes présentent des densités élevées, des couleurs influencées par la présence des pigments, des indices de peroxyde faibles et des indices d'acide respectant la valeur limite des huiles végétales brutes sauf celle du *Zizyphus lotus* L. qui est exprimée par une acidité importante.

  Ces huiles sont constituées par des acides gras saturés à longue chaîne et renfermant des teneurs moyennes en phytostérols, pigments et vitamines liposolubles (fraction insaponifiable).
- Les huiles extraites des amandes présentent aussi des densités élevées, des couleurs jaunes verdâtre/jaunes grisâtres, une acidité moyennement faible et des indices de peroxyde faibles.

  Elles sont insaturées, à courte chaîne notamment celle du *Crataegus azarolus* L., *Zizyphus lotus* L. et teneurs moyennement élevées en insaponifiables.

L'identification des acides gars constituants des huiles végétales brutes des amandes a été possible grâce à la *chromatographie phase gaz couplée à la spectroscopie de masse* et qui permet de déduire, leur richesse en acide palmitique C_{16}:0, acide palmitioléique C_{16}:1Δ^9, acide stéarique C_{18}:0, acide oléique C_{18}:1Δ^9, acide linoléique C_{18}:2$\Delta^{9,12}$ et acide linolénique C_{18}:3$\Delta^{9,12,15}$.

L'étude de ces huiles a montré qu'il est possible de les classer selon leurs diverses caractéristiques en plusieurs domaines :

- La richesse des huiles des amandes du *Celtis australis* L. et du *Crataegus monogyna* Jacq. en acide linoléique, leur permet de constituer une excellente source en acide gras essentiel. Il intervient dans plusieurs fonctions biologiques telles que : la reproduction, la croissance et la régulation du taux de lipides dans le sang. Ce qui lui confère de participer à la prévention des maladies cardiovasculaires.
- La teneur élevée en acide palmitique de l'huile des amandes du *Crataegus azarolus* L. leur permet une utilisation dans l'industrie alimentaire sous la forme de matière grasse végétale (MGV).
- La composition semblable des huiles des amandes de l'*Elaeagnus angustifolia* L. et du *Zizyphus lotus* L. à celle de l'huile d'olive et leur richesse en acide oléique, leur rendent plus résistantes à la chaleur.

L'effort de valorisation de ces huiles végétales doit être poursuivi, car il permet des retombées positives sur les revenus des populations locales. Il permet aussi de participer de façon déterminante à la connaissance de notre patrimoine végétale et donc permettre un bon développement et une meilleure gestion de ses ressources naturelles.

Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.

Références Bibliographiques

Crataegus monogyna Jacq.

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AAC, 2003.** Canada : Argousier. *Bulletin Bimensuel Canada* n°13.

2. **Abdeddaim M., 2003.** Etude de la composition biochimique et essais de valorisation des amandes d'abricot de la région des Aurès. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbes. Sétif, 65p.

3. **Abdelguerfi A., 2003.** Evaluation des besoins en matières de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante par l'agriculture "Bilans des Expertises". *Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité.*

4. **Abdel-Zaher A.O., Salim S.Y., Assaf M.H. and Abdel-Hady R., 2005.** Antidiabetic activity and toxicity of *Ziziphus spina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, **101** : 129-138.

5. **Adrian J., Potus J., Poiffait A. et Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Tec et Doc (Ed). Paris, 254p.

6. **Adzu B., Amos S., Dzarma S., Wambebe C. and Gamaniel K., 2002.** Effect of *Ziziphus spina-christi* willd aqueous extract on the central nervous system in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **79** : 13–16.

7. **Ahmadiani A., Hosseiny J., Semnanian S., Javan M., Saeedi F., Kamalinejad M. and Saremi S., 2000.** Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit extract. *Journal of Ethnopharmacoloy*, **72** : 287-292.

8. **Ahmedov V.A. and Halmatov H.H., 1969.** Phamacognostic studies on *Ziziphus jujube* L. growing in Uzbekistan. *Rastitel'nye Resursy*, **5** : 579-581.

9. **Ali N.A.A., Julish W.D. Kusnick C. and Lindequist U., 2001.** Screening of Yemeni medicinal plants for antibacterial and cytotoxic axtivities. *Journal of Ethnopharmacology*, **74 :** 173-179**.**

10. **Ammon H.P.T. and Kaul R., 1994a.***Crataegus*. Herz-Kreislauf-Wirkungen von Crataegusextrakten, Flavonoiden und Procyanidinen. Teil 2: Wirkungen auf das Herz. *Deutsche Apotheker Zeitung,* **134** : 2521–2535.

11. **Ammon H.P.T. and Kaul R., 1994b.***Crataegus*. Herz-Kreislauf-Wirkungen von Crataegus extrakten, Flavonoiden und Procyanidinen. Teil 3: Wirkungen auf den Kreislauf. *Deutsche Apotheker Zeitung*, **134** : 2631–2636.

12. **Apfelbaum M., Romon M. et Dubus M., 2002.** Diététique et nutrition. Masson (Ed). Paris, 400p.

13. **Armond M., 1998.** Digestion et absorption des lipides : acquisitions récentes. *Act. Méd. Int. Métabolismes- Hormones- Nutrition*, **2** : 14-18.

15. **Askoy A. and Sahin U., 1999.** *Elaeagnus angustifolia* L. as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution. *Turk. J. Bot.*, **23** : 83-87.

16. **Audigié C.L., Figarella J. et Zonszain F., 1978.** Manipulations d'analyses biochimiques**.** Doin (Ed). Paris, 274p.

17. **Ayaz F.A., Kadioglu A. and Dogru A., 2001.** Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. orientalis (L.) Kuntza (Russian-Olive) fruit. *Turk. J. Bot.*, **23** : 349-354.

18. **Aymonin G.G., 1993.** Guide des arbres et des arbustes. Sélection du Reader's Digest (Ed). Paris, 351p.

19. **Baba Aissa F., 1999.** Les plantes médicinales en Algérie. Bouchène et Addiwen (Ed). Alger, 181p.

20. **Brosse J., 2000.** Larousse des arbres et des arbustes. Larousse (Ed). Canada, 576p.

21. **Bahorun T., 1997.** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research*. Conseil Mauritius, Amas.

22. **Bal J.S., 1981(a).** A note on sugars and amino acids in ripe ber. *Progressive Horticulture*, **13** (3/4): 41-42.

