

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université El Hadj Lakhdar -Batna-

Faculté des Sciences

Département d'Agronomie, Spécialité Technologie Alimentaire



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Option: Qualité et Sécurité Alimentaire

Thème :

*Étude de la fraction minérale et vitaminique
des fruits de :
Celtis australis L., Crataegus azarolus L.,
Crataegus monogyna Jacq.,
Elaeagnus angustifolia L. et Zizyphus lotus L.*

Présenté par :

Etudiante : BOUDRAA Saoussene

Devant le Jury composé de:

Mme. Alloui –Lombarkia O.
Mme. Rouabeh-Hambaba L.
Mr. Zellagui A.
Mr. Laroui S.

Prof. -Université de Batna
M.C. -Université de Batna
M.C. (B)-Université de Oum El Bouaghi
M.C. -Université de Batna

*Président
Rapporteur
Examineur
Examineur*

Année Universitaire 2007-2008

Remerciements

J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance à Mme ROUABEH -HAMBABA LEILA, Maître de Conférences à la faculté des sciences, université de Batna pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. La qualité de sa formation et de ses conseils, le soutien et la confiance qu'elle m'a accordée, m'ont permis de réaliser ces deux années de recherche dans les meilleures conditions.

Je tiens à exprimer également ma profonde reconnaissance au monsieur : Mohamed ABDEDDAIM , de l'université de Batna , tout d'abord pour m' avoir fait confiance et pour m'avoir inspiré le sujet ensuite pour ses conseils précieux , ses orientations judicieuses et ses directives efficaces , ainsi que pour sa contribution et son aide concernant la réalisation des analyses.

Je tiens particulièrement à remercier vivement vont également à Madame le Professeur ALLOUI –LOMBARKIA OUIRIDA., 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. Veuillez accepter nos sincères remerciements.

Je tiens à exprimer ma très grande considération et ma vive reconnaissance à Mr. LAROUÏ SALEH. , Maître de Conférences à la faculté de médecine, université de Batna pour son aide et d'avoir accepté de faire partie du jury.

Mes remerciements vont également à monsieur ZELLAGUI AMAR., Maître de Conférences à l'université d'Oum El Bouaghi d'avoir accepté de faire partie du jury.

Je remercie mon père: Dr_ Professeur BOUDRAA AHMED de l'université de Batna Département de Sociologie et ma mère GUERBI SOUAD Enseignante de l'école de paramédicale de Batna qui, grâce à eux j'ai pu arriver là où je suis maintenant, que Dieu les bénisse et les garde pour moi.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à toute personne qui a participé de près 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 sans citer les noms.

Je remercie mes collègues et mes amies pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble.

Sincères remerciements.

Table des matières

Remerciement	
Listes des abréviations	
Glossaire	
Listes des tableaux	
Liste des figures	

Introduction	01
--------------------	----

Partie I : Données bibliographiques

Chapitre I :

Données sur le micocoulier « Celtis australis L »

1-Généralités.....	03
1-1- Introduction	03
1-2- Etymologie.....	03
1-3- D'autres noms	03
1-4- Origine et historique	03
1-5- Classification botanique	04
1-6-Description.....	04
1-7- Habitat	05
1-8- Répartition dans le monde et en l'Algérie	05
1-8-1- Dans le monde	05
1-8-2-En Algérie	06
1-9- Autres espèces.....	06
2- Composition biochimique du fruit <i>Celtis australis</i> L.....	07
2-1-Composition biochimique Partie comestible	07
2-2-Composition biochimique de la partie non comestible "amande" du micocoulier.....	08
3- Différentes utilisations de <i>Celtis australis</i> L.....	09
3-1-Utilisation alimentaire.....	09
3-2-Utilisation médicinale.....	09
3-3- D' autres utilisations	09

Chapitre II:

Données sur l'aubépine « Crataegus azarolus L.»

1-Généralités	10
1-1- Introduction	10
1-2- Etymologie	10
1-3- Historique et origine	10
1-4- Classification botanique.....	10
1-5- Description de l'espèce.....	11
1-6- Espèces appartenant au même genre	12
1-7- Exigence de l'espèce.....	12

1-8- Habitat et Répartition de <i>Crataegus azarolus</i> L.	12
1-8-1 Habitat	12
1-8-2- Répartition	13
1-8-2-1- Dans le monde	13
1-8-2-2-En Algérie.....	13
2-Composition biochimique du fruit <i>Crataegus azarolus</i> L.....	14
2-1-Composition biochimique de la Partie comestible.....	14
2-2- Composition biochimique de la partie non comestible « amande ».....	15
3-Différentes utilisations de l'azerolier	15
3-1- Utilisation alimentaire.....	15
3-1-1- Fruits.....	15
3-1-2- Feuilles et Fleurs.....	15
3-2- Utilisation médicinale	16
3-3- Utilisation pharmaceutique	16
3-4-Utilisation	16
3-5- Autres utilisation.....	16

Chapitre III :

Données sur le monogyne (Crataegus monogyna Jacq.)

1. Généralités	18
1-1- Introduction.....	18
1-2 -Etymologie.....	18
1-3- Historique et origine.....	18
1-4- Classification botanique.....	19
1-5- Description de l'espèce.....	19
1-6- Exigences de l'espèce	20
1-7- Habitat et Répartition de <i>Crataegus</i>	20
1-7-1- Habitat	20
1-7-2-Répartition	20
1-7-2-1- Dans le monde	20
1-7-2-2- En Algérie	21
2-Composition biochimique du fruit <i>crataegus monogyna</i> Jacq	21
2-1-Composition biochimique de la Partie comestible du fruit <i>crataegus Monogyna</i> Jacq.	21
3- Différentes d'utilisations de <i>crataegus monogyna</i> Jacq	22
3-1- Utilisation alimentaire.....	22
3-1-1-Fruit.....	22
3-2- Utilisation médicinale	22
3-3- Autres utilisations	23

Chapitre IV:

Données sur l'olivier de Bohème (Elaeagnus angustifolia L.)

1-Généralités sur l'olivier de Bohème.....	24
1-1-Origine et historique	24
1-2-Etymologie.....	24
1-3-Synonymes.....	25
1-4-Classification botanique.....	25

1-5-Description et caractéristique de l'olivier de Bohème.....	25
1-6-Exigences.....	27
1-7- Répartition de l'olivier de bohème.....	27
1-7-1- Dans le monde.....	27
1-7-2-En Algérie	28
1-7-2-1-Dans les Aurès.....	28
2-Composition biochimique de la partie comestible des fruits <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	28
2-2-Composition biochimique de l'amande d ' <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.....	30
3-Différentes utilisations d'olivier de Bohème.....	31
3-1-Utilisation alimentaire.....	31
3-2- Usages médicaux et pharmaceutiques.....	31
3-3-Autres Utilisations	32

Chapitre V :

Données sur le Jujubier (Zizyphus lotus L.)

1-1 Généralités.....	33
1-1- Introduction	33
1-2- Etymologie	33
1-3- Historique et origine :.....	33
1-4- Classification botanique :.....	33
1-5- Genre et Habitat	34
1.6. Description l'espèce.....	34
1-7- Répartition dans le monde et en Algérie.....	35
1-7-1- Dans Le monde	35
1-7-2- En l'Algérie.....	35
2-1-Composition biochimique de la partie comestible de fruit de jujubier..	36
3- Différentes utilisations de Jujubier.....	37
3-1- Utilisation alimentaire.....	37
3-2- Utilisation thérapeutique.....	38
3-3- D'autres utilisations.....	38

Chapitre VI :

Données sur les minéraux et les oligo-éléments

1. Généralités.....	40
1-1- Quels sont les minéraux?.....	40
1-2-Quels minéraux dont nous avons besoin?.....	40
1-3-Comment sait-t-on qu'on obtient assez de minéraux	40
2-Macroéléments.....	42
2-1-Sodium.....	42
2-2-Potassium.....	43
2-3-Magnésium.....	43
2-4-Calcium.....	43
2-5- Phosphore.....	43
3-Oligoéléments (ou éléments traces).....	44
3-1-Définition des oligo éléments	44
3-2-Essentialité des oligo-éléments.....	44

3-3- Fer.....	45
3-4-Cuivre.....	45
3-5-Zinc.....	46
3-6-Manganèse.....	46
3-7-Cobalt.....	46
4- Compositions minérales des végétaux.....	47
4-1- Valeur moyenne	47
4-2-Facteurs des variations des minéraux dans les végétaux.....	48
4-2-1-Facteurs intérieurs	48
4-2-2- Facteurs extérieurs	49
5- Toxicité	49
5-1-Toxicité par les métaux lourds	49
5-2-Toxicité par les oligo-éléments	49
5-3-Comment les métaux lourds arrivent dans le sol vers les plantes.....	50

Chapitre VII :

Données sur les vitamines

1- Généralités	52
1-1- Introduction	52
1-2- Définition et nomenclature	52
1-3- Classification des vitamines	54
1-4- Structure chimique	54
2-Différentes vitamines, structure chimique, physico-chimique, apports conseillés, sources.....	54
2-1- Les vitamines liposolubles.....	54
2-1-1- Vitamine A.....	54
2-1-2- Vitamine D.....	55
2-1-3- vitamine E.....	56
2-1-4-vitamine K.....	57
2-2- Vitamines hydrosolubles	57
2-2-1- Vitamine B1.....	57
2-2-2- Vitamine B ₂	58
2-2-4- Vitamine PP.....	58
2-1-4- Vitamine B ₅	59
2-2-5- Vitamine B ₆	60
2-2-6- Vitamine B ₈	60
2-2-7- Vitamine B ₉	61
2-2-8- Vitamine B ₁₂	62
2-1-9- Vitamine C.....	62
3- Répartition des vitamines chez les végétaux	63
3-1- Les Facteurs de variation de la teneur en vitamines chez les végétaux.....	63
3-2-Répartition des vitamines dans végétaux	64

Partie II: Etude Expérimentale

Chapitre I : *Matériel et Méthodes*

1- Matériel et Méthodes	66
1-1-Matériel végétal	66
1-2-Préparation des échantillons	68
1-3- Détermination des différents rapports	69
2- Méthodes d'analyses	69
2-1-Détermination de la teneur en eau	69
2-2-Détermination des cendres	70
2-3-Détermination de la teneur en éléments minéraux	71
2-4- Détermination de la teneur en éléments majeurs.....	72
2-4-1-Dosage du phosphore	72
2-4-2-Détermination de la teneur en Na et K et Ca	74
2-4-3- Détermination de la teneur en magnésium.....	78
2-5-Détermination de la teneur en oligo-éléments spectrophotométries d'absorption atomique.....	79
2-5-1-Détermination de la teneur des oligoéléments :.....	79
2-5-1-1-Détermination de la teneur en cuivre.....	79
2-5-1-2-Détermination de la teneur en zinc	80
2-5-1-3-Détermination de la teneur en fer	81
2-5-1-4-Détermination de la teneur en cobalt	82
2-5-1-5-Détermination de la teneur en manganèse.....	83
2-5-1-6-Détermination de la teneur en métaux lourds"Pb".....	84
2-6-Détermination des vitamines	85
2-6-1-Dosage des vitamines liposolubles	85
2-6-1-1-Dosage du tocophérol.....	85
2-6-1-2- Dosage de la provitamine" A".....	88
2-6-2-Détermination de la teneur en vitamines hydrosolubles	89
2-6-2-1-Dosage de la vitamine B1	89
2-6-2-2-Dosage de la vitamine B6	90
2-6-2-3-Dosage de la vitamine B8	93
2-6-2-4-Dosage de la vitamine C	94

Chapitre II : **Résultats et discussions**

1-Rapports	96
2- Teneur en eau	97
3-Teneur en cendres	
4-Teneur en éléments minéraux	99
4-1- Eléments majeurs	101
4-1-1-Teneur en phosphore	101
4-1-2-Teneur en calcium	104
4-1-3- Teneur en magnésium	106
4-1-4-Teneur en sodium	108
4-1-5-Teneur en potassium	110
4-2- Eléments mineurs « oligo-éléments »	112
4-2-1-Teneur en cuivre	112
4-2-2-Teneur en fer	114
4-2-3-Teneur en manganèse	116
4-2-4-La teneur en zinc	119
4-2-5-Teneur en cobalt.....	120
4-2-6 Teneur en plomb.....	122
5- Teneur en vitamines	123
5-1-Teneur en vitamines liposolubles	123
5-1-1-Teneur en vitamine E (tocophérol).....	123
5-1-2-Teneur en provitamine A (Caroténoïde)	125
5-2-Teneur en vitamines hydrosolubles.....	127
5-2-1-Teneur en vitamine C	127
5-2-2Teneur en thiamine.....	129
5-2-3-teneur en pyridoxine (vitamine B ₆).....	131
5-2-4-Teneur en biotine (vitamine B ₈ , vitamine H).....	133
Conclusion	136

Références bibliographiques

Annexes

Annexe 1: rôles des minéraux dans les plantes

Annexe 2: la teneur des fruits en éléments minéraux

Annexe 3 : D'autre méthode pour calculer la teneur en vitamine C

Annexe 4 : Ber *Ziziphus mauritiana*: (Processing and Product Information)

Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation.

APAT: Agency for the protection of the environment and for technical

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

Az: *Crataegus azarolus* L.

Ca : Calcium

Cl: *Celtis australis* L.

CNDP : Centre national de documentation pédagogique

CNEVA : Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires

Co : Cobalt

Cu : Cuivre

DGCCRF : Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes

DO : Densité Optique

DSA : Direction des Services Agricoles

Ela: *Elaeagnus angustifolia* L.

FAO : Food and Agriculture Organisation of the United Nations

Fe : Fer

HCl : Acide Chlorhydrique

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique (France).

K : Potassium

MeOH : Méthanol

MF : Matière Fraîche

Mg : Magnésium

Mn : Manganèse

Mo: *Crataegus monogyna* Jacq.

MS : Matière Sèche

Na : Sodium

NaOH : Soude

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPIE : Office Insectes Environnement Protection

P : Phosphore

Pb : Plomb

ppm : Partie Par Million

Qté : Quantité

UI : Unité Internationale

USDA : United States Department of Agriculture

UV : Ultra Violet

WHO: World Health Organisation.

Ziz: *Zizyphus lotus* L.

Zn : Zinc

Unités:

µg/g : Microgramme par gramme

µg : Microgramme

% : Pourcentage

g/kg : gramme par kilogramme

[c] : Concentration

ml: millilitre

mg/100g: milligramme par cent gramme

Glossaire

-A-

Amibienne : Protozoaires qui ont les caractères des amibes

Analgésique : antidouleur

Angiospermes : végétaux phanérogames possédant une fleur élaborée, dont la graine est enfermée dans un fruit. La graine des Monocotylédones possède un seul cotylédon (ou feuille primitive) : graminées, palmiers. La graine des Dicotylédones possède deux cotylédons : arbustes et arbres " feuillus ", plantes annuelles ou vivaces.

Antidisenterique : contre la dysenterie (dysenterie : infection intestinale avec diarrhée grave).

Anti-inflammatoire : qui fait dégonfler, et diminuer l'irritation. La plupart des anti-inflammatoires et aussi des antidouleurs.

Antioxydant : Substance s'opposant aux effets de l'oxydation qui sont la cause de l'altération des aliments et des composés organiques.

Antiscorbutique : qui s'oppose au développement du scorbut.

Antispasmodique : substance qui permet de lutter contre les spasmes, agit généralement en empêchant la contraction des fibres musculaires de l'intestin et des voies urinaires.

Antipyrétique : Qui fait baisser la fièvre.

Anti-avitaminose : Maladie due à une carence en vitamines

Arbrisseau : plante ligneuse à tiges ramifiées dès la base et en général d'un mètre maximum.

Arbuste : petit arbre (en général moins de 5 m à l'âge adulte), dont le tronc est plutôt grêle.

Asthme : L'asthme est une maladie respiratoire caractérisée par des spasmes et un blocage des voies respiratoires provoqué par un gonflement des muqueuses. L'asthme est dû à la constriction des voies bronchiques, réduisant la quantité d'oxygène absorbée, parfois au point de provoquer une sensation d'"étouffement".

Arthrite : Inflammation d'une articulation.

Astringent : qui resserre et raffermi les tissus.

-B-

Bourgeon : sous leurs écailles colorées et recouvertes d'un enduit cireux, ils abritent des ébauches de fleurs ou des feuilles rudimentaires. On les distingue en fonction de leur situation et de leur rôle (bourgeon floral, de croissance, de cicatrisation, appelé aussi adventif).

-C-

Cancer : Tumeur maligne qui tend à se développer par prolifération de cellules

Carpelle : constituant du gynécée, formé d'un ovaire, d'un style et d'un stigmate.

Cholestérol : Substance grasse provenant des aliments et synthétisée par l'organisme

Cime : partie supérieure de l'arbre, son sommet.

Circulatoire : Relatif à la circulation du sang.

Coliques : Douleurs ressenties dans les entrailles.

Confitures : Fruits cuits avec un sirop de sucre.

Convalescence : Etat d'une personne qui relève de maladie.

-D-

Dermatite : Inflammation de la peau.

Diabète : Maladie caractérisée par la présence de sucre dans l'urine.

Diurétique : qui favorise l'élimination de l'urine.

Dysenterie : Maladie aiguë ou chronique du gros intestin des humains, caractérisée par des selles fréquentes et aqueuses, souvent mêlées de sang ou de mucus et accompagnées de fortes crampes abdominales. Elle peut également produire une ulcération des parois de l'intestin.

-E-

Eczéma : Maladie inflammatoire de la peau, chronique et non contagieuse, l'eczéma est causé par des allergies et par une hypersensibilité.

Érythrocytaire : Globule rouge du sang, ou hématie, qui contient de l'hémoglobine et véhicule de l'oxygène.

-F-

Fébrifuge : qui enraye la fièvre.

Flatulence : Gaz intestinaux.

-G-

Gelées : Jus de fruits cuit avec du sucre et solidifié

Gymnospermes : végétaux phanérogames possédant une fleur très réduite, dont la graine n'est pas protégée dans un vrai fruit. Leur graine possède au moins deux cotylédons.

-H-

Haies : Clôture faite d'arbres, d'arbustes ou d'épines entrelacées.
File de personnes ou de soldats.

Hypertenseur : Augmentation de la tension.

Hypertension artérielle: augmentation de la pression dans le réseau artériel

-J-

Jaunisse : Peindre, teindre en jaune.

Devenir jaune.

-L-

Laxatif : qui purge légèrement.

Lénitifs : Qui est adoucissant. *Remède lénitif. Potion lénitive.* Substantivement, *Le miel est un bon lénitif pour la gorge.*

Lépidoptère : Ordre d'insectes comprenant les papillons.

Limbe : partie élargie et aplatie de la feuille qui capte la lumière solaire.

-M-

Marmelades Fruits écrasés et cuits avec du sucre

Menstruel : Qui a rapport à la menstruation, flux sanguin périodique résultant de l'élimination de la muqueuse utérine lorsque la fécondation n'a pas eu lieu.

-N-

Nausée : Envie de vomir.

-O-

Œdème : hyperhydratation extracellulaire provoquée par une rétention de sodium et d'eau dans les espaces interstitiels.

-P-

Pédoncule : terme désignant la tige (ou queue) d'une fleur, distincte de la tige de la plante

Pétale : partie de la fleur située entre les sépales et les organes reproducteurs. Les pétales composent la corolle. Ils sont fixés au calice par un onglet.

Pétiole : partie de la feuille qui relie la partie large à la tige.

Polynévrites : Atteinte de plusieurs nerfs périphériques, qui s'accompagne de troubles moteurs et sensitifs.

-R-

Rameau : petite branche.

-S-

Sédatif : un sédatif est une substance qui a une action dépressive sur le système nerveux central et qui entraîne un apaisement, une relaxation, une réduction de

l'anxiété, une somnolence, un ralentissement de la respiration, une démarche chancelante, des troubles du jugement et une diminution des réflexes.

Sépale : chacune des pièces formant le calice d'une fleur. Moins apparents que les pétales, les sépales sont généralement de couleur verte ou brune. On les remarque surtout quand la fleur est en bouton.

Sirops : Liquide visqueux composé d'eau et de sucre, auquel on ajoute des extraits aromatiques, des médicaments, etc.

Styles : filament reliant l'ovaire au stigmate, au centre de la fleur.

-T-

Tachycardie : Accélération des battements de cœur

Tanin : Substance qu'on retire de l'écorce du chêne, du châtaignier, etc., qu'on utilise pour rendre les peaux imputrescibles.

Teinture : solution obtenue en laissant une certaine quantité de drogue desséchée au contact d'un solvant pour un temps plus ou moins long.

Tétanos : Maladie infectieuse se manifestant par des contractures douloureuses et qui apparaît le plus souvent à la suite de l'infection d'une plaie souillée de terre. Le téτανos est une infection bactérienne due au *Clostridium tetani*, qui attaque le système nerveux central. Le téτανos se transmet par des spores qui pénètrent à l'intérieur d'une blessure. Le symptôme le plus caractéristique du téτανos est le trismus (blocage des mâchoires par contraction intense des muscles).

Thermoxérophile : espèce aimant la chaleur et la sécheresse.

Stomachique : Qui facilite la digestion, qui est bon pour l'estomac

-V-

Vasodilatateur : Se dit des nerfs ou des substances qui déterminent la dilatation des vaisseaux sanguins.

Vomissement : Rejeter par la bouche les matières contenues dans l'estomac.

Liste des tableaux

Tableau		Page
01	Valeur nutritive du <i>Celtis australis</i> L. (100g de pulpe).....	07
02	Teneurs en minéraux "macroéléments"dans la partie comestible du fruit <i>Celtis</i>	07
03	Teneurs en minéraux "oligoéléments"dans la partie comestible du fruit <i>Celtis</i>	07
04	Valeur nutritive du <i>Celtis australis</i> L. (100g d'amande)	08
05	Teneurs des minéraux "macro-éléments "dans la partie non comestible "amande "	08
	Teneurs des minéraux "oligo-éléments "dans la partie non comestible "amande " du fruit	
06	<i>Celtis australis</i> L.....	08
07	Composition biochimique de la partie comestible" <i>Crataegus azarolus</i> L. "	14
08	Compositions minérales du fruit de l'aubépine" <i>Crataegus</i> spp"	15
	Présente la composition biochimique de la partie comestible du fruit <i>crataegus</i>	
09	<i>monogyna</i>	21
10	quelques propriétés biochimiques de la partie comestible « <i>Crataegus Spp</i> ».....	21
11	Teneur des vitamine A et C dans la partie comestible de "eglantier" <i>Rosa canina</i>	22
	noms communs et synonymes et noms scientifiques de l'espèce (<i>Elaeagnus angustifolia</i>	
12	L.)	25
13	Composition biochimique d' <i>Elaeagnus angustifolia</i> L. (fruits) en%.....	29
14	Teneur en acides gras dans les amandes de l'olivier de Bohême	30
15	Teneur en phospholipides dans les amandes de l'olivier de Bohême.....	30
16	Composition biochimique du fruit /100g de fruit de jujubier frais.....	36
17	Composition moyenne de la pulpe de jujubier frais.....	36
	Comparaison de la teneur (en g/Kg) en éléments chimiques du corps humain et de l'écorce	
18	terrestre.....	41
19	Seuil des quelque métaux dans les végétaux	50
20	nomenclature utilisée et unité usuelle des vitamines.....	53
21	Principales vitamines présentent dans les fruits et amandes.....	65
22	Gamme étalon du phosphore	73
23	Gamme étalon de sodium.....	75
24	Gamme étalon de potassium.....	76
25	Gamme étalon de calcium.....	77
26	Gamme étalon de magnésium.....	78
27	Gamme étalon de cuivre	79
28	Gamme étalon de zinc.....	80
29	Gamme étalon de fer	81
30	Gamme étalon de cobalt	82
31	Gamme étalon de manganèse	83
32	Gamme étalon de plomb.....	84
33	Gamme étalon de la vitamine E "tocophérol".....	87
34	Gamme étalon de la provitamine A.....	88
36	Gamme étalon de la vitamine B ₆	92
37	Gamme étalon de la vitamine B ₈	93
38	Masse (mg) moyenne des cinq fruits étudiés	96
39	Rapports : partie comestible/fruit ; noyau/fruit et amande/noyau des 5 fruits...	96
40	Teneur en eau dans la pulpe des fruits (g/100g).....	97
41	Teneur en eau dans les amandes des fruits (g/100g).....	99

42	Taux des cendres et de la matière organique de la partie comestible et de l'amande des cinq fruits étudiés.....	99
43	Comparaison entre les amandes des fruits oléagineux et celles des fruits des espèces étudiées selon la teneur en cendres.....	101
44	Taux de phosphore dans la partie comestible et l'amande pour les 5 échantillons exprimé en mg/100g	101
45	Taux de calcium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g	104
46	Taux de magnésium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g de MS.....	106
47	Taux de sodium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits étudiés exprimé en mg/100g	108
48	Taux de potassium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g	110
49	Taux de cuivre dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100.....	112
50	Taux de fer dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100 g de matière sèche.....	114
51	Taux de manganèse dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g MS.....	116
52	Taux de zinc dans la partie comestible et l'amande pour les cinq fruits non conventionnels exprimé en mg/100gMS	119
53	Taux de cobalt dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g	120
54	Taux de plomb dans la partie comestible et l'amande pour les cinq fruits non conventionnels exprimé en ppm.....	122
55	Teneur en vitamine E dans la partie comestible et l'amande des 5 fruits non conventionnels exprimée en mg% ou mg/100g de matière fraîche.....	123
56	Teneur en provitamine A dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche.....	125
57	Teneur en provitamine A dans différentes espèces du même genre.....	126
58	Teneur en vitamine C dans la pulpe pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche.....	127
59	Teneur en thiamine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche.....	129
60	Teneur en pyridoxine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche.....	131
61	Teneur en biotine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en µg/g de matière fraîche.....	133

Liste des figures

Figure n°		Page
01	Différentes parties de l'arbuste de micocoulier.....	04
02	Distribution normale de <i>Celtis</i> dans le monde.....	05
03	Distribution de <i>Celtis australis</i> L.en Afrique	06
04	Aire de répartition du <i>Celtis australis</i> L. en Algérie.....	06
05	Différentes parties de l'arbuste l'azérolier	11
06	Aire de répartition du " <i>Crataegus azarolus</i> L." en Algérie.....	13
07	Différentes parties de l'arbuste de l'aubépine.....	20
08	Différentes parties de l'arbuste de olivier de Bohême.....	26
09	Répartition de l'olivier de Bohême dans la région des Aurès	28
10	Différentes parties de l'arbuste de jujubier.....	34
11	Aire de répartition du <i>Zizyphus lotus</i> L. en Algérie	35
12	principaux minéraux et vitamines du fruit du jujubier frais.....	38
13	Comment les métaux lourds arrivent dans le sol vers les plantes.....	50
14	Fruits, noyaux et amandes de <i>Celtis australis</i> L.....	66
15	Fruits, noyaux et amandes de <i>Crataegus azarolus</i> L.....	66
16	Fruits, noyaux et amandes de <i>Crataegus mongyna</i> Jacq.	67
17	Fruits, pulpe, noyaux et amandes de <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.....	67
18	Fruits, noyaux et amandes de <i>Zizyphus lotus</i> L.....	67
19	Photographie des boîtes noires contenant les fruits séché.....	73
20	Courbe d'étalonnage de phosphore.....	
21	Courbe d'étalonnage de sodium.....	75
22	Courbe d'étalonnage de potassium.....	76
23	Courbe d'étalonnage de calcium.....	77
24	Courbe d'étalonnage de magnésium	78
25	Courbe d'étalonnage de cuivre	80
26	Courbe d'étalonnage de zinc.....	81
27	Courbe d'étalonnage de fer.....	82
28	Courbe d'étalonnage de cobalt.....	83
29	Courbe d'étalonnage de manganèse	84
30	Courbe d'étalonnage de plomb.....	85
31	Courbe d'étalonnage de vitamine E.....	87

32	Courbe d'étalonnage de la provitamine A.....	88
33	Courbe d'étalonnage de Thiamine.....	90
34	Courbe d'étalonnage de pyridoxine.....	92
35	Courbe d'étalonnage de biotine.....	93
36	Teneur en cendres pour chaque espèce étudiée.....	100
37	Teneur en phosphore dans les 5 fruits étudiés.....	102
38	Teneur en calcium dans les 5 fruits étudiés.....	104
39	Teneur en magnésium dans les 5 fruits étudiés.....	106
40	Teneur en sodium dans les 5 fruits étudiés.....	108
41	Teneur en potassium dans les 5 fruits étudiés.....	110
42	Teneur en cuivre dans les 5 fruits étudiés.....	112
43	Teneur en fer dans les 5 fruits étudiés.....	114
44	Teneur en zinc dans les 5 fruits étudiés.....	117
45	Teneur en cobalt dans les 5 fruits étudiés.....	121
46	Teneur en plomb dans les 5 fruits étudiés.....	122
47	Teneur en tocophérol dans les 5 fruits étudiés.....	124
48	Teneur en provitamine A dans les 5 fruits étudiés.....	125
49	Teneur en vitamine C dans les 5 fruits étudiés.....	127
50	Teneur en thiamine dans les 5 fruits étudiés.....	130
51	Teneur en pyridoxine dans les 5 fruits étudiés.....	131
52	Teneur en biotine dans les 5 fruits étudiés.....	133

INTRODUCTION

Un grand nombre d'arbres et d'arbustes , ornementaux ,aromatiques, médicaux, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent application dans divers domaines à savoir en alimentation , médecine, pharmacie, cosmétologie et agriculture.

Beaucoup de métabolites primaires (glucides, lipides, protéines, minéraux, vitamines) et secondaires sont également importants pour notre alimentation alors que leur application commerciale dans les domaines alimentaires (additifs) ,pharmaceutiques et biomédicaux et en plus ils font partie des drogues, colorants, arômes

L'Algérie possède des essences importantes constituées d'arbres et d'arbustes dont la majorité n'est pas mise en valeur. Leurs fruits représentent une partie importante dans la consommation alimentaire humaine vu leur richesse en substances nutritives. Or, il existe certains fruits qui sont peu consommés du fait de leur rareté et de l'ignorance de leur qualité nutritive. Parmi ceux là, on a choisi de mener notre étude sur cinq fruits qui sont : *Celtis australis* L. " le micocoulier", *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq. " l'aubépine", *Elaeagnus angustifolia* L. " l'olivier de Bohème" et *Zizyphus lotus* L. " le jujube. Les arbres de ces fruits ont la particularité de s'adapter aux différents climats, surtout aride et semi aride.

Dans notre pays, la politique de développement de l'industrie agroalimentaire permet d'ajouter des micronutriments "minéraux et vitamines" aux aliments sur une base obligatoire et /ou facultative. Cette réglementation concerne les produits à statut diététique ou enrichissement des produits.

L'ensemble de ces données nous fait penser qu'il est nécessaire de procéder à l'extraction des minéraux et des vitamines à partir des cinq fruits suscités afin de pouvoir les utiliser comme additifs dans l'industrie agroalimentaire ou bien utilisés dans les produits pharmaceutiques et thérapeutiques traditionnelles

Ces fruits ont fait d'études dans différents domaines dans le monde mais en Algérie, très peu de recherches ont été effectuées sur la détermination de la composition biochimique et particulièrement la fraction minérale et vitaminique.

L'objectif de cette recherche s'est focalisé sur l'évaluation des potentialités que représentent ces fruits en matières minérales et vitaminiques.

Notre travail est scindé en deux parties :

- une partie bibliographique comportant cinq chapitres relatifs à l'étude des cinq fruits et deux autres portant sur les minéraux et les vitamines.

- une partie expérimentale subdivisée en deux chapitres ; l'un présentant les méthodes et les techniques utilisées pour la détermination de la fraction minérale et vitaminique et l'autre consacré à la discussion des résultats obtenus.

Revue bibliographique

Données sur le micocoulier «*Celtis australis* L. »

1-Généralités :

1-1- Etymologie :

Le mot *celtis*, désignant en grecque (Keltis): le mot signifiait "*Celtis*" et c'est Linné qui le réutilisa pour désigner le micocoulier (Brosse, 2000).

Le mot micocoulier est d'origine provençale et s'apparente au grec "Mikro-koukoul" (la petite boule), en raison de la forme et de la taille de ses baies de 5 à 6 mm de diamètre qui noircissent à maturité (Schnell, 1977).

Son aire de diffusion, située sur le pourtour méditerranéen, correspondrait aux territoires occupés par les Celtes du sud qui seraient à l'origine du nom latin adopté par Linné Carl von (Schnell, 1977).

Australis : désigne méridional (Couplan ; 2000).

1-2- D'autres noms :

Les noms de *Celtis australis* L. sont :

- 1) Micocoulier de Provence "France"
- 2) Bagolaro "espagnole "
- 3) European hackberry, Mediterranean hackberry "Anglo-Saxon"(Sattarian et al ,2006).

1-3- Origine et historique :

Le micocoulier est originaire d'Amérique du Nord, d'une zone située entre les provinces du Québec et du Manitoba au Sud. Il pousse jusqu'en Alabama, au Kansas et en Caroline du Nord. On le cultive depuis 1636. Il pousse mieux que *Celtis australis* L. qui est un arbre très prisé dans plusieurs pays européens en tant qu'arbre d'alignement *Celtis australis* L. a un tronc lisse, semblable au tronc du Hêtre. Ses ramules sont couverts de poils, ses feuilles rigides et ses fruits sont d'un violet-noir et foncé. Le bois de Micocoulier est épais et lourd, souple, flexible et résistant. Il est utilisé pour la fabrication des instruments de musique à vent et des cannes, ainsi que des rames et des cannes à pêche (Elias, 1980; Dewick , 2002).

Le genre *Celtis* comporte 75 espèces du Sud Est de l'Europe dont une quinzaine d'espèces sont rustiques (Boussard et Cuisane, 1984 ; Brosse, 2000).

Une légende celte raconte que c'est aux branches du Micocoulier que les femmes offraient une mèche de leurs cheveux afin qu'une corneille ou une tourterelle viennent les informer des exploits ou déboires au champ de bataille de leur maris ou fils (Boussard et Cuisane, 1984).

1-4- Classification botanique :

Selon Jacamon (1992) et Omori et al (1993), la classification comme la suite:

Embranchement:	Spermatophytes
Sous embranchement:	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Ordre:	Urticales
Famille	Ulmacée
Genre:	<i>Celtis</i>
Espèce:	<i>Celtis australis</i> L.

1-

1-5-Description :

***Arbre :** Le Micocoulier est un arbre pouvant atteindre 20 à 25 mètres de hauteur dont le fût court, à grosses cannelures, est surmonté d'une cime large, arrondie et touffue; les branches les plus basses restent horizontales avec de longs ramules flexibles pendants. Il a une grande longévité. Cet arbre a des rejets et drageons abondants et très vigoureux. (Monjauze, 1958)

***Feuille:** Son feuillage est caduque, les feuilles sont simples, ovales lancéolées, cunéiformes ou arrondies à la base, longuement acuminées au sommet, de 5 à 15 cm de longueur et de 1.5 à 4 cm de largeur. Le limbe est de couleur vert foncé, rugueux dessus, pubescent et à nervures saillantes au revers, avec les bords découpés de dents aiguës (Gloaguen, 1982 ; Pandey et al., 1990).



Figure n°1 : Différentes parties de l'arbre de micocoulier (Praca, 2006).