23. **Bekker N.P. and Glushenkova A.I., 2001.** Components of certain species of the Elaeagnaceae family. *Chemistry of Natural Compounds*, **37**(2) : 97-116.

24. **Bellini E. et Giordani E., 1998.** Conservation, evaluation, exploitation and collection of Minor Fruit Tree Species. Horticulture Departement. University of Florence. Italie.

25. **Belouad A., 1998.** Etymologie des noms de plantes du Bassin Méditerranéen. OPU (Ed). Alger, 91p

26. **Belouad A., 2005.** Plantes Médicinales d'Algérie. OPU (Ed).Alger, 284p.

27. **Bertin S., 2002.** Les huiles vierges de Bertin. Disponible sur : http://www.huiles-bertin.com/huile_vegetale.htm (Consulté le : 10/12/2007).

28. **Bourad P., Charon Y., Corbin D., Michaut L., Ruetschmann C. and Vade S., Veron G., 1992.** Le guide : Traité pratique du jardinage. Clause jardin (Ed). Paris, 854p.

29. **Boussard R. et Cuisance P., 1984.** Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. Tec et Doc (Ed). Paris, 600p.

30. **Brosse J., 2000.** Larousse des arbres et des arbustes. Larousse (Ed). Canada, 576p.

31. **Brown D., 1995.** Encyclopedia of herbs and their uses. Dorling Kindersley Publishers.

32. **Burdge G., 2004.** Alpha-linolenic acid metabolism in men and women : nutritional and biological implications. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, **7**(2) : 137-144.

33. **Caronona M.D., Llorach R., Obon C. and Rivera D., 2005.** "Zahraa", a Unani multicomponent herbal tea widely consumed in Syria: Components of drug mixtures and alleged medicinal properties. *Journal of Ethnopharmacology*, **102** : 344-350

34. **Caru M., Mosquera G., Bravo L., Guevara R., Sepulveda D. And Cabello A., 2003.** Infectivity and effectivity of Frankia strains from the Rhamnaceae family on different actinorhizal plants. *Plant and soil*, **251**(2) : 219-225.

35. **Catoire C., Zwang H. et Bouet C., 1999.** Les jujubiers ou le *Ziziphus*. *Fruits oubliés,* article du n°1.

36. **Chairman D. S. and al., 2006.** Food fats and oils. Technical Committee of the Institute of Shortening and Edible Oils (Ed). Ninth edition – 2006. Washington, 37p.

37. **Chang Q., Zuo Z., Chow M.S.S. and Ho W.K.K., 2006.** Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthron (*Crataegus pinnatifida var. major*) fruits and a hawthorn drink. *Food Chemistry*, **98**: 426-430.

38. **Chevalier A., 1996.** The Encyclopedia of Medicinal Plants. Dorling Kindersley limited (Ed). London, 336p**.**

39. **Chiej R., 1984.** Encyclopaedia of Medicinal Plants. MacDonald. Co. Pub (Ed).London, UK, 447p.

40. **Chopra R.N., Nayar S.L. and Chopra I.C., 1986.** Glossary of Indian Medicinal Plants (Including the Supplement). Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.

41. **Ciqual, 1995.** Répertoire général des aliments. *Tome 5*. Tec et Doc (Ed). Paris, 480p.

42. **Clause S.A., 1992.** Le guide. Clause Jardin (Ed). Paris, 854p.

43. **Cleverly J.R., Dahm C.N., Thibault J.R., Mc Donnell D.E. and Allred Coonrod J.E., 2006.** Riparian ecohydrology : regulation of water flux from the ground to the atmosphere in the middle Rio Grande New Mexico. *Hydrological Processes*, **20**(15) : 3207-3225.

44. **Couet M.C., Krempt M.H. et Lairon M.D., 2006.** Rapport sur les acides gras de la famille oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations. Masson (Ed).Paris, 70p.

45. **Couplan F., 2000.** Dictionnaire Etymologique de Botanique. Delachaux et Nestlé (Eds). Paris, 283p.

46. **Cuisance P., 1981.** Arboriculture ornementale. J.B. Baillière (Ed). Paris, 250p.

47. **Danielle V., 2003.** Programme anti-âge.Alpen (Ed). Paris, 98p

48. **Dembinska M.W., Rudnicki R. and Saniewski M., 1973.** Flavonoïds in leaves of *Elaeagnus angustifolia*. *Phytochemistry*, **12** : 3015-3016.

49. **Demir F., Dogan H., Ozcan M. and Haciseferogullari H., 2002.** Nutritional and physical properties of Hackberry. *Journal of Food Engineering*, **54** : 241-247.

50. **Dillemann G. et Paris R., 1960.** Recherche sur les zones arides : les plantes médicinales des régions arides considérée surtout du point de vue pharmacologique. UNESCO (Ed). Paris, 346p.

51. **Dilmi-Bouras A., 1998.** Les constituants alimentaires et leur rapport avec la santé. OPU (Ed). Alger, 272p.

52. **Diskon H.R.P., 1995.** The wild flowers of Kuwait and Bahrain. London: George Allen and Unwin.

53. **Dzhangaliev A.O., Salova T.N. and Turekhanova P.M., 2003.** The wild fruit and nut plants of Kazakhstan. *Horticultural Revies*, **29** : 46-52.

54. **Earle F.R., Glass C.A., Geisinger G.C., Wolff I.A. and Jones Q., 1960.** Surface activity of symmetrical and unsymmetrical mono and di-glycerides. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **41**(7) : 519-520.

55. **Edward F.G. and Dennis G.W., 1993.** *Celtis australis* : Mediterranean Hackberry. Serie of the Environnement Horticulture Department. Florida.

56. **Edward F.G., 1996.** *Zizyphus jujuba*. Serie of the Environnement Horticulture Department. Florida.

57. **Elias T.S., 1980.** The complete trees of the North America : Field guide and natural history. Van Nostand Reinhold (Ed). New York, 948p.

58. **Epfraim K.D., Osunkwo U.A., Onyeyilli P. and Ngulde A., 1998.** Preliminary investigation of the possible antinociceptive activity of aquous leaf extract of *Ziziphus spina-christi (L.)* Desf. *Indian Journal Pharmacol*, **30** : 271-272.

59. **Erasmus U., 1993.** Fats that Heal Fat that Kill. Alive Books. Canada.