***Fruits:** Les fruits sont des drupes de la taille d'un gros pois violet noir (10 à 12 mm de diamètre), à long pédoncule grêle; le noyau est à rugosité en réseau, sa pulpe est rougeâtre, sèche et mince de saveur fade et non toxique; les graines contiennent une huile douce (Edward et al, 1993).

* **fleurs** Les fleurs sont regroupées à la base en inflorescence comportant un petit nombre d'éléments, ou bien solitaires dans les parties terminales. Elles sont petites, peu visibles, d'un jaune verdâtre (Gilman et Watson ,1993).

***Tronc et Branches** : les branches s'abaissent; voyant; typiquement un tronc; épines, La couleur est vert marron, L'épaisseur de la brindille de l'année courante: mince, Le bois gravité spécifique: inconnu (Gilman et Watson ,1993).

1-6- Habitat :

Celtis australis L accroît plus rapidement sur sol humide mais tolère un peu la sécheresse (Sattarian, 2006). Arbre ornemental qui peut tolérer une variété large de sols (Herbert, 2004).

Selon 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.

1-7- Répartition dans le monde et en Algérie :

1-7-1- Dans le monde :

Le micocoulier est l'une des espèces présente dans les régions tempérées (Ruakura, Hamilton; Island) et les régions méditerranéennes. Elle occupe le pourtour de la méditerranée et s'étend en Europe méridionale Asie occidentale jusqu'au nord de l'Iran et le nord d'Afrique (Brosse, 2000; Demir et al., 2002; Sattarian, 2006).



.....

Aire de *Celtis*

Figure n°2 : Aire de distribution normale de *Celtis* dans le monde (Sattarian, 2006).

1-7-2-En Algérie :

En Algérie, le micocoulier est localisé surtout à l'Est du pays, connu de plusieurs noms sont "N'cham", "Tegzar", "Meiss". (Boudy, 1951; Baba aissa, 1999). Le *Celtis australis* L est distribué dans les régions de Blida –Médéa (Sattarian et al ., 2006)

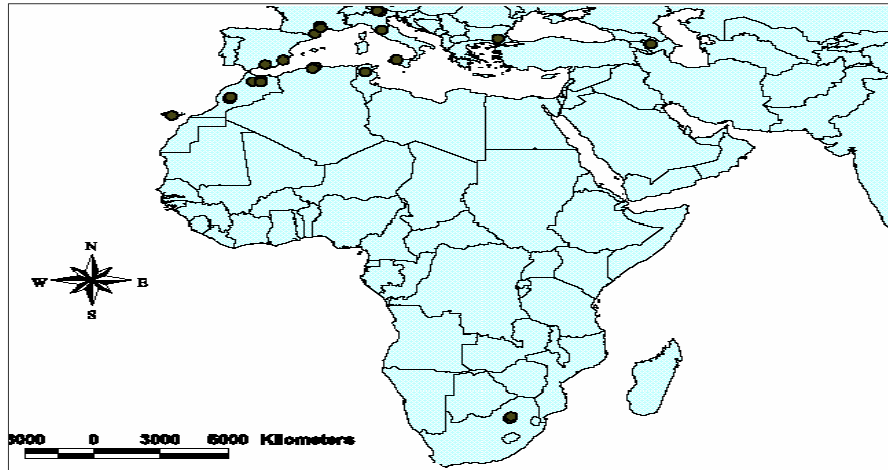
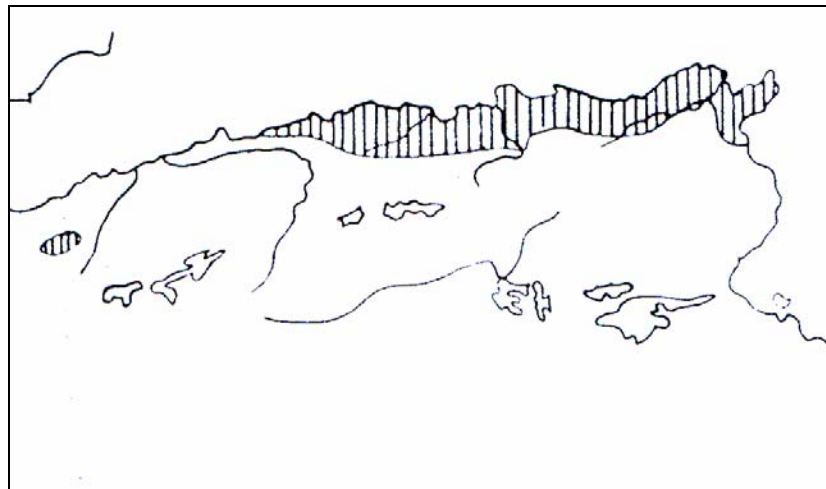


Figure n°3 : ● Aire de distribution de *Celtis australis* L. en Afrique (Sattarian, 2006).



Aire de *Celtis australis*

Figure n°4 : Aire de répartition du *Celtis australis* L. en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

1-8- Autres espèces: sont les suivantes:

- Micocoulier d'Afrique (*Celtis africana*)
- Micocoulier occidental (*Celtis occidentalis*)
- Micocoulier de Chine (*Celtis sinensis*)
- Micocoulier du Mississippi (*Celtis laevigata*)
- Micocoulier rabougri (*Celtis tenuifolia*) (Sattarian, 2006).

2- Composition biochimique du fruit *Celtis australis L* :**2-1- Composition biochimique Partie comestible :**

Selon Demir et al (2002), La valeur nutritive du micocoulier (*Celtis australis L.*) est suivante

Tableau 01 : Valeur nutritive du *Celtis australis L*. (100g de pulpe)

Cendre (%)	15.29	Energie (kcal/g)	16.2
Matière sèche (%)	90.23	protéine (%)	19.32
Matière Graisse (%)	7.60	Bi (ppm)	11.895
Na (mg/kg)	59.515± 5.755	Co (ppm)	0.355
P (mg/kg)	1519.59 ±31.3	Cd (ppm)	2.30 ±0.121
K (mg/kg)	3523.66± 143.04	Cr (ppm)	2.20
Fe (ppm)	21.365± 1.725	Cu (ppm)	3.105± 0.595
Zn (ppm)	3.46 ±0.15	Ga (ppm)	1.105 ±0.105
Mn (ppm)	22.495 ± 1.245	In (ppm)	0.18± 0.11
Ca (ppm)	43973.09 ± 251.11	Li (ppm)	2.43± 0.135
Ag (ppm)	2.587 ± 0.267	Mg (ppm)	6732.5± 69.93
Al (ppm)	18.63 ± 1.43	Ni (ppm)	4.66± 0.168
As (ppm)	12.88 ± 1.35	Pb (ppm)	1.275 ± 0.125
B (ppm)	64.4 ±1.56	Se (ppm)	18.28 ±0.135
Ba (ppm)	264.42 ±5.63	Sr (ppm)	234.615 ±7.115
Ti (ppm)	1.145± 0.125	V (ppm)	0.845 ± 0.005

La teneur en eau dans la partie comestible du fruit selon les travaux réalisés par Praca (2006) est de 36.6±1.39% , 5.47% de matière minérale et 52% de matière sèche.

Tableau 02: Teneurs en minéraux "macroéléments" dans la partie comestible du fruit *Celtis australis L* (Praca ,2006).

Les macroéléments	Na	P	Mg	K	Ca
Teneur en mg/kg	524.9±191.4	20.7±2.5	371.4±386.7	10500±970	3537.9±306.4

Tableau 03 : Teneur en minéraux "oligoéléments" dans la partie comestible du fruit *Celtis australis L* (Praca ,2006).

Les oligoéléments	Zn	Fe	Cu	Mn	Pb	Cr	Ni
Teneur en ppm	4.2±1.5	9.6±1.7	3.6±1.1	2.0±0,8	6.2±0,1	2.2±0,04	2.2±0,04

2-2- Composition biochimique de la partie non comestible "amande" du micocoulier :**Tableau 04 :** Valeur nutritive du *Celtis australis* L (100g d'amande) (Praca, 2006).

Eau	18.1%
Matière minérale	3.8%
Sucres réducteurs	18.6%
Protides	4.89 %
Lipides	6.7%
Fibre	13.4%
Vitamine A	5.58µg/g

Il est caractérisé principalement par la présence d'une quantité importante de lipides, protéines, et une faible quantité de sucres (Demir et al., 2002). Le contenu de l'humidité est moins de 20% (APAT, 2004).

La teneur en eau dans l'amande du fruit du *Celtis australis* L est de 18.1 ±0.98%(Praca, 2006).

Selon Schuette (1937) et Praca (2006), la teneur de matière grasse dans la partie non comestible "amande" du fruit de micocoulier est de 6.7% de matière fraîche. Les principaux acides gras remarqués dans les graines des fruits de micocoulier sont : acide linoléique (76.29 %), acide oléique (14.18 %), acide stéarique (2.81 %) et acide palmitique (6.72 %) et aussi les graines contiennent 4.89 % de protéines, 18.6 % de sucres réducteurs, 0.78 % d'azote et composés phénoliques (de 0.2318 à 0.5885 mmol/g). Et la teneur est de fibre de 13.4% de MS.

Tableau 05 : Teneur des minéraux "macro-éléments" dans la partie non comestible "amande" du fruit *Celtis australis* L. (Praca, 2006).

Les macroéléments	Na	P	Mg	K	Ca
Teneur en mg/kg	406.2±34.3	46.1±0.2	1939.2±28	4018.6±120.3	339.2±28.6

Tableau 06 : Teneur des minéraux "oligo-éléments" dans la partie non comestible "amande" du fruit *Celtis australis* L (Praca, 2006).

Les oligoéléments	Zn	Fe	Cu	Mn	Pb	Cr	Ni
Teneur en ppm	17.3±1.8	53.3±7.1	4.7±0,2	128.7±3.3	7.8±0,4	11.1±0,4	9.7±0,26

3- Différentes utilisations de *Celtis australis L* :

3-1- Utilisation alimentaire :

***Fruits** : le fruit du micocoulier dit la micocoule. On met ces micocoules dans l'alcool pour en faire une liqueur (Duke et Godwin, 2002).

Les fruits sont comestibles, ils sont transformés en liqueur appelée "caça diablo" : chasse diable en Italie, breuvage ayant un rapport au sacré. En France, la liqueur nommée sauvacrestian : sauvechrétien est parfois fabriquée à base de micocoules, mais le plus souvent de raisins ou de cerises (Barnes et al ., 2005).aussi ses graines contiennent une huile comestible (Praca ,2006).

3-2- Utilisation médicinale :

Les micocouliers sont des plantes médicinales qui demeurent une source inépuisable de substances biologiquement actives; constituent une composante fondamentale de système de santé. (Curtis ,2005).

Ses feuilles et ses jeunes pousses sont astringent, lénitifs et stomachique (Chevallier, 1996), une décoction des feuilles est utilisée dans le traitement de menstruel lourde, saignement et coliques (Bonnier et Layens ,1970; Duke et Godwin, 2002)

3-3- D'autres utilisations :

Selon Tommasini (2000) a montré que *Celtis australis L* .est considérée comme étant un traceur biogéochimique de l'évolution de la pollution par le métal lourd Pb (Plomb) dans l'environnement.

Données sur l'azérolier« *Crataegus azarolus* L»

1-Généralités :

1-1- Introduction :

Depuis des années, l'aubépine (*Crataegus azarolus* L.) existe en Algérie et est utilisée dans différents domaines et spécialement comme aliment; cette utilisation se prolonge jusqu'à nos jours. Aubépine (*Crataegus* espèces), appartenant à la famille des Rosacées, qui sont des petits arbres ou arbustes. Le nom commun de (*Crataegus azarolus* L) est aubépine ou azérole. L'arbre d'aubépine préfère les étages de secteurs inférieurs de la forêt (Ozcan et al, 2005)

1-2- Etymologie :

Crataegus : nom générique des aubépines (rosacées), désignant en latin ("crataegon" ou "crataegos" et en grec ("κράτα γινος ou κράτα γινου"), l'azerolier (*Crataegus azarolus* L); peut être du grec "κράτος" par allusion à la dureté du bois (Couplan, 2000).

Le nom botanique des aubépines est dérivé d'un terme qui, chez Théophraste, désignait l'azerolier. Le genre *Crataegus* comprend plus de 600 espèces "ses nombres varient selon les auteurs (Brosse., 2000).

1-3- Historique et origine :

L'aubépine a été découverte en 1896 par le Docteur. J. C. Jennings, à Chicago, qui utilisait ces plantes pour les traitement des maladies cardiovasculaires chez les personnes âgées (Brothers., 1917).

Son nom commun Azérolier vient de l'Espagnol "acerola", qui désigne le fruit d'un arbuste (*azarolus de Crataegus*), d'*Al-zu'rur* en arabe. Ce sont donc probablement les arabes qui introduisirent l'Azerolier en Afrique du Nord, puis en Espagne, d'où vient le nom "Epine d'Espagne"(Brosse, 2000).

1-4- Classification botanique :

Selon Jacamon (1992) et Messali (1995), la Classification est comme suite:

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

1-5- Description de l'espèce:

***L'arbre de L'azérolie** : est arbrisseau buisson pouvant atteindre 4 mètres de hauteur, les rameaux grisâtres sont couverts de fortes épines courtes (UINC, 2001).

***L'Ecorce** est Lisse et gris clair, devenant brunâtre et gerçurée (Kjaer et al., 2006).

* **Les Rameaux** un peu épineux (parfois sans épines), les jeunes blanchâtres cotonneux.

***Les Bourgeons** sont Globuleux.

***les Feuilles** sont caduques, alternes, longues de 2 à 5 cm, à petit pétiole poilu cotonneux, vert grisâtre en dessous, en forme d'éventail de coin à la base, entières 3 à 5 fois légèrement lobées, avec des lobes aux bords entiers ou dentés, poilues, blanchâtres en dessus. A la base du pétiole poussent deux stipules caduques (Bloued, 2003).

***La Fleur** de couleur blanche ou légèrement rosée (Avril-Mai), en bouquets terminaux (corymbes) formée de 10 à 20 petites fleurs, d'odeur forte, peu agréable et exaltée par la chaleur solaire, la fleur est formée de 5 pétales, 2 à 3 styles, 16 à 22 étamines et 1 à 5 carpelles. La floraison a lieu à l'apex de la croissance annuelle (la première moitié du mois de Mai (Fuat et al., 2006).



Figure n°5 : Différentes parties de l'arbre d'azérolie r www.wikipedia.org
(Consulté le : 21/09/2006)

***Le Fruit** Assez gros 'azérolie', 1.5 à 2 cm de diamètres, de rouge à jaunâtre, à goût acidulé, agréable, à deux noyaux (parfois 1). La chair pulpeuse, parfumée, consommable,

ressemble à des pommes miniatures. Arrive à sa maturité en septembre-octobre (Gloaguen, 1982; Boussard et Cuisance, 1984).

***Le Pédoncule et pédicelles :** sont Poilus (Bonnier et Delayens, 1970).

***Les Noyaux :** Triangulaires et rainurés, plats à la face interne. (Fournier, 1952; Pokorny, 1975).

***Le Bois :** Compact, dur, lourd (Brosse, 2000).

1-6- Espèces appartenant au même genre :

Ce genre compte 200 espèces largement disséminés de l'Europe à l'Asie mineur, Himalaya, la Chine, le Japon et l'Amérique du Nord (Boussard et Cuisance, 1984).

Au début du xx^{ème} siècle, de nombreuses espèces ont été décrites en Amérique du nord.

Les espèces les plus intéressantes sont les suivants :

Crataegus monogyna (l'aubépine monogyne)

Crataegus oxyacantha (l'aubépine commune)

Crataegus latifolia (Boussard et cuissances ,1984).

Selon Quezel et Santa (1962), les espèces existantes en Algérie, en plus de azérolier sont :

Crataegus oxyacantha L. (boumekherri ou Babaadjina), *Crataegus monogyna* Jac.; *Crataegus maura* (l fils) .

1-7- Exigence de l'espèce :

Cette espèce s'installe aux bords de ruisseaux, des fossés et des forêts humides claires en plein soleil (Boudy, 1955). Espèce calcicole, thermo-xérophile, elle a une préférence pour les sols secs, lourds argileux (Pokorny, 1975; Jacamon, 1992). L'arbre de *Crataegus azarolus* L. préfère les climats chauds (Bellini et Giordani, 1998).

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

1-8- Habitat et Répartition de *Crataegus azarolus* L.

1-8-1 Habitat :

Cette aubépine pousse spontanément dans les forêts et broussailles des plaines et de la montagne jusqu'à 2000 m d'altitude (Beloud, 2003). Elle peut vivre jusqu'à 500 ans (Gerard et Aymonin ,1993)

1-8-2- Répartition :

1-8-2-1- Dans le monde :

Selon Boussard et Cuissance (1984), cette espèce est connue depuis 1700. Elle est commune dans les haies, en bordure des chemins et en lisières des bois de toutes les régions tempérées (notamment en France) de l'Asie Occidentale et de l'Afrique du Nord. Elle est naturalisée en Amérique du Nord et cultivée en région méditerranéenne (Grieve, 2003).

1-8-2-2-En Algérie:

En Algérie, l'azérolier est localisé surtout dans le Tell Algéro –Constantinois, connue "**Zaaroura**", d'une façon spontanée et parfois planté en haie dans les jardins. (Querzel et Santa; 1962)

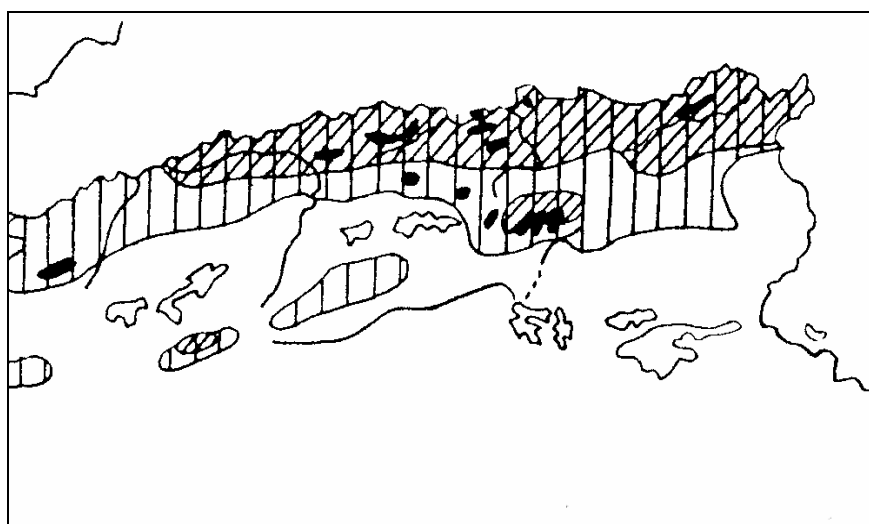
Selon Serhane (2005), l'arbre de l'azérolier est rencontré dans :

-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.



Aire de *Crataegus azarolus* L

Figure n°6 : Aire de répartition du "*Crataegus azarolus* L." en Algérie
(Querzel et Santa, 1962).

2-Composition biochimique du fruit *Crataegus azarolus* L. :**2-1-Composition biochimique de la Partie comestible :****Tableau 07 :** Composition biochimique de la partie comestible" *Crataegus azarolus* L. " (Dzhangliev, 2002 ; Koyunco et al, 2006).

Propriété	Valeur
Sucre	15.9 %
Pectine	0.6-1.6%
Tannin et pigment	0.8-1.7%
Flavonoïdes	1-2%
Acidité	1.38mg
Vitamine C	27.58mg/100g
Vitamine A (prov A)	380-680 mg/100g
Ca	9.8mg
P	1.16 mg
K	158 mg
Mg	7.10 mg
Na	2mg
Cu	0.16mg
Mn	0.24mg

Le fruit *Crataegus azarolus* L. contient 15.9% des sucres totaux qui sont des oses : fructose, glucose, rhamnose (Dzhangaliev, 2002).

La composition biochimique de l'aubépine est caractérisée par la présence des acides amines aromatiques,* et une trace d'huile essentielle, les phénols et poly-phénols, les Flavonoïdes de 1–2% (Chang et al., 2006).

Le fruit azérolier contient beaucoup d'acides aminés avec un total de 3 à 6% dans les fruits séchés (Chang et al ., 2006).

Les fruits sont riches en vitamines : vitamines C, β -carotène (pro A), niacine "B₃"; riboflavine "B₂", thiamine "B₁" et aussi riches en polysaccharides : pectine et cellulose (4.67%) (Baba Aissa ,1999).

La partie comestible des fruits a une teneur élevée en Ca, K, Mg,Na ,P,Cr,Co,Fe,Mn,Si,Se,Zn. (Baba Aissa , 1999;Ozscan et al.,2005).

Le fruit de l'azérolier est considéré comme une bonne source d'antioxydants (vitamine A et E et la vitamine C) (Chang et al ., 2006).

Tableau 08 : Composition minérale du fruit de l'aubépine "*Crataegus spp*" (Ozcan et al., 2005).

Les minéraux	Teneur en ppm ou mg/kg
Ca (mg/kg)	3046.37 ±199.90
P (mg/kg)	1477.88 ±53.15
K (mg/kg)	13,531.96 ±501.38
Mg (mg/kg)	1502.55 ±120.06
Na (mg/kg)	312.18 ±13.39
Al (ppm)	33.05 ±2.49
B (ppm)	22.50 ±0.69
Cr (ppm)	1.10 ±0.15
Fe (ppm)	32.77 ±2.46
Li (ppm)	1.62 ±0.02
Ni (ppm)	1.10 ±0.03
Pb (ppm)	0.71 ±0.45
Se (ppm)	0.56 ±0.14
V (ppm)	5.86 ±0.40

*1mg/kg=1ppm

2-2- Composition biochimique de la partie non comestible « amande »:

Les amandes des *Crataegus azarolus* L. contiennent de l'acide cyanhydrique, ils sont donc potentiellement toxiques (Chang et al., 2006 ; Koyuncu et al., 2006).

3- Différentes utilisations de l'azérolier :

3-1- Utilisation alimentaire:

3-1-1- Fruits:

Beaucoup de produits obtenus à partir de la pulpe du fruit sont : les confitures, la farine, les gelées, les marmelades et les sirops. Les différentes transformations diminuent l'apport en vitamines de ce fruit et la consommation à l'état frais reste préférable (Gerard et Aymonin, 1993; Vivar-Vera et al., 2005). Ces baies constituent une bonne source alimentaire importante pour beaucoup d'animaux en hiver (Croxtton et Sparks, 2002).

3-1-2- Feuilles et Fleurs :

Les jeunes feuilles et les fleurs peuvent être consommées sans problème et peuvent s'ajouter aux salades. Les pétales de fleurs sont utilisés pour décorer les salades (Galle, 2005).

3-2- Utilisation médicinale :

L'utilisation de l'extrait aqueux du fruit de l'aubépine permet de baisser le cholestérol sanguin (Zhang et al .,2006).Les extraits d'aubépine (*Crataegus*.) ont des effets bénéfiques sur le coeur et la circulation sanguine et sont aussi utilisés comme un protecteur contre les maladies cardiovasculaires et les effets de l'hypotension (Svedstrom et al ., 2002). Aussi ces fruits sont utilisés en médecine traditionnelle pour traiter les règles douloureuses et les diarrhées (Ozcan et al., 2005).

L'extrait aqueux de l'aubépine Israélienne est utilisé pour traiter les maladies cardiovasculaires, cancer, tachycardie, diabète et la diminution de l'activité sexuelle dans la médecine traditionnelle Arabe (Ljubuncic et al., 2005 ; Chang et al ,2006).

Les extraits *Crataegus* ont été utilisés dans le traitement de plusieurs maladies comme : vasodilatateur, anti-inflammatoire et circulatoire, diurétique, hypertenseur, léger relaxant sédatif et antioxydant (Ljubuncic et al ., 2005 ;Chang et al .,2006).

3-3- Utilisation pharmaceutique :

L'azerolier est préparé en pharmacie sous diverses formes : sirop; dragée; associé à d'autre plantes; telles que le saule blanc et aussi se trouve aussi sous forme de comprimés, comme comprimé d'acérola (la vitamine C « 23-25% » naturelle), cet extrait serait un bon reconstituant de convalescence en cas de forte fatigue (Baba Aissa , 1999).

3-4-Utilisation ornementale :

L'arbre est prospérant dans tous les sols et grâce à ces différentes formes de multiplication par semi, par drageonnement, il facilite des haies défensives autour des prairies. Armé d'épine il interdit l'accès au bétail (Iserin, 2001).

Les différents cultivars à fleurs simples ou doubles, coloris planté isolés en alignement produisent un magnifique effet par leur floraison de longue durée brillante jusqu'à la fructification (Corbin, 1992).

3-5- Autres utilisations :

En Grèce, à Rome ancienne, on retrouve l'aubépine dans les cérémonies des mariages et dans les suites nuptiales pour assurer le bonheur, la prospérité et la fertilité du couple et elle est aussi symbole de fidélité conjugale (Iserin, 2001).

Selon Beloued (2003), l'azérolier est utilisé comme porte greffe pour le néflier et le bois sert au chauffage.

Il sert aussi pour :

- Le Contrôle de l'érosion parce qu'il tolère une variété large des emplacements, il peut être planté pour stabiliser des banquettes et pour contrôler l'érosion.
- Le bois de construction bien que le bois soit dur et fort, il n'a aucune valeur commerciale à l'exception de manches à outils
- La faune, il fournit un abri excellent et des emplacements pour beaucoup de petits oiseaux. Les petits fruits sont mangés par les oiseaux, les rongeurs et autres plus petits mammifères (Gamlin, 1993).

En Algérie : Selon Serhane (2005) :

- Les azéroliers sont considérés comme source de revenus, vu leur commercialisation ;
- L'Azérolier est un arbre d' de clôture, un plant de reboisement et de lutte contre l'érosion ;
- Les fleurs sont considérées comme source nourricière pour les abeilles, en période de floraison.

Données sur l'aubépine monogyne « *Crataegus monogyna* ssp Jacq. »

1. Généralités

1-1- Introduction

Les substances naturelles issues des *Crataegus monogyna* Jacq. ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie. Parmi ces composés, on retrouve dans une grande mesure des métabolites secondaires qui sont surtout illustrés en thérapeutique. La Pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments, la recherche trouve chez ces plantes des molécules actives nouvelles ou des matières premières pour la semi synthèse. On a longtemps employé des remèdes traditionnels à base de plantes sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques (Bahorun, 1997).

1-2- Etymologie

Le nom de *Crataegus* : le nom générique des aubépines (rosacées) désignant en latin (crataegon) on (crataegos). Il provient du mot grec « cratos » : allusion à la dureté du bois (Brosse, 2000).

Crataegus monogyna Jacq. ou Aubépine monogyne, épine blanche, noble épine se diffère du *Crataegus azarolus* L. de sa couleur du fruit (rouge foncé) (Fernandez; 2003).

L'aubépine monogyne est un nom féminin (une aubépine), du latin "*alba spina*", "épine blanche", en raison de sa fleur blanche (du type de la rose) et des épines à la base (Somon , 1985).

1-3- Historique et origine

Au début du 19 siècle, on a commencé à étudier curieusement ses propriétés pharmacologiques. Les fonctions cardiaques de l'aubépine n'ont été découvertes qu'en 1896 (Pizarro, 1966; Bruneton, 1995).

L'aubépine est originaire d'Europe du sud (Chypre, Malte, Sicile...), et d'Asie et est répandue dans les zones tempérées de l'hémisphère nord. Elle comprend environ 200 espèces variées. Sa floraison abondante arrive au mois de mai (Spricheger et al ; 2001).

Genre : originaire d'Europe tempérée, d'Asie et d'Amérique du Nord; comprend environ 200 espèces pour la plus part épineuses. Maintenant reconnue pour avoir

environ 280 espèces trouvées dans des régions tempérées nordiques, y compris d'Amérique du Nord, d'Europe, et du Nord de l'Asie (Spricheger et al., 2000).

1-4- Classification botanique

Selon Jacamon (1992) et Messali (1995), la Classification est comme suite:

Embranchement:	Spermaphytes
Sous embranchement:	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Sous classe:	Dialypétales
Série :	Calciflores
Ordre:	Rosales
Famille:	Rosacées
Tribu :	Rosacées spontanées en Algérie
Genre :	<i>Crataegus</i>
Espèce :	<i>Crataegus oxycantha</i>
Sous espèce :	<i>monogyna</i> spp Jacq.

1.5. Description de l'espèce:

***Arbre de *Crataegus monogyna* Jacq.** plantes herbacées généralement vivaces, arbres ou arbustes (Rose et Treadway, 1999).

Crataegus monogyna Jacq. aubépine a un style, épine blanche, arbuste ou arbrisseau (4-6m), plus rarement petit arbre (jusqu'à 10m), écorce lisse et gris clair, devenant brunâtre, épine droite, Inflorescences très diverses (UINC, 2001).

***Feuilles** sont formes Caduques

***Fleurs** sont blanches ou rosées (avril- juin)

***Fruits** sont petits, ovales et de couleur rouge foncé, sont comestibles (Gloaguen 1982, Nemecz, 2001).

***Port** est Érigé et arrondi, compact à ramification dense et pourvu de piquant. Écorce lisse de teinte grise puis brun foncé (Gloaguen, 1982).

***Feuillage** est Caduque, de couleur vert clair et brillant, Feuilles dentées profondément découpées. (Eduard et al., 2000).

***Floraison** : délicatement parfumée au printemps: fin mai (Tutin, 1976; Nemecz, 2001)

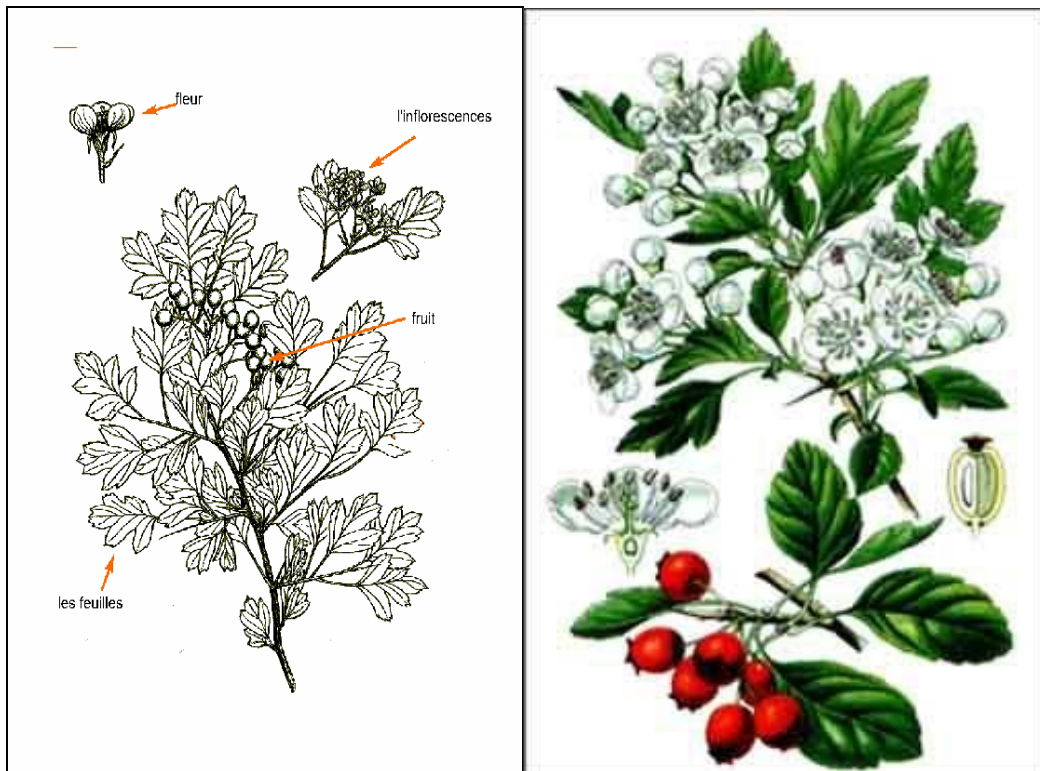


Figure n°07 : Différentes parties de l'arbre *Crataegus monogyna* jacq .
www.ciechanwiec.pl (Consulté le : 14/01/2008)

1-6- Exigences de l'espèce :

Cette espèce s'installe aux bords des ruisseaux, des fossés et des forêts humides claires, en plein soleil (Jacamon; 1992).

Espèce calcicole, thermo xérophile, elle a une préférence pour les sols secs, lourds argileux (Pokorny, 1975; Cuissance, 1981; Jacamon, 1992).

1-7- Habitat et Répartition de *Crataegus*

1-7-1- Habitat :

L'aubépine est localisée dans plusieurs types de sol, en particulier dans la clairière, les forêts, et préfère les sols acides et secs (Bence ,2003 ; Lof et al., 2004; Kjaer et al., 2006).

1-7-2-Répartition :

1-7-2-1- Dans le monde :

L'aubépine est connue dans les haies, en bordure des chemins et en lisières des bois de toutes les régions tempérées d'Europe (notamment en France), de l'Asie occidentale et d'Afrique du nord et cultivée dans les régions méditerranéennes (Griève, 2003).

1-7-2-2- En Algérie :

L'aubépine est localisée surtout dans le tell Algéro-Constantinois d'une façon spontanée et aussi un peu dans la région des Aurès.

2- Composition biochimique du fruit *Crataegus monogyna* Jacq.**2-1- Composition biochimique de la Partie comestible du fruit *Crataegus monogyna* Jacq.**

Tableau 09 : présente la composition biochimique de la partie comestible du fruit *Crataegus monogyna* Jacq. (Herrara, 1984).

Les constituants	Constituants de la pulpe en% (g/100g de matière sèche)									
	Lipide	Protéine	fibres	cendres	K	Ca	Mn	Mg	P	Tannin
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	2.3	2.5	16.7	4.3	1.25	0.44	0.33	0.06	0.05	+

Tableau 10 : quelques propriétés biochimiques de la partie comestible "*Crataegus* Spp (Ozcan et al ,2005).

Propriété	Valeur
Humidité%	64.26
Protéine%	2.48
Lipide%	0.87
Cellulose%	4.67
Energie Kcal /g	34.02
Cendres%	2.28

Le fruit *Crataegus monogyna* Jacq. est riche en glucides notamment les polysaccharides; et des traces d'huile 2.3% de matière sèche; et renferme des protéines d'une teneur de 2.5% de matière sèche, généralement sont des acides aminés aromatiques, et aussi très riches en vitamines E et C et également en minéraux comme le K, Ca. (Herrara ,1984; Simon, 1999).

Le fruit *Crataegus monogyna* Jacq. contient beaucoup d'acides aminés ,acides maliques, tartriques et acides citriques, avec un total de 3 – 6% dans les fruits séchés. L'augmentation ces acides organiques permettent de stabiliser les substances phénoliques au cours du stockage (Bruneton ,1999 ;Chang et al ., 2006).

Selon **Herrera (1984)**, qui fait une comparaison entre deux parties des fruits de "monogyne" *Crataegus monogyna* Jacq. et "églantier" *Rosa canina* : au niveau de la teneur de la provitamine A et C est plus élevée dans la pulpe de l'églantier.

Tableau 11 : Teneur des vitamines A et C dans la partie comestible de "églantier" *Rosa canina* (Jakoby et Wokes, 1944).

Vitamine	Teneur en vitamine en mg/100g de matière fraîche de <i>Rosa canina</i>
Pro-vitamine A	8.9
Vitamine C	100

La teneur de flavonoïdes dans le fruit est 1% - 2% qui sont responsables de la coloration rouge ou bleue de baie de l'aubépine (Bruneton, 1999).