60. **Facciola S., 1990.** Cornucopia. A Source Book of Edible Plants. Kampong Pubns (Ed). London, 677p.

61. **FAO, 1988.** Manuel de fixation des dunes. Cahier FAO conservation 18. Rome.

62. **Foster s. and Duke J.A., 1990.** A Field Guide to Medicinal Plants Eastern and Central N. Houghton Mifflin (Ed). America, 366p.

63. **Fossati P., 2000.** Bases nutritionnelles de l'alimentation lipidique normale. *Thérapie*, **51** : 615-621.

64. **Fournier P., 1952.** Arbres, arbustes et fleurs de pleine terre. Tome 2. Dicotylédones. Paul le chevalier (Ed). Paris, 549p.

65. **Frappier R. et Gosselin D., 1999.** Le guide des bons gras. Maxam (Ed). Québec, 403p.

66. **Friedman J.M., Auble G.T., Shafroth P.B., Scott M.L., Merigliano M.F., Freehling M.D. and Griffin E.R., 2005.** Dominance of non-native riparian trees in western USA. *Biological invasions*, **7**(4) : 747-751.

67. **Fritsh J., 1991.** Fabrication et raffinage des huiles végétales : Manuel à l'usage des fabricant**s**. H. Desforges (Ed). Californie, 593p.

68. **Fulton G.K., Barbara S.L. and Charles N.M., 1996.** Gas Chromatography and Mass Spectrometry. Academic Press (Ed). London, 192p.

69. Furher et al., 2005. Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses émulsionnées. Manuel Suisse des denrées alimentaires.

70. Gamble J.S., 1972. A Manual of Indian Timbers. Bishen Singh Mahendre Pal Sing.

71. Genders R., 1994. Scented Folra of the world. Robert Hale (Ed). London, 245p.

72. Gerster H., 1998. Can adults adequately convert alpha-linolenic (18:3n-3) to eicosapentaenoic acid docosahexaenoic aid (22:6n-3)? *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, **68**(3) : 159-173.

73. Ghazanfar S.A., 1994. Handbook of Arabian medicinal plants. Boca Raton: CRC Press.

74. Ghost A. and Lysias D.C., 2007. Jujube Fruit: a magic fruit berry for emotion controlling and more. *Pure Herb and extract processing and formation*.

75. Gloaguen J.C., 1982. Connaître et reconnaître les arbres et les arbustes des forêts et compagnes. Ouest France (Ed). Paris, 222p.

76. Glombitza K.W., Mahran G.H., Mirhom Y.W., Michel K.G. and Mtawi T.K., 1994. Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of *Zizyphus spina-christi* in rats. *Planta-media*, **60** : 244-247.

77. Goncharova N.P and Glushenkova A.I., 1990. Lipids of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit. *Chem. Nat.Comp.*, **26** : 12-15.

78. Goncharova N.P., Isamukhamed A.S.H. and Glushenkova A.I., 1990. Lipids of *Ziziphus jujube*. *Chemistry of Natural Compounds,* **26** (1) : 16-18.

79. Goncharova N.P, Isamukhamedov A.SH. and Glushenkova A.I., 1993. Glucolipids and phospholipids of the fruit of *Elaeagnus angustifolia* L.. *Chem. Nat. Comp.*, **29** : 569-573.

80. Gong J.R., Zhao A.F., Huang Y.M., Zhang X.S. and Zhang C.L., 2006. Water relations, gaz exchange, photochemical efficiency and proxidative stress of four plant species in the Heihe drainage basin of northern China. *Photosybthetic-Praha-*, **44**(3) :355-364.

81. Grieve A., 2003. A Modern Herbal. Vol 1.Jonathan (Ed). Graet Britain, 566p.

82. Grondin I., Smadja J. et Armougon R., 2002. Fiche technique : les triacylglycérols des huiles des graines de 4cucurbitacées tropicales des genres *lagenaria* et *Liffa*. Oléagineux, corps gras, lipides, **9**(2) : 169-173.

83. Guignard J.L., 1998. Abrégé de botanique. Masson (Ed). Paris, 212p.

84. Gupta M., Mazumder U.K., Vamsi M.L.M., Sivakumar T. and Kandar C.C., 2004. Anti-steroïdogenic activity of the tow Indian medicinal plants in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **90 :** 21-25.

85. Gürbüz I., Üstün O., Yesilada E., Sezik E. and Kutsal Q., 2003. Anti-ulcerogenic activity of some plants used as folk remedy in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, **88** : 93-97.

86. Hadjimitsi E. and Zabetakis I., 2005. The Aroma of jam prepared from fruits of mosphilla (*Crataegus azarolus* L.). *Favour and Fragance Journal*, **20** (5) : 507-511

87. Han, B.H. and Park, M.H., 1986. Folk Medicine: The Art and Science. The American Chemical Society (Ed). Washington, 205p.

88. Hedrick U.P., 1972. Sturtevant's Edible Plants of the World. Dover Publications; New edition (Ed). London, 686p.

89. Hosseinzadeh H. and Taheri M.R., 2000. Antinociceptive effects of *Elaeagnus angustifolia* in mice. *Medicinal Journal of Islamic Republic of Iran*, **14** : 77-81.

90. Hosseinzadeh H., Ramezani M. et Namjo N., 2003. Muscle relaxant activity of *Elaeagnus angustifolia L.* fruit seeds in mice. *Journal of Ethnopharmacology,* **84** : 275-278.

91. Houghton P.J., Oh M.H., Whang W.K. and Cho J.H., 2004. Screening of Korean herbal medicines used to improve cognitive function for anti-cholinesterase activity. *Phytomedicine*, **11** : 544-548.

92. Hutchens A.R., 1973. Indian Herbalogy of North America. Shambhala (Ed). Boston, 382p.

93. Huxley A., 1992. The New RHS Dictionary of Gardening. Mac Millan (Ed). London, 400p.

94. Jacamon M., 1992. Guide de dendrologie. ENGREF (Ed). Nancy, 274 p.

95. Jannick P., 2007. Chronique des huiles végétales et de leurs dérivés. Service Communication et Relations Publiques de la Présidence de DAGRIS, n°1.

96. Jawanda J.S., Bal J.S., Josan J.S. and Mann S.S., 1981. Ber cultivation in Punjab. *Punjab Horticultural Journal*, **21** : 17-22.

97. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée, 1958. Les méthodes d'enquête en ethnobotanique: comment mettre en évidence les taxonomies indigenes. Paris. 15(7-8) : 297-324.

98. Kamalinejad K., Ahmadiani A., Saremi S., Semnanian S., Saeedi F., Javan F. and Hosseiny M., 2000. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Elaeagnus angustifolia* fruit extract. *Journal of Ethnopharmacology*, **72** : 287-292.

99. Katz G. and Shafroth P.B., 2003. Biology, ecology and management of *Elaeagnus angustifolia L.* (Russian olive) in Western North America. *Wetlands-Wilmington then3MCLEAN-*, **23**(4) : 763-777.

100. Kavi K.I., Akiyama T., Ogihara Y. and Shibata S., 1974. A new sapogenin in the saponins of *Ziziphus jujuba*. Hovenia dulcis and Bacopa monniera. *Phytochemistry*, **13** (12) : 2829-2832.

101. Kartika I.K., 2005. Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol : expression et extraction en extrudeur bi-vis, purification par ultrafiltration de l'huile de

tournesol. Thèse de Doctorat. Institut polytechnique de Toulouse, 333p.

102. Kirtikar, K.R. and Basu, B.D., 1984. Indian Medicinal Plants, Lalit Mohan Basu (Ed). Allahabad, 593p.

103. Ken F., 2000. Notes from observations, tasting etc at Plants For a Future and fiel trips.

104. Kjaer C., Strandberg M. and Erlandsen M., 2006a. Metsulfuron spray drift reduces fruit yield of hawthorn. *Science of the Total Environment*, **356** : 228-234.

105. Kjaer C., Strandberg M. and Erlandsen M., 2006b. Effects on hawthorn the year after simulated spray drift. *Chemosphere*, **63** : 853-859.

106. Kohl P., 2006. Mesures de densités. Ecole Nationale de Chimie Physique et Biologie de Paris.

107. Komarov V.L., 1968. Flora of the USSR. Israel Program for Scientific Translation.

108. Koyuncu T., Pinar Y. and Lule F., 2007. Convective drying characteristics of azerole red (C*rataegus monogyna Jac.*) and yellow (*Crataegus aronia Bosc.*) fruits. *Journal of Food Engineering*, **78** (4) : 1471-1475.

109. Kriventsov V.I. and Karakhanova S.V., 1970. The rutin content of jujube fruits [In Russian].*Byulleten Gosudars to vennogo Nikitskogo Botanickogo Sada*, **3** (14) : 57-69.

110. kris-Etherton P.M., Harris W.S. and Appel L.J., 2002. Fish compustion, fish oil, omega 3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, **106**(21) : 2747-2757.

111. Khamzina A., Lamers J.P., Worbes M., Botman E. and Vlek P.L., 2006. Assessing the potentiel of trees for afforestation of degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan. *Agroforestry Systems*, **66**(2) : 129-141.

112. Kroll M., Ring C., Gaus W. and Hempel B., 2005. A randomized trial of Kordin® Herz-Kreislauf-Tropfen as add-on treatment in older patients with orthostatic hypotension.*Phytomedicine*, **12** : 395-402.

113. Kunkel G., 1984. Plants of Human Consumption. Lubrecht & Cramer (Ed). London, 393p.

114. Kusova R.D., Kazakov A.L. and Lukyanchikov M.S., 1988. Phenolic compounds of *Elaeagnus angustifolia L.* fruits. *Khim. Prir. Soedin.*, **3** : 455-456.

115. Kusova R.D. and Luk'yanchikov M.S., 1990. Fatty acids composition of the fruit oil of *Elaeagnus angustifolia. Chemistry of Natural Compounds*, **25** : 712-718.

116. Lahlou M., El Mahi M. and Hamamouchi J., 2002. Evaluation of antifungal and molluscidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* (L.) Desf. .*AnnalesPharmaceutiques Françaises*, **60**(6) : 410-414.

117. Lambert-Lagacé L. et Laflamme M., 1993. Bon gras, mauvais gras. Homme (Ed). Canada, 170p.

118. Lamers J.P., Khamzina A. and Worbes M., 2006. The analyses of physiological and morphological attributes of 10 tree species for early determination of their suitability of afforest degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan. *Forest Ecology and*

Management, **221**(13) : 249-253.

119. Launert E., 1981. Edible and Medicinal Plants. University of Arizona Press (Ed). America, 315p.

120. Le Crouéour G., Thépenier P., Richard B., Petermann C., Ghédira K. and Zèches-Hanrol M., 2002. Lotusine G: A new cyclopeptide alkaloïd from *Zizyphus lotus*. *Fitoterapia*, **73** : 63-68.

121. Lesica P. and Miles S., 1999. Russian-Olive invasion into cottonwood forests a long a regulated river in North Central Montata. *Can. J. Bot.*, **77** : 1077-1088.

122. Ljubuneie P., Portonaya I., Cogan U., Azaich H. and Bomzon A., 2005. Antioxydant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel. *Journal of Ethnopharmacology*, **101** : 153-161.

123. Lust J., 1983. The Herb Book. Grace Pub (Ed). London, 349p.

124. Liu Y., 2006. Determination of decomposition on *Elaeagnus angustifolia* from Inner Mongolia Psammophyte to Nitrite. *Guangdong Weiliang Yuansu Kexue*, **13**(1) : 41-44.

125. Matthews V., 1994. The New Plants man. *Royal Horticultural Society*, **1**: 1352-4186.

126. Mark S., Dan O., Larry H., Joe S. and Emmy S., 2002. History, biology, ecology, supression and revegetation of Russian-Olive sites (*Elaeagnus angustifolia* L.). Washington. *Plants Materials*, **47** : 1-12.

127. Messaili B., 1995. Botanique : systématique des Spermaphytes. OPU (Ed). Alger, 91p.

128. Milouane P., 2000. Le truffaut "Encyclopédie pratique illustré du jardin". Bordas (Ed). Paris, 800p.

129. Mirhydar H., 1998. Encyclopedia of Plants : Indications of plants in the prevention and treatment of Diseases. *Islamic Farhang, Tehran*, **2** : 163-164.

130. Mitchell A., 1986. Tous les arbres de nos forêts. Elsevier Séquoia (Ed). Bruxelles, 413p.

131. Morishita S., Mishima Y., Hirai Y., Saito T. and Shoji M., 1987. Pharmacological studies of water extract of *Zizyphus* seed containing drug. *General Pharmacology*, **18** : 637-641.