Les polyphénols interviennent dans la qualité alimentaire des fruits. Les anthocyanes et certains flavonoïdes participent à la coloration des fruits mûrs (Spinoli et al., 1999).

Les composés phénoliques déterminent également la saveur des fruits : les tanins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non mûrs, les flavanones sont responsables de l'amertume des Citrus et peuvent donner naissance, par transformation chimique, à des dihydrochalcones à saveur sucrée (Dubois et al., 1977).

3- Différentes utilisations de *crataegus monogyna*.

3-1- Utilisation alimentaire

Le fruit utilisé soit frais ou cuit, utilisé principalement comme un aliment de famine ;

On peut extraire à partir de fruit : les farines, les jus, les marmelades

Le jus de monogyne est aussi utilisé comme des boissons sans alcools et le vinaigre ;

Les graines de fruit de l'aubépine sont torréfiées et remplacent le café (Vivar-Vera et al., 2005; Koynucu et al., 2006).

3-2- Utilisation médicinale

L'Aubépine est utilisée pour les destinations médicinales. Les fruits de l'aubépine sont astringents. On les utilise séchées contre la diarrhée (Spinoli et al., 1999 ; Veveris et al., 2004 ; Kroll, 2005).

Les fruits sont aussi connus pour leur action diurétique et utilisés pour traiter les problèmes rénaux.

Données sur l'olivier de Bohême (*Elaeagnus angustifolia* L.)

1-Généralités :

1-1-Origin et historique :

L'olivier de Bohême est originaire de plusieurs régions : sud de l'Europe, centre de l'Asie et Himalaya (Bailly, 1994). Il est introduit en Amérique du Nord pendant les périodes coloniales et a été largement planté aux Etats-Unis (Elias, 1980).

L'olivier de Bohême garde le goût des terres riches, profondes et des situations en pleine lumière. Il résiste au froid et a une longévité de plus de 50 ans (Van Dersel, 1939; Mark et al., 2002).

Les chalefs se reconnaissent aisément à leurs rameaux et leurs feuilles abondamment recouverts d'épidotes, c'est-à-dire d'écailles argentées ou brunes qui donnent à ces organes un éclat particulier. (Gérard et Aymoin, 1993)

En premier lieu cultivé en Allemagne en 1736, l'olivier de Bohême a été introduit aux Etats-Unis en 1800, et a été planté comme un ornemental. Le Service de la conservation du sol américain a recommandé l'utilisation de l'olivier de Bohême comme brise-vent (Bailly, 1994).

L'olivier de Bohême est subspontané et est cultivé en Algérie comme un ornement des bords de quelques routes (Simon, 1985).

1-2-Etymologie:

Le mot *Elaeagnus* vient du grec elaios, olivier et agnos, qui désigne le gattilier ou agneau chaste (*Vitex agnus-castus*). Ce nom a été donné à la plante par Karl Von Linné en 1753, les grecs anciens désignant par elaeagnos, le saule (Jacamon, 1992).

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

Angustifolia : Angus : étroit /folia : feuilles ou à feuille étroites (Mitchell, 1982 ; Jacamon, 1992).

Au 17^{ème} siècle, ce chalef a été appelé "**arbre d'argent**" ou "arbre de paradis" pour ses qualités ornementales et a été planté fort souvent dans les parcs et les jardins.

Chalef vient de "**Kalef**" qui désigne un saule en arabe. En effet, les feuilles du chalef ont la forme de certaines espèces de saules (Brosse, 2000).

1-3-Synonymes:

Tableau 12: noms communs et synonymes et noms scientifiques de l'espèce (*Elaeagnus angustifolia* L.) (Corsin ,2003).

Noms scientifiques	Synonymes	Noms communs
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. (<i>Elaeagnus angustifolius</i> L.)	<i>Elaeagnus iliensis</i> Musheg. <i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	*L'Olivier de Bohême, Chalef, (noms utilisés par les francophones) *Russian olive, oleaster, silverberry, (noms utilisés par les anglo-saxons)

1-4- Systématique botanique:

Selon Jacman (1992); Guignard (1998):l'olivier de Bohême est classé comme suit :

Embranchement:	Spermaphytes
Sous embranchement:	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Sous classe:	Dialypétales
Série	Calciflores
Ordre:	Elaeagnales
Famille:	Elaeagnaceae
Tribu :	Rosacées spontanées en Algérie
Genre :	<i>Elaeagnus</i>
Espèce:	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.

1-5-Description et caractéristique de l'olivier de Bohême:

L'olivier de Bohême (*Elaeagnus* l.Elaeagnaceae) : ce genre se compose de 40 espèces à travers le monde (Dzhangaliev et al .,2003).

L'olivier de Bohême est un arbuste vigoureux ou petit arbre épineux de 3-10m de hauteur, avec une couronne argentée, décoratif par ses feuilles allongées comme celles du saule vert argenté, surtout au revers, fleurs odorantes, suivies de petits fruits comestibles (Dzhangaliev et al .,2003). Il a une croissance très rapide (Edward et al., 1993).

La consommation du fruit de l'Olivier de Bohème par les oiseaux et les mammifères a été évoqué 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).

1-6-Exigences:

L'olivier de Bohème est remarquable par sa grande résistance à la sécheresse, mais souffre parfois des froids hivernaux. (Rol, 1965). C'est un arbuste très vigoureux, rustique qui s'adapte aux sols caillouteux, aride (Brosse, 2000).

L'olivier de Bohème résiste à (presque) tout : la sécheresse, la pollution, le vent, les sols salés et les tailles répétées. Très peu sensibles aux maladies, ils résistent assez bien au froid (bien mieux que les fusains panachés par exemple), surtout dans les sols bien drainés. Qu'ils soient caducs ou persistants, les *Elaeagnus* sont vraiment des végétaux sans problèmes (Brosse, 2000).

La texture rugueuse et coriace des feuilles des oliviers de Bohème persistants ainsi que l'effet lumineux des cultivars panachés, en font un élément décoratif de premier plan dans un jardin. Mais leur adaptabilité hors du commun vous permet de les utiliser comme il vous plaira : de la plus classique haie de bord de mer au plus surprenant topiaire (Dzhangaliev et al., 2003).

La présence des nodules de fixation d'azote gazeux sur ses racines lui permet de s'adapter aux sols faibles (Dzhangaliev et al., 2003)

Selon Dzhangaliev et al (2003), il a signalé que l'olivier de Bohème est une espèce exigeante en lumière et tolère la salinité du sol.

1-7- Répartition de l'olivier de Bohème

1-7-1- Dans le monde

Selon Dzhangaliev et al (2003), cette espèce se développe dans les altitudes tempérées. Repartie en Asie (Japon, Chine), dans l'Amérique du Nord (Etats-Unis) et dans le bassin méditerranéen, elle est aussi subspontanée dans le sud de l'Europe surtout. (Jacamon, 1992) (Voir le **tableau 13**)

Selon Brosse (2000), il existe environ 40 espèces dans le Sud de l'Europe, en Asie et en Amérique du Nord.

1-7-2-En Algérie :

L'olivier de Bohème est subspontané et cultivé en Algérie comme un ornement des bords des routes (Simon, 1985).

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 Cherchell (Journal d'Agriculture, 1958).

1-7-2-1-Dans les Aurès:

L'olivier de Bohème est subspontané suivant les régions qui sont portées sur la carte : Ain –Touta, Barika, Tazoult et Ouled-Fadhel. Il est utilisé spécialement comme brise-vent, clôture de jardins et de fermes (DSA ,2004).

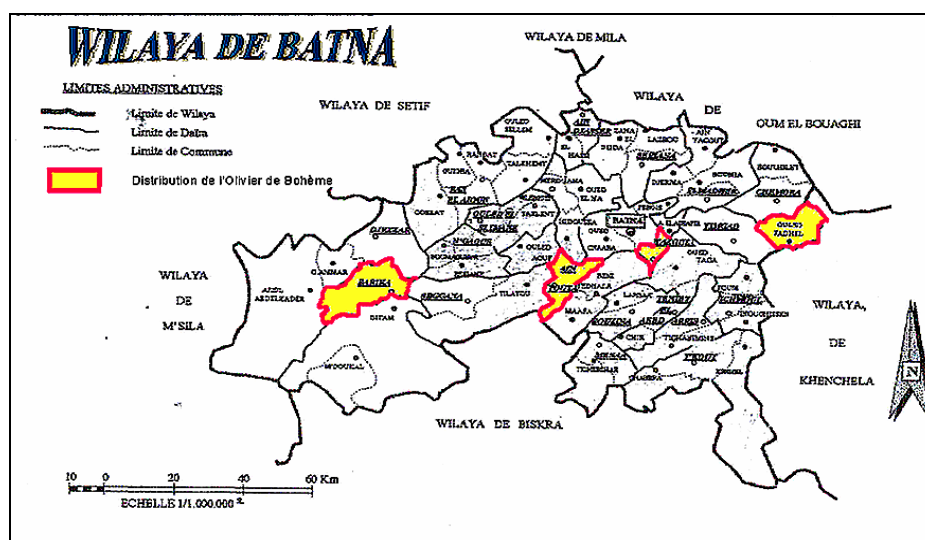


Figure n°9: Répartition de l'olivier de Bohème dans la région des Aurès (DSA ,2004).

2-Composition biochimique de la partie comestible des fruits *Elaeagnus angustifolia* L.:

Les fruits d'*Elaeagnus* renferment au moins 50% d'hydrates de carbones (Ayez et al, 1999).

Riches en sucres libres(fructose et glucose), sont un des plus importants constituants pour déterminer la qualité des fruits. Ils sont aussi riches en disaccharides, tels que le saccharose ; qui sont considérés comme les principaux sucres dans la plupart des fruits et qui contribuent à leurs saveurs (Ayez et al, 1999).

Tableau 13 : Composition biochimique d' *Elaeagnus angustifolia* L. (fruits) en%

Composants	concentrations	Les auteurs
Concentration de poids sec en%		
<u>Composants sucres</u>		
sucres		(Ayez et al., 1999)
Glucose	22,3±1,13	
Fructose	22,7±1,28	
Saccharose	traces	
<u>Protéines</u>	10,6	(Dzhangaliev et al. , 2003)
<u>Lipides</u>	0,8-1,2	(Bekker et Glushenkova, 2001)
<u>Phospholipides:</u>		
phosphatidylcholines	45,8	
phosphatidylethanolamines	25,0	
<u>Les polyphénols</u>	1,2	(Mavlyanov et al ., 2003)
catechin	0,2	
gallocatechin epigallocatechin	0,8	
proanthocyanidins	1,6	
flavonols	0,7	
Σ polyphénols	4,5	
Concentration de poids sec en mg/100g		
<u>vitamines</u>		
caroténoïdes	9,8	(Bekker et Glushenkova, 2001)
tocophérols	36,5	
vitamine C	22	
<u>acides phénoliques</u>		
acide Benzoïque	11,6±1,20	
acide 4-hydroxybenzoïque	45,8±0,68	(Ayaz et Bertoft, 2001)
acide Vanillique	14,7±0,81	
acide 4-Hydroxycinnamique	18,4±1,09	
acide Protocatechuic	28,1±0,58	
acide Ferulique	2,3±0,18	
acide Caleique	32±0,99	

Les fruits *Elaeagnus angustifolia* L. contiennent les acides gras saturés : acides stéarique (C 18:0) et palmitique (C 16:0) ainsi qu'un acide gras insaturé : l'acide palmitoléique (C 16:1). (Goncharova et al., 2001).

Le fruit renferme 16.9% d'acide palmitique (Potter, 1995). L'huile du péricarpe du fruit est prédominée par l'acide palmitoléique (16:1) (Goncharova et al, 2001).

Les fruits *Elaeagnus angustifolia* L. sont riches en protéines dont la teneur peut atteindre 10,6% (Dzhangaliev et al., 2003).

Selon Dzhangaliev et al (2003), ces fruits sont très riches en sels de potassium et de phosphore.

problèmes de peau tels que l'eczéma et la dermatite (AAC, 2003).

3-3-Autres Utilisations

D'après Askoy et al (1999), les feuilles et fruits *d'angustifolia angustifolia* L. (Elaeagnaceae) sont utilisées comme un indicateur de pollution pour des métaux lourds : Pb, Cd, Cu et Zn en "Turquie " *Kayseri*".

Données sur le jujubier (*Zizyphus lotus* L.)

1- Généralités

1-1- Introduction :

Le jujubier (*Zizyphus lotus* L.) est un arbuste épineux appartenant à la famille des Rhamnacées. Il forme des touffes de quelques mètres de diamètre pouvant atteindre 2 m de haut. Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales, à marges entières. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épines inégales et vulnérables. Les fleurs sont jaunes, pentamères et groupées en inflorescence cymeuses. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés. L'endocarpe mucilagineux, appelé "Nbag", est sucré et comestible (Bsaissi et Bouhache ,2002).

1-2- Etymologie :

Son nom *zizyphus* vient de latin, il aurait pour origine un mot arabe «Zizouf» (Catoire et al., 1994).

Le « *Zizyphus lotus* L.. » appelé également jujubier des Lotophages ou jujubier de Berbérie pousse sur les rives sud de la méditerranée jusqu'en Afghanistan et communément appelé au Maghreb et Algérie "*Sedra, azuggwar* " (Bsaissi et Bouhache ,2002).

1-3- Historique et origine :

Arrivé de Chine en Méditerranée en l'an 2000, avant Jésus Christ. Le jujubier est originaire de la Chine septentrionale. De là il avait été apporté en Asie Occidentale 2500 ou 3000 ans avant l'ère Chrétienne, puis en Occident dans la région méditerranéenne où il se serait naturalisé (Boudy, 1951).

Transporté de Syrie à Rome sous l'Empereur Auguste, son aire en Méditerranée correspond à celle de l'Olivier. (Boudy, 1951).

Ensuite, il s'est répandu en Algérie, Tunisie, Italie, Espagne et partout dans l'Europe Méridionale, sans parler du Proche-Orient. (Quezel et Santa, 1962 ; Baba Aissa, 1999).

1-4- Classification botanique :

Selon Bailey (1976) cité par Kennedy (1980), sa classification se présente comme suit:

Règne	Végétale
Embranchement:	Spermaphytes
Sous embranchement:	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Ordre	Rhamnales
famille	Rhamnacées
Genre:	<i>Zizyphus</i>
Espèce:	<i>Zizyphus lotus</i> L.

1-5- Genre et Habitat :

Le genre *Zizyphus* qui existe dans les régions tempérées des deux hémisphères, est représenté par près de soixante cinq espèces différentes (Bammi et Douira, 2004).

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).

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).

1.6. Description de l'espèce:

***le Port :** C'est un arbuste de 5-6 mètres de hauteur, ou un petit arbre à brindilles grêles, effilées, verdâtres, glabres, souvent épineuses (les variétés chinoises sont inermes). Cet arbre drageonne beaucoup. Les vieux sujets ont un tronc crevassé. Le feuillage et le port de cet arbre contribuent à lui donner un aspect exotique (Brosse, 2000).

***Les Feuilles :** Les feuilles sont caduques, alternes, ovales oblongues, glabres sur les deux faces, finement dentelées (Catoire et al., 1994).

***Les Fleurs :** Les fleurs sont petites, jaunâtres, axillaires, fasciculées. Bisexuelles, fleurissant entre le mois de juin et juillet. Les gelées de printemps ne sont jamais néfastes à sa fructification (Catoire et al., 1994).



Figure n°10: Différentes parties de l'arbuste de jujubier

***Les Fruits :** Les fruits sont ovoïdes oblongues 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 glutineux, à saveur sucrée et fade. La maturité de ces fruits entre le mois septembre / octobre (Catoire et al. ,1994).

La fructification commence dès la quatrième année ; l'arbre est en plein rendement vers l'âge de quinze ans ; il est très productif lorsqu'il reçoit des arrosages copieux pendant l'été. (Catoire et al ,1994).

1-7- Répartition dans le monde et en Algérie.

1-7-1- Dans Le monde :

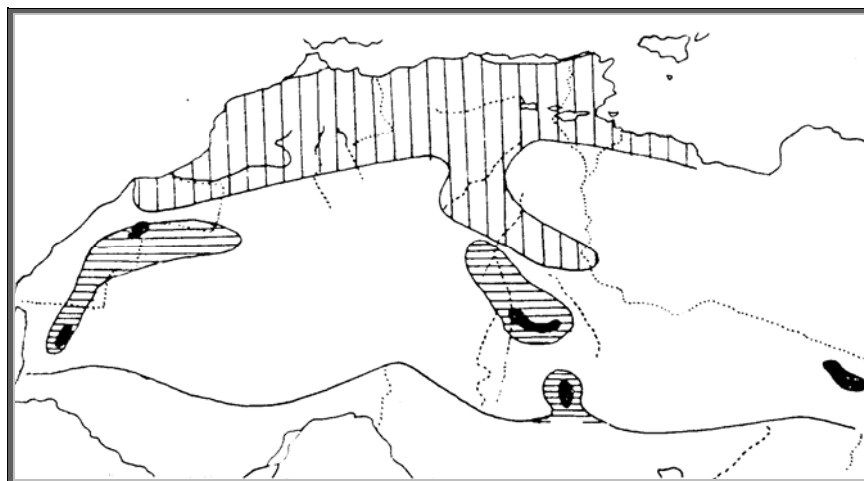
L'aire de répartition du *zizyphus lotus* L. s'étale sur tout le nord de Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc et Libye) (Quezel et Santa, 1962).

Le *zizyphus lotus* L. est une espèce méditerranéenne et subtropicale (Baba Aissa, 1999).

1-7-2- En l'Algérie :

Le *Zizyphus lotus* L. est très répandu dans les régions arides d'Algérie du Sud (Ain Oussera et Messad (Wilaya de Djelfa) à climat aride et Taghit (Wilaya de Bechar) au climat saharien (Smail-Saadoun , 1999).

Il est très commun dans toute l'Algérie sauf le tell Algéro-Constantinois. (Boudy, 1951), connu sous le nom de « Sedra », « N'beg », « Djerdjer » et « Azar » (Baba Aissa, 1999).



Aire de *Zizyphus lotus* L.

Figure n°11 : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* L. en Algérie (Quezel et Santa, 1962)

2-Composition biochimique de la partie comestible de fruits de jujubier

Tableau 16: Composition biochimique du fruit /100g de fruit de jujubier frais. (Murdock, 2002).

Macroéléments en g/100g de matière fraîche	
Protéine	1.2
Lipide	0.2
Glucides	20.2
Cendres	0.5
Matière sèche	22.1
Calorie en k cal	79.00

Teneur des vitamines /100 g de fruits de jujubier frais	
Carotène	2 µg
Vitamine C	69 mg
Tocophérol	19.5 mg
Thiamine	0.00 mg
Niacine	0.90 mg
Vitamine B6	0.10mg

Teneurs des éléments minéraux /100g de fruit de jujubier (matière sèche):	
Ca	21mg
Mg	10mg
K	250mg
Na	3 mg
P	0.1mg
Fe	0.1mg
Cu	0.1 mg
Zn	0.1mg
Mn	0.1mg

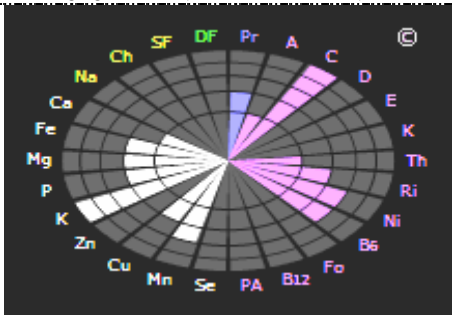


Figure n° 12 : principaux minéraux et vitamines du fruit du jujubier frais (Murdock, 2002)

La composition moyenne de la pulpe de jujubier frais est résumée dans le tableau suivant (Catoire et al ,1994).

Tableau 17: Composition moyenne de la pulpe de jujubier frais (Catoire et al ,1994; Grosskinsky, 2000).

La fraction de la pulpe du fruit	Le pourcentage
Eau	64% à 85%
Matière minérale	0.4%à 0.73%
Sucres	20%à 32%
Protides	0.8% à 2.1%
Lipides	0.1%à 0.3%
Vitamine A	0-42 mg
Vitamine C	1000 mg

- La valeur alimentaire est de 55 à 135 calories pour 100g
- La matière minérale comporte en général une teneur relativement élevée en fer et en calcium.
- La pulpe de jujube séchée peut avoir une teneur en eau inférieure à 20% et sa valeur alimentaire peut dépasser 300 calories pour cent grammes.

La pulpe de jujube fraîche contient des vitamines en quantités très variables :

Vitamine A : 0- 42mg /100g (Catoire et al ., 1994).

La richesse en sucre du jujube, comparable à celle de la figue, constituait un aliment de grande valeur qui méritera d'être plus répandu. De plus, il peut être facilement exporté.

3-Différentes utilisations de Jujubier :

3-1- Utilisation alimentaire

Le jujube se consomme frais, en conserves, en confits, en confiture, en liqueur, ou à l'état de pâte. Il est possible de le faire sécher pour assurer une plus longue conservation (Bsaissi et Bouhache, 2002).

La consommation à l'état frais des jujubes est largement utilisée et recherchés en confiserie (fruits confits) (Bsaissi et Bouhache ,2002).

Pour l'exportation, les jujubes sont ordinairement séchés. La dessiccation est faite sur claie, au soleil, pendant une dizaine de jours (Bsaissi et Bouhache ,2002).

La préparation en sirop est très appréciée en confiserie .Elle consiste à piquer les fruits en les roulant sur une planche garnie de pointes, puis de les faire bouillir pendant une demi-heure dans un sirop à 50% de sucre. L'opération est répétée après refroidissement puis les jujubes sont mis à sécher au soleil jusqu'à ce qu'ils aient atteint la consistance d'une datte (Bsaissi et Bouhache ,2002).

Leur forte teneur en vitamines A et C font que les jujubes servent à la confection d'une pâte pectorale agréable, ou de sirops qui font partie de plusieurs médicaments et dont les préparations sont inscrites au Codex pour arrêter les irritations de la gorge et la toux. Pour obtenir la pulpe qui servira au sirop, on expose les fruits sur des diaphragmes à l'action de la vapeur d'eau ; quand le ramollissement est suffisant, on retire les noyaux et on pile la pulpe dans un mortier ; il reste à passer le jus à travers un tamis de crin (Catoire et al , 1994).

On peut en faire une boisson alcoolique à goût de cidre. L'extrait aqueux du bois de jujubier renferme un principe cristallisable (acide zizyphique), un peu de tanin et un peu de sucre qui lui confèrent les propriétés du cachou (CD Herbal pharmacy.1997).

En médecine populaire, un mélange de cendres de bois de jujubier et de vinaigre était autrefois appliqué sur les plaies causées par des morsures de vipères (Souidi et Ahmadi, 2000).

Certaines tribus Touareg, celles du Mali notamment, confectionnent avec les jujubes secs ou séchés, une sorte de pain non levé appelé " Oufers " qu'on trouve sur le marché de Gao notamment ; pain en forme de galette épaisse, percé d'un trou au centre ou pourvue d'une branchette fourchue pour permettre de le suspendre à la selle du chameau à l'aide d'une cordelette ou d'une courroie. (Degnouché, 2005).

Les jujubes sont commercialisés sur les marchés d'Afrique du Nord, de Syrie, d'Arabie et des grands centres du Sud du Sahara : St Louis, Kayes, Tombouctou, Gao.

Le noyau de jujube broyé fournirait une huile spéciale de qualité.

Le miel issu du butinage de ses fleurs fournirait aussi un miel haut de gamme. (Fabrici et Renard, 1999).

3-2- Utilisation thérapeutique :

***Fruits :**

Selon Baba Aissa (1999), les fruits sont surtout employés dans les affections respiratoires comme calmant.

En Chine, les fruits sont recommandés pour le traitement des affections inflammatoires de la gorge, des voies respiratoires, des inflammations intestinales et urinaires (Chouchane, 2001).

*** Feuilles :**

En Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc et Libye) les feuilles sont prescrites dans les diarrhées (Esameldin, 2003).

***Racines** sont réduites en poudres et additionnées à l'eau pour calmer les irritations (Clifford et al, 2002).

***Graines** sont employées comme tonifiant. En Chine, elles sont utilisées pour traiter l'insomnie par asthénie physique. (Chaieb et Zaafouri, 2000).

3-3-D'autres utilisations.

Zizyphus lotus L. protège les nouveaux plants contre les animaux et les vents violents (Smail-Saadoun, 1999).

Zizyphus lotus L. constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le pâturage. En plus de cela, le sol où les feuilles du *Zizyphus lotus* L. tombent deviendrait acide et faciliterait la germination des graines (Smail-Saadoun, 1999).

Selon Smail-Saadoun (1999), il est utilisé comme porte-greffe du *Zizyphus jujuba* ou en buisson épineux pour former des haies défensives. Il est très bien adapté à son milieu naturel et supporte des conditions de la sécheresse.

-En Algérie : Selon Abdelguerfi (2003) :

-Le jujubier est classé parmi les espèces fruitières spontanées. Il est utilisé actuellement le long des routes nationales au niveau des régions montagneuses.

-Les petits fruits de montagne font l'objet d'une commercialisation par des enfants et des jeunes.

Données sur les minéraux et les oligo-éléments

1. Généralités

1-1- Quels sont les minéraux ?

Tout comme les vitamines, les minéraux n'apportent pas d'énergie, mais ils sont indispensables à la vie de nos cellules. Notre alimentation doit en apporter chaque jour des quantités suffisantes pour compenser les pertes dans les urines.

Les sels minéraux sont présents dans tous les aliments. Pour assurer un apport suffisant, il suffit de varier son alimentation et de manger équilibré (Bouer, 2003).

Les minéraux forment une vaste famille d'éléments inorganiques que l'on trouve dans notre alimentation et qui sont, pour certains, des substances indispensables. On trouve 22 minéraux essentiels qui se regroupent en macrominéraux et microminéraux ou oligo-éléments. (Favier, 1999 ; Etournaud, 1999)

Parmi ces substances indispensables, on distingue :

- Les macro-éléments ou éléments minéraux majeurs : Na, K, Cl, Ca, P, Mg
- Les oligo-éléments ou éléments en traces : Fe, Zn, Cu, Se, I, ...

Tout comme les vitamines, les minéraux font l'objet d'apports nutritionnels conseillés (ANC).

Les macro-éléments se différencient des oligo-éléments entre autres par les quantités quotidiennes que nous devons apporter à notre organisme. Les besoins en macro-éléments sont de l'ordre du gramme (g) ou du dixième de gramme par jour tandis que ceux en oligo-éléments sont de l'ordre du milligramme (mg) ou du centième de milligramme (µg) (**Tableau 18**)

1-2- Quels minéraux dont nous avons besoin ?

Il y a beaucoup de minéraux dont nos corps ont besoin. Il y a plus de huit minéraux majeurs et dix-sept traces de minéraux. Les traces de minéraux sont ceux dont le besoin est minime, mais est aussi important que pour les minéraux majeurs (Golden, 2002).

1-3- Comment sait-t-on qu'on obtient assez de minéraux ?

Les minéraux sont trouvés dans une variété de nourritures, y compris pain, céréales, fruits, légumes, viande, pêche, volaille, laiterie, légumineuses, semences et noix. En mangeant une variété large de ces nourritures tous les jours, on est capable d'obtenir tous les minéraux dont on a besoin (Siret, 2002).

Tableau18 : Comparaison de la teneur (en g/Kg) en éléments chimiques du corps humain (d'après Schroeder) et de l'écorce terrestre cité par Favier(1999).

ÉLÉMENTS MAJEURS					
Oxygène	624,3	Carbone	211,5	Hydrogène	98,6
Azote	31,0	Calcium	19,0	Phosphore	9,5
Potassium	2,3	Soufre	1,6	Chlore	0,8
Sodium	0,8	Magnésium	0,27		
OLIGO-ÉLÉMENTS					
Fer		0,06	Fluor		0,037
Zinc		0,033	Strontium		0,0046
Rubidium		0,0046	Cuivre		0,001
Brome		0,0029	Sélénium		0,0002
Vanadium		0,0003	Iode		0,0002
Manganèse		0,0002	Nickel		0,0001
Molybdène		0,0001	Cobalt		0,00002
Chrome		0,00002	Beryllium		0,0000003
Uranium		0,000001			
TENEUR DE LA CROÛTE TERRESTRE					
Oxygène	492	Silicium	260	Aluminium	74
Fer	42	Calcium	35	Magnésium	23
Sodium	24	Potassium	23	Hydrogène	10
Titane	5	Carbone	4	Chlore	2
Soufre	5	Phosphore	1	Fluor	1
Manganèse	1	N,Ba,U,Ni,Cu,Cr	0,1	Aluminium	74

2-Macroéléments

2-1-Sodium

Caractéristiques

Le sodium est présent dans tout l'organisme qui en contient 100 g.

- 50 % dans le liquide extra-cellulaire,
- 20 % à l'intérieur des cellules,
- 30 % pas ou peu échangeable dans les sels des os.

Son taux dans le plasma sanguin et les liquides interstitiels est 4 à 5 fois plus élevé qu'à l'intérieur des cellules. L'absorption est rapide et presque complète. Il est excrété dans l'urine (excrétion régie par l'aldostérone) (Dunne, 2002).

Besoins

Ils ne dépendent que des pertes à compenser qui sont minimales. L'apport moyen journalier recommandé est estimé entre 500 et 2400 mg (Eounard, 1999 ; Dunne, 2002).

Sources

En général, la moitié du sodium consommé fait partie naturellement des aliments, l'autre moitié est représentée par le sel ajouté à la cuisson et à l'assaisonnement. Les aliments riches en sodium à l'état naturel sont les produits de la mer, les œufs, la viande, le lait, le fromage frais, les légumes frais. Certaines eaux minérales peuvent être naturellement riches en sodium : Vichy (Dorcas, 1996).

2-2-Potassium

Caractéristiques

Selon **Farrell (2005)**, l'organisme d'une personne de 70 kg en contient environ 140g, dont 90 % sont localisés à l'intérieur des cellules, c'est le principal cation intracellulaire. Sa concentration est plus élevée dans les liquides digestifs que dans le plasma. (Dunne, 2002).

Besoins

L'apport journalier quotidien recommandé est non établi : un régime assez énergétique en fournit une quantité plus que suffisante. (Horsley, 2005) Le besoin journalier pour l'adulte est de 2.5g (minimum 782mg) (Eounard, 1999).

Sources

Les sources principales de potassium sont les fruits secs, les oléagineux, la banane, les légumes frais, les céréales, les légumineuses. On en trouve aussi dans certaines boissons comme le thé et le chocolat. (CNDP, 2001). La plupart des aliments riches en potassium sont pauvres en sodium (Horsley, 2005).

2-3- Magnésium

Caractéristiques

Selon Leblanc et Verger (2004). Le magnésium est le deuxième cation intracellulaire il est présent dans toutes les cellules et plus particulièrement dans les os. L'absorption est analogue à celle du calcium, il est excrété principalement par les urines .

Besoins

L'apport journalier moyen recommandé est de 350 mg (300-500mg) (Etournard,1999).

Sources

Le magnésium se trouve dans le lait, les produits laitiers, les eaux minérales riches en magnésium , les céréales complètes, noix, légumineuses, et légumes verts à feuilles (Dorozs,1996;CNDP;2001).

2-4-Calcium

Caractéristiques

Le calcium est le minéral le plus abondant dans l'organisme : le corps contient 1000 à 1500 g de calcium dont 99 % se trouvent dans le squelette et les dents. Le 1 % restant est réparti entre les milieux intra et extra-cellulaires. Le calcium est absorbé dans l'intestin en présence de vitamine D. Le magnésium participe à la répartition du calcium dans les tissus (Siret ,2002).

Besoins

L'apport journalier moyen est de 1200 à 1500 mg puis de 800 à 1000mg après l'âge de 25 ans(Siret ,2002;Liberman,2003).

Sources

Le calcium est surtout apporté par les laitages, l'eau minérale riche en calcium (Hépar, Contrex) et aussi par les légumes frais.

Ce sont les fromages à pâte cuite qui sont les plus riches en calcium, plus particulièrement le parmesan et ensuite le gruyère (de l'ordre de 1000mg de calcium pour 100g) (Dorozs,1996).

2-5- Phosphore

Caractéristiques

C'est le minéral le plus important après le calcium : 700 g chez un adulte de 70 kg, dont 80 % dans le squelette et 10 % dans les muscles 10 % dans le tissu nerveux et le sang, en particulier sous forme de composés phosphoprotéiques, phospholipides, et ATP. L'absorption est facilitée par la vitamine D. Le phosphore est excrété par les fécès et par l'urine(Rullier,1995).

Besoins

L'apport journalier recommandé est de 800 mg (Etaunard,1999).

Sources

Le phosphore est abondant dans le lait, les œufs, la viande, le poisson, la volaille, les légumineuses, les noix et les céréales entières (Dorozs,1996).

3-Oligoéléments (ou éléments traces)

3-1-Définition des oligo éléments

Les oligo-éléments constituent une classe de nutriments dont la définition ne repose ni sur des propriétés chimiques ni sur des propriétés biologiques homogènes.

Leur définition, donnée par Gabriel Bertrand est avant tout analytique. Par opposition aux éléments chimiques majeurs du corps humain, les oligo-éléments sont présents à une teneur inférieure à 1 mg/kg de poids corporel. Toutefois Gabriel Bertrand avait déjà pressenti le caractère indispensable de certains d'entre eux (Fevier et Maljournal,1980).

Sont considérés comme oligoéléments essentiels pour l'organisme le fer, le cuivre, le zinc, le manganèse, le cobalt, le vanadium, le chrome, le sélénium, le molybdène, le nickel, l'étain, le silicium, le fluor et l'iode. D'autres comme Rb, Br, Al, B, Ba, Ti, Au, Sb, Te, Li, Cs, U, Bi sont présents dans l'organisme mais ne sont pas considérés comme essentiels (Fevier et Maljournal,1980).

3-2-Essentialité des oligo-éléments

Les oligo-éléments essentiels sont ceux qui répondent aux critères fixés par Cotzias :

- être présents dans les tissus vivants à une concentration relativement constante ;
- provoquer, par leur retrait de l'organisme, des anomalies structurelles et physiologiques voisins dans plusieurs espèces ;
- prévenir ou guérir ces troubles par l'apport du seul élément (Fevier,1999).

Actuellement grâce aux progrès des méthodes d'analyse, de la purification des nutriments de base (eau, glucides, protéines, vitamines), à l'amélioration des conditions d'élevage (cages en quartz, air ultrafiltré) un nombre croissant d'oligo-éléments ont été démontrés essentiels à des doses infimes chez l'animal (Dorozs,1996).

Or, pour les éléments (Cd, Pb, As), dont les carences expérimentales ont montré des perturbations chez l'animal, aucun signe de carence n'a encore pu être observé chez l'homme. Compte tenu du niveau élevé d'apport par la pollution de notre environnement ces oligo-éléments se trouvent dans notre organisme à un niveau moyen plus proche du niveau toxique (Fennemo , 1997).

3-3- Fer

Caractéristiques

Il existe dans l'organisme 3,5 à 4 g de fer. On appelle « fer héminique », celui qui est dans l'hémoglobine ou la myoglobine et « fer non-héminique » celui qui est stocké sous forme de réserves dans le foie (ferritine) ou transporté (transferrine) dans le sang.

L'organisme économise ses réserves en fer : l'ensemble des éliminations par les selles, les urines et la sueur totalise au maximum 0,7 mg par jour. La plus grande partie du fer éliminé par les cellules étant recyclée par l'organisme.