132. Nepal, 1993. Medicinal Plants of Nepal Department.

133. Nikolaeva A.G., Karivenchuk P.E and Prokopenko A.P., 1971. *Elaeagnus angustifolia* flavonoïds. *Farm*, **26** : 56-60.

134. Nishino C., Enoki N., Tawata S. and Mori A., 1987. Antimicrobial activity of flavonoïds against *Staphylococ epidermidis*, a skin bacterium. *Agriculture Biological Chemistry*, **51**: 139-143.

135. Nour A.A.A.M., Ali A.O. and Ahmed A.H.R., 1987. A chemical study of *Ziziphus spina-christi* (Nabag) fruits grown in Sudan. *Tropical Science*, **27**(4) : 271-273.

136. Ody P., 1995. Les plantes médicinales "Encyclopédie Pratique". Sélection du Reader's Digest (Ed). Paris, 192p.

137. Ollé M., 2002. Analyse des corps gras. Technique d'Ingénieur. P3325 : 1-15.

138. Ozcan M., Haciseferogùllari H., Marakoglu T. and Arslan D., 2005. Hawthorn (*Crataegus spp.*) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, **69** : 409-413.

139. Ozenda P., 1977. Flore de Sahara. CNRS (Ed). Paris, 322p.

140. Parrek O.P., 1983. The Ber. ICAR (Ed). New Delhi. India, 245p

141. Parrek O.P., 2001. *Ber*.Southampton, UK: International Centre for Underutilised crops pub.

142. Perdue R.E. and Hartwell J.L., 1976. Plants and Cancer Proceedings of the 16th Annual Meeting of the society for Econ. Bot. *Cancer treatment Rep.*, **60** : 973.

143. Perry L.M., 1980. Medicinal Plants of the East and Southeast Asia. MIT Press. London, 131p.

144. Pittler M.H., Schmidt k. and Ernest E., 2003. Hawthorn extract for treating chronicheart failure: meta-analysis of randomized trials. *Am.J.Med*, **114** (8) : 665-674.

145. Polletti A., 1987. Fleurs et plantes médicinales. Delachaux et Nestle (Eds). Paris, 191p.

146. Polunin O., 1969. Flowers of Europe - A Field Guide. Oxford University Press. London.

147. Potter T.L., 1995. Floral volatiles of *Elaeagnus umbellata* Thunb. *J. Ess. Oil Res.*, **7** : 347-354.

148. Plumey L., 2003. Aliments et boissons. *Tome 1*. ENP Nutrition. 3ème édition.

149. Praca S., 2006. Nutritional and phisico-chemeical properties oh Hackberry *Celtis australis*. Graduation thesis : University studies. Ljubljana, 101p.

150. Quezel P. et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Tome 1. Centre National de la Recherche Scientifique (Ed). Paris, 566p.

151. Ramezani M., Hosseinzadeh H. and Daneshmand N., 2001. Antinociceptive effect of *Elaeagnus angustifolia* fruit seeds in mice. *Fitoterapia*, **72** : 255-262.

152. Razek H.R., Kamali M., Hosseine-Bidis M. and Fallahi M., 1999. Wound healing properties of *Elaeagnus angustifolia*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, SUPP, 128.

153. Renault J.H., Ghedira K., Thepenier P., Lavaud C., Zeches-Hanrott M. and Le Men-Olivier L., 1997. Dammarane saponins from *Zizyphus lotus*, *Phytochemistry*, **44**(7) : 1321-1327.

154. Rol R., 1965. Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. Tome 4. Essences introduites. La Maison Rustique (Ed). Paris, 95p.

155. Sargent C.S., 1965. Manuel of the trees of N.America. Dover Publications Inc. New York.

156. Serhane K., 2005. Journée d'Etude et d'Information sur l'Azérolier. Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé de Sétif.

157. Shafroth P.B.M Quble G.T. and Scott M.L., 1995. Germination and establishment of the native plains cottonwood (*Populus deltoids* Marshall subsp. *Monilifera*) and the rxotic Russian Olive (*Elaeagnus angustifolia* L.). *Concerv. Biol.*, **9** : 1169-1175.

158. Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Rizner Hars A., Simonic M. and Knez Z., 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonol in some plant materials and their antioxidant activities.*Food Chemistry*, **89** : 191-198.

159. Simmons A.E., 1972. Growing Unusual Fruit. David and Charles, ISBN 0-7153-5531-7.

160. Simopoulos A.P, 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **70**(3) : 560 S-569 S.

161. Simopoulos A.P., 2002. The importance of the ratio of omega 6/omega 3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, **56**(8) : 365-379.

162. Somon E., 1985. Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. OPU (Ed). Algérie, 143 p.

163. Sparks T.H. and Martin T., 1999. Yields of Hawthorn *Crataegus monogyna* berries under different hedgerow management. *Agriculture Ecosystems and Environment,* **72** : 107-110.

164. Sudhersan C. and Hussain J., 2003. In vitro clonal propagation of a multipurpose tree, *Ziziphus spina-christi (*L.*)* Desf. *Turkish Journal of Botany*, **27** : 167-171.

165. Svedström U., Vuorela H., Kostiainen R., Huovinen K., Laakso I. and Hiltunen R., 2002. High performance liquid chromatographic determination of oligomeric procyanidins from dimmers up to the hexamer in hawthorn. *Journal of Chromatography "A",* **968** : 53-60.

166. Svedström U., Vuorela H., Kostiainem R., Laakso I. and Hitlunen R., 2006. Fractionation of polyphenols in hawthron into polymeric procyanidins, phenolic acids and flavonoïds prior to high performance liquid chrotographic analysis. *Journal of chromatography "A"*, **1112** : 103-111.

167. Taanaka Y. and Sanada S., 1991. Studies on the constituents of *Ziziphus jujuba* Miller [In Japanese]. *Shoyakugaku Zasshi*, **45**(2) : 148-152.

168. Tanaka 1976. Tanak'as cyclopaedia of Edible Plants of the World. Keigaku Publishing.

169. Tchiégang C., Kapchie N.V. et Parmentier M., 2003. Qualité physico-chimique des huiles des fruits de l'aiele (*Canarium Schweinfurthii Engl)* en fonction de quelques traitements traditionnels de conservation. *Food Africa.*

170. Temani Y., 2005. Les plantes : l'aubépine. *El Watan*. Edition du 30 Octobre.

171. Thomas S.C. et Thomas H.J., 2004. Production et utilization de l'argousier (*Hippophae rhamnoides L.*). Les press Scientifiques de CNRC (Ed). Ottawa, 145p.

172. Tommasini S., Davies G.R. and Elliott T., 2000. Lead isotope composition of tree rings as bio-geochemical tracers of air pollution a case study from Firenze, Italy. *Applied Geochemistry*, **15** : 891-900.

173. Tomoda M., Shimuju N. and Gonda R., 1985. Pectic substances II. The location of O-acetyl groups and the smith degradation of *Zizyphus* Pectin A. *Chemical and pharmaceutical Bulletin*, **33** (9) : 4017-4020.

174. Tomoyoshi K. and Funio Y., 1972. Standard Leaf Color Charts. National Institute Agricultural Sciences in cooperation with Japon Color Research Institute.

175. Traba J., Arrieta S., Herranz J. Clamagirand M. C., 2006. Red fox (*Vulpes vulpes* L.) favour seed dispersal, germination and seedling survival of Mediterranean Hackberry (*Celtis australis* L.). *Acta Oecologica*, **30**(1) : 39-45.

176. Tripathi M.K., Santra A., Chaturvedi O.N. and Karim S.A., 2004. Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed in take, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. *Animal feed science and technology*, **111** : 27-39.

178. Uphof J.C.Th., 1959. Dictionary of Economic Plants. *Taxon*, **17**(4). 433-443 pp.

179. Urbonavieiuté V.J., Jakstas O., Kornysova O., Janulis V. and Maruska A., 2006. Capillary electrophoretic analysis of flavonoids in single-styled hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) ethanolic extracts. *Journal of Chromatography "A"*, **1112** : 339-344.

180. USDA, 1974. Seeds of woody plants in the United States. *USDA Agr.No.450*.

181. Usher G., 1974. A Dictionary of Plants Used by Man. Constable London (Ed). Londres, 400p.

182. Van Dersal W.R., 1939. Birds that feed on Russian-Olive. *Auk*, **56** : 483-484.

183. Veveris M., Koch E. and Chatterjee S.S., 2004. *Crataegus* special extract WS®1442 improves cardiacfunction and reduces infarct size in a rat model of prolonged coronary ischemia and reperfusion. *Life Sciences*, **74** : 1945-1955.

184. Vial B., 1998. Botanique médicale. Similia (Ed). Paris, 415p.

185. Viereling W., Brand N., Gaedeke F., sensch K.H., Scheneider E. and Scholz M., 2003. Investigation of the pharmaceutical and pharmacological equivalence of different hawthorn extracts. *Phytomedicine*, **10** : 8-16.

186. Vivar-Vera M.A., Salazar-Montoya J.A., Calva-Calva G. and Ramos-Ramirez E.G., 2007. Extraction, thermal stability and kinetic behavior of paectinmethylesterase from hawthorn (*Crataegus pubescens*) fruit. *LWT*, **40** (2) : 278-284.

187. Wahida B., Abderrahman B. and Nabil C., 2007. Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus (L.)* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, **112**(2) : 228-231.

188. Walter, 2004. Manger, boire et vivre en bonne santé. Homme (Ed). Canada.

189. Wang Q., Ruan X., Huang J.H., Xu N.Y. and Yan Q.C., 2006. Intra-specific genetic relation ship analyses of *Elaeagnus angustifolia* based on RP-HPLC biochemical markers. *Journal of Zhejiang UNIVERSITY SCIENCE B*, **7**(4) : 272-278.

190. Wenyuan M., 1998. A study on *Elaeagnus angustifolia* for Fuelwood and Fodder in Arid Zone. *Research Institute of Forestry.* China.

191. Zargari A., 1990. Medicinal Plants. *Tehran University Press*, **4**: 275-277.

192. Zhang B.Z. and Zhao K.F., 1996. Study on salt tolerance in *Robinia* and *Elaeagnus angustifolia*. *Shandong Science*, **9**(2) : 53-55.

193. Zhang Z., Ho W.K.K., Huang Y. and Chen Z.Y., 2002. Hypocholesterolemic activity of hawthorn fruit is mediated by regulation of cholesterol-7α-hydroxylase and acyl CoA: Cholesterol acyltransferase. *Food Research International*, **35** : 885-891.

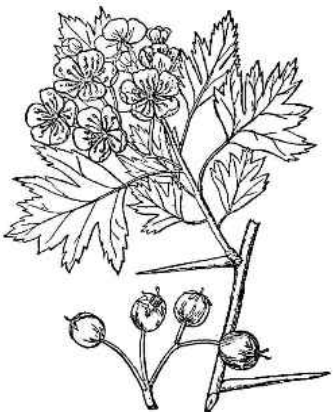
194. Zhao C., Wang M., Wei G.X., Deng J.M. and Cheng D.L., 2007. Effects of ground water depth variation on photosynthesis and photoprotection of *Elaeagnus angustifolia* (L.). *Trees-Burlin-*, **21**(1) : 55-63.

195. Zhou X., Brandle J.R., Schoeneberger M.M. and Awadat T., 2007. Developing alove-ground woody biomass equation for open-grown, multiple-stemmed tree species: Shelter belt-grown Russian olive.

Annexes

Celtis australis L.

Crataegus azarolus L.



Crataegus monogyna Jacq.

Elaeagnus angustifolia L.

Zizyphus lotus L.