Les seules pertes importantes de fer sont celles qui se produisent chez les femmes pubères (règles), les femmes enceintes et les femmes allaitantes (Toyooko, 1999).

Besoins

Les besoins sont en général couverts par l'alimentation. L'apport journalier recommandé est de 10 mg pour les hommes et de 15 mg pour les femmes (Etaunard, 1999).

Sources

Les meilleures sources de fer sont le boudin noir, le foie, les viandes rouges, les viandes blanches, les fruits de mer, les poissons, le jaune d'œuf, les fruits séchés, les légumineuses (lentilles) (Rullier, 1995; Dorscas, 1996).

3-4- Cuivre

Caractéristiques

Il existe dans l'organisme 75 à 100 mg de cuivre sous différentes formes. Il est surtout lié à des acides aminés ou à des protéines. Dans les tissus, il est particulièrement concentré dans le cœur, le foie, l'encéphale et la rate (Bauer, 2002). Dans le sang, il est totalement lié à des protéines (albumine et céruloplasmine). Le cuivre libre est dangereux, il peut catalyser des oxydations indésirables. Le cuivre est excrété dans les fèces (Toyooko, 1999).

Besoins

L'apport journalier recommandé est de 1 à 2 mg (Etaunard, 1999).

Sources

On trouve le cuivre dans le foie, les fruits de mer, les céréales entières et les légumineuses (Fennemo, 1997).

3-5- Zinc

Caractéristiques

Il existe dans l'organisme 2 à 3 g de zinc. Plus de la moitié se situe dans les muscles et un tiers dans les os. Certains tissus comme le foie, les reins, la prostate, les cheveux, les yeux ont une teneur élevée en zinc. (Fennemo, 1997).

Besoins

L'apport journalier recommandé est de 15 mg (Waine, 2001 ; Unicef, 2002).

Sources

On trouve le zinc surtout dans les viandes, les poissons, les fruits de mer, les légumineuses, les noix, le germe de blé et les levures.

La source la plus riche est l'huître (70mg pour 100g) (Etounaard, 1999).

3-6-Manganèse

caractéristique

Il est indispensable pour le fonctionnement de quelques enzymes. Chez l'homme le contenu de manganèse varie de 12 à 20 mg. Les organes plus riches sont : les os, le foie, les reins et le pancréas (Langman et Crown, 2003).

Besoin

La dose journalière conseillable n'est pas encore été définie officiellement ; à ce jour l'on s'accorde sur une quantité variable comprise entre 1 et 10 mg par jour (Etaurnard, 1999).

Sources alimentaires

Le manganèse se trouve dans les céréales complètes, la viande séchée, le thé, le vin, les betteraves, et les pommes de terre. (NVE, 1999).

3-7 –Cobalt

Caractéristiques

Le cobalt (Co) est un oligoélément essentiel en tant qu'atome central de liaison de la vitamine B12 (cobalamines) (Adrian et al, 1981).

Besoin

les apports journaliers ne soient pas supérieurs à 200 µg/j.(Golden ,2002).

Sources

Les sources alimentaires majeures en B12 sont les produits animaux comme la viande, le poisson, la volaille, les fruits de mer, le lait, le fromage et les œufs (NVE,1999).

Toxicité

Teneurs en cobalt retrouvées dans les aliments

Le cobalt est présent dans une grande partie des aliments à des teneurs moyennes comprises entre 25 et 50 µg/kg pour les groupes d'aliments suivants par ordre décroissant : le chocolat, les mollusques et crustacés, les fruits secs et graines oléagineuses, les pâtes et les entrées, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 20 µg/kg.

4- Compositions minérales des végétaux

4-1- Valeur moyenne

L'analyse des plantes montre qu'elles contiennent, à des proportions différentes, onze éléments en grandes quantités (azote , calcium , Carbone , chlore , hydrogène , magnésium , oxygène , phosphore , potassium, sodium , soufre) et 18 éléments en quantités réduites (Aluminium , Arsenic , Bore , Brome , Cobalt , Cuivre , Etain , Fer , Fluor , Iode , Manganèse , Molybdène , Nickel , Plomb , Silicium , Titane , Vanadium et Zinc). Parmi ces 29 éléments seulement 13 sont indispensables (Heller et al ,1998)

Selon Heller et al (1998) ; La composition minérale d'un tissu se détermine sur le résidu sec, après incinération ou minéralisation ; les trois éléments caractéristiques des substances organiques (C , H , O) représentent en plus masse de 90% du résidu sec, en moyenne, le carbone représente 44 %, l'oxygène 44 % et l'hydrogène 6 .

Malgré l'importance quantitative et qualitative de ces éléments majeurs organiques, on ne les apporte pas dans une fumure. Les plantes les incorporent dans leurs tissus végétatifs par l'intermédiaire des processus de photosynthèse, les autres éléments ,dits "éléments minéraux" (car en général tirés des minéraux du sol) ; sont classés, selon leur l'importance pondérale, en deux groupes :

-Les macroéléments comprennent les 6 éléments minéraux majeurs :

N, Ca, Mg, P, K et S , il y a une grande variabilité dans les teneurs de ces éléments dans les tissus foliaires selon les espèces, variétés et conditions du milieu de culture, l'azote N(1à3% de la matière sèche, le potassium K(2% à 4% en général) ; le calcium Ca (1 à2%) le magnésium Mg (0.1à0.7%), le soufre S(0.1 à0.6%) et le phosphore P(0.1à0.5%) (Plank ,1992et Heller et al ,1998)

-Les oligéléments comprennent une vingtaine d'éléments:

Les valeurs habituellement relevées dans les analyses de végétaux sont les suivantes: Fer : 40-250 ppm (MS). Bore: 10-500 ppm. Manganèse: 15-400 ppm. Zinc : 5-200 ppm. Cuivre : 5-30 ppm. Chlore : 5-20 ppm et Molybdène : moins de 1 ppm .ou en peu s'agit que le Fe et Mn varient (100 à1000ppm) et Zn ,Cu,B , aux environs de 10ppm de MS.et aussi Al, Ni, Co, MO, I; Br, F, à des taux plus faibles encore,de 0.001 à 1 ppm de MS et, à des taux variables , mais toujours très faibles, si ce n'est dans des cas particuliers ,la plupart des autres éléments minéraux présents dans le sol ou les eaux et qui contaminent les végétaux à leur contact comme : Li, Pb,Ti, Cr, Pb... (Plank ,1992et Heller et al ,1998)

4-2-Facteurs des variations des minéraux dans les végétaux:

les valeurs sont variées en fonctions de différents facteurs. La nature du sol et les autres paramètres de l'environnement qui influent sur l'absorption des ions, modifient évidemment la composition minérale des végétaux , .mais des différences apparaissent aussi en fonction du végétal lui même (Heller et al ,1998)

4-2-1-Facteurs intérieurs

espèce

certaines végétaux présentent des teneurs particulièrement élevées en tel ou tel élément (Heller et al ,1998)

âge et nature de l'organe

Les graines relativement à leur masse ont une teneur très élevée en éléments minéraux, mais cela tient essentiellement à leur faible hydratation par rapport à leur matière sèche. leur composition minérale est assez proche des autres organes.

Les plantules sont également riches en éléments minéraux, du fait des réserves venues de la graine et d'une absorption intense dans les stades jeunes.

Au fur et à mesure que la plante se développe, la masse en tel ou tel élément augmente donc dans les premiers stades de la croissance des tissus et peut être encore plus importante que l'absorption, bien que la masse totale absorbée augmente "effet de dilution". En fin de croissance non seulement l'absorption diminue, mais il peut même se produire un léger rejet dans le milieu.

En règle générale, les organes jeunes sont relativement riches en K, Net P, tandis que, plus âgés, ils se chargent en Ca. (Heller et al, 1998).

4-2-2-Facteurs extérieurs sont les suivants :

La respiration, transpiration, composition chimique et la texture et aspect externe du sol, la température, lumière, vent, précipitations, nutrition minérale, pulvérisateurs chimiques, irrigation et drainage. La valeur alimentaire des fruits peut changer en fonction de ces facteurs, par exemple, le contenu d'acide ascorbique peut augmenter en raison de l'utilisation des engrais en K, magnésium et Zn et diminution d'acide ascorbique par des engrais en N et P. Les fruits sont riches en lipides et surtout de source des glucides (Dubois, 1975).

5- Toxicité:

5-1-Toxicité par les métaux lourds :

Le terme « métal lourd » désigne l'élément du tableau périodique de masse volumique supérieure à 4,5 g/cm³. Comme certains non métaux répondent à cette définition, on a remplacé le terme par « élément trace métallique ou ETM » (Verlo, 2003).

5-2- Toxicité par les oligo-éléments :

Selon le Blanc et Verger (2004) ; Une des particularités des oligo-éléments est qu'effectivement ils peuvent tous provoquer des désordres importants lorsqu'ils sont apportés à des taux trop élevés dans l'alimentation humaine. Il convient de ne jamais oublier cette particularité que l'effet de l'apport d'un oligo-élément dépend de la dose.

On peut distinguer :

- Les oligo-éléments essentiels à risque de carence démontré chez l'homme : Iode, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium, Chrome, Molybdène, Fluor).
- Les oligo-éléments essentiels à faible risque de carence (non prouvée chez l'homme)
: Manganèse, Silicium, Vanadium, Nickel, Étain, Cobalt).

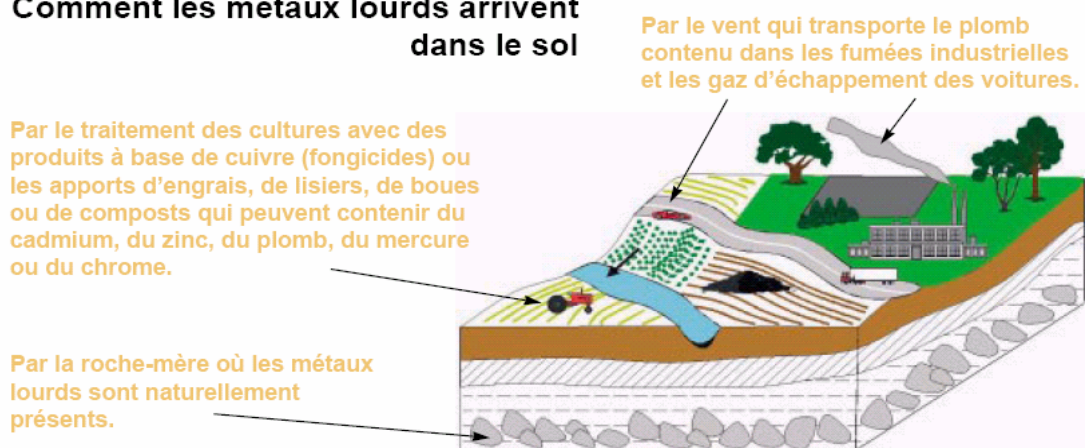
Le tableau 19 : Seuil des quelque métaux dans les végétaux (Leblanc et Verger, 2004).

Eléments	Le seuil dans les végétaux "fruits et les grains elaeagineuses "
Cuivre	>7.15mg/100g MS
Zinc	>10mg/100gMS
Plomb	>0.5ppm

5-3-Comment les métaux lourds arrivent dans le sol vers les plantes

Selon Verloo (1992) , les toxicités sont dues à des excès d'éléments dans le sol . Ces excès ont pour origine un travail superficiel de sol , concentrant les fumures en surface ou/et un excès de fumures . Les éléments majeurs atteignent rarement le seuil de toxicité . Les oligoéléments qui peuvent être apportés au seuil toxique sont le bore , le chlore le cuivre , le Manganèse et le Zinc. Des métaux lourds peuvent être indirectement apportés dans le compost , par exemple : le plomb , le mercure et le chrome .

Comment les métaux lourds arrivent dans le sol

**Figure n°13 :** Comment les métaux lourds arrivent dans le sol vers les plantes

source : INRA / OPIE, 2003

Exemple : Le plomb

Le plomb est normalement peu abondant dans les aliments, sauf en cas de tuyauteries en plomb ou de matériels de cuisine particuliers, ainsi qu'en atmosphère très polluée (OMS, 1999)

La plus grande partie de ce plomb est apportée par les légumes et les fruits (50 %), le pain et les pommes de terre ; les teneurs les plus fortes sont trouvées dans le champignon

et le céleri. Le plomb est responsable de coliques, de polynévrites, d'encéphalopathies avec délire et convulsions pouvant aboutir à la mort.. L'augmentation de l'acide delta aminolévulinique ou ALA (précurseur de la biosynthèse de l'hème) est un indicateur précoce d'exposition au plomb, de même que l'activité érythrocytaire de l'ALA-déshydratase. L'enfant est particulièrement sensible au plomb, qui pourrait être responsable du retard de développements de l'intelligence. (Bersson,2001).

Des analyses systématiques des métaux lourds montrent que les valeurs autorisées ne sont que rarement dépassées dans l'alimentation belge commercialisée par les grandes surfaces. La limite de 200µg/g est parfois franchie dans l'épinard mais les producteurs, en choisissant judicieusement les variétés, peuvent fortement réduire l'absorption par la plante. (Bersson,2001).

Les plus hautes teneurs se retrouvent toujours dans les potagers privés, les jardins populaires sis à la périphérie des grandes villes, parfois à proximité d'activités polluantes ou d'anciens sites industriels.(Verloo,2003).

Données sur les vitamines

1- Généralités :

1-1- Introduction :

C'est en 1914 que Funk démontra l'implication d'un complexe aminé (identifié plus tard comme étant la thiamine) dans la guérison d'une pathologie nerveuse, le béribéri, et utilisa pour définir ce complexe le terme de vitamine (amine nécessaire à la vie). Sous cette appellation sera regroupé par la suite un ensemble de substances indispensables, à faibles doses au bon fonctionnement de l'organisme humain, substances que ce dernier est incapable de synthétiser et qu'il ne peut trouver que dans les aliments. Au fil des années et de l'isolement de telles substances, deux sous groupes seront constitués pour les classer: les vitamines liposolubles, pouvant être stockées par l'organisme (A, D, E et K), et les vitamines hydrosolubles, rapidement éliminées par celui-ci (B et C) (Pakin, 2004).

1-2- Définition et nomenclature :

Etymologiquement, « amines nécessaires à la vie », les vitamines ont en fait des structures variées et ne sont pas toutes des amines. Contrairement aux nutriments habituels utilisés pour la production d'énergie ou incorporés au cours de la synthèse des constituants de l'organisme (glucides, acides aminés ou acides gras essentiels), les besoins quotidiens en vitamines ne sont que de quelques fractions de microgramme à quelques milligrammes. La nomenclature peut, au début, prêter à confusion car, à côté des dénominations chimiques des molécules, des notations abrégées sous forme de lettre est également utilisées. De même les unités sont parfois exprimées en unités internationales. (Grasset, 1999).

La nomenclature utilisée est indiquée dans le tableau. Il est habituel de regrouper les vitamines selon leur solubilité et d'opposer les vitamines liposolubles aux vitamines hydrosolubles, cette classification correspond à des propriétés différentes. Schématiquement, les vitamines liposolubles sont absorbées en même temps que les graisses et seront stockées. Par contre, à l'exception de la vitamine B12, les vitamines hydrosolubles ne sont pas stockées de manière prolongée et les apports excédentaires sont secrétés dans les urines. (Grasset, 1999).

Tableau 20 : Nomenclature utilisée et unité usuelle des vitamines. (Crasset ,1999).

<i>Molécule</i>	<i>Abreviations</i>	<i>Unité usuelle</i>
VITAMINES HY-DROSOLUBLES		
Thiamine	Vitamine B1	Mg
Riboflavine	Vitamine B2	Mg
Acide pantothénique	Vitamine B5*	Mg
Pyridoxine	Vitamine B6	Mg
Niacine	Vitamine PP ou B3*	Mg
Acide folique	Vitamine B 9	µg
Cobalamine	Vitamine B12	µg
Acide ascorbique	Vitamine C	mg
Biotine	Vitamine H ou B8	
VITAMINES LIPSOLUBLES		
Rétinol	Vitamine A	unité internationale 1 UI = 0,3 µg
Calciférol	Vitamine D	unité internationale 1 UI = 0,025 µg
Tocophérol	Vitamine E	unité internationale 1 UI = 1 mg acétate alpha-tocophérol
Phytoménadione	Vitamine K1	µg
Phylloquinone		

- Attention, dénomination à éviter car aux USA vitamine B3 = acide pantothénique.

1-3- Classification des vitamines :

D'après la nomenclature, il existe 13 vitamines classées en deux groupes en fonction de leur solubilité :

Selon Siret (2002), Les vitamines liposolubles A, D, E, K, et la vitamine F (ce n'est pas exactement une vitamine; sont regroupés sous le nom de vitamine F, les acides gras non saturés). Elles sont solubles dans les graisses et peuvent être difficilement éliminées. Elles sont apportées à l'organisme par les graisses contenues dans l'alimentation, s'accumulent dans le foie et les tissus adipeux. Fournies en trop grandes quantités, elles peuvent devenir toxiques.

Les vitamines hydrosolubles: groupe B et la vitamine C. Elle sont solubles dans l'eau et s'éliminent facilement. Elles doivent donc être fournies à l'organisme de manière régulière et quotidienne, celui-ci ne pouvant les stocker. Fournies en trop grandes quantités, elles seront éliminées dans les urines (Siret, 2002).

1.4. Structure chimique

Les vitamines constituent un groupe de molécules chimiquement hétérogènes. Ce sont des substances de faible poids moléculaire; de 122 pour nicotinamide (vitamine PP) à 1355g/mole pour le cyanocobalamine (vitamine B12). Certaines d'entre elles ont des structures qui s'apparentent à celles d'autres composés organiques: vitamines C et sucres, vitamine D et hormone stéroïdes; vitamines B12 et porphyrines (Bourgeois, 2003).

2-Différentes vitamines, structure chimique, physico-chimique, apports conseillés, sources,

2-1- Vitamines liposolubles :

2-1-1- Vitamine A

Formule brute : $C_{20}H_{30}O$

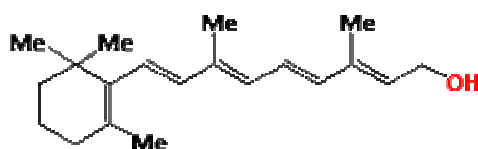
Masse molaire: 286g/mole

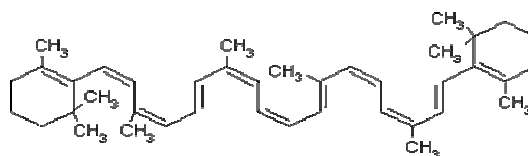
Synonymes : vitamine A, rétinol; axérophtol (ancienne dénomination) (Bourgeois, 2003).

Propriétés physicochimiques:

Transrétinol se présente sous forme de cristaux jaune pâle, prismatiques ou en aiguilles, le transrétinol 120 et ses esters (acétate et palmitate) sont insolubles dans l'eau mais facilement solubles dans l'éther, le chloroforme, l'acétone, les graisses et les huiles. (Adrian et al, 2002). Ils sont rapidement dégradés par la lumière, l'oxygène et les acides (Barron, 2001 ; Adrian et al, 2002 ; Pangman et al, 2003 ; Bender, 2003)

Structure de la vitamine A:



Structure de la provitamine A :**Besoins:**

Besoin journalier est 0,8 à 1,2 mg/jour (adulte) (Siret,2002).

Sources alimentaires:

- **vitamine A** : foie (huile de foie de morue), lait et produits laitiers, jaune d'oeuf.
- **provitamine A** : fruits et légumes, par exemple de Carottes 2 mg/100g. (FAO/WHO, 2004 et Anderson et Young, 2005).

2-1-2- Vitamine D

Les Formules brutes : vitamine D₂→C₂₈H₄₄O, vitamine D₃→C₂₇H₄₄O.

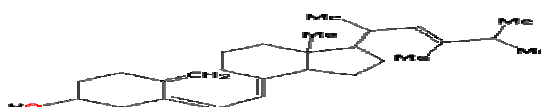
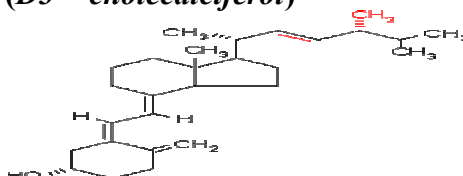
Les masses molaires: vitamine D₂→397, vitamine D₃→385

Synonymes: vitamine D, D₂=ergocalciférol, D₃=cholécalfiérol.(Bourgeois,2003).

Structures chimiques :

Essentiellement 2 dérivés de stérols avec une activité vitaminique "antirachitique":

- ergocalciférol (vitamine D₂)
- cholécalfiérol (vitamine D₃) (Ball,2005).

La Structure de la vitamine D₂ (D₂ = ergocalciférol)**Structure de la vitamine D₃ (D₃ = cholécalfiérol)****Propriétés physicochimiques:**

La vitamine D se présente sous l'aspect d'une poudre cristalline blanc jaunâtre. Elle est facilement soluble dans l'éther et le chloroforme .la vitamine D est dégradé assez rapidement que la vitamine A.(Persman,2005).

Besoins:

Besoin journalier est 0,005mg/jour (adulte)(Siret,2002).

Sources alimentaires:

La vitamine D est apportée à l'organisme soit par voie exogène alimentaire (D2 et D3), soit par voie endogène: l'irradiation des provitamines D2 (ergostérol) et D3 (dehydrocholestérol).

<u>Source</u>	<u>Teneur (UI/kg)</u>
lait	24
beurre	520
fromages (selon teneur en m.g.)	70 - 440
foie de veau	130
foie de volaille	520
huile de foie de flétan	13'000
bolets	1'240

1 UI = 0.025 µg de vitamine D

(Adrian et Potus ;Fragne,2002)

2-1-3- vitamine E

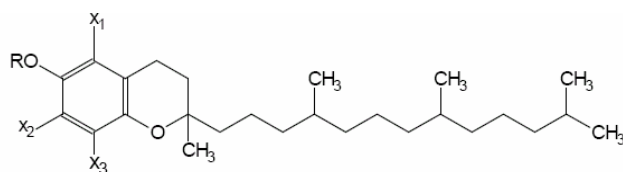
Formule brute : $C_{29}H_{50}O_2$

Masse molaire: 431g/mole

Synonymes : vitamine E, tocophérol (Bourgeois, 2003).

Propriétés physicochimiques:

Tous les tocophérols se présentent, à la température ambiante, sous la forme d'une huile végétale de coloration jaune pale. Ils sont insolubles dans l'eau, très solubles dans les graisses, les huiles et les solvants organiques (éther, acétone, chloroforme, méthanol, alcool méthylique et éthylique). Ils sont peu sensibles à la chaleur, la lumière et les acides, mais très sensibles à l'oxydation et aux bases. Les esters de tocophérol et notamment l'acétate de d1- α -tocophérol sont relativement stables. (Bersman, 2005 ; Chun et al2005).

Structure de la vitamine E :**Besoins:**

Besoin journalier est 12 mg/jour (adulte).(Siret,2002).

Sources alimentaires:

La vitamine E en le trouve dans les huiles végétales principalement, particulièrement huiles de germes de céréales. (Bourgeois, 2003).

2-1-4-Vitamine K

Formule brute : $C_{31}H_{46}O_2$

Masse molaire: 541g/mole

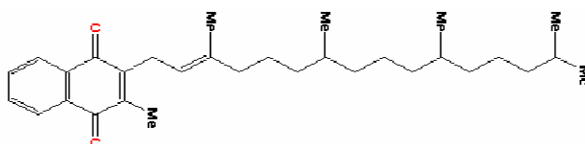
Synonymes : vitamine K phylloquinone (Bourgeois ,2003).

Propriétés physicochimiques:

La phylloquinone se présente sous l'aspect d'une huile jaune d'or. Elle est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et facilement soluble dans l'éther, le chloroforme; ainsi que dans les graisses et les huiles.

La phylloquinone est lentement dégradée par l'oxygène et plus rapidement par la lumière. Elle est stable à la chaleur mais dégradée par les alcalins.(Bender,2003).

Structure de la vitamine K :



Besoins:

Besoin journalier est 0,045 mg/jour (adulte). (Siret, 2002).

Sources alimentaires:

Légumes verts feuillus, jaune d'oeuf, huile de soja et foie.(Bawer,2003).

2-2- Vitamines hydrosolubles

2-2-1- Vitamine B₁

La Formule brute : $C_{12}H_{17}OS$.

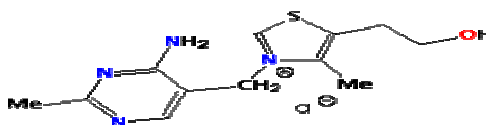
Masse molaire: 265g/mole

Synonymes : vitamine B₁, thiamine, aneurine (ancienne dénomination), facteur anti béribérique (Bourgeois, 2003).

Propriétés physicochimiques:

C'est la vitamine la plus sensible à la chaleur en milieu aqueux et alcalin .Elle est sensible à l'oxydation, l'acidité, et l'ionisation .Son absorption est très perturbée par l'excès d'alcool et de café.(Bourgeois,2003 ; Farrell et al,2005).

La formule développée de la vitamine B₁ :



Besoins:

Besoin journalier est 1.3 mg/jour (adulte) (Siret, 2002).

Sources alimentaires:

En trouve la thiamine dans Céréales entières, abats, viande de porc, légumineuses, levure (Berg , 1995).

2-2-2- Vitamine B₂

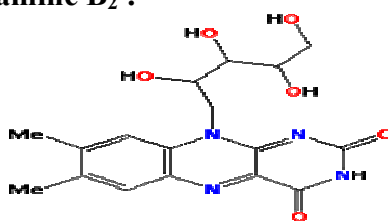
La Formule brute : C₁₇H₂₀O₆N.

Masse molaire: 376 g/mole

Synonymes : vitamine B₂, riboflavine, lactoflavine (ancienne dénomination) (Bourgeois ,2003).

Propriétés physicochimiques:

Résiste à la chaleur (Pasteurisation, cuisson, stérilisation, à la congélation et au salage et dénaturée par les ultraviolets, elle est faiblement soluble dans l'eau (Langman ,2003).

La formule développée de la vitamine B₂ :**Besoins:**

Besoin journalier est 1.6 mg/jour (adulte).(Siret,2002).

Sources alimentaires:

Foie, lait, oeufs, légumes verts, viande, légumineuses, levure.(FAO/WHO,2004).

2-2-3- Vitamine PP

Formules brutes: acide nicotinique C₆H₅O₂N , nicotinamide C₆H₆O₂N₂

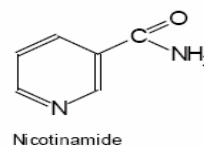
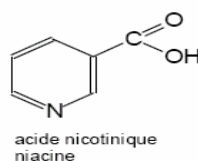
Masse molaire: acide nicotinique 123, nicotinamide 122g/mole

Synonymes : (vitamine PP, acide nicotinique, nicotinamide, vitamine B₃)(Bourgeois ,2003).

Propriétés physicochimiques:

Elle résiste à : la chaleur, la lumière, l'oxydation, aux milieux alcalins

Elle est soluble dans l'eau et dans l'alcool (Bender, 2003).

La formule développée de la vitamine :**Besoins:**

Besoin journalier est 14 mg/jour (adulte) (Siret,2002).

Sources alimentaires:

(Niacine ou tryptophane) foie, céréales, viande, légumineuses, levure.(Dorscos,1996).

2-2-4- Vitamine B₅

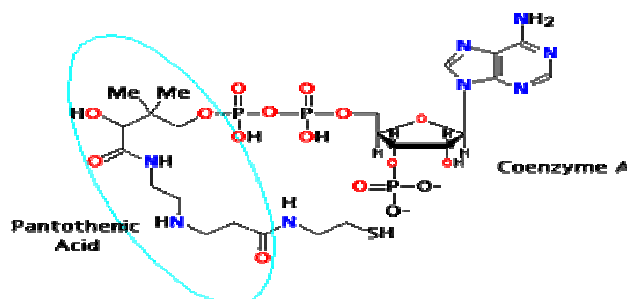
La Formule brute : C₉H₁₇O₅N.

Masse molaire: 219g/mole

Synonymes : vitamine B₅, panténal (Bourgeois ,2003).

Propriétés physicochimiques:

- ✓ L'acide pantothénique se présente comme un liquide jaune clair visqueux légèrement soluble dans l'eau et soluble dans l'alcool.
- ✓ Il est stable à l'oxygène de l'air et à la lumière.
- ✓ Il est stable en solution aqueuse; surtout en milieu fortement acide.(Bourgeois et al,2003).

La formule développée de la vitamineB₅:**Besoins:**

Besoin journalier est 5 mg/jour (adulte)(Siret,2002).

Sources alimentaires:

Présent dans toutes les denrées, particulièrement dans la levure, foie, oeufs, germe de blé.

2-2-5- Vitamine B6

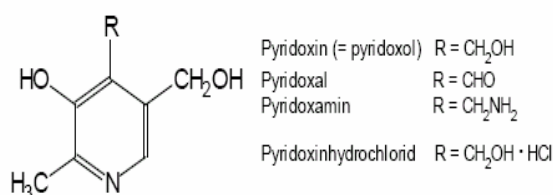
La Formule brute : $C_8H_{11}O_3N$

Masse molaire: 169g/mole

Synonymes : Vitamine B6 (pyridoxine, pyridoxal, pyridoxamine)(Bourgeois,2003).

Propriétés physicochimiques:

La vitamine B6 résiste à la chaleur et aux acides. Elle est détruite par les alcalins et la lumière. Elle résiste à l'oxydation. Elle est soluble dans l'eau (Rullier et al,1995).

La formule développée de la vitamine B₆ :**Besoins:**

Besoin journalier est 1.8 mg/jour (adulte)(Siret,2002).

Sources alimentaires:

Viandes (foie), légumes (y compris les pommes de terre), céréales entières (Kall, 2003).

2-2-6- Vitamine B₈

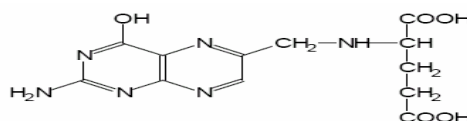
La Formule brute : $C_{10}H_{16}O_3 N_2S$

Masse molaire: 244 g/mole

Synonymes : Biotine (vitamine H, vitamine B8) (Bourgeois,2003).

Propriétés physicochimiques:

La vitamine B8 est soluble dans l'eau et les solutions alcalines mais elle est peu soluble en milieu acide ou dans les solutions organiques. Elle est stable à la chaleur et en solution aqueuse, elle est peu sensible à l'oxydation. Elle est détruite par les rayons ultraviolet (Bourgeois,2003).

Structure de la vitamine B₈:**Besoins:**

Besoin journalier est 0.05 mg/jour (adulte) (Siret,2002).

Sources alimentaires:

Légumes, viandes, poissons, fruits et évidemment levure de bière. La biotine n'est pas sous forme libre dans les denrées mais liée aux protéines. Le blanc d'oeuf contient une protéine, l'avidine, qui en se combinant avec la biotine, en rend l'absorption impossible. Lorsque le blanc d'oeuf est cuit, l'activité de l'avidine est détruite (Dorscos, 1996; Staggs, 2004).

2-2-7- Vitamine B₉

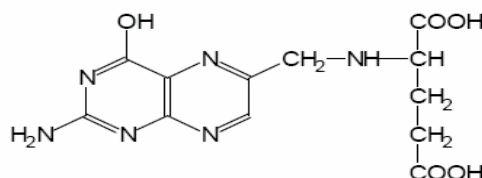
La Formule brute : C₁₉H₁₉O₆N₇.

Masse molaire: 441g/mole

Synonymes : Folacine (acide folique, vitamine B₉, acide ptéroylmonoglutamique).(Bourgeois,2003).

Propriétés physicochimiques:

La vitamine B₉ est détruite par la chaleur et par l'oxydation. Son absorption est améliorée par le Zinc.(Bender,2003).

La formule développée de la vitamine B₉ :**Besoins:**

Besoin journalier est 0.33mg/jour (adulte).(Siret,2002).

Sources alimentaires:

Foie, levure et légumes feuillus (Etournaud ,1999).

2-2-8- Vitamine B₁₂

La Formule brute : C₆₃H₈₈O₁₄N₁₄PCo

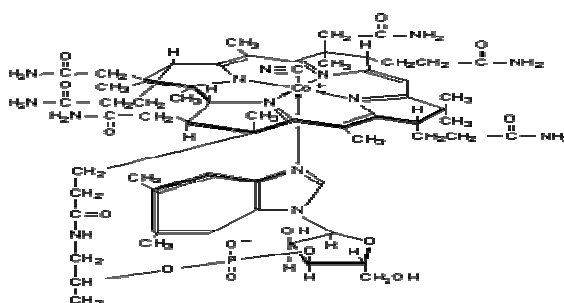
Masse molaire: 1355g/mole

Synonymes : Vitamine B₁₂ (cyanocobalamine) (Bourgeois,2003).

Propriétés physicochimiques:

C'est la seule vitamine à contenir des ions Cobalt, d'où son nom 'cobalamine'. Elle est sensible à la lumière. Elle est détruite à la chaleur en milieu acide ou basique mais résiste à la chaleur en milieu neutre. Elle résiste à l'oxydation. Elle est très soluble dans l'eau mais peu soluble dans l'alcool et les solvants organiques (Rosenfeld, 1997; Ruker, 2001).

La formule développée de la vitamine B₁₂ :



Besoins:

Besoin journalier est 0.0024 mg/jour (adulte)(Siret,2002).

Sources alimentaires:

Viandes (foie, abats), poisson, oeufs, lait et produits laitiers (sauf beurre)

2-2-9- Vitamine C:

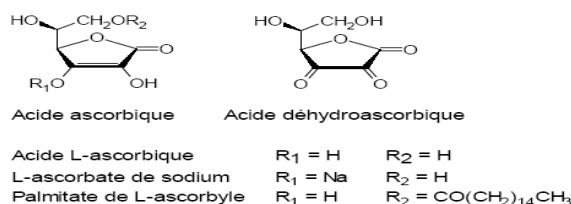
La Formule brute : C₆H₈O₆

Masse molaire: 176g/mole

Synonymes : Vitamine C (acide ascorbique) (Bourgeois, 2003).

Propriétés physicochimiques:

Sensible à la chaleur, la lumière et à l'oxydation, aux alcalins. Elle est soluble dans l'eau et dans l'alcool (Dorscos,1996).

Structure de la vitamine C :**Besoins:**

Besoin journalier est 110 mg/jour (adulte) (Siret,2002).

Sources alimentaires:

Fruits et légumes frais (Dorscos, 1996).

3- Répartition des vitamines chez les végétaux :

Les vitamines sont synthétisées exclusivement par les plantes. Leur présence dans les plantes est originellement fonction de l'énergie solaire. Les vitamines sont généralement plus abondantes dans les parties des plantes où fonction chlorophyllienne plus forte (Bourgeois, 2003).

De nombreux facteurs interviennent en fait sur la teneur en vitamines des plantes.

3-1- Les Facteurs de variation de la teneur en vitamines chez les végétaux:

A l'intérieur des espèces, on note une multitude de variétés et de cultivars que les caractéristiques rendent souvent éloignés les uns des autres. Le climat n'est pas étranger aux grandes variations de la composition en vitamines. En plus des variations liées à l'espèce, d'autres facteurs interviennent d'une façon significative : le degré de maturation des fruits et le taux d'exposition au soleil

On observe également des variations importantes à l'intérieur d'un même fruit ou d'un même organe (Bourgeois ,2003).

Depuis l'antiquité, les hommes ont cherché à améliorer, outre le rendement des productions végétales, la qualité nutritionnelle de nombreux produits alimentaire de base que ce soit par la sélection des espèces. Cet effort s'est poursuivi au cours de ce siècle avec des travaux qui ont permis des variétés de plantes de grande culture à haut rendement, avec une meilleure adaptation aux conditions climatiques. Des techniques de mutagenèse par radiations ionisantes ou par voie chimique, application du génie génétique (ou transgénèse" OGM) (Bourgeois, 2003).

3-2- Répartition des vitamines dans les végétaux:

Les fruits sont la source quasi exclusive de vitamine C pour l'organisme humain. Ils apportent aussi certaines vitamines de groupe B et des caroténoïdes.) (Bourgeois, 2003).

-Vitamine C:

La vitamine C, ou acide L-ascorbique, a des propriétés antioxydants et des fonctions métaboliques importantes aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. Acide L-ascorbique des plantes représente de ce fait une source importante de vitamine C dans notre alimentation. Acide L-ascorbique est abondant dans le monde végétal (1 à 5 mmol/kg dans les feuilles et 25 mmol/kg dans les chloroplastes).

La vitamine C est présente en quantité notable dans divers fruits: fruit l'argousier (*Hippophae rhamnoides*); du kiwi (*Actinidia sinensis*), de la cerise du Brésil (*Acérola*), de l'égantier (*Rosa canina*).) (Bourgeois, 2003).

-Caroténoïdes (provitamine A):

Dans les feuilles des plantes supérieures, quatre Caroténoïdes sont constamment présents: le β carotène, la lutéine, la violaxanthine et néoxantine. Les pigments dont la présence est plus sporadique sont l' α carotène, le mutatochrome. (Anderson et Young, 2005). La distribution des Caroténoïdes au sein des feuilles des divers plantes supérieures est constante le β carotène et la lutéine étant les caroténoïdes majeurs. Lors de la maturation des fruits, la diminution de la teneur en chlorophylle s'accompagne généralement d'une augmentation de celle des Caroténoïdes, des fruits et des légumes varié en fonction de leur coloration (Bourgeois, 2003).

-La vitamine E (Tocophérol):

La nature et la répartition des tocophérols/ tocotriénols au sein des aliments font l'objet d'une littérature abondante, jalonnée de contradictions entre les différents auteurs. Ceci est principalement dû, d'une part à l'évolution des méthodes de dosage et d'autre part à la variabilité des teneurs dans les échantillons (Cuvellier et Dotreppe, 2003).

La vitamine E sont soit d'origine végétale constituent la source majeure de vitamine E, les éléments les plus riches étant les céréales et les huiles. Les amandes sont de bonnes sources de tocophérol. (Cuvellier et Dotreppe, 2003).

La teneur en tocophérol est plus élevée dans les feuilles des plantes que dans les racines et varie avec les conditions de culture (Anderson et Young, 2005).

Les fruits contiennent des quantités faibles en vitamine E à l'exception des pommes mûres (4,3mg/100g). Dans les légumes, le taux de vitamine E dépend de la partie de la plante, il est élevé dans les feuilles et surtout dans les feuilles vertes à maturité (Cuvellier et Dotreppe, 2003).

-Quinone (la vitamine K) :

Les fruits oléagineux sont riches en vitamine k et surtout dans les amandes et les huiles sont aussi de bonnes sources de vitamine k1 (Bourgeois, 2003).

Tableau 21: Principales vitamines présentes dans les fruits et amandes (Anderson et Young, 2003 ; 2005).

Vitamins	Fruits	amandes
Thiamine		X
Riboflavine		
Niacine		X
Biotine		X
Pyridoxine		
acide Pantothénique	X	X
acide folique		
Vitamine B 12		
Vitamine C	X	
provitamine A	X	
Vitamine D		
Vitamine E	X	X
Vitamine K ₁	X	X

Partie expérimentale

1- Matériel et Méthodes :

1-1-Matériel végétal :

Notre travail est basé sur l'étude du fruit : partie comestible et amande de : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et le *Zizyphus lotus* L.

Les cinq fruits représentés dans les figures n° 14,15,16,17,18 sont des espèces spontanées rencontrées dans les différentes régions de la wilaya de Batna "El-Madher pour le jujubier et Ain Touta pour l'aubépine, l'azérolier et le micocoulier au ville de Batna et l'olivier de Bohème à Fesdis.

Ils ont été récoltés pendant les mois de septembre et novembre de l'année 2005 et 2006. Le temps de la moisson commence approximativement quatre-vingt-dix jours après la floraison, c'est à dire quand les fruits arrivent à maturité (leur degré de maturation est basé sur la dimension et la couleur de fruit). Ensuite ces fruits ont été ramassés du champ puis emballés dans des boîtes et apportés au laboratoire pour analyses. Après détermination de la teneur en eau et la mesure des différents paramètres physiques, les fruits ont été immédiatement congelés à -4°C.

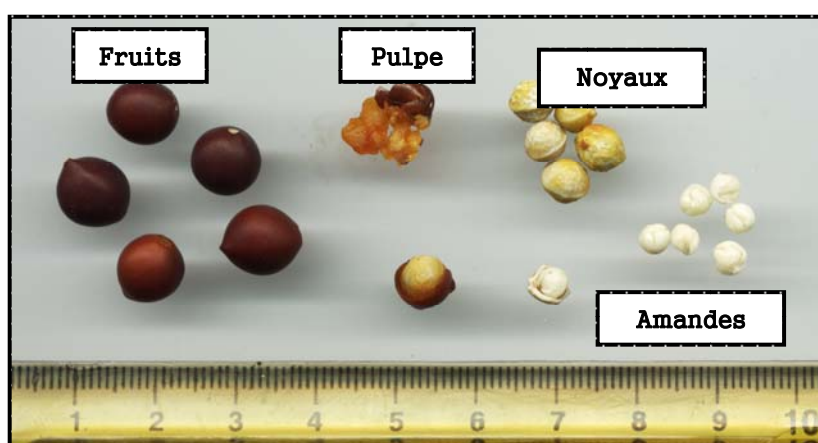


Figure n°14 : Fruits, noyaux et amandes de *Celtis australis* L.

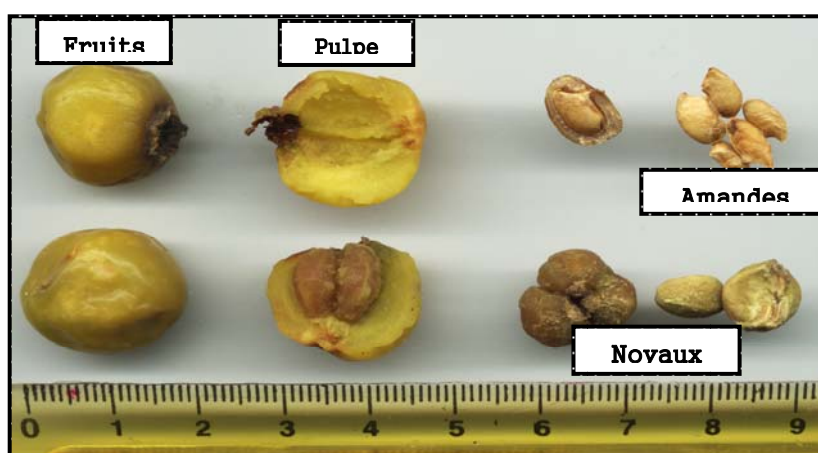


Figure n°15 : Fruits, noyaux et amandes de *Crataegus azarolus* L.

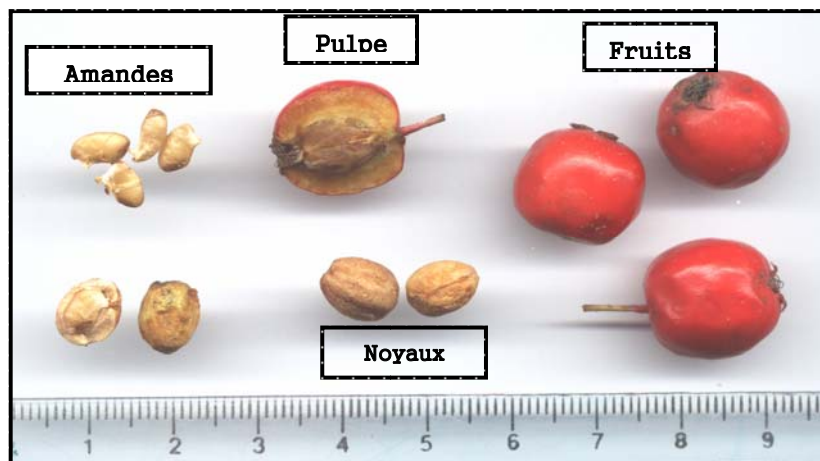


Figure n°16: Fruits, noyaux et amandes de *Crataegus monogyna* Jacq.

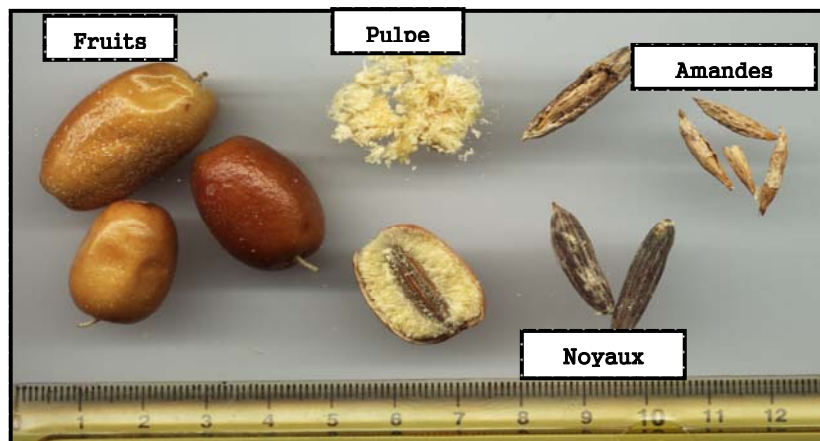


Figure n°17: Fruits, noyaux et amandes d' *Elaeagnus angustifolia* L.

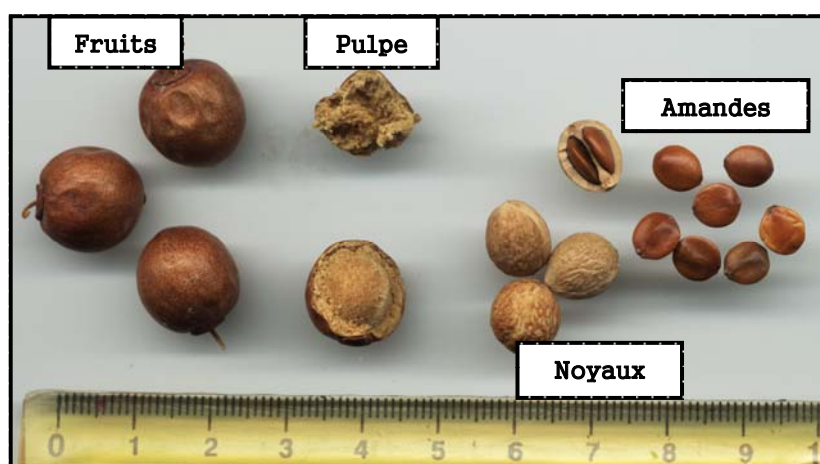


Figure n°18 : Fruits, noyaux et amandes de *Zizyphus lotus* L.

1-2-Préparation des échantillons :

- L'échantillonnage se fait aléatoirement et permet de déterminer le poids des différentes parties du fruit.
- Nous avons pris 50 fruits de chaque espèce et nous les avons pesés entiers.
- Nous avons séparé les deux parties : comestible et amande et aussi l'amande de leur coque pour déterminer le rapport noyau/fruit et amande/noyau. La matière sèche a été déterminée avant la conservation
- La conservation des échantillons se fait dans des sacs plastiques pour les congeler à une température de - 4°C afin de les utiliser ultérieurement.

1-3- Détermination des différents rapports :

La détermination des différents rapports est calculée selon le principe suivant :

a- Principe :

Procéder à une mesure de poids du fruit à l'aide d'une balance de précision, peser le fruit complet, puis peser chaque partie du fruit (partie comestible, noyau, amande) à l'aide d'une balance de précision.

b- Matériels :

- Fruit : Micocoulier et Aubépine, Azerolier, olivier de Bohème, jujubier
- Balance de précision type : SARTORIUS.

c- Mode opératoire :

- Peser le fruit complet ;
- Séparer la partie comestible et la peser ;
- Peser les noyaux en entier ;
- Peser l'amande après sa séparation de la coque. ;
- Faire les différents rapports selon des formules précises.

d- Expression des résultats :

La détermination des rapports entre noyau/ partie comestible et amande /fruit se fait selon les formules suivantes :

$$P .P.C \% = \frac{P .P.C}{P.F} \times 100$$

Où :

P.P.C : poids de la partie comestible.

P.F : poids du fruit.

$$P.N \% = \frac{P.N}{P.F} \times 100$$

Où :

P.N : poids du noyau.

P .F : poids du fruit.

$$A.N\% = \frac{P.A}{P.N} \times 100$$

Où :

P.N : rapport amande/noyau

P.A: poids amande

P.N : poids du noyau

2-Méthodes d'analyses :

2-1-Détermination de la teneur en eau :

a- Principe :

La dessiccation de la matière fraîche à la température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à une mesure pratiquement constante. (AOAC, 1980; Audigie et al ., 1987 ; Linden et Lorient , 1994 ;AFNOR-DGCCRF, 1995).

La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation lorsque leur poids soit constant.

b- Mode opératoire :

- Dans des capsules tarées, peser 2g de la partie charnue ou 1g pour l'amande avec 50 répétitions pour éviter les erreurs ;
- Introduire les capsules dans l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à l'obtention d'un poids constant
- Laisser refroidir les capsules avant de les peser dans un dessiccateur et évaluer la quantité d'eau évaporée.
- Les échantillons secs sont conservés dans des boîtes noires.



Figure n°19 : Photographie des boîtes noires contenant les fruits séché

d- Expression des résultats :

$$H\% = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

Où :

H% : taux d'humidité ou teneur en eau

M1 : masse en g de la capsule avec l'échantillon avant la déshydratation

M2 : masse en g de la capsule avec l'échantillon après la déshydratation

P : masse en g de la prise d'essai

$$MS\% = 100 - H\%$$

Où :

MS : matière sèche.

2 -2-Détermination de la teneur en cendres :

a- Principe :

La teneur en matière minérale d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après minéralisation de la matière sèche des échantillons. Elle est obtenue par incinération à 500 – 600C° (Pinta, 1980 ; AOAC, 1984).

b- Mode opératoire :

Les manipulations se sont déroulées au laboratoire de Biochimie Alimentaire de l'université de Batna .Le matériel biologique est constitué des fruits et amandes séchés. La tare en porcelaine est d'abord mise au four et refroidie au dessiccateur. Environ 0,5 g de fruits sont mis dans la tare et le poids tare + tranches est noté (M₁). L'ensemble est mis au four à moufle réglé à 500°C. La température monte graduellement pendant 2 heures jusqu'à 500°C, se stabilise pendant 1 heure et commence à chuter pour revenir à la température initiale pendant 2 autres heures. Les capsules sont sorties du four après 24 heures. On obtient un corps blanchâtre (cendres) refroidi au dessiccateur qu'on pèse (M₂) et conserve pour le dosage les autres minéraux.

e- Expression des résultats :

$$MO\% = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

Où :

MO% : matière organique

M1 : masse en g de la capsule et la matière sèche avant l'incinération

M2 : masse en g de la capsule avec les cendres

P : masse en g de la prise d'essai

La teneur en cendre est déterminée comme suit :

$$Cendre\% = 100 - MO\%$$

2-3-Détermination de la teneur en éléments minéraux :**a- Principe :**

La minéralisation est la mise en solution des éléments suivants : P, Ca, Na, K, Mg, Mn, Fe, Zn, Co, Cu et Pb.

Le but de la minéralisation est la reprise des cendres obtenues précédemment sous forme liquide (Audigié, 1978).

b- Réactifs :

-Acide chlorhydrique concentré (d=1.19 ou 37% HCl)

d- Mode opératoire :

-Après minéralisation de 0.5 g de matière sèche de la partie charnue ou partie amande, récupérer la cendre obtenue.

-Humecter lentement les cendres par 3 ml d'eau bidistillée et 3 ml d'acide chlorhydrique concentré pour assurer une franche réaction acide.

-Chauffer sur une plaque chauffante douce sans dépasser 250°C jusqu'à apparition des premières vapeurs.

-Laisser reposer de quelques minutes

-Ajouter 1 ml d'eau bidistillée puis filtrer sur papier filtre sans cendres dans une fiole jaugée de 100 ml, rincer 3 à 4 fois à l'eau bidistillée de 30 à 40°C.

-Incinerer le papier filtre et son contenu pendant une demi-heure à 550°C au maximum dans le four à moufle.

-Ressortir après refroidissement les capsules.

-Humecter une deuxième fois par 5 ml d'acide chlorhydrique 37%

-Mettre les capsules pour une deuxième fois sur la plaque chauffante jusqu'à apparition des premières vapeurs

-Ajouter 1 ml de HCl concentré

-Ajouter 1 ml d'eau bidistillée puis filtrer sur papier filtre sans cendres dans la même fiole jaugée de 100 ml et laver avec de l'eau bidistillée tiède.

-Amener à 100ml, complétant au trait de jaugée pré refroidissement avec l'eau bidistillée

-Mettre 20 ml de cette solution dans des tubes à essai.

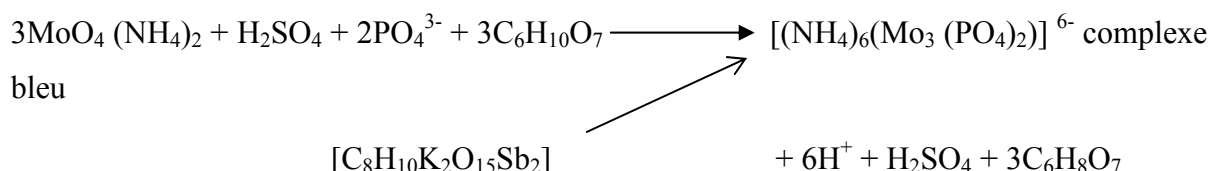
2-4- Détermination de la teneur en éléments minéraux majeurs :

2-4-1-Dosage du phosphore :

a- Principe :

Le dosage du phosphore est réalisé par la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et l'acide molybdique. (Moris et Gerdel, 1933 ; Lurent, 1991).

L'équation du principe est :



Le dosage du phosphore est réalisé par la spectrophotométrie UV à la longueur d'onde 650 nm

b- Matériel :

-Spectrophotomètre UV visible, type : SHIMADZU. UV 120-01.;

c-Réactifs :

- Solution mère de phosphore à 1000 ppm (1.917g de KH_2PO_4 dans 1000 ml d'eau distillée).
- Acide ascorbique 0.1%
- Réactifs sulfomolybdiques

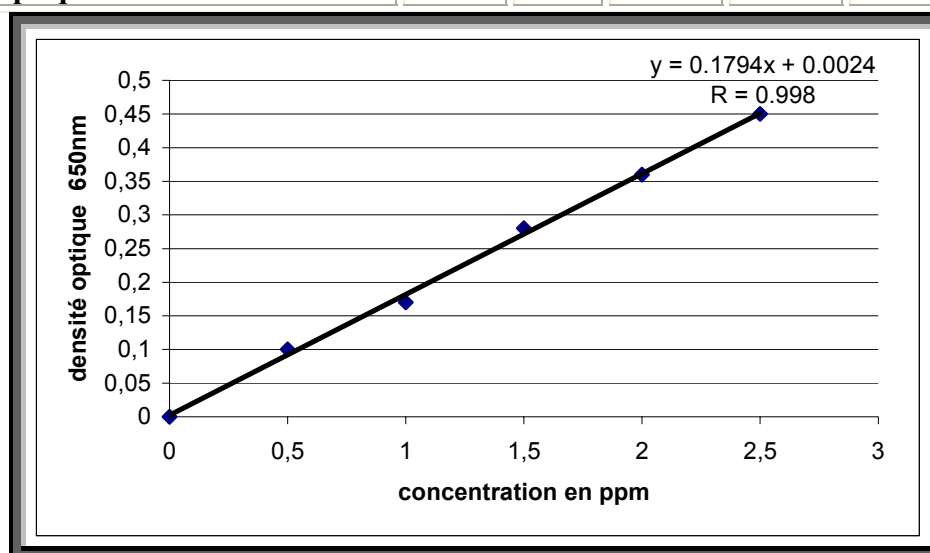
d- Mode opératoire:

- Dans un tube à essai mettre 1.5 ml de solution à doser.
- Ajouter 6.5 ml d'acide ascorbique à 0.1%.
- Ajouter 2 ml d'une solution sulfomolybdique.
- Faire chauffer les tubes à essai dans un bain marie pendant 10 à 12 minutes jusqu'à développement d'une coloration bleue.
- Refroidir les échantillons.

A partir de la solution mère de 1000 ppm ; on prélève 10 ml et on complète jusqu'à 200 ml avec de l'eau distillée donc on prépare la solution fille (50 ppm). Nous préparons ensuite la gamme étalon représentée dans le tableau suivant:

Tableau 22 : Gamme étalon du phosphore

Numéro du tube	01	02	03	04	05	06
solution de phosphore 50 ppm	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Solution d'acide ascorbique 0.1% en ml	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6
Réactif sulfomolybdique (ml)	2	2	2	2	2	2
HCl 1.5% (1.5ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Concentration finale en ppm	0	0.5	1	1.5	2	2.5
Densité optique	0	0.10	0.17	0.28	0.36	0.45

**Figure n°20 : Courbe d'étalonnage de phosphore****a- Mode de calcul et formule :**

La teneur en phosphore en mg par 100g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$P\% = \frac{X \cdot D \cdot V}{P \cdot 10^4}$$

Où :

X: concentration lue sur le graphe calculée à partir de la formule de régression

D: nombre de dilution

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: poids de la prise d'essai (0.5g)

2-4-2- Détermination de la teneur en Na et K et Ca

Le dosage de potassium et sodium et calcium s'effectue par spectrophotométrie à flamme.

a- Principe :

Lorsqu'on introduit un élément chimique dans une flamme, celle-ci prend une coloration caractéristique de l'élément chimique considéré. L'analyse spectrale de cette lumière colorée permet de mesurer l'intensité de l'une des raies les plus caractéristiques, sélectionnée au moyen d'un filtre interférentiel.

Si plusieurs éléments différents ont été introduits dans la flamme, chacun d'eux possède un spectre de raie caractéristique. Par le choix de filtre interférentiel convenable, on arrive à déterminer la concentration de chacun des éléments à partir de leurs raies les plus intenses sans avoir à procéder auparavant à un long processus de séparation chimique.

Ainsi, on utilise pour la détermination du sodium la double raie jaune à 589nm, pour le calcium la ligne rouge 623 nm, pour le potassium la ligne rouge à 768 nm (Pinta, 1980).

b- Matériel :

-Spectrophotomètre à flamme type : JENWAY.PEP7.

-Pour la détermination de la teneur en sodium :

a- Mode opératoire :

Les échantillons préalablement minéralisés par incinération sont dissouts, dilués, homogénéisés, filtrés et passés au spectrophotomètre pour la lecture de la densité optique.

-Préparation de la gamme d'étalonnage:

-Préparation de la solution mère :

Pour préparer 1000 ppm de solution mère de sodium : prendre 2.54 g de NaCL ajouter 25 ml à 2% compléter à 1000 ml avec de l'eau bidistillée

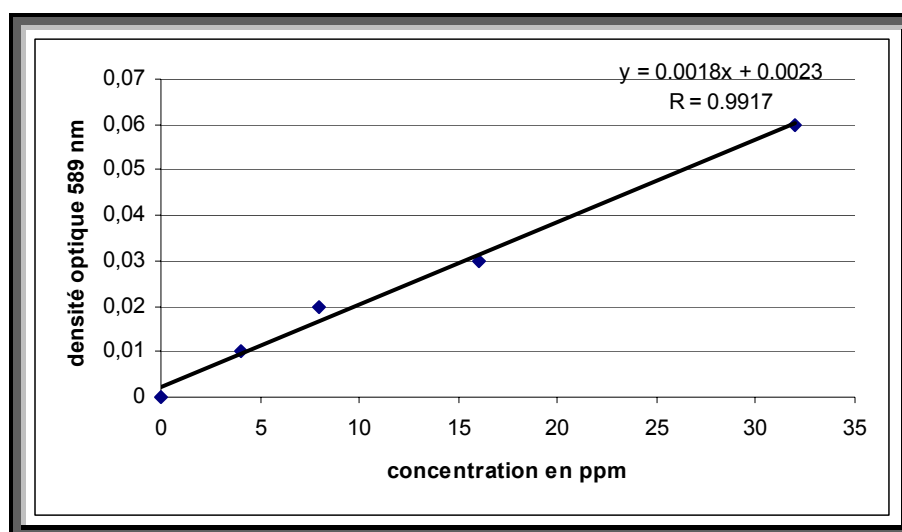
-Préparation de la solution fille :

Solution de Na à 100 ppm est obtenue par dilution 10 fois avec de l'eau bidistillée de la solution mère de 1000 ppm

A partir de la solution filtrée (100 ppm), nous préparons la gamme étalon représentée dans le tableau suivant:

Tableau 23: Gamme étalon de sodium

Solution mère de Na (100 ppm)	0	2	4	8	16	32
Eau bidistillée en ml	100	98	96	92	84	68
Concentration finale de potassium en ppm	0	2	4	8	16	32
Densité optique	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1

**Figure n°21:** Courbe d'étalonnage de sodium**c- Mode de calcul et formule :**

La teneur en sodium est donnée par la formule suivante :

Où
$$\text{Na}\% = \frac{X \cdot D \cdot V}{P \cdot 10^4}$$

X : concentration lue sur le graphe

D: nombre de dilution

V: volume de la solution d'extraction (100 ml)

P: poids de la prise d'essai (0.5 g)

-Pour la détermination de la teneur en potassium :**-Préparation de la solution mère :**

Pour préparer 1000 ppm de solution mère de sodium : prendre 1.9066g de KCl , ajouter 25 ml à 2% compléter à 1000 ml avec de l'eau bidistillée

-Préparation de la solution fille :

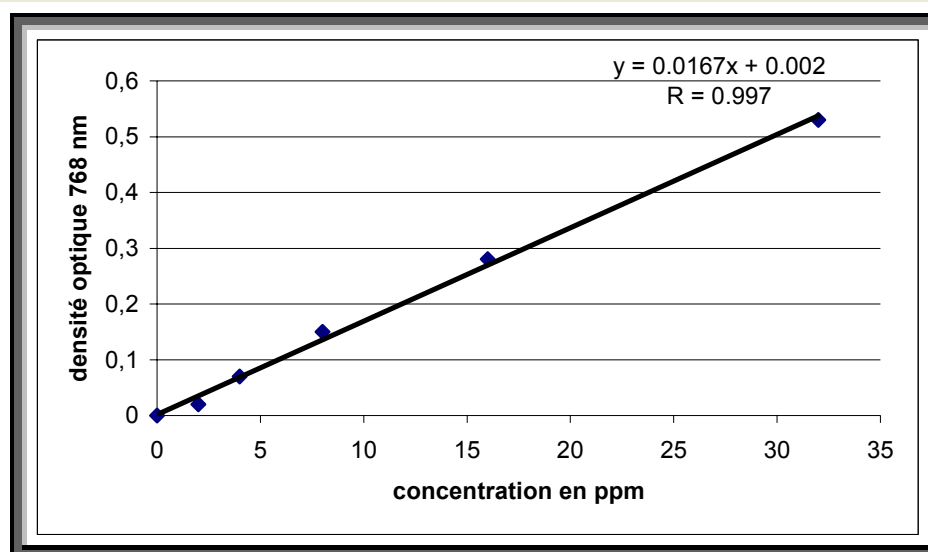
Solution de Na à 100 ppm est obtenue par dilution 10 fois avec de l'eau bidistillée de la solution mère de 1000 ppm

a- Mode opératoire :

Les échantillons préalablement minéralisés par incinération sont dissouts, dilués, homogénéisés, filtrés et passés au spectrophotomètre pour la lecture de la densité optique.

Tableau 24: Gamme étalon de potassium

Solution mère de K (100 ppm)	0	2	4	8	16	32
Eau bidistillée en ml	100	98	96	92	84	68
Concentration finale en ppm	0	2	4	8	16	32
Densité optique	0	0.1	0.2	0.3	0.4	1.3

**Figure n°22:** Courbe d'étalonnage de potassium**b- Expression des résultats :**

La teneur en Calcium est donnée par la formule suivante :

$$K\% = \frac{X \cdot V \cdot D}{P \cdot 10^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

D: nombre de dilution

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

-Pour détermination de la teneur en Calcium :

-Préparation de la solution mère :

Solution mère de calcium 1000 ppm (2.5g de carbonate de calcium (CaCO_3) dans 50 ml d'eau distillée et 25 ml d'HCl, compléter jusqu'à 1000ml).

-Préparation de la solution fille :

Solution fille de Ca à 100 ppm diluée 10 fois de la solution mère (10 ml de la solution mère et complétée à 100 ml avec de l'eau bidistillée).

A- Mode opératoire :

Les échantillons préalablement minéralisés par incinération sont dissouts, homogénéisés et filtrés, leur densité optique est déterminée par le spectrophotomètre à flamme.

-Préparation de la gamme d'étalonnage :

A partir de la solution fille, nous préparons la gamme étalon mentionnée dans le tableau suivant :

Tableau 25: Gamme étalon de calcium

Solution mère de calcium à 100 ppm	0	0.5	1	2
Eau bidistillée en ml	100	99.5	99	98
Concentration [C] en ppm	0	0.5	1	2
Densité optique	0	0.140	0.379	0.8504

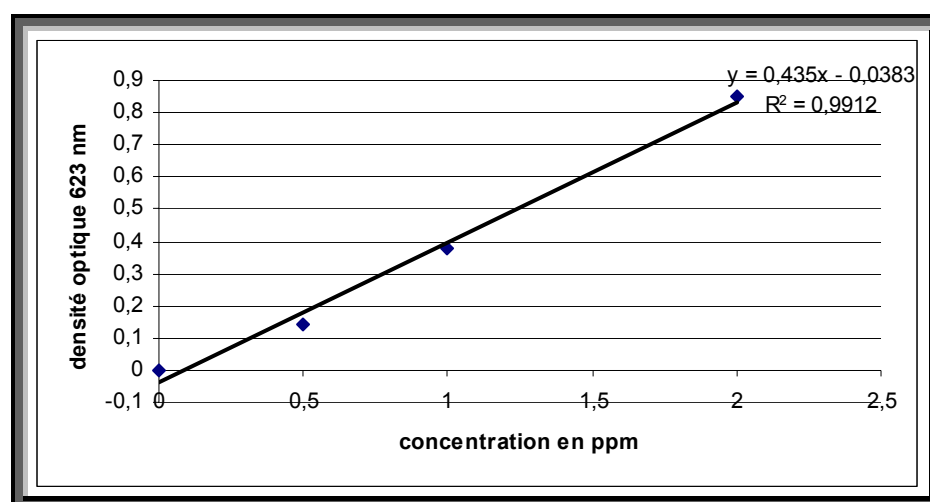


Figure n°23: Courbe d'étalonnage de calcium

b- Expression des résultats :

La teneur en Calcium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Ca\%} = \frac{X \cdot V \cdot D}{P \cdot 10^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

D: nombre de dilution

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-4-3-Détermination de la teneur en magnésium :

Le dosage est réalisé par spectrophotométrie d'absorption atomique

a- Principe :

Selon **Martin et al. (1984)** la solution pulvérisée permet aux atomes des éléments minéraux de l'échantillon d'absorber une lumière monochromatique qui provient d'une lampe à cathode creuse spécifique à l'élément qu'on veut doser, la lecture de la densité optique se fait à la longueur d'onde de Mg à 285.2 nm.

b- Matériel:

Spectrophotomètre type: PYEUNI CAM sp2900.

c-Réactifs:

-Préparation de la gamme étalon de magnésium :

Solution mère de Mg à 1000 ppm (4.952g de sulfate de magnésium (Mg SO_4) dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée)

Solution fille de Mg à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 26 : Gamme étalon de magnésium

Solution mère de calcium à 100 ppm	0	1	2	5
Eau bidistillée en ml	100	99	98	95
Concentration [C]en ppm	0	1	2	5
Densité optique	0	0.034	0.069	0.169

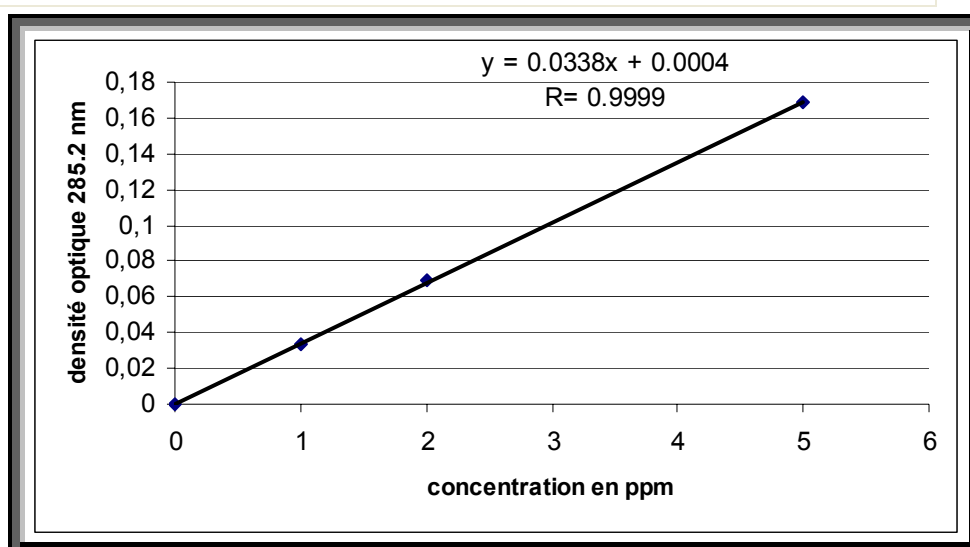


Figure n°24: Courbe d'étalonnage de magnésium

d- Expression des résultats :

La teneur en Calcium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Où} \quad \text{Mg}\% = \frac{\text{X. V. D}}{\text{P.10}^4}$$

X: concentration lue sur

P.10⁴

D: nombre de dilution

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-Détermination de la teneur en oligo-éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique:

2-5-1-Détermination de la teneur en oligoéléments :

Le dosage des oligoéléments s'effectue par spectrophotométrie d'absorption atomique à des longueurs d'onde (Pinta, 1962 ; Ebdon et al., 1998).

Mn.....	279.5 nm
Cu.....	324.75 nm
Fe.....	248.3 nm
Zn	213.9 nm
Co.....	240.7 nm
Pb.....	217 nm

a- Matériel :

-Spectrophotomètre type: PYEUNI CAM sp2900.

2-5-1-1- Détermination de la teneur en cuivre :

b- Réactifs :

Solution mère de cuivre à 1000 ppm (2.511g de sulfate de cuivre (CuSO₄) dans un 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml avec de l'eau distillée)

Solution fille de cuivre à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois).