Tableau 5 : Composition des triglycérides de quelques corps gras (Chairman et *al.,* 2006)

Matière grasse	Phosphatides (%)	Stérols (ppm)	Cholestérol (ppm)	Tocophérols (ppm)	Tocorienols (ppm)
Soja (Graine)	2.2 ± 1.0	2965 ± 1125	26 ± 7	1293 ± 300	86 ± 86
Canola	2.0 ± 1.0	8050 ± 3230	53 ± 27	692 ± 85	/
Maïs	1.25 ± 0.25	15,050 ± 7100	57 ± 38	1477 ± 183	355 ± 355
Graines de Cotton	0.8 ± 0.1	4560 ± 1870	68 ± 40	865 ± 35	30 ± 30
Tournesol	0.7 ± 0.2	3495 ± 1055	26 ± 18	738 ± 82	270 ± 270
Carthame	0.5 ± 0.1	2373 ± 278	7 ± 7	460 ± 230	15 ± 15
Arachide	0.35 ± 0.05	1878 ± 978	54 ± 54	482 ± 345	256 ± 216
Olive	<0.1	100	<0.5	110 ± 40	89 ± 89
Palme	0.075 ± 0.025	2250 ± 250	16 ± 3	240 ± 60	560 ± 140
Suif	<0.07	1100 ± 300	1100 ± 300	/	/
Saindoux	<0.05	1150 ± 50	3500 ± 500	/	/
Noix de coco	<0.07	805 ± 335	15 ± 9	6 ± 3	49 ± 22
Graines de palme	<0.07	1100 ± 310	25 ± 15	± 3	30 ± 30

Tableau 6 : Quelques acides gras saturés (Chairman et al., 2006)

Nom systématique	Nom commun	Nombre de carbone	Point de fusion	Source typique
Acide butanoïque	Acide butyrique	4	-7.9	Beurre
Acide hexanoïque	Acide caproïque	6	-3.4	Beurre
Acide octanoïque	Acide caprylique	8	16.7	Huile de noix de coco
Acide décanoïque	Acide caprique	10	31.6	Huile de noix de coco
Acide dodécanoïque	Acide laurique	12	44.2	Huile de noix de coco
Acide tétradécanoïque	Acide myristique	14	54.4	Beurre, huile de noix de coco
Acide hexadécanoïque	Acide palmitique	16	62.9	Majorité des graisses et huiles
Acide octadécanoïque	Acide margarique	17	60.0	Graisse animale
Acide octadécanoïque	Acide stéarique	18	69.9	Majorité des graisses et huiles
Acide eicocsanoïque	Acide arachidique	20	75.4	Huile d'arachides
Acide docosanoïque	Acide béhénique	22	80.0	Huile d'arachides

Tableau 8 : Composition chimique de quelques huiles végétales (g pour 100g)

(Plumey, 2003)

	VE (Kcal/KJ)	AGS (g)	AGMI (g)	AGPI (g)		Vitamine E (mg)
				ω6	ω3	
Huile d'arachide	900/3800	20	60	20	0	30
Huile de colza	900/3800	8	60	23	9	30-40
Huile de germe de blé	900/3800	20	20	54	6	ND
Huile de maïs	900/3800	10-15	20-25	54-59	1	20
Huile de noix	900/3800	10	20	57	13	6
Huile d'olive	900/3800	10-15	7075	12	0	5-20
Huile de pépins de raisin	900/3800	10-15	15-20	65-70	0	10-15
Huile de sésame	900/3800	18	40	41,5	0,5	2
Huile de soja	900/3800	15	20	53	7	10-15
Huile de tournesol	900/3800	10-15	20	60-65	0	70

Où :
VE : Valeur énergétique
AGS : Acide gras saturé
AGMI : Acide gras mono insaturé
AGPI : Acide gras polyinsaturé

Tableau 9 : Masses volumiques à 20°C (Kg/m^3) (Ollé, 2002)

Huiles	Masse volumique
Huile d'amande	911 à 917
Huile d'arachide (Afrique)	914 à 916
Huile d'arachide (Amérique)	917 à 920
Huile d'olive	910 à 916
Huile de maïs	919 à 923
Huile de noix	924 à 926
Huile de tournesol	920 à 925

Tableau 10 : Indice de réfraction à 20°C (Ollé, 2002)

Huiles riches en acide oléique	1,468 à 1,472
Huiles riches en acide linoléique	1,471 à 1,477
Huiles riches en acide linolénique	1,480 à 1,523

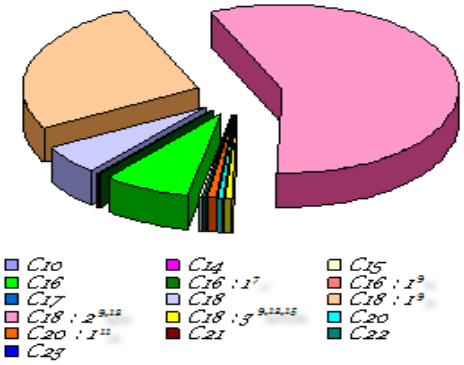


Figure 40 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des micocoules *Celtis australis* L.

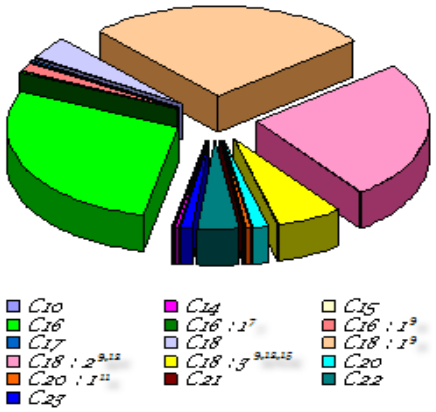


Figure 41 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des azéroles *Crataegus azarolus* L.

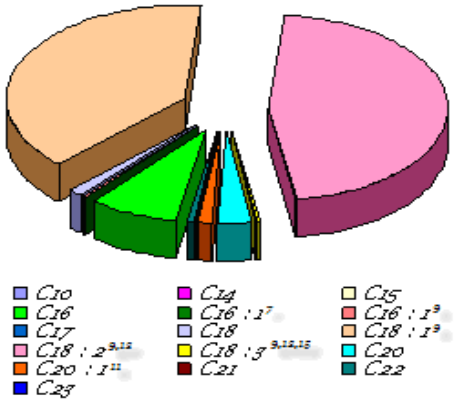


Figure 42 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des cenelles *Crataegus monogyna* Jacq.

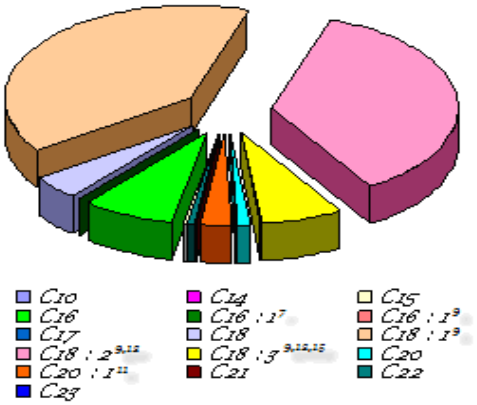


Figure 43 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des fruits de l'Olivier de Bohême *Elaeagnus angustifolia* L.