Tableau 27 : Gamme étalon de cuivre

Solution mère de Cu (100 ppm)	0	0.5	1	2
Eau bidistillée en ml	100	99.5	99	98
Concentration en ppm	0	0.5	1	2
Densité optique	0	0.007	0.015	0.032

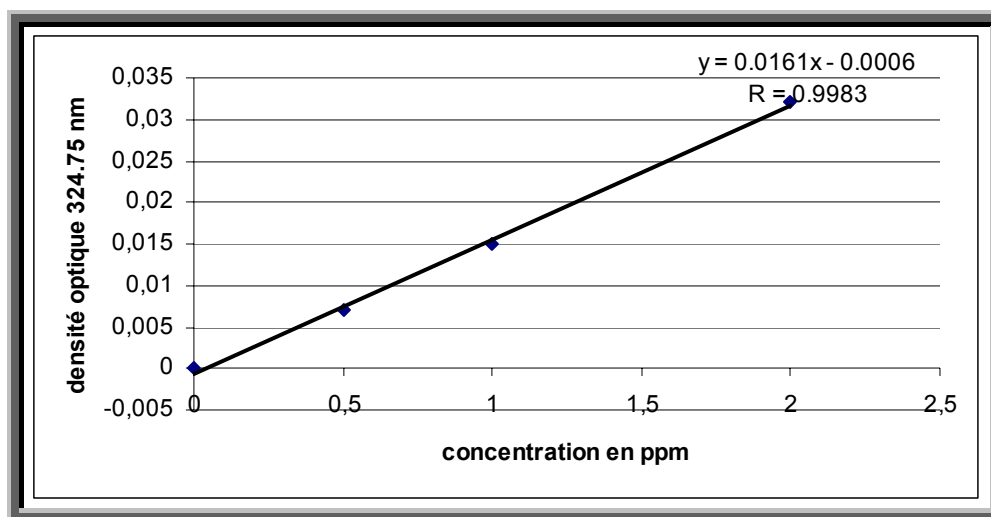


Figure n°25: Courbe d'étalonnage de cuivre

c- Expression des résultats :

La teneur en Cuivre est donnée par la formule suivante :

$$\text{Cu}\% = \frac{\text{X} \cdot \text{V} \cdot \text{D}}{\text{P} \cdot 10^4}$$

Où

$\text{P} \cdot 10^4$

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-1-2- Détermination de la teneur en zinc :

a- Réactifs :

Solution mère de Zn à 1000 ppm (2.514g de sulfate de zinc (Zn SO_4) dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée)

Solution fille de Zn à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 28: Gamme étalon de zinc

Solution mère de Cu (100 ppm)	0	0.25	0.5	1
Eau bidistillée en ml	100	99.75	99.5	99
Concentration en ppm	0	0.25	0.5	1
Densité optique	0	0.006	0.014	0.032

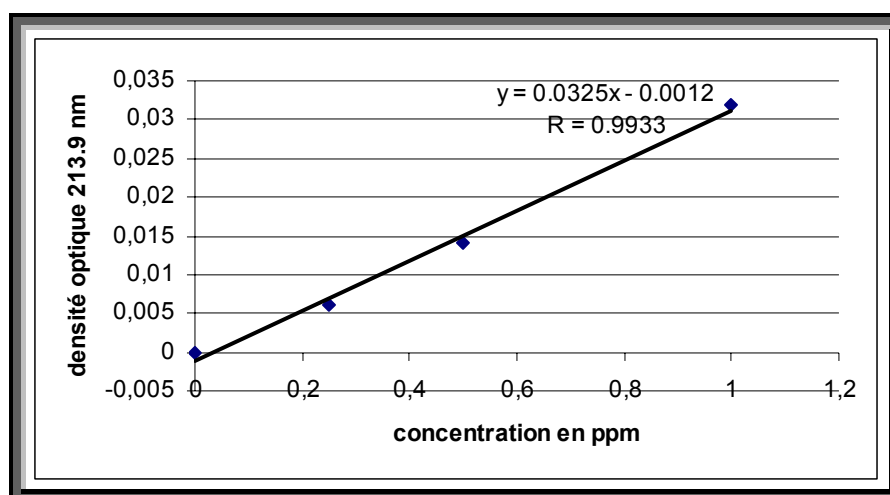


Figure n°26 : Courbe d'étalonnage de zinc

b- Expression des résultats :

La teneur en Calcium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Zn}\% = \frac{\text{X} \cdot \text{V} \cdot \text{D}}{\text{P} \cdot 10^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-1-3- Détermination de la teneur en fer :

a- Réactifs :

Solution mère de fer à 1000 ppm (1 g de fer dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée).

Solution fille de fer à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 29: Gamme étalon de fer

Solution mère de Fe (100 ppm)	0	0.75	1.5	3
Eau bidistillée en ml	100	99.25	98.5	97
Concentration en ppm	0	0.75	1.5	3
Densité optique	0	0.012	0.023	0.048

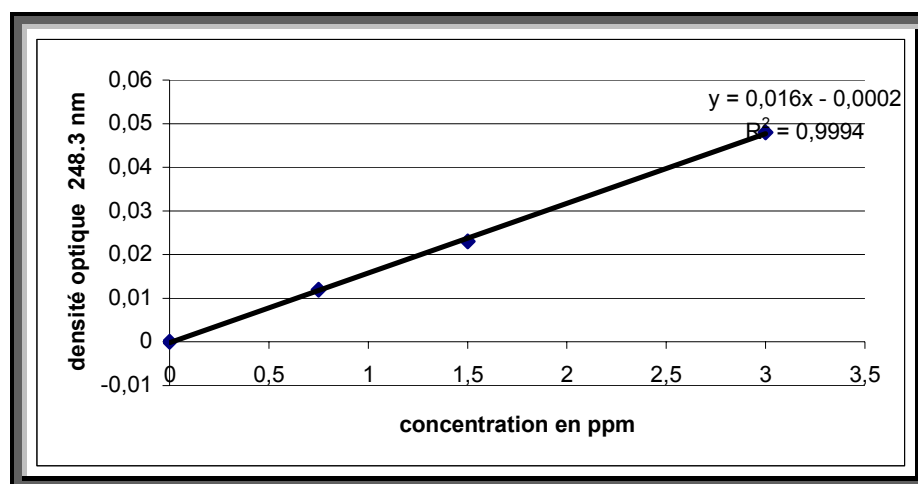


Figure n°27 : Courbe d'étalonnage de fer

b- Expression des résultats :

La teneur en fer est donnée par la formule suivante :

$$\text{Fe}\% = \frac{\text{X} \cdot \text{V} \cdot \text{D}}{\text{P} \cdot 10^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-1-4- Détermination de la teneur en cobalt :**a- Réactifs :**

Solution mère de Co à 1000 ppm (2.627 g de sulfate de cobalt (Co SO_4) Pb dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée)

Solution fille de Co à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 30: Gamme étalon de cobalt

Solution mère de Co (100 ppm)	0	0.25	0.5	1
Eau bidistillée en ml	100	99.75	99.5	99
Concentration en ppm	0	0.25	0.5	1
Densité optique	0	0.009	0.017	0.033

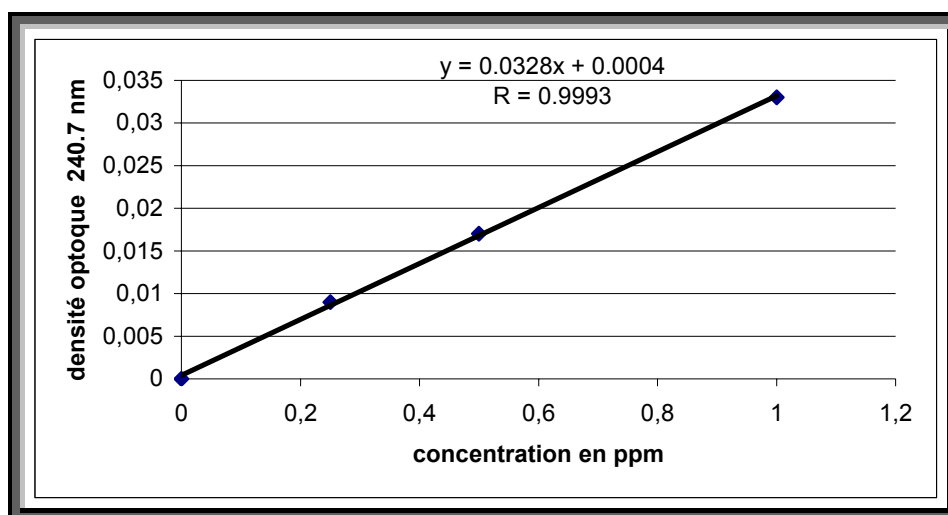


Figure n°28: Courbe d'étalonnage de cobalt

b- Expression des résultats :

La teneur en Cobalt est donnée par la formule suivante

$$\text{Co}\% = \frac{\text{X} \cdot \text{V} \cdot \text{D}}{\text{P} \cdot 10^4}$$

Où :

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-1-5- Détermination de la teneur en manganèse :

a- Réactifs :

Solution mère de Mn à 1000 ppm (2.748 g de sulfate manganèse de (Mn SO_4) dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée).

Solution fille de Mn à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 31 : Gamme étalon de manganèse

Solution mère de Mn (100 ppm)	0	0.5	1	2
Eau bidistillée en ml	100	99.5	99	98
Concentration en ppm	0	0.5	1	2
Densité optique	0	0.014	0.027	0.05

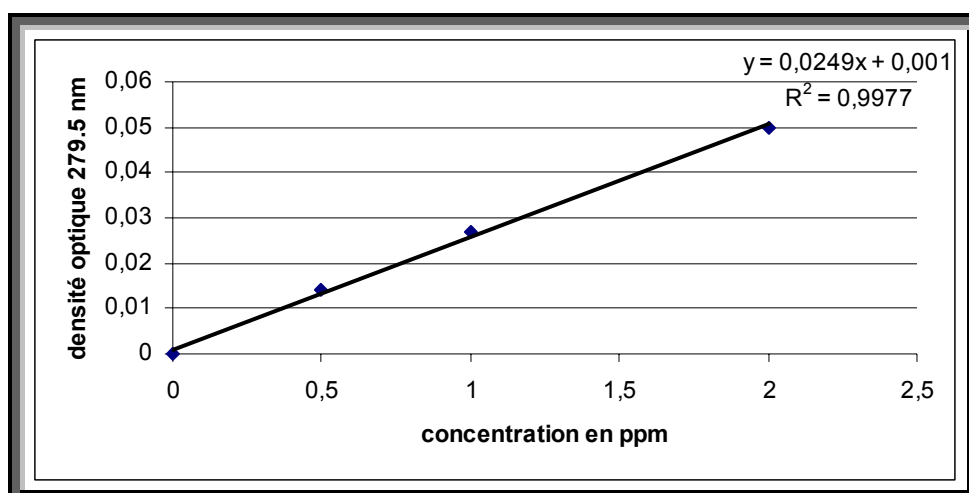


Figure n°29 : courbe d'étalonnage de manganèse

b- Expression des résultats :

La teneur en **manganèse** est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mn}\% = \frac{\text{X} \cdot \text{V} \cdot \text{D}}{\text{P} \cdot 10^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-5-1-6- Détermination de la teneur en métaux lourds "Pb" :

a- Réactifs :

Solution mère de Pb à 1000 ppm (1.569 g de acétate de plomb $(\text{CH}_3 \text{COO})_2 \text{Pb}$ dans 25ml de HCl et compléter jusqu'à 1000ml d'eau distillée)

Solution fille de Pb à 100 ppm ; diluer la solution mère 10 fois.

Tableau 32 : Gamme étalon de plomb

Solution mère de Pb (100 ppm)	0	1	2	4
Eau bidistillée en ml	100	99	98	96
Concentration en ppm	0	1	2	4
Densité optique	0	0.003	0.006	0.011

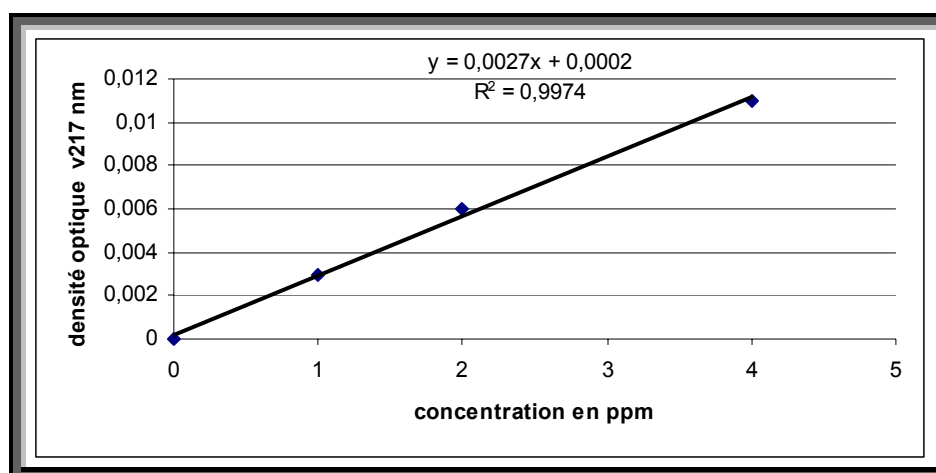


Figure n°30: Courbe d'étalonnage de plomb

b- Expression des résultats :

La teneur en plomb est donnée par la formule suivante :

$$\text{Pb \%} = \frac{\text{X. V. D}}{\text{P.10}^4}$$

Où

X: concentration lue sur le graphe

V: volume de la solution d'extraction (100ml)

P: Poids de la prise d'essai (0.5 g)

2-6-Détermination de la teneur en vitamines :

Nous avons déterminé les vitamines suivantes : A, E, B₁, B₆, B₈ et C.

2-6-1-Dosage des vitamines liposolubles :

2-6-1-1-Dosage de la provitamine " A " et tocophérol E par la méthode colorimétrique:

a- Principe :

Le ferricyanure brun en solution alcool chloroformique est réduit rapidement et quantitativement par les tocophérols (facteur d'activité vitaminique E) en donnant une coloration bleue uniforme de ferricyanure ferreux : la réaction est complète en 15 s. Cette méthode a une spécificité sur l'action de la vitamine A et des caroténoïdes (Le Coq, 1965).

b- Matériel :

- Spectrophotomètre, type : SHIMADZU. UV 120-01
- Evaporateur
- Bain marie

c- Réactifs:

- Acide ascorbique
- Méthanol

- Ethanol 96°
- n-hexane
- Ferricyanure de potassium 1%
- Tocophérol (des capsules, chaque capsule contient 100mg de tocophérol, Maison Pharco Phamacautical).
- Rétinol (médicament, flacon de 10ml, Maison Europhta) .
- Potasse KOH 50%
- Chlorure ferrique 1.5%
- Chloroforme

-Préparation de tocophérol : solution mère de tocophérol à 1000 ppm (une capsule dans 100ml de n-hexane).

Prendre 1 ml de solution mère et compléter jusqu'à 18.2 ml avec n-hexane pour avoir une solution de 55 ppm.

d- Mode opératoire :

-préparation des échantillons: pour chaque fruit et son amande ; on répète cette opération 5 fois

-Saponification et extraction :

- Peser 5 g de la partie comestible de chaque espèce ou 2g pour la partie amande de la matière fraîche.
- Broyer l'échantillon.
- Ajouter 0.25 g d'acide ascorbique, 50 ml de Méthanol et 4ml d'eau bidistillée ensuite ajouter 5 ml de la solution d'hydroxyde de potassium 50%.
- La saponification dure de 15 à 45 mn à une température de 80 °C à 100°C.
- Le Tocophérol et le carotène sont extraits de la solution de saponification à l'aide d'un solvant n-hexane 4 fois avec un volume de 50 ml.
- Les extraits sont regroupés et lavés avec de l'eau distillée 4 fois avec un volume de 50 ml.

-Evaporation :

- L'extrait est évaporé à l'aide d'un évaporateur sous vide , à une température ne dépassant pas 50°C pour éliminer les traces d'eau.
- Concentrer l'échantillon jusqu'à un volume de 2ml (Deymié , 1974 ; Bourgeois ,2003).

-Dosage colorimétrique :

Dans cette méthode, on utilise le chlorure ferrique avec une lecture à :

510 nm pour la vitamine E

450 nm Pour la provitamine A

-Mode opératoire

Prélever 0.5 ml de la solution à doser.

Ajouter 5 ml du réactif :

Préparer extemporanément le réactif en mélangeant :

Ferricyanure de potassium 1%.....0.1ml

Chlorure ferrique 1.5%.....0.1ml

Chloroforme.....1.5ml

Ethanol 96°.....8.5ml

Bien mélanger le réactif jusqu'à l'apparition d'une coloration brun acajou, il doit être employé immédiatement ou conserver à l'obscurité quelques minutes seulement.

Etablir la gamme étalon en utilisant une solution de tocophérol de 55 ppm comme l'indique le tableau suivant :

Tableau 33: Gamme étalon de la vitamine E "tocophérol"

N° de tube	1	2	3	4	5	6
Solution de tocophérol 55p pm	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Chloroforme en ml	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
Réactif en ml	5	5	5	5	5	5
Concentration en ppm	0	1	2	3	4	5
Densité optique	0	0.06	0.09	0.15	0.18	0.24

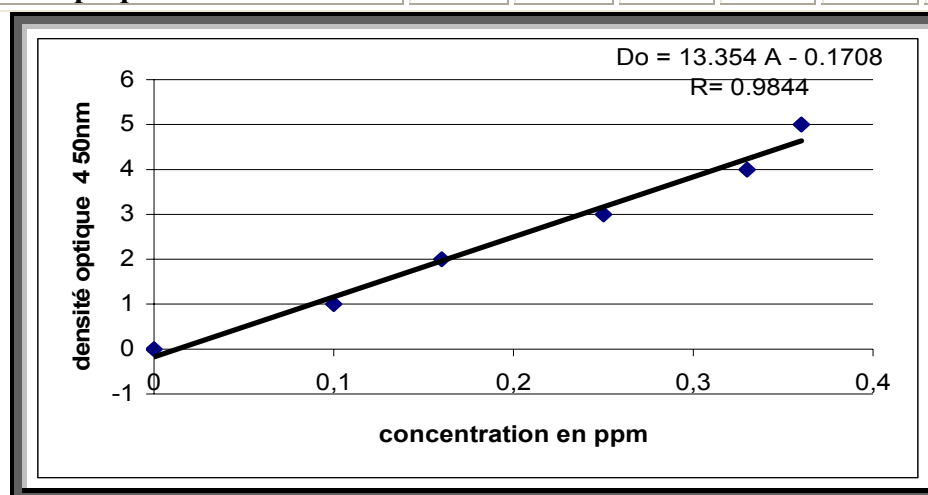


Figure n°31: Courbe d'étalonnage de la vitamine E

e- Expression des résultats :

$$E \% = \frac{A_{510} \cdot 10 \cdot V}{m \cdot 10^4}$$

Où :

A_{510} : concentration lue sur le graphe

10 : nombre de dilution

V : volume de la solution d'extraction

m : masse de la prise d'essai

10⁴ : Taux de conversion de tocophérol exprimé de ppm en % (MF).

2-6-1-2- Dosage de la provitamine" A" par la méthode colorimétrique:

a- Préparation de la gamme détalonnage de la provitamine A :

-**Préparation de Carotène** : solution mère de carotène à 15000 ppm (150 mg dans un tube de 10ml).

-Prendre 1 ml de solution mère et compléter jusqu'à 27.2 ml avec n-hexane pour avoir une solution de 55 ppm.

Le même mode opératoire que celui de la vitamine E.

Tableau 34 : Gamme étalon de la provitamine A

N° de tube	1	2	3	4	5	6
Solution de tocophérol 55 ppm	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Chloroforme en ml	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
Réactif en ml	5	5	5	5	5	5
Concentration en ppm	0	1	2	3	4	5
Densité optique	0	0.10	0.17	0.27	0.35	0.36

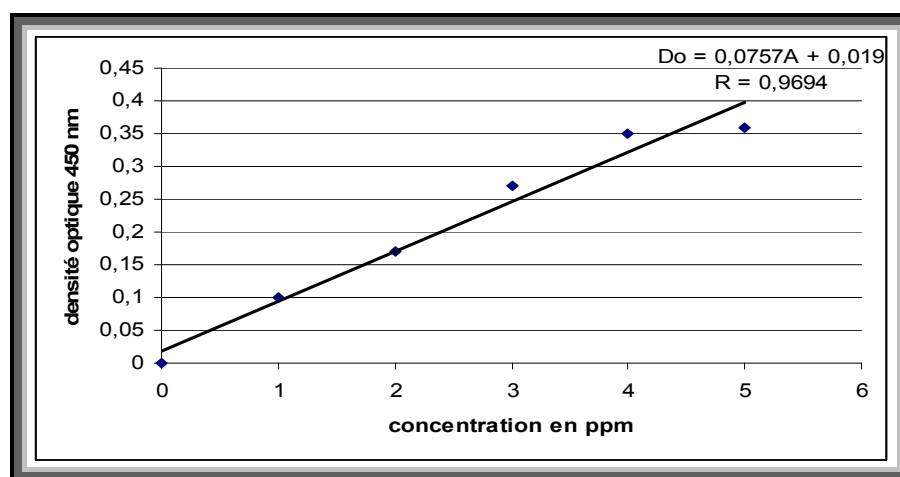


Figure n°32: Courbe d'étalonnage de la provitamine A

b- Expression des résultats :

$$\text{Prov. A \%} = \frac{A_{450} \cdot 10 \cdot V}{m \cdot 10^4}$$

Où :

A_{450} : concentration lue sur le graphe

10 : nombre de dilution

V : volume de la solution d'extraction

m : masse de la prise d'essai

10⁴ : taux de conversion de provatimine A exprimé de ppm en % (MF).

2-6-2-Détermination de la teneur en vitamines hydrosolubles :

- Extraction des vitamines hydrosolubles :

On réalise une hydrolyse avec de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique 6 M.

On porte ce mélange pendant 2 h à 120°C. On neutralise par la soude et l'on ajuste le pH à 4.5 (Multon, 1991).

2-6-2-1- Dosage de la vitamine B1 :

a- Principe :

L'extraction de la thiamine par l'hydrolyse par acide et puis oxydé par le phenyl hydrazine $C_6H_5-NH_2-NH_2$ forme un pigment absorbant à 490 nm en présence de thiamine (Adrian et al, 1998).

b- Réactifs :

-Le phénylhydrazine $C_6H_5-NH_2-NH_2$

-Solution mère de thiamine (solution injectable 100mg/1ml, Maison Hémopharme)

-HCl à 2%

-Na OH à 2 %

-Eau distillée

c- Préparation de thiamine : solution mère de thiamine chlorhydrique à 100.000 ppm (0.1g dans 1ml d'eau distillée).

-Prendre 1 ml de solution mère et compléter jusqu'à 40ml ml avec l'eau distillée pour avoir une solution de 2500 ppm.

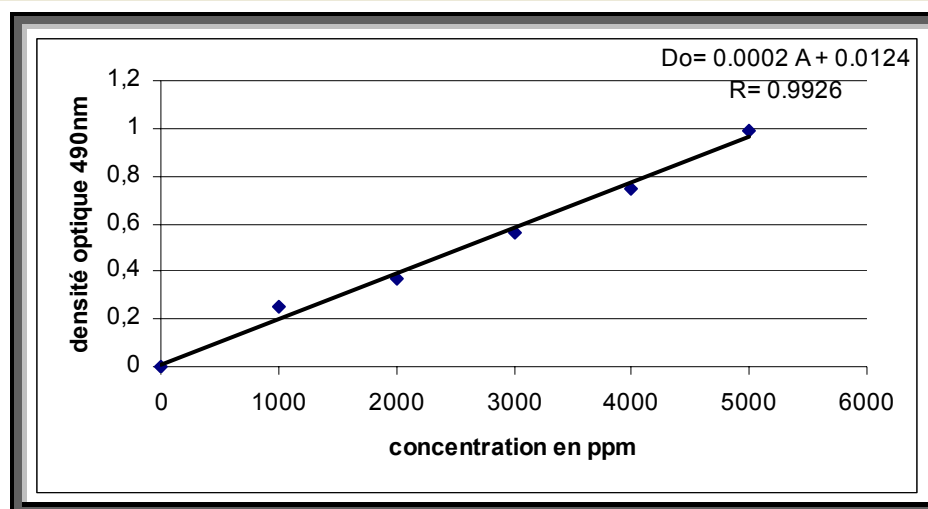
d- Mode opératoire :

-Peser 5 g de la pulpe broyée de chaque espèce ou de l'amande. L'extraction se fait par 50 ml d'HCl, porter dans un autoclave 121° pendant 2 heures , filtrer l'extrait et ajuster le pH à 4.5 par 2% de NaOH.

-Dans un tube à essai mettre 2 ml d'extrait, ajouter 5 ml de phenyl hydrazine et faire la lecture de la densité optique par le spectrophotomètre. A partir de la solution fille (2500 ppm) on prépare la gamme étalon comme l'indique le tableau:

Tableau 35 : Gamme étalon de la vitamine B₁

N° de tube	01	02	03	04	05	06
Solution de thiamine 2500 ppm	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Eau distillée	2	1.6	1.2	0.8	0.4	0
Phenyl hydrazine C ₆ H ₅ -NH ₂ -NH ₂	8	8	8	8	8	8
Concentration en ppm	0	100	200	300	400	500
Densité optique	0	0.25	0.37	0.56	0.75	0.99

**Figure n°33**: Courbe d'étalonnage de la vitamine B₁**f- Expression des résultats :**

Où :

$$B_1\% = \frac{A_{490} \cdot 5 \cdot V}{m \cdot 10^4}$$

A_{490} : concentration lue sur le graphe

5 : nombre de dilution

V : volume de la solution d'extraction

m : masse de la prise d'essai (**5g**)

10⁴ : taux de conversion de thiamine exprimé de ppm en % (MF).

2-6-2-2-Dosage de la vitamine B6 :**a- Principe :**

-Le chlorhydrate de pyridoxine très soluble dans l'eau est protégé en milieu acide.

-La vitamine B₆ existe naturellement sous différentes formes, mais en quantité relative dans ces aliments. La pyridoxine se trouve surtout dans les légumes et fruits (Multon, 1991).

b- Matériel :

- Broyeur
- Centrifugeuse, type SIGMA-3K.20
- Etuve, type : HERAEUS
- PH mètre, type INOLAD. WTW
- Spectrophotomètre, type : SHIMADZU. UV 120-01

c- Réactifs :

- HCl 2M
- Eau distillée
- NaOH pour neutraliser le pH
- Pyridoxine (pyridoxine chlorydate, solution injectable 250mg/5ml, Maison Hémopharme)
- Benzène
- Solution tampon pH 7 constituée de 20ml phosphate disodique et de 80 ml phosphate dipotassique
- Ferricyanure de potassium 0.1%
- Diéthyl-p-phénylenediamine 0.1%

-Préparation de Pyridoxine : solution mère de pyridoxine à 50.000 ppm.

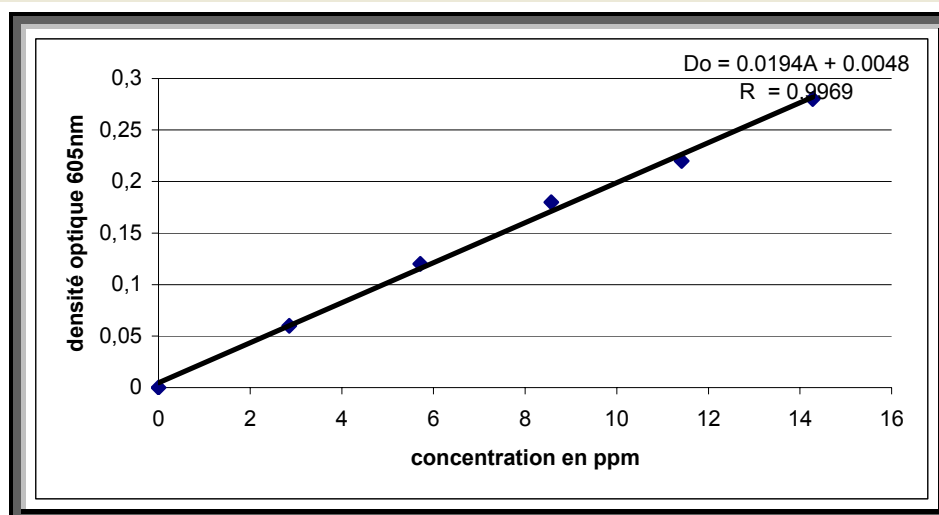
Prendre 0.1ml de solution mère et compléter jusqu'à 50ml ml avec l'eau distillée pour avoir une solution de 100 ppm.

d- Mode opératoire :

- Peser 5 g de la pulpe broyée de chaque espèce ou de l'amande. L'extraction se fait par 50 ml d'HCl, porter dans un autoclave à 121°C pendant 2 heures. Filtrer l'extrait et ajuster le pH à 4.5 par NaOH à 2%.
- Dans un tube à essai mettre 2 ml d'extrait ajouter 10ml d'une solution tampon pH 7 dans les proportions 2 ml et 8 ml.
- Ajouter ensuite dans les mêmes proportions 10 ml de benzène, la réaction de coloration se fera avec une solution à 0.1% de Diéthyl-p-phénylenediamine 1ml.
- Ajouter ensuite après agitation 1ml d'une solution à 1% de ferricyanure de potassium. Centrifuger à 5000 tours/mn pendant 10 mn, prélever le benzène et lire à 605nm.

Tableau 36: Gamme étalon de vitamine B₆

N°de tube	01	02	03	04	05	06
Solution a dosé 100 ppm	0	0.4	0.6	1.6	1.8	2
Eau distillée	2	1.8	1.6	0.6	0.4	0
Tampon pH 7 (ml)	10	10	10	10	10	10
Ferricyanure de potassium (ml)	1	1	1	1	1	1
Diéthyl-p-phénylenediamine	1	1	1	1	1	1
[C] en ppm	0	2.85	5.71	8.57	11.42	14.28
DO	0	0.06	0.12	0.18	0.22	0.28

**Figure n°34 :** Courbe d'étalonnage de la vitamine B₆**e- Expression des résultats**

$$B_6\% = \frac{A_{605} \cdot 7 \cdot V}{m \cdot 10^4}$$

Où : A_{605} : concentration lue sur le graphe

7 : nombre de dilution

V : volume de la solution d'extraction

m : masse de la prise d'essai (5g)

 10^4 : taux de conversion de pyridoxine exprimé de ppm en % (MF).

2-6-2-3- Dosage de la vitamine B8 (biotine, vitamine H)

a- Principe :

Le principe analytique original fait appel à une réaction préalable entre l'avidine et un pigment absorbant à 345 nm l'acide hydroxyphénylazo benzoïque ou HABA. Celui-ci occupe les sites de la biotine et sature l'avidine (Adrian et al, 1998).

b- Matériel :

- Etuve, type : HERAEUS
- PH mètre type INOLAD. WTW
- Spectrophotomètre visible ,type : SHIMADZU. UV 120-01

c -Réactifs :

- Eau distillée
- Réactif d'acide benzoïque HABA constituée de (24.2 mg de HABA dans 9.9 ml H₂O et .1 ml de NaOH 1 N)

-**Solution mère** de Biotine 500 ppm (Biotine injectable 150mg/1ml, Roche)

-Solution fille :

- Prendre 10 ml de solution mère et compléter jusqu'à 33.3ml ml avec l'eau distillée pour avoir une solution de 15 ppm.

d- Mode opératoire:

- Prendre 1 ml de la solution extractive, ajouter 9 ml de réactif de HABA. La lecture de la densité optique est déterminée par le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 345 nm.

Tableau 37: Gamme étalon de la vitamine B₈

N° de tube	01	02	03	04	05	06
Solution Biotine 15 ppm	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Eau distillée en ml	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Réactif	9	9	9	9	9	9
[C]en ppm	0	30	60	90	120	150
DO	0	0.18	0.27	0.39	0.49	0.67

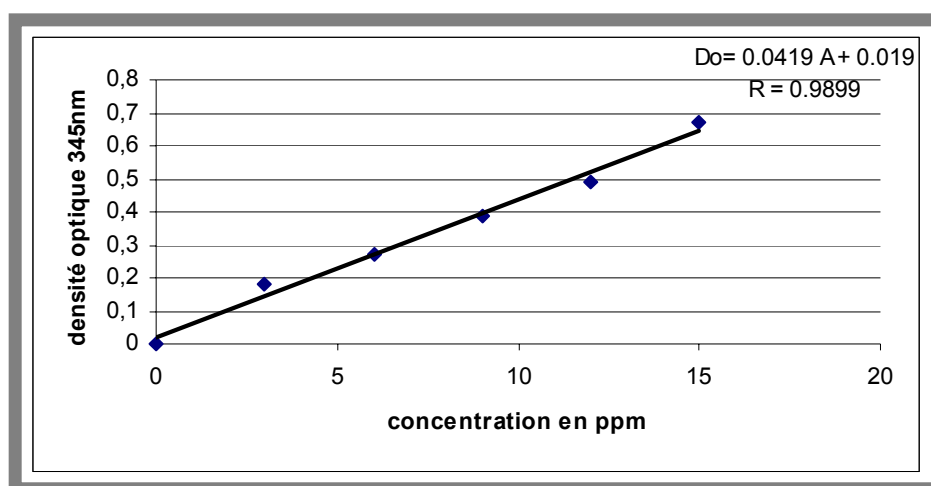


Figure n°35 : Courbe d'étalonnage de la vitamine B8

e- Expression des résultats :

Où :

$$B_8 = \frac{A_{345} \cdot 5 \cdot V}{m \cdot 10^4}$$

A_{345} : concentration lue sur le graphe

5 : nombre de dilution

V : volume de la solution d'extraction

M : masse de la prise d'essai (5g)

10^4 : facteur de conversion le taux de biotine exprimé de ppm en % (MF).

2-6-2-4- Dosage de la vitamine C :

a- Principe:

En milieu acide, la solution d'iodate de K (KIO_3) oxyde l'acide ascorbique (vit C) en acide oxyascorbique (adéhydroascorbique) (Bogdanski , 1965)

b-Réactifs

- HCl à 2%
- Eau distillée
- Amidon à 0.5%
- Iodure de K (KI) à 1%
- Iodate de K (KIO_3) 1/ 1000N

d- Mode opératoire:

- Une quantité de 10 g de pulpe de fruit est réduite en purée et mise en présence de 50 ml de HCl à 2%.
- Après 10 mn d'attaque acide, ce mélange est passé dans un bécher de 100ml.
- On filtre la solution et on complète à 100 ml avec l'eau distillée dans une fiole de 100 ml.

-La détermination de la vitamine C proprement dite s'effectue en deux temps:

-Première temps :

-On prend 10 ml d'extrait filtré et on le place dans un erlenmeyer avec 30 ml d'eau distillée

-On ajoute 1 ml de solution d'iodure de K à 1% et 2 ml de solution d'amidon à 0.5 %

-On titre à l'aide d'une solution d'iodate de K (KIO_3) 1/1000N (poids moléculaire 214) jusqu'à virage au bleu

-Deuxième temps:

Dans les mêmes conditions, on réalise un titrage

-Témoins : dans les mêmes conditions, on prend 10 ml de HCl à 2% et 30ml d'eau distillée dans un erlenmeyer, on ajoute 1 ml d'iodure de K à 1% et 2 ml de solution d'amidon à 0.5%

f- Expression des résultats :

D'après Bogdanski (1965), Le calcul de la teneur en vitamine C est fait selon la formule suivante :

Où :

$$X = \frac{N \cdot V_1 \cdot 0.0088}{G \cdot V_2} \times 100$$

X : poids en mg d'acide ascorbique par 100 g de produit analysé (mg/100 g)

N : nombre de ml d'iodate de K (résultats de la différence entre le premier titrage et le titrage témoins)

V1 : volume total d'extrait obtenu pour l'analyse (100ml)

G : quantité de produit analysé (10g de pulpe de fruit)

V2 : quantité d'extrait filtré soumis à l'analyse (10ml).