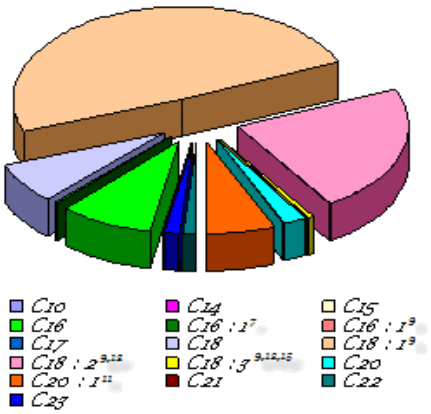


Figure 44 : Composition en acides gras (%) de l'huile extraite des amandes des jujubes *Zizyphus lotus* L.

RESUME

Le Micocoulier *Celtis australis* L., l'Azérolier *Crataegus azarolus* L., l'Aubépine monogyne *Crataegus monogyna* Jacq., l'Olivier de Bohème *Elaeagnus angustifolia* L. et le Jujubier sauvage *Zizyphus lotus* L. sont des espèces végétales très répandues dans le Nord et le Nord Est de l'Algérie.

Les fruits de ces essences consommés par les populations locales peuvent offrir 59,77%, 77,5%, 80,3%, 56,9% et 50,36% respectivement de matières alimentaires, alors que leurs amandes présentent un caractère oléagineux très intéressant avec 39%, 16.75 %, 15.95 %,16.45% et 29.73 % respectivement de matière grasse.

A partir de ces amandes oléagineuses, nous avons réalisé l'extraction et l'étude de la composition des huiles. Il ressort de cette composition que ces huiles sont dominées par l'acide palmitique C_{16}:0, l'acide palmitoléique C_{16}:1Δ^9, l'acide stéarique C_{18}:0, l'acide oléique C_{18}:1Δ^9, l'acide linoléique C_{18}:2$\Delta^{9,12}$ et l'acide linolénique C_{18}:3$\Delta^{9,12,15}$.

Les huiles des amandes du *Celtis australis* L. et du *Crataegus monogyna* Jacq. sont de type linoléique comparables à celles du tournesol et du soja, les huiles des amandes de l'*Elaeagnus angustifolia* L. et du *Zizyphus lotus* L. sont dominés par l'acide oléique, analogues à l'huile d'olive, alors que l'huile des amandes du *Crataegus azarolus* L. est riche en acide palmitique similaire à celle de l'huile de palme .

Une meilleure connaissance de leur composition chimique très particulière susciterait un intérêt aussi bien pour des études liées à leurs potentialités nutritionnelles que pour leur utilisation en cosmétologie et en pharmacologie.

Mots clés : *Celtis australis* L. , *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., *Zizyphus lotus* L., , huile végétale, acide gras.

ABSTRACT

The Hackberry *Celtis australis* L., the Azerole *Crataegus azarolus* L., the Hawthorn *Crataegus monogyna* Jacq., the Russian Olive *Elaeagnus angustifolia* L. and the Jujube *Zizyphus lotus* L. are very widespread vegetable species in the North and the Northeast of Algeria.

The fruits of these species, consumed by the local populations, can offer 59,77%, 77,5%, 80,3%, 56,9% and 50,36% respectively of food matters, whereas their almonds present a very interesting character oleaginous with 39%, 16.75 %, 15.95 %, 16.45% and 29.73 % respectively of fatty matter .

From these oleaginous almonds, we had made the extraction and the study of the composition of oils. This study has showed that the oils are dominated by the palmitic acid C_{16}:0, the palmitoleic acid C_{16}:1 Δ^9, the stearic acid C_{18}:0, the oleic acid C_{18}:1 Δ^9, the linoleic acid C_{18}:2 $\Delta^{9,12}$ and the linoleic acid C_{18}:3 $\Delta^{9,12,15}$.

Celtis australis L. and *Crataegus monogyna* Jacq. almonds oils are of linoleic type comparable to those of the sunflower and soya, Elaeagnus *angustifolia* L. and of *Zizyphus lotus* L. almonds oils are dominated by the oleic acid, similar to the olive oil, whereas *Crataegus azarolus* L. almonds oil is rich by palmitic acid similar to that of the palm oil.

A better knowledge of their very particular chemical composition would as well arouse an interest for studies related to their nutritional potentialities as for their use in beauty care and pharmacology.

Key words: *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., *Zizyphus lotus* L., vegetable oil, acid fat.

ملخص

النشم *Celtis australis* L. ,الزعرور البري *Crataegus azarolus* L. ,الزعرور الشائك *Crataegus monogyna* Jacq. ,القلف *Elaeagnus angustifolia* L. و السدر *Zizyphus lotus* L. أنواع نباتية تنتشر على نطاق واسع في الشمال و الشمال الشرقي للجزائر.

ثمار هده النباتات التي يستهلكها السكان المحليين يمكن أن تقدم مادة غذائية على التوالي 59.77% ,77.5% ,80.3% ,56.9% ,50.36% في حين أن بذورها تحتوي على مادة دهنية 39% ,16.75% ,15.95% ,16.45% ,29.73 % على التوالي مما يكسبها طابع البذور الزيتية المثير للاهتمام.

من هذا البذور الزيتية, باستخراج و دراسة مكونات زيوتها نلاحظ أن هذه الزيوت يهيمن عليها تواجد حمض البالميتيك, حمض البالميتوليك, حمض الستياريك, حمض الاوليك, حمض اللينولييك و حمض اللينولينيك.

الزيوت المستخلصة من بذور *Celtis australis* L. و *Crataegus monogyna* Jacq. تعد من نوع اللينولييك, مقارنة مع زيوت عباد الشمس و الصويا, اما الزيوت المستخرجة من بذور *Elaeagnus angustifolia* L. و *Zizyphus lotus* L. فهي يهيمن عليها حمض الاولييك مماثلة لزيت الزيتون, في حين زيت بذور *Crataegus azarolus* L. الغنية بحمض البالمتيك تشابه زيت النخيل.

المعرفة الجيدة للمكونات الكيميائية الخاصة لهذه الزيوت تمنحها اهتمام كبير لإمكانية استعمالها في المجال الغذائي أكثر منه في المجالين التجميلي و الصيدلاني.

الكلمات الدالة : *Elaeagnus angustifolia* L, *Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus azarolus* L.., *Celtis australis* L. *Zizyphus lotus* L, زيت نباتي, حمض دهني.