Résultats et discussions

1-Rapports :

Les résultats représentant dans le tableau 38, la masse des 5 fruits et dans le tableau 39, les rapports : partie comestible/fruit, noyau/fruit et amande/noyau sont calculés sur la base d'une moyenne de 50 répétitions de pesée.

Tableau 38 : Masse (mg) moyenne des cinq fruits étudiés

fruit	Masse en mg Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	390 $\pm$ 6.36
<i>Crataegus azarolus</i> L.	550 $\pm$ 12.16
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	349 $\pm$ 26.98
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	141.13 $\pm$ 4.20
<i>Zizyphus lotus</i> L.	560.12 $\pm$ 1.22

Tableau 39 : Rapports : partie comestible/fruit ; noyau/fruit et amande/noyau des 5 fruits :

fruit	rapport% Moyenne $\pm$ Ecart type		
	partie comestible/fruit	noyau/fruit	amande/noyau
<i>Celtis australis</i> L.	55.62 $\pm$ 5.33	33.12 $\pm$ 8.98	27.63 $\pm$ 1.2
<i>Crataegus azarolus</i> L.	77.5 $\pm$ 8.40	24.3 $\pm$ 4.60	7.71 $\pm$ 8.4
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	79.31 $\pm$ 3.77	33.12 $\pm$ 6.98	8.80 $\pm$ 2.37
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	56.70 $\pm$ 5.28	24.76 $\pm$ 4.92	5.76 $\pm$ 0.97
<i>Zizyphus lotus</i> L.	55.36 $\pm$ 1.50	34.58 $\pm$ 1.95	9.71 $\pm$ 8.40

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

D'une masse moyenne de 390 mg est supérieure à celle trouvée par Demir et al en 2002 ; soit 223 mg.

L'analyse des différents rapports de ce fruit nous permet de constater qu'il est d'une grande valeur alimentaire non seulement pour les humains (partie comestible /fruit = 55.62 $\pm$ 5.33 %) mais également pour les animaux (tourteaux). C'est aussi un fruit intéressant pour ses potentialités oléagineuses.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

En comparant la valeur de la masse (550 mg) de ce fruit par rapport à celles données par Koyunco et al (2006) (216 à 758 mg) et Giargio et al (2004) (117 à 557 mg), nous pouvant déduire que la valeur de ma masse de ce fruit se rapproche à celles trouvées par Giargio en 2004 et Koyunco en 2006.

Ce fruit comparativement aux 4 autres, présente une grande valeur nutritionnelle dans la

mesure où le rapport (partie comestible/fruit= 77.5+₋8.40%) est élevée.

-*Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

La valeur de la masse de *Crataegus monogyna* Jacq. (349mg), est intermédiaire entre les valeurs trouvées par Ozcan et al (2005) (303mg) et Herrera et al (1984) (652 mg).

Les résultats mentionnés sur le tableau 39, nous font remarquer que *Crataegus monogyna* Jacq. a une valeur alimentaire importante, étant donné que la teneur du rapport partie comestible/fruit soit la plus élevée.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Où l'olivier de Bohème a un poids moyen 56.70 de largement inférieur à celui de l'argousier de teneur 141.13 mg. (li, 2002).

L'importance de la proportion pulpe/fruit ($56.70 \pm 5.28\%$) encourage sa consommation à l'état frais et son utilisation industrielle.

- *Zizyphus lotus* (jujubier) :

Compte tenu des résultats obtenus portés sur le tableau 39, *Zizyphus lotus* L. mérite une attention particulière quand à son exploitation et son utilisation surtout dans les domaines de la pharmacologie, du cosmétique, et de l'industrie.

La différence de poids que l'on rencontre chez les cinq fruits s'explique par la variété et le degré de maturation du fruit qui diffère d'une espèce à une autre.

Il ressort des résultats figurés dans le tableau 39 que les rapports noyau/fruit et partie comestible /fruit sont d'une grande importance car ils nous permettent :

- d'une part, de connaître l'intérêt du point de vue alimentaire ;
- et, d'autre part, avoir une idée sur la forme et les dimensions des fruits.

Quant au rapport amande/noyau de nos échantillons, celui-ci nous livre des informations sur les potentialités de l'amande et son utilisation dans le domaine industriel.

On conclut, par ailleurs que *Crataegus monogyna* Jacq. et *Crataegus azarolus* L. sont les fruits les plus intéressants sur le plan alimentaire.

2- Teneur en eau :

Tableau 40: Teneur en eau dans la pulpe des fruits (g/100g).

Fruit	Teneur en eau	Teneur en matière sèche
<i>Celtis australis</i> L.	31.11 $\pm$ 3.78	63.82 $\pm$ 3.78
<i>Crataegus azarolus</i> L.	70.22 $\pm$ 8.06	29.78 $\pm$ 8.06
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	35.52 $\pm$ 3.40	64.48 $\pm$ 3.40
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	19.17 $\pm$ 3.97	80.83 $\pm$ 3.97
<i>Zizyphus lotus</i> L.	12.32 $\pm$ 0.55	87.68 $\pm$ 0.55

La teneur en eau nous permet :

-d'une part d'exprimer les résultats de la matière sèche par rapport au poids total.

-et d'autre part d'exprimer les résultats des constituants biochimiques par rapport à la matière sèche.

Sur ce tableau 40, on peut remarquer que la teneur moyenne en eau varie d'un fruit à un autre .

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

La teneur en eau que nous déterminé pour ce fruit ($31.11 \pm 3.78\%$) est importante à celle obtenue par Demir et al (2002) (9.77%) ; par contre elle se rapproche de celle de Praca (2006), soit $36.6 \pm 1.33\%$.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier):

La teneur en eau de ce fruit est largement supérieure à celle des autres espèces étudiées, cependant, elle demeure proche de celle donnée par Koyunco et al (2006), pour la même espèce, une teneur de 64.24% .

-*Crataegus monogyna* Jacq. (aubépine):

L'analyse effectuée sur la pulpe de ce fruit, montre que la teneur en eau de $35.52 \pm 3.40\%$ est inférieure à celle mentionnée par Couplan (1998), ayant la valeur de 72% d'eau.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème):

Si on compare la teneur en eau de ce fruit ayant une valeur de $19.17 \pm 3.97\%$ à celle trouvée chez une autre espèce *Elaeagnus conferta* qui est d'une teneur comprise entre 6-10% (APET, 2004), nous constatons que notre valeur est supérieure.

-*Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

Comparativement aux valeurs trouvées chez d'autres variétés du même genre en l'occurrence, le *Zizyphus maritiana* (Grosskinsky, 1999), *Zizyphus spin-christi* (Antony, 2005) et (*Zizyphus jujuba* (Catoire et al., 1994) dont la teneur en eau est comprise entre 46 et 85% ., la valeur que nous avons obtenue sur *Zizyphus lotus* est nettement faible ($12.32 \pm 0.55\%$).

Les valeurs moyennes de la teneur en eau (12 à $70 \text{ g}/100\text{g}$) pour les 5 fruits se rapprochent de celles des fruits consommables mentionnées (17 à $82 \text{ g}/100\text{g}$) par Rullier (1998).

La variation de la teneur en eau pour les cinq fruits dépend de plusieurs facteurs:

- l'espèce elle-même,
- les conditions climatiques (précipitation, température, vents...),
- la répartition géographique des fruits (zone aride, semi aride, humide, tropicale...),
- la composition et le type du sol.

Tableau 41 : Teneur en eau dans les amandes des fruits (g/100g).

Fruit	Teneur en eau Moyenne $\pm$ Ecart type	Teneur en matière sèche Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	16.18 $\pm$ 0.51	83.82 $\pm$ 0.51
<i>Crataegus azarolus</i> L.	8.23 $\pm$ 1.47	91.77 $\pm$ 1.47
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	6.55 $\pm$ 0.49	93.45 $\pm$ 0.49
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	7.39 $\pm$ 0.89	92.62 $\pm$ 0.89
<i>Zizyphus lotus</i> L.	7.57 $\pm$ 0.57	92.43 $\pm$ 0.57

Nous remarquons qu'excepté le *Celtis australis* L. (16.18 $\pm$ 0.51%), la valeur moyenne de la teneur en eau dans l'amande des autres fruits est faible et comprise entre 6 et 8%. Cette dernière est légèrement à celle trouvée sur les noix et amandes par Bretaudeau et Fauré (1992) avec une valeur de 5 à 7 %. La différence de la teneur en eau est liée principalement au système végétal.

Ces faibles teneurs en eau dans l'amande de ces fruits constituent un bon facteur soit pour la conservation ou pour l'usage en industrie.

3- Teneur en cendres :

Le taux des cendres nous permet d'exprimer les résultats de la matière organique par rapport au poids total de la partie comestible et de l'amande du fruit (Linden, 1994).

Les résultats analytiques du taux de la cendre et de la matière organique de la partie comestible et de l'amande des cinq fruits se présentent comme suit (Tableau 42)

Tableau 42 : Taux des cendres et de la matière organique de la partie comestible et de l'amande des cinq fruits.

Espèces	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type		Amande Moyenne $\pm$ Ecart type	
	Cendres%	Matière organique%	Cendres%	Matière organique%
<i>Celtis australis</i> L.	4.90 $\pm$ 0.02	95.10 $\pm$ 0.02	4.00 $\pm$ 0.01	96.00 $\pm$ 0.01
<i>Crataegus azarolus</i> L.	4.10 $\pm$ 0.1	95.90 $\pm$ 0.1	6.80 $\pm$ 0.05	93.20 $\pm$ 0.05
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	5.00 $\pm$ 0.07	95.00 $\pm$ 0.07	5.20 $\pm$ 0.12	94.80 $\pm$ 0.12
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	4.20 $\pm$ 0.26	95.80 $\pm$ 0.26	3.6 $\pm$ 0.04	96.40 $\pm$ 0.04
<i>Zizyphus lotus</i> L.	3.20 $\pm$ 0.15	96.80 $\pm$ 0.15	3.00 $\pm$ 0.3	97.00 $\pm$ 0.3

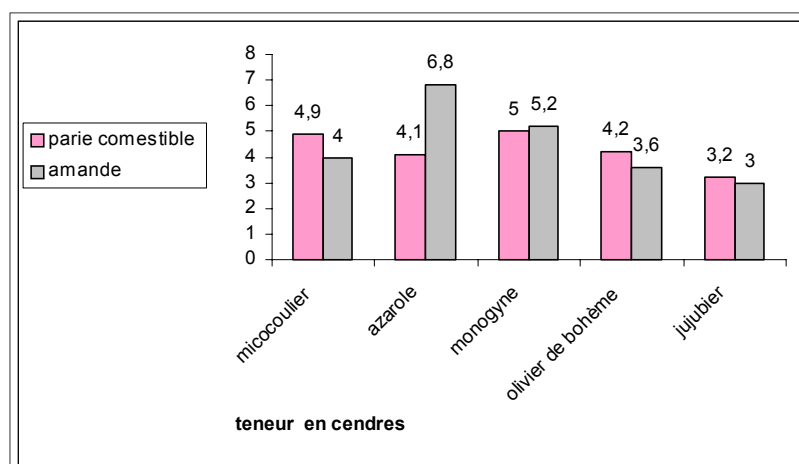


Figure n°36: Teneur en cendres pour chaque espèce

Selon Bretaudeau et Fauré (1992), après incinération, on obtient une cendre grisâtre représentant les diverses substances minérales, de 0.3 à 3 % environ du poids frais d'origine. L'analyse des cendres révèle la richesse de l'échantillon en éléments minéraux.

A partir de ces résultats (Tableau 42), nous constatons que la partie comestible des fruits riches en sels minéraux sont *Crataegus monogyna* Jacq.. (5 %) et *Celtis australis* L. (4.9 %).

A l'exception du *Crataegus azarolus* L., les valeurs de la teneur en cendre obtenues à partir de la partie comestible et l'amande des 4 autres sont proches.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L.:

La valeur de la teneur en cendre déterminée de la partie comestible de ce fruit (4.9% de matière sèche).est 3 fois inférieure à celle trouvée par Demir et al (2002) d'une valeur de 15.29%.

-*Crataegus azarolus* L.:

Les travaux d'Oczan et al (2005) réalisés sur le même fruit ont trouvé une valeur de la teneur en cendre inférieure (2.28%) à la notre soit 4.1 % de MS.

-*Crataegus monogyna* Jacq. :

Quant à la teneur de ce fruit dont la teneur est de 5 %, elle est presque identique à celle donnée par Herrera (1984), soit une valeur de 4.3 % de MS.

-*Elaeagnus angustifolia* L.:

Son contenu minéral total est de 4.5% de matière sèche, cette valeur est élevée à celle trouvée par Sayed et al (2005) ; sur la variété *Elaeagnus embellata* soit 1.04% de MS.

-*Zizyphus lotus* L.:

Selon Murdock (2002), la teneur en éléments minéraux de ce fruit (0.82% de matière sèche) est supérieure à celle de notre échantillon (3.20% de matière sèche).

On remarque que pour la même variété, la teneur en cendre est différente, la variation des minéraux dépend de plusieurs facteurs :

- externes (climat, engrais, irrigation....);
- internes (âge et génétique de l'espèce.

b- Amandes :

L'analyse réalisée sur les amandes des 5 fruits étudiés a révélé des taux de cendres pratiquement élevés par rapport à ceux des amandes douces (2%), des noix (1.5%), ce qui explique leur richesse en éléments minéraux d'après Bretaudeau et Fauré en 1992.

La teneur en minéraux de l'amande de micocoulier (4 %) est identique à celle de la noisette et de soja dont la teneur est de 3% de MS (Bretaudeau et Fauré ,1992).

Tableau 43 : Comparaison entre les amandes des fruits oléagineux et celles des fruits des espèces étudiées selon la teneur en cendres.

<i>Teneur en cendre</i>	Les fruits oléagineux			Les fruits étudiés				
	Colza	tournesol	arachide	<i>Celtis australis</i>	<i>Crataegus azarolus</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Elaeagnus angustifolia.</i>	<i>Zizyphus lotus</i>
<i>g/100g de MS</i>	3.50	3.0-5.0	3.00	4.00	6.80	5.20	3.60	3.00

A titre de comparaison avec les amandes des fruits oléagineux, nous constatons que les valeurs de la teneur en cendres des amandes de nos fruits sont élevées, ce qui explique leur utilisation comme source en éléments minéraux.

4- Teneur en éléments minéraux :

4-1- Eléments majeurs : P, Ca, Mg, Na, et K

Ces résultats sont la moyenne de 5 répétitions.

4-1-1-Teneur en phosphore :

Tableau 44 : Taux de phosphore dans la partie comestible et l'amande pour les 5 échantillons exprimé en mg/100g

Espèces	Phosphore (mg/100g)	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis L.</i>		18.74±0.00	36.78±1.22
<i>Crataegus azarolus L.</i>		13.11±1.48	27.91±0.21
<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>		20.09±4.03	60.38±1.91
<i>Elaeagnus angustifolia L.</i>		11.83±6.80	25.66±4.61
<i>Zizyphus lotus L.</i>		10.62±1.70	24.00±0.63

Comme l'indique le Tableau 44, la teneur moyenne en phosphore pour les 5 fruits est

plus importante dans l'amande qu'au niveau de la pulpe. L'amande constitue donc la partie la plus riche en phosphore pour l'ensemble des fruits étudiés. Même constatation est trouvée par Largoïs (1994) où il montre que la valeur de la teneur en phosphore est comprise entre 30-80mg/100g de MS.

Nous portons également une autre remarque que *Crataegus monogyna* Jacq. est le fruit le plus riche en cet élément aussi bien dans l'amande que dans la partie comestible (Tableau44).

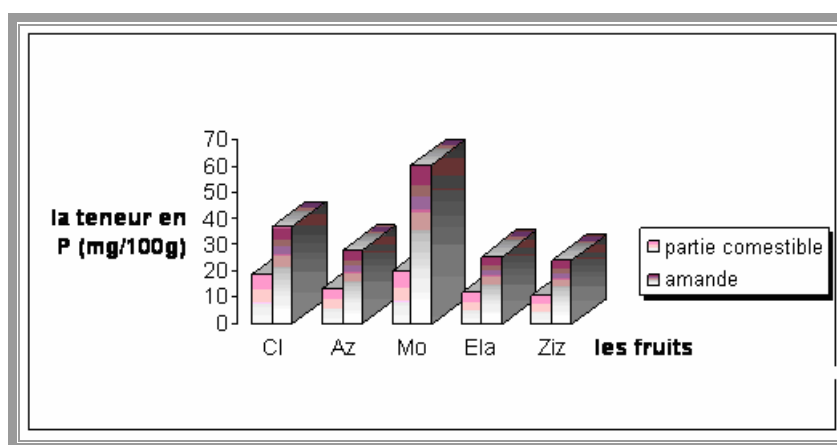


Figure n°37 Teneur en phosphore dans les 5 fruits

Cl: *Celtis australis* L./Az: *Crataegus azarolus* L./Mo: *Crataegus monogyna* Jacq./Ela: *Elaeagnus angustifolia* L./Ziz: *Zizyphus lotus* L.

a-Partie comestible :

La valeur du taux de phosphore dans la partie comestible du fruit *Celtis australis* L. (18.74 mg/100g MS) avoisine celle citée par Praca (2006) (16.19 mg/100g MS) en Slovaque mais cette même valeur est très faible par rapport à celle trouvée par Demir et al (2002) (151.9 mg/100g MS) en Turquie. Malgré que les travaux de recherche sont réalisés sur le même fruit et dans différents pays, on remarque donc que la teneur en phosphore reste différente. Ceci s'explique, en général, par la variation de plusieurs facteurs tels que la répartition de ces espèces, le climat, le type du sol.....

Nos résultats montrent que la partie comestible du *Crataegus azarolus* L. est riche en phosphore ayant une valeur de 13.11 ± 1.48 mg/100g de MS, cette dernière est supérieure. Comparativement à celle mentionnée par Koyunco et al (2006) (1.16 mg/100g de MS), elle est nettement supérieure.

Quant au fruit *Crataegus monogyna* Jacq.; sa teneur en phosphore dans la pulpe de 20.09 ± 4.03 mg/100g de MS, est faible par rapport à celle donnée par Herrera (1984) dont la valeur est de 50 mg/100g de MS.

La teneur moyenne en phosphore de la pulpe du fruit d'*Elaeagnus angustifolia* L. (11.83 ± 6.80 mg/100g de MS) est inférieure à celle trouvée par Sayed et al (2005) sur un fruit voisin de notre espèce qui est *Elaeagnus embellata*, soit une valeur de 54 mg/100g de MS.

Par ailleurs, la teneur en phosphore de la partie comestible du fruit *Zizyphus lotus* L. (10.62 ± 1.70 mg/100g de MS) est très élevée de celle obtenue par Murdock (2002), ayant réalisé des analyses sur le jujubier cru (65 mg/kg de MS).

D'autres études réalisées sur d'autres variétés telles que *Zizyphus maritiana* et *Zizyphus jujuba* (arbre cultivé) par Jama et al (2007), ont montré que la valeur de leurs teneurs en phosphore qui sont respectivement 89.3 ± 1.3 et 105 ± 1.8 mg/100g de matière sèche, sont très élevées à celles étudiées par nos soins (10.62 ± 1.70 mg/100g de matière sèche).

En comparant la valeur de la teneur en phosphore de la pulpe de la majorité des fruits consommables (10-30 mg/100g MS) avec nos résultats, nous remarquons que la teneur en phosphore au niveau de la partie consommable de nos échantillons est faible. Malgré qu'elle est faible mais elle est située dans l'intervalle (0-1000 mg/100g de MS) donné par Pinta (1980). On peut donc conclure que la teneur moyenne en phosphore des cinq fruits est dans les normes.

Amandes :

En ce qui concerne la partie amande de *Celtis australis* L., son taux de phosphore a une valeur (36.78 ± 1.22 mg/100 g de MS) qui se rapproche de celle citée par Praca (2006), (46.1 ± 0.20 mg/100 g de MS).

La valeur moyenne des teneurs en phosphore de l'amande des cinq fruits (34.4 mg/100g MS) est très inférieure à celles rapportées par Bretaudeau et Faure (1992) ; Frenot et Vierling (2002), concernant les amandes (450 mg/100g) et les noix (300 mg/100g de MS).

On peut conclure que la valeur du taux de phosphore dans la pulpe et l'amande des 5 fruits est excessivement basse (10-20 mg/100g) et (24-60 mg/100g de MS). Ce faible taux dépend de la teneur des quantités de phosphore contenues dans le sol comme a été souligné par Goutier (1993a ; 1993b). La diminution de la teneur en phosphore des espèces est corrélée à une augmentation du calibre des fruits et aussi corrélée aux types de sols calcaires (Trabaud, 2001).

En plus des vertus médicales et ornementales, ces arbres et arbustes peuvent aussi être utilisés comme aliments pour adultes et enfants car ils constituent une source de phosphore pour ces derniers.

4-1-2-Teneur en calcium :

Tableau 45 : Taux de calcium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g

Espèces calcium (mg/100g)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	2468.64 $\pm$ 2.16	2238.7 $\pm$ 5.50
<i>Crataegus azarolus</i> L.	434.96 $\pm$ 0.00	434.96 $\pm$ 0.00
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	414.18 $\pm$ 9.10	544.10 $\pm$ 7.00
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	381.88 $\pm$ 4.80	514.69 $\pm$ 6.97
<i>Zizyphus lotus</i> L.	490.84 $\pm$ 0.00	337.38 $\pm$ 0.00

Il ressort de ce tableau en dessus que le fruit contenant une concentration très importante en calcium dans les deux parties est *Celtis australis* L. avec des teneurs de 2468.64 $\pm$ 2.16 mg/100g et de 2238.7 $\pm$ 5.50 mg/100g.

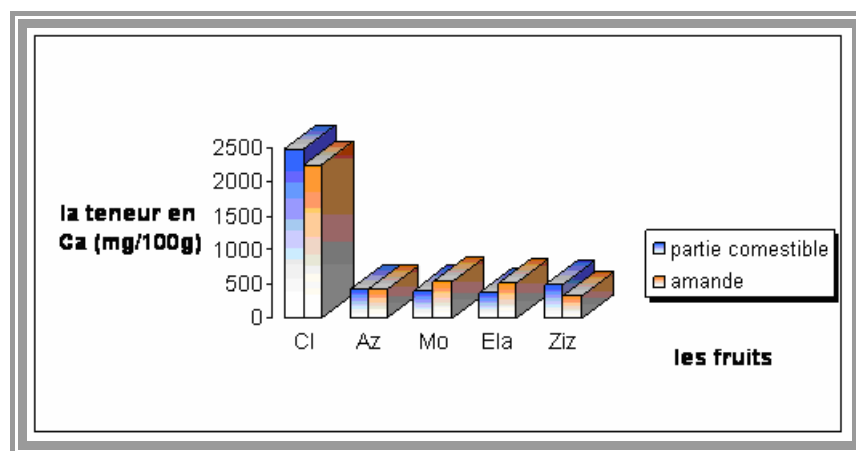


Figure n°38 : Teneur en calcium dans les 5 fruits

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

La valeur moyenne du taux de calcium dans la pulpe du fruit de *Celtis australis* L.(2468.64 $\pm$ 2.16 mg/100 de MS) est nettement inférieure aux valeurs trouvées par Demir et al (2002) et Praca (2006), qui sont respectivement de 4397.30 mg/100g et 3537.93 mg/100g de MS.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

Selon les résultats mentionnés dans le Tableau 45, nous constatons que la teneur en calcium des deux parties du *Crataegus azarolus* est la même (434.96 $\pm$ 0.00 mg/100g de

matière sèche).

La teneur de calcium de la pulpe de ce fruit est supérieure à celle citée par Ozcan et al (2005), dont la valeur est de 304.63 ± 19.99 mg/100g de MS.

-*Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Herrera (1984), rapporte que la teneur en calcium de la baie du fruit *aubépine* (440 mg/100g de MS) se rapproche de celle déterminée dans notre étude (414.18 ± 9.10 de MS).

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Par ailleurs, la valeur de la teneur en calcium obtenue à partir de la pulpe de l'olivier de Bohème (381.88 ± 4.80 mg/100g de MS) est nettement supérieure à celle mentionnée par Sayed et al (2005), qui a travaillé sur d'autres variétés : *Elaeagnus embellata* et a trouvé une valeur de 49mg/100g de MS.

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

Quant au jujubier, sa partie comestible contient également du calcium. En comparant notre résultat avec celui trouvé par Murdock (2002) (21 mg/100g de MS), nous remarquons que la valeur du taux de calcium de notre fruit (490.84 ± 0.00 mg/100g de matière sèche) est très élevé.

b- Amandes :

Malgré que la teneur en calcium de l'amande du fruit de micocoulier est très élevée (2387 ± 5.50 mg/100g MS) mais elle reste faible par rapport à celle trouvée par Praca (2006) (3392.286 mg/kg de MS).

Nous constatons que les taux de calcium de la partie non comestible des cinq fruits (337 à 2238 mg/100g) sont supérieurs à ceux obtenus avec des noisettes (230mg/100g) et les noix sèches (200 mg/100g de MS).

Selon Pinta (1980) ; Heller (1998), la teneur en calcium chez les végétaux varie de 100 à 6000 mg/100g de matière sèche, on peut donc conclure que nos résultats sont dans les normes.

D'après Suzan et al (2002), les valeurs de la teneur en calcium dans les fruits consommables (7-62mg/100g MS) sont très faibles. Ces dernières sont inférieures à celles obtenues avec nos échantillons.

Les teneurs en calcium sont faibles pour la majorité des espèces mais atteignent toutes des valeurs normales de l'ordre 400 mg/100g de matière sèche pour tout ces fruits et

ces amandes, sauf le fruit de micocoulier qui contient une teneur élevée en calcium qui dépasse les 2000 mg/100 g de MS. Compte tenu des faibles quantités de calcium dans le sol et l'antagoniste de magnésium et de potassium sur l'absorption du calcium.

On explique alors que la variation de la teneur en calcium dans les mêmes variétés dépend des facteurs suivants :

-Facteurs internes :

- ✓ le végétal lui-même, on observe une variation de la composition en minéraux;
- ✓ l'âge de l'organe, chez les végétaux âgés, on constate que la teneur en calcium est plus élevée (micocoulier) par rapport à celle des végétaux jeunes (Heller, 1998).

-Facteurs externes:

- ✓ type du sol (acide, basique....);
- ✓ zone de répartition des arbres et arbustes (aride, semi-aride, humide, tropicale...);
- ✓ climat (précipitation, température, vent, lumière,...);
- ✓ texture du sol;
- ✓ utilisation des engrais, irrigation, drainage (Jaffré, 1977).

4-1-3- Teneur en magnésium :

Tableau 46: Taux de magnésium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g de MS.

Espèces Magnésium (mg/100g)	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	573.95±33.47	174.14±66.94
<i>Crataegus azarolus</i> L.	184.59±0.49	1053.12±1.46
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	156.52±15.43	1887.52±0.00
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	474.69±0.63	1419.85±3.31
<i>Zizyphus lotus</i> L.	397.91±18.82	1349.06±66.94

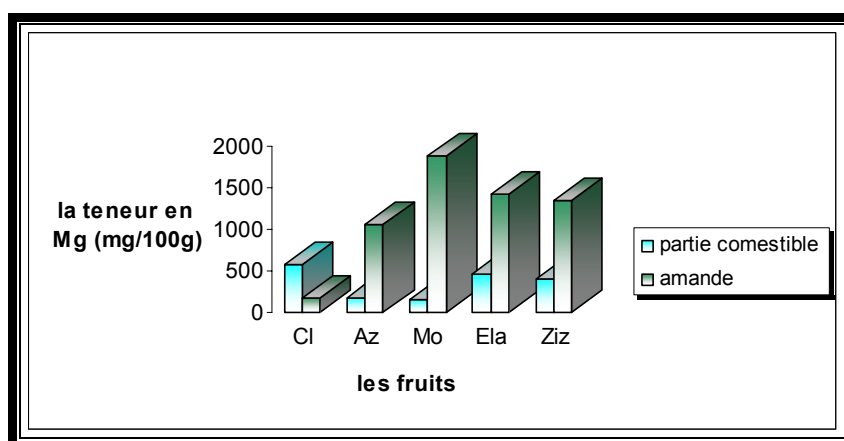


Figure n°39 : Teneur en magnésium dans les 5 fruits étudiés

a- Partie comestible :

A partir de ces résultats, nous remarquons que tous les fruits renferment du magnésium dans la partie comestible. La pulpe la plus riche en magnésium est celle du *Celtis australis* L. dont sa teneur est 573.95 ± 33.47 mg/100g de MS, sa teneur est très faible par rapport à celle donnée par Demir et al (2001), de 6732.5 ± 69.93 MS. Par contre, elle est nettement supérieure à celle obtenue par Praca (2006), (47.14 ± 3.86 mg/100g du MS).

Quant au *Crataegus azarolus* L., la teneur en magnésium dans la partie comestible (184.59 ± 0.49 mg/100g de MS) est nettement plus élevée que celle citée par Koyunco et al (2006), soit 7.1 mg/100g de MS. Tandis que Ozcan et al (2005), ont trouvé un taux de magnésium proche du notre (150.25 ± 12.0 mg/100g de MS).

La teneur en magnésium chez le *monogyne* aussi faible qu'elle est (156.52 ± 15.43 mg/100g MS) dans notre étude mais elle reste toujours supérieure à celle trouvée par Herrera (1984), dont la valeur est de 60mg/100g MS.

La teneur la plus élevée en magnésium dans notre étude est celle rencontrée dans la pulpe de l'*Elaeagnus angustifolia* sa valeur est de 474.69 ± 0.63 mg/100g.

Sayed et al (2005), a donné pour une autre de la même variété *Elaeagnus embellata* une valeur très faible de 33 mg/100g de MS.

Classé troisième au plan teneur en magnésium, le jujubier a une valeur de 397.91 ± 18.82 mg, plus importante à celle donnée par Murdock (2002).

La teneur en magnésium du *Zizyphus spin-christi* mentionnée par Anthony (2005), est de 2.8 mg mais cette valeur est insuffisante par rapport à celle du *Zizyphus lotus* L. de notre étude.

Par comparaison avec les fruits consommables (50-350 mg/100Gms), nous concluons que les fruits utilisés dans notre étude sont plus riches en magnésium que ceux des espèces fruitières (arboricoles).

b- Amandes :

Nous constatons que les amandes de nos fruits contiennent du magnésium mais leurs teneurs sont inférieures à celles obtenues avec des amandes (2540 mg/100g) et les noix (1320mg/100g de MS) sauf pour le monogyne et l'olivier de Bohème dont les taux en magnésium sont assez proches (1887.52 ± 0.00 mg/100g et 1419.85 ± 3.31 mg/100g).

La teneur en magnésium au niveau de l'amande du micocoulier (174.14 ± 66.94 mg/100g de matière sèche) est inférieure à celle mentionnée par Praca (2001) (193.92 ± 2.8

mg/100g).

Les valeurs de la teneur en magnésium obtenues à partir de nos échantillons sont dans les normes et sont comprises dans l'intervalle (100-1000 mg/100g de matière sèche) établi par Pinta (1980).

La teneur en magnésium pour la majorité des fruits étudiés est donc variable, les espèces qui sont moins riches en magnésium sont rencontrées chez les rosacées (*Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus azarolu* L.s) d'une valeur de 170 mg/100 g de matière sèche, par contre les teneurs assez fortes en magnésium sont trouvées chez les espèces (*jujubier*, *olivier de Bohème*, *micocoulier*) dont leurs teneurs dépassent les 390 mg/100g de matière sèche.

On constate que le taux de magnésium n'est pas très élevé et ceci peut s'expliquer par une prédominance de magnésium sur le potassium.

4-1-4-Teneur en sodium :

Tableau 47: Taux de sodium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits exprimé en mg/100g

Espèces Sodium (mg/100kg)	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	17.44±1.38	41.46±0.00
<i>Crataegus azarolus</i> L.	13.70±0.00	11.24±0.83
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	31.20±0.00	37.49±4.16
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	15.65±0.02	34.705±0.03
<i>Zizyphus lotus</i> L.	11.45±0.00	25.41±0.63

D'après les résultats figurant dans le tableau 47, nous remarquons que la répartition du sodium est plus importante dans l'amande que dans la pulpe. On relève également que le fruit le plus riche en sodium est le monogyne aussi bien au niveau de l'amande que dans la pulpe.

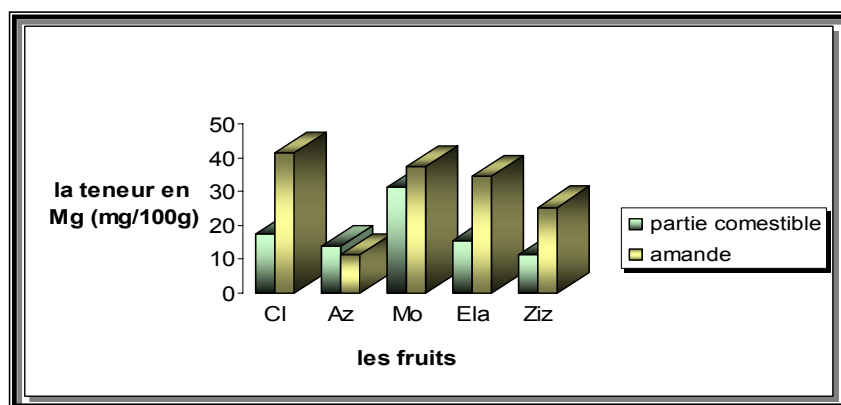


Figure n°40 : Teneur en sodium dans les 5 fruits étudiés**a- Partie comestible :****-*Celtis australis* L. (micocoulier):**

La teneur en sodium dans la partie comestible du fruit de micocoulier ($17.44 \pm 1.38 \text{ mg}$) est très faible par rapport à celle trouvée par Praca (2006), (524.14 mg), mais plus importante au résultat cité par Demir et al (2002), soit $9.55 \pm 0.57 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

Chez le *Crataegus* spp, la teneur en sodium au niveau de la partie comestible ($13.70 \pm 0.00 \text{ mg}$), est très faible par rapport à celles trouvées par Koyunco et al (2006), soit 3 mg et par Ozcan et al (2005), avec une valeur $31.21 \text{ mg}/100\text{g}$ de matière sèche.

-*Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Le monogyne a une teneur en sodium identique ($31.20 \pm 0.00 \text{ mg}/100\text{g}$) à celle trouvée par Herrera (1984), d'une valeur de $30 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Selon Sabir et al (2005), ont obtenu chez *Hippophae*, espèce voisine de l'olivier de Bohème, une teneur en sodium plus élevée ($200\text{-}800 \text{ mg}$) que la notre ($15.65 \pm 0.02 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

Par ailleurs, le taux de sodium du fruit de jujubier de $11.40 \text{ mg}/100\text{g}$ de matière sèche est plus élevée à celui trouvé par Murdock (2002), soit $3 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS.

En comparant nos résultats obtenus avec les arbres fruitiers, nous remarquons que les fruits étudiés contiennent des teneurs en sodium très élevées par rapport à celles des arbres fruitiers.

b- Amandes :

Les valeurs de la teneur en sodium dans les amandes et les noix qui sont respectivement 6 et $3 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS sont inférieures à celles trouvées dans notre étude (NVCF., 1999).

Praca (2006), trouve une valeur du taux de sodium dans le fruit de micocoulier de $40.62 \pm 3.43 \text{ mg}/100\text{g}$ de MS mais cette valeur est voisine à nos résultats (41.46 ± 0.00)

D'après Pinta (1980), la teneur en sodium chez les végétaux varie de 10 à $600 \text{ mg}/100\text{g}$ de matière sèche, nos résultats sont donc dans les normes.

La teneur moyenne en sodium pour la majorité des espèces étudiées est basse dont les valeurs sont comprises entre 11.4 et 31.2 mg/100g de MS, cette faible teneur en sodium dépend de la dominance de phosphore sur le sodium et le type du sol "calcaire"

D'après Levitt (1980), la présence de sodium en faible concentration peut s'expliquer par l'augmentation de l'absorption de potassium tandis qu'une concentration élevée en sodium diminue l'absorption des cations indispensables tels que le potassium et le calcium.

Les variations des teneurs en sodium des fruits utilisés dans notre étude et les fruits étudiés par d'autres auteurs dépendent de l'alimentation minérale agissant à la fois sur le développement végétatif de l'arbre, son fonctionnement et sur la composition physico-chimique des fruits.

4-1-5-Teneur en potassium :

Tableau 48 : Taux de potassium dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g

Espèces Potassium (mg/100g)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	201.60 $\pm$ 11.78	328.60 $\pm$ 0.00
<i>Crataegus azarolus</i> L.	250.26 $\pm$ 1.70	126.14 $\pm$ 4.78
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1694.80 $\pm$ 31.71	959.73 $\pm$ 30.74
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	329.89 $\pm$ 5.13	246.37 $\pm$ 0.00
<i>Zizyphus lotus</i> L.	134.99 $\pm$ 11.78	97.92 $\pm$ 5.31

Il ressort de l'analyse du tableau 48 que la plus forte concentration de potassium est localisée aussi bien dans la partie comestible du *Crataegus monogyna* que dans l'amande avec des valeurs respectives de 1694.80 $\pm$ 31.71 mg et 959.73 $\pm$ 30.74 mg. Herrera (1984), a cité pour la même espèce une teneur de potassium au niveau de la pulpe de 1250 mg/100g de matière sèche.

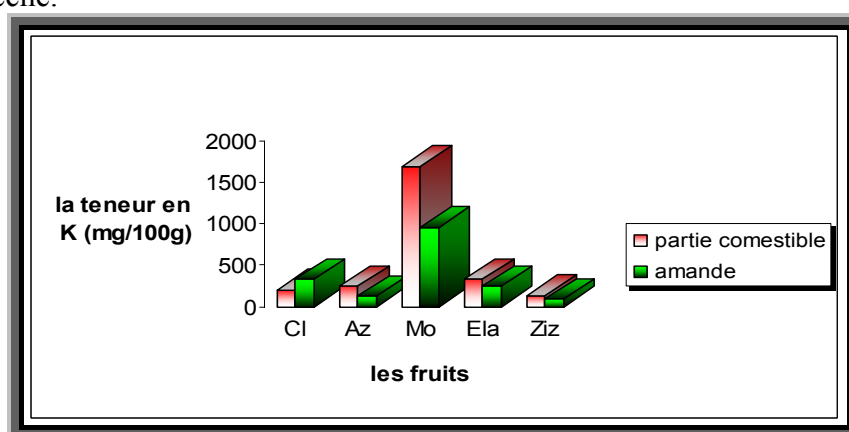


Figure n°41: Teneur en potassium dans les 5 fruits

a- Partie comestible :**-*Celtis australis* L. (micocoulier):**

La teneur en potassium du micocoulier est élevée par rapport aux valeurs trouvées dans la bibliographie (Demir et al ., 2002 ; Praca, 2006).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

L'azérolier quant à lui avec une teneur de 134.99 ± 11.78 mg/100g de matière sèche, elle n'est pas loin de résultat proposé par Koynuco et al (2006), soit une teneur 158 mg/100g de MS.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Sayed et al (2005). toujours pour le même fruit mais d'une espèce voisine à l'Olivier de Bohème cite une valeur de 364 mg, légèrement supérieure à nos résultats : 329.89 ± 5.13 mg/100g de MS.

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

Dans notre étude, Le jujubier constitue l'espèce la plus pauvre en potassium soit 134.99 ± 11.78 mg. Cette dernière reste également faible à celles données par Murdock (2002), pour le jujubier cru et CNEVA(1993), pour *Zizyphus mauritiana* c'est-à-dire respectivement 250 et 375 mg/100g de matière sèche.

D'après Feinberg et al (1993), la teneur en potassium dans les fruits consommables (mg/100g MS), est nettement inférieure à celle trouvée par nos soins. Donc que la teneur en potassium des cinq fruits est bien supérieure à celle des arbres fruitiers.

b- Amande :

L'amande de micocoulier renferme une teneur de 328.60 ± 0.00 mg de potassium, valeur inférieure par comparaison à celle citée par Praca(2006), qui est 401.8 ± 12.00 mg/100g MS.

Le taux de potassium dans l'amande et la noix sont respectivement 450 et 500 mg/100g de MS, ces dernières teneurs sont supérieures à celles de nos échantillons à l'exception du *Crataegus monogyna* Jacq. (Tableau48).

D'après Pinta (1980), la teneur en potassium chez les végétaux varie entre 100-3000 mg/100g de matière sèche, nos résultats dans les normes.

La teneur en potassium concernant les cinq fruits a une relation avec la nature du sol.

Les travaux de Traboud (2002), ont montré que plus l'augmentation de calcium dans le sol est importante plus la teneur en potassium est faible.

Etant donné que les cinq fruits ont été prélevés au niveau de la région de Batna- Ain Touta- Fesdis –El Maadher et dont le sol calcaire est la principale caractéristique, ce qui explique la faible teneur en potassium dans nos fruits.

4-2- Eléments mineurs « Oligo-éléments » : Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Pb

Ces résultats sont la moyenne de 5 répétitions de pesée.

4-2-1-Teneur en cuivre

Tableau 49 : Taux de cuivre dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g

Espèces Cuivre mg/100g	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	0.36±0.11	2.26±0.04
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.44±0.00	1.80±0.35
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0.31±0.10	1.44±0.00
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.59±0.05	3.15±0.35
<i>Zizyphus lotus</i> L.	0.37±0.10	2.11±0.00

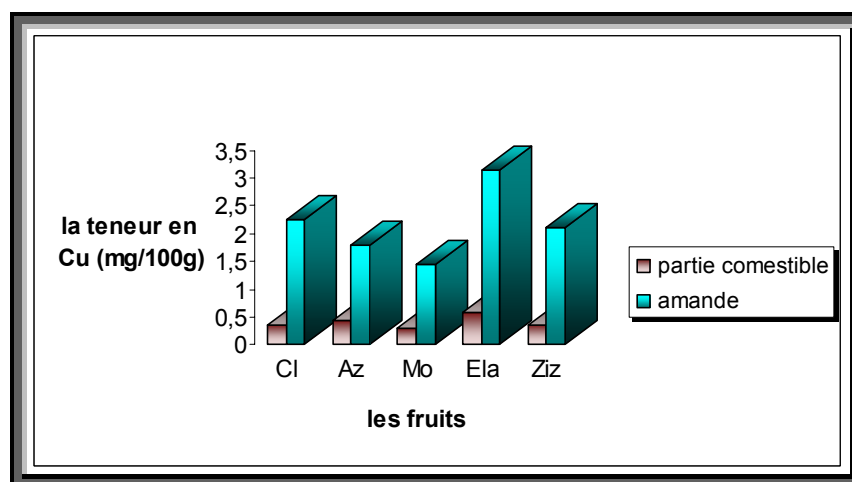


Figure n°42: Teneur en cuivre dans les 5 fruits étudiés

D'après le tableau 49 et l'histogramme n°42, nous constatons que la plus grande part du cuivre se trouve dans l'amande que dans la pulpe pour les 5 fruits. Le fruit qui contient la teneur la plus élevée en cuivre est l'olivier de Bohème avec 0.59±0.05 mg/100g de matière sèche dans la pulpe et l'amande avec 3.15±0.35mg/100g de matière sèche.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier):

La quantité de cuivre présente dans la partie comestible du fruit de micocoulier (0,36±0.11 mg/100g de matière sèche) est presque identique à celle trouvée par Demir et

a(2006), et un peu supérieure à celle mentionnée par Praca (2006), avec des valeurs respectives de 0.36 ± 0.11 et 0.11 ± 0.09 mg/100g de matière sèche.

La teneur en cuivre dans la partie comestible du micocoulier ($0,047$ mg/100g de MS trouvée par Praca (2006) est nettement inférieure à nos résultats ($0,36 \pm 0.11$ mg/100g de matière sèche)

-*Crataegus azarolus* L. et *Crataegus monogyna* Jacq. :

Selon Koyunco et al (2006), ont rapporté que la teneur en cuivre dans la pulpe de *crataegus* spp (1.6 ppm de MS) est très faible par rapport aux valeurs trouvées pour les deux fruits : *Crataegus azarolus* L. et *Crataegus monogyna* Jacq. qui sont respectivement 0.44 mg/100g et 0.31 mg/100g de matière sèche.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

D'après l'étude réalisée sur la composition du fruit de l'argousier, Bekker et Glushenova (2001), ont trouvé que la teneur en cuivre de ce fruit est comprise entre 1.2 et 1.9 mg/100g de matière sèche. Ce taux est élevé par rapport à celui obtenu à partir de l'olivier de Bohème (0.59 ± 0.05 mg/100g de MS).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

Le taux de cuivre de la pulpe du jujubier est inférieur par rapport aux valeurs trouvées dans la bibliographie (Murdock, 2002 ; Anthony, 2005 ; Wei Li et al., 2007).

la teneur en cuivre représentées dans les fruits consommables (0.04 - 0.12 mg/100gMS), nous remarquons que les fruits conventionnels sont riches en cuivre par rapport à nos échantillons.

Nous remarquons également que la teneur en cuivre de la partie non comestible des cinq fruits est supérieure par rapport à celle des amandes sèches et les noix sèches qui contiennent 1 mg/100g de cuivre d'après Bretaude et Fauré (1992). Donc, on peut conclure que l'amande de ces fruits contient dans leur pulpe une teneur élevée en cuivre.

Chez les végétaux, la teneur en cuivre varie de 1 à 10 mg/100g (Pinta 1980), donc, on peut conclure que nos résultats sont dans les normes.

La quantité de cuivre du sol disponible pour les végétaux dépend des réserves présentant dans la roche et surtout des conditions physicochimiques régnant le sol (Saur, 1989).

Nous affirmons que la partie amande des cinq fruits est une source de cuivre.

Le cuivre est un oligoélément indispensable à la vie et dont la carence induit des phénomènes pathologiques chez tous les être vivant. Par contre, à forte dose, cet élément

peut devenir toxique.

Nous constatons également que la teneur en cuivre des fruits utilisés dans notre étude, ne dépasse pas 0.59 mg/100g pour la partie comestible et 3.2 mg/100mg de matière sèche pour l'amande. Ces teneurs ne posent pas de problème de toxicité lors de leur consommation.

Selon Leblanc et Verger (2004), la concentration en cuivre dans les plantes est inférieure à un seuil $>3-5$ mg/100g MS, suivant les espèces végétales, l'état de développement de la plante et la toxicité en cuivre. Cette dernière est atteinte à partir d'une concentration comprise entre 5-7 mg/100g de MS. Donc, nos fruits ne présentent aucun risque pour le cas du fruit d'olivier de Bohême ou il possède une teneur élevée en cuivre d'une valeur de 3.15 ± 0.35 mg/100g de MS.

On explique cette faible teneur en cuivre dans les fruits par diminution d'absorption du cuivre étant liée à la concentration élevée du zinc qui utilise les mêmes sites d'absorption au niveau des racines et le type des sols acides ou sablés (Saur, 1989).

D'après Askoy et al (1999), les feuilles et les fruits *Elaeagnus angustifolia* L. (Elaeagnaceae) sont utilisés comme un indicateur de pollution pour les métaux lourds : Pb, Cu, Zn.

4-2-2-Teneur en fer

Tableau 50 : Taux de fer dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100 g de matière sèche.

Espèces fer (mg/100g)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	3.12 ± 0.44	5.62 ± 0.00
<i>Crataegus azarolus</i> L.	4.56 ± 0.72	4.55 ± 0.15
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	4.09 ± 0.03	4.33 ± 0.38
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	6.98 ± 2.97	4.65 ± 0.01
<i>Zizyphus lotus</i> L.	1.33 ± 0.01	1.21 ± 0.07

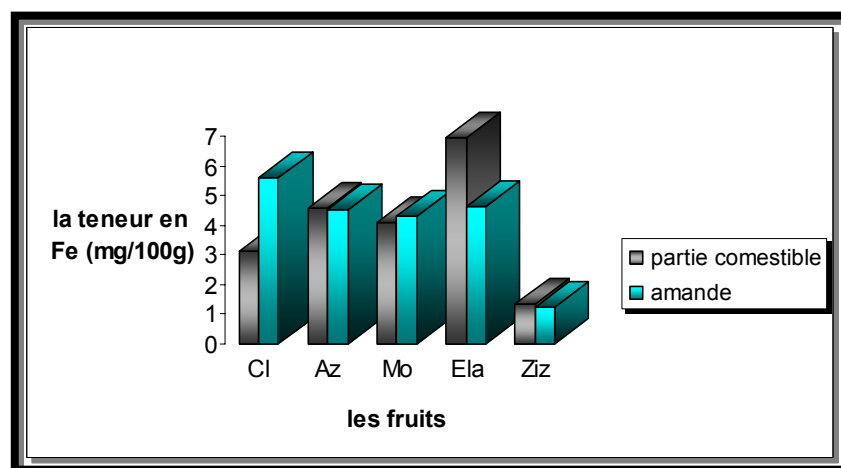


Figure n°43: Teneur en fer dans les 5 fruits étudiés

Les résultats obtenus montrent que le fer est présent dans tous nos échantillons aussi bien dans la pulpe que dans l'amande, mais sa répartition est différente d'un fruit à un autre. La concentration du fer la plus élevée se trouve au niveau de la pulpe d'olivier de Bohème dont la valeur est de $6.98 \pm 2.97 \text{ mg/100g}$ de MS.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

Les résultats figurés dans le tableau 50 montrent que la concentration du fer de la pulpe du fruit de micocoulier est de $3.12 \pm 0.44 \text{ mg/100g}$ de matière sèche, cette teneur est supérieure à celles trouvées par Demir et al (2006) et Praca (2006), qui sont respectivement 2.13 ± 0.71 et $0.96 \pm 0.17 \text{ mg/100g}$ de matière sèche.

L'analyse effectuée également sur l'amande de fruit *Celtis australis* L. montre que la teneur en fer est proche à celle mentionnée par Praca (2006), qui a fait une étude sur la composition biochimique du fruit de micocoulier et il a trouvé une teneur de $5.3 \pm 0.71 \text{ mg/100g}$ de matière sèche.

-*Crataegus azarolus* L. et *monogyna* Jacq. :

Ozcan (2005), rapporte que la teneur en fer de la pulpe du fruit de l'espèce *crataegus spp* est $3.27 \pm 0.24 \text{ mg/100 MS}$, mais elle est inférieure aux valeurs obtenues au cours de notre étude concernant les fruits azérolier et monogyne dont les teneurs sont : $4.56 \pm 0.72 \text{ mg/100 g}$ et $4.09 \pm 0.03 \text{ mg/100 g}$ de matière sèche.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Le contenu total en fer dans la pulpe du fruit d'olivier de Bohème ($6.98 \pm 2.97 \text{ mg/100 g}$ de matière sèche) est trois fois plus élevé à celui mentionné par Bekker et Glushenova (2001), qui a travaillé sur une autre variété qui est l'argousier et a donné une teneur en fer de 2.4 mg/100 g de matière sèche.

- *Zizyphus lotus* (jujubier) :

La pulpe du *Zizyphus mauritiana* (CNEVA, 1993 ; Krosskinsky ,2002) et *Zizyphus spin-Christi* (Anthony, 2005), et *Z. jujuba* (Zhao et al, 2006 ; Zhihui et al .,2007) renferme une concentration importante en fer avec des valeurs de 3 mg/100g de matière sèche pour les deux variétés.

Selon NVCF (1999), les valeurs de la teneur en fer dans les fruits consommables ($0.2-0.5 \text{ mg/100g MS}$) montrent que la pulpe des 5 fruits est riche en cet oligoélément.

b- Amandes :

Les valeurs obtenues de la teneur en fer dans l'amande des cinq fruits montrent qu'elles sont supérieures (1.21 à 5.62 mg/100g) par rapport à celles de l'amande crue, l'amande sèche et les noix sèches dont les valeurs sont les suivantes 1.4, 4 et 2.3 mg/100g de matière sèche (Bretaud et Fauré ; 1992).

D'après Pinta (1980), la teneur en cuivre dans les végétaux est comprise entre 4-25mg/100g de MS, donc nos résultats sont situés dans la fourchette.

Selon Xian (1989), l'absorption du fer par les plantes dépend :

- d'une part des conditions climatiques sous lesquelles le fer se présente dans le sol,
- et, d'autre part des conditions physico-chimiques du milieu et aussi les variations de la teneur selon des conditions extérieures telles que contenu du sol, vent, lumière, température,...

L'un des facteurs intérieurs qui influent sur la concentration de fer est l'interaction: la présence de calcium dans le milieu (plante) peut influencer sur l'absorption de fer par la plante, cette interaction est positive.

On peut conclure que la teneur en fer est faible au niveau des amandes et les pulpes des fruits analysés. Cette teneur dépend de l'augmentation de concentration du magnésium et du manganèse (Abdul et Abdul, 1969).

On peut dire que la concentration de calcium du fer de l'ensemble de ces fruits est élevée et on peut considérer que ces fruits sont une source de fer pour les enfants et ne présentent aucun risque pour la consommation.

4-2-3-Teneur en manganèse

Tableau 51 : Taux de manganèse dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g MS

Espèces Mn (mg/100g)	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	2.07±0.13	5.14±2.30
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.37±0.06	8.86±0.96
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1.52±0.25	6.81±0.45
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.97±0.15	0.89±0.14
<i>Zizyphus lotus</i> L.	2.17±0.92	7.87±4.30

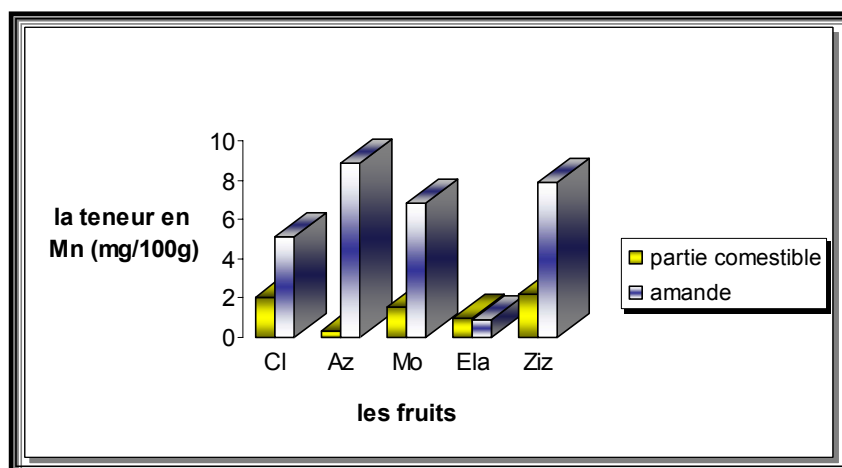


Figure n°44: Teneur en manganèse dans les 5 fruits

La valeur de la teneur en manganèse déterminée à partir de l'analyse des 5 fruits est beaucoup plus importante dans l'amande que dans la pulpe, sauf chez l'olivier de Bohème où le taux de manganèse est faible.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier):

Le *Celtis australis* L. présente une teneur en manganèse de 2.07 ± 0.13 mg/100g MS, qui se rapproche du résultat obtenu par Demir et al (2002), d'une valeur de 2.13 ± 0.17 mg/100g de MS, par contre notre résultat est dix fois plus élevé à celui rapporté par Praca (2006), (0.20 ± 0.08 mg/100g de matière sèche).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Selon l'histogramme n°44, nous constatons que les teneurs en manganèse dans les pulpes des fruits monogyne et azérolier sont identiques. La partie comestible de l'azérolier a la même teneur en manganèse de 0.37 ± 0.06 mg/100g de MS que celle mentionnée par Koyunco et al (2006), de 0.31 mg/100g de matière sèche.

Selon Herrera (1984), la teneur en minéraux pour le fruit églantier « *Rosa canina* » est proche à celle du fruit de *crataegus monogyna* Jacq., donc cette teneur en manganèse trouvée par Demir et al (2001) ; Ozcan et al (2005), ($0.36 - 0.45$ mg/100g de matière sèche) est très élevée par rapport à notre échantillon (1.52 mg/100g de MS).

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Du point de vue concentration en manganèse, la valeur de la teneur de l'olivier de Bohème est identique à celle du fruit l'argousier d'une valeur comprise entre 4.1-7.3 mg/100g de matière sèche (Bekker et al, 2001).

Deux remarques s'imposent pour l'olivier de Bohème qui sont les suivantes :

- c'est l'espèce la plus pauvre en manganèse par rapport aux autres fruits.
- la deuxième remarque est la faible concentration en manganèse aussi bien au niveau de la pulpe qu'au niveau de l'amande.

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

La teneur en Mn de 1mg/100g déterminée par Murdock (2002), est inférieure par rapport à de nos échantillons.

Les valeurs moyennes de la teneur en manganèse de nos échantillons sont donc comprises dans l'intervalle (0.5-20mg/100g de MS) établi par Pinta (1980).

Selon Bretaudeau et Faurey(1992). la teneur en Mn en mg/100 g de MS dans les fruits consommables (0.04 à 0.66mg/100g MS),est nettement inférieure à celle trouvé par nos soins , nous remarquons que les cinq fruits sont riches en manganèse par rapport aux fruits consommables.

Saur (1989), montre que la richesse du sol en matières organiques diminue la biodisponibilité de cet élément qui est un oligoélément important pour la croissance des végétaux. Pour cette raison, nous avons trouvé une teneur élevée en manganèse dans les deux parties des fruits.

b- Amandes :

Les amandes des cinq fruits contiennent une teneur élevée en manganèse par rapport aux amandes sèches d'une valeur de 1.94mg/100g de matière sèche. (Bretaudeau et Faure, 1992) sauf l'*Elaeagnus angustifolia* L. qui a une teneur en manganèse de 0,89mg/100g de MS.

Praca (2006), a travaillé sur le micocoulier et la teneur en manganèse obtenue dans l'amande de ce fruit (1.28 ± 0.03 mg/100g de MS), est inférieure à nos résultats (51.45 ± 23.04 mg/100g de MS).

4-2-4-Teneur en zinc

Tableau 52 : Taux de zinc dans la partie comestible et l'amande pour les cinq fruits non conventionnels exprimé en mg/100gMS

Espèces Zinc (mg/100 g)	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	0.56±0.00	1.45±0.10
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.22±0.01	1.15±0.19
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0.32±0.01	1.24±0.01
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.52±0.14	1.67±0.01
<i>Zizyphus lotus</i> L.	0.44±0.02	1.33±0.05

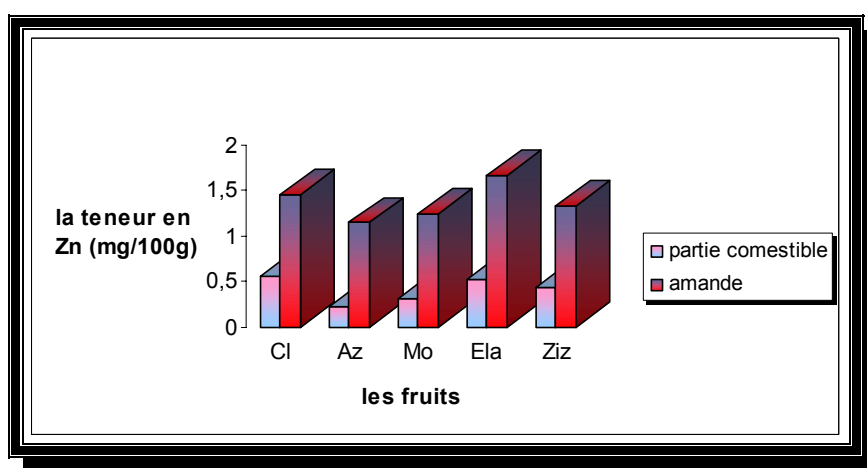


Figure n°45: Teneur en zinc dans les 5 fruits étudiés

L'ensemble de ces résultats confirme la présence de zinc au niveau des cinq fruits, mais les fruits qui contiennent des teneurs élevées en zinc sont *Celtis australis* L. et *Elaeagnus angustifolia* L.. La distribution du zinc est importante dans l'amande que dans la pulpe.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

La teneur moyenne de zinc dans la pulpe de *Celtis australis* L. est élevée par rapport aux valeurs rapportées dans la bibliographie (Demir et al, 2002 et Praca, 2006).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

La teneur en zinc présente dans la baie du fruit de jujubier est très faible de celles trouvées par Murdock (2002), pour le jujube cru et Anthony (2005), pour la variété *Zizyphus spin-Christi* L..

Le phosphore, le cuivre et le fer sont des minéraux qui peuvent rentrer en compétition avec le zinc dans l'absorption (Benthert et al., 1983).

Selon Benthert et al (1983), qui estiment que ce métal s'accumule rapidement dans les zones urbaines et la migration de ce dernier dans les végétaux dépend plus de leur stade de croissance et les propriétés physico-chimiques du sol. La diminution du taux de zinc dans le cas de nos espèces s'explique par la présence de certains éléments majeurs dans les sols qui ne reçoivent aucun apport fertilisant.

La variation de la composition minérale d'un végétal varie selon l'espèce et au sein même d'une espèce. Elle dépend des conditions de culture (qualité du sol, climat, irrigation, traitements...) et de la période de récolte (précoce ou tardive). (Benthert et al., 1983).

Comparativement aux fruits consommables, les cinq fruits sont donc riches en zinc.

Selon Pinta (1980), l'intervalle du taux de zinc chez les végétaux est compris entre (0.1-10mg/100g de matière sèche) donc, nos échantillons ne présentent aucun risque de toxicité et aussi nous considérons que ces fruits sont une source en zinc pour les enfants qui en consomment.

b- Amandes :

D'après les résultats obtenus, nous constatons que le zinc est très concentré dans la partie amande des cinq fruits les teneurs en zinc des 5 fruits, sa concentration est d'environ 3 à 5 fois supérieure à celle de la partie pulpe.

En comparant la valeur de la teneur en zinc dans l'amande du micocoulier donnée dans la bibliographie (Praca, 2006), nous avons obtenu le même taux.

Les valeurs du taux de zinc dans l'amande et la noix sont respectivement 1.5 et 2mg/100g de matière sèche (Bretaud et Faure, 1992), ces dernières sont élevées à celle des amandes des 5 fruits.

La teneur en zinc est variable selon les végétaux et l'organe considéré (Berthet, 1984). Même si la teneur en Zn et Cu est élevée, mais elle ne dépasse pas le seuil de toxicité pour la consommation. Ces 5 fruits sont donc considérés comme une source en zinc.

4-2-5-Teneur en cobalt :

Tableau 53: Taux de cobalt dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg/100g

Espèces cobalt (mg/100g)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	0.14 $\pm$ 0.04	0.15 $\pm$ 0.00
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.08 $\pm$ 0.04	0.12 $\pm$ 0.05
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0.17 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.03
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.03 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.00
<i>Zizyphus lotus</i> L.	0.03 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.02

D'après ce tableau, nous constatons que la distribution de cobalt dans les cinq fruits est localisée beaucoup plus dans l'amande que dans la pulpe.

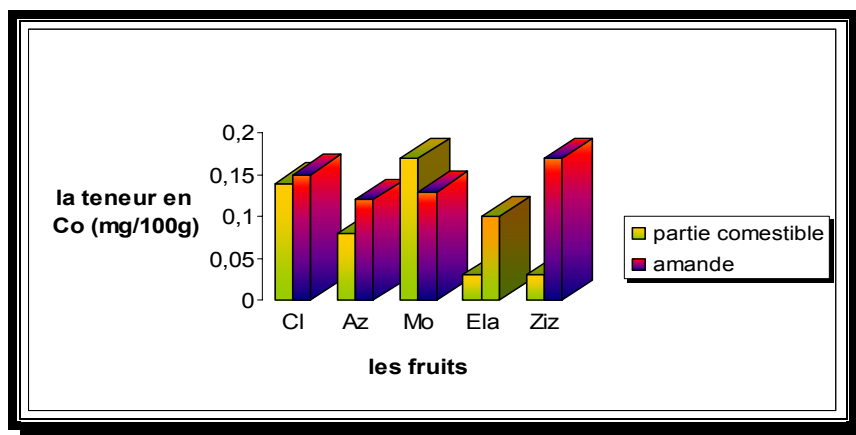


Figure n°46: Teneur en cobalt dans les 5 fruits étudiés

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier) :

La teneur en cobalt trouvée dans la pulpe du fruit de micocoulier (0.14 ± 0.04 mg/100g de MS) est supérieure à celle trouvée par Demir et al (2002), de valeur 3.46 ± 0.15 ppm de matière sèche.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Parmi les 5 fruits étudiés, il y a seulement deux fruits : monogyne et azérolier dont leur teneur en cobalt dans la partie comestible est presque identique mais cette valeur reste faible par rapport à la teneur en cobalt du fruit *crataegus oxycanta* (Guoe et al., 2001) .

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

D'après Bekker et al (2001), la teneur en cobalt de la pulpe de fruit l'argousier varie entre 0.58-0.97 mg/100g MS, cette teneur est élevée par rapport à celle de notre fruit.

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

D'après l'histogramme n°46, nous remarquons que la teneur en cobalt dans la pulpe du fruit de jujubier est nettement inférieure à celle de l'amande.

En comparant nos résultats avec ceux trouvés par Pinta (1980), (0.001 à 0.3 mg/100g MS), nous trouvons que nos résultats sont dans les normes pour l'ensemble des cinq fruits « pulpe et amande ». Nous pouvons dire également que ces fruit ne présentent aucun risque pour la santé des enfants.

4-2-6 Teneur en plomb

Tableau 54 : Taux de plomb dans la partie comestible et l'amande pour les cinq fruits non conventionnels exprimé en ppm

Espèces plomb (ppm)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.	0.08 $\pm$ 0.12	0.18 $\pm$ 0.01
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.45 $\pm$ 0.04	0.32 $\pm$ 0.0
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0.31 $\pm$ 0.07	0.50 $\pm$ 0.19
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.02 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.02
<i>Zizyphus lotus</i> L.	0.09 $\pm$ 0.01	0.52 $\pm$ 0.06

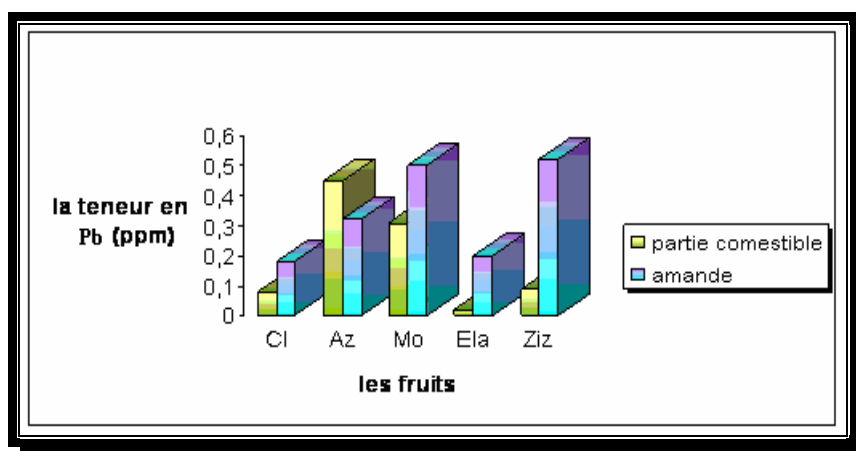


Figure n°47: Teneur en plomb dans les 5 fruits étudiés

Les résultats portés dans le tableau 54 montrent que le plomb est présent dans les cinq fruits et que le plomb est beaucoup plus concentré dans l'amande que dans la pulpe. Le fruit dont la concentration du plomb dans l'amande est importante est le jujubier. L'azérolier est le seul fruit qui contient une teneur élevée en plomb mais cette teneur n'a aucun risque sur la santé des consommateurs.

a- Partie comestible :

Selon les données bibliographiques, les valeurs de la teneur en plomb de *Celtis australis* L. cité par Demir et al (2001), (de 4.17 ppm) et Praca (2006), (6.2 $\pm$ 0.1ppm de matières sèche) sont nettement supérieures à nos résultats (0.08 ppm).

Kyonoco et al (2005), montrent que la teneur en plomb du fruit de l'espèce *Crataegus* spp est élevée par rapport à celle d'azérolier et monogyne.

Toury et al (1952), ont réalisé un travail sur la composition minérale de plusieurs fruits consommables et non conventionnels et ont trouvé que la teneur en plomb du fruit argousier (0.04 ppm de MS), est supérieure à celle de notre échantillon.

b- Amandes :

Les teneurs en plomb de l'amande et la pistache et l'arachide et le tournesol dont les valeurs sont respectivement 0.26–0.37 (0.30) et 0.15–0.25 (0.18) et enfin 0.26–0.33(0.29) ppm de matière sèche (NVCF., 1999) sont proches à celles trouvées chez l' azérolier et l'olivier de Bohème par contre le monogyne et le jujubier ont une teneur élevée en plomb mais ne dépassant pas le seuil de toxicité >0.5 ppm de MS (Leblanc et Verger ,2004).

Comme la teneur en oligoéléments (fer, cobalt, cuivre zinc, plomb) ne dépassant pas le seuil de toxicité, n'ont donc aucune incidence sur la santé des consommateurs.

5- Teneur en vitamines :**5-1-Teneur en vitamines liposolubles :****5-1-1-Teneur en vitamine E (tocophérol).**

Tableau 55 : Teneur en vitamine E dans la partie comestible et l'amande des 5 fruits non conventionnels exprimée en mg% ou mg/100g de matière fraîche.

Espèces	Tocophérol mg%	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type	Amande Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.		0.56 $\pm$ 0.12	2.63 $\pm$ 0.00
<i>Crataegus azarolus</i> L.		1.54 $\pm$ 0.20	5.08 $\pm$ 0.16
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		0.79 $\pm$ 0.09	1.70 $\pm$ 0.18
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.		1.62 $\pm$ 0.01	4.87 $\pm$ 0.31
<i>Zizyphus lotus</i> L.		0.97 $\pm$ 0.00	1.78 $\pm$ 0.00

Le taux de tocophérol est une grandeur particulièrement intéressante pour la qualité d'une huile. Les tocophérols se comportent comme des antioxydants et protègent l'huile du rancissement.

Les résultats obtenus à la suite de l'étude réalisée sur la partie comestible et l'amande des 5 espèces de fruits, montrent qu'elles contiennent de la vitamine E mais la distribution de cette vitamine varie d'un fruit à un autre mais localisée surtout dans l'amande que dans la pulpe.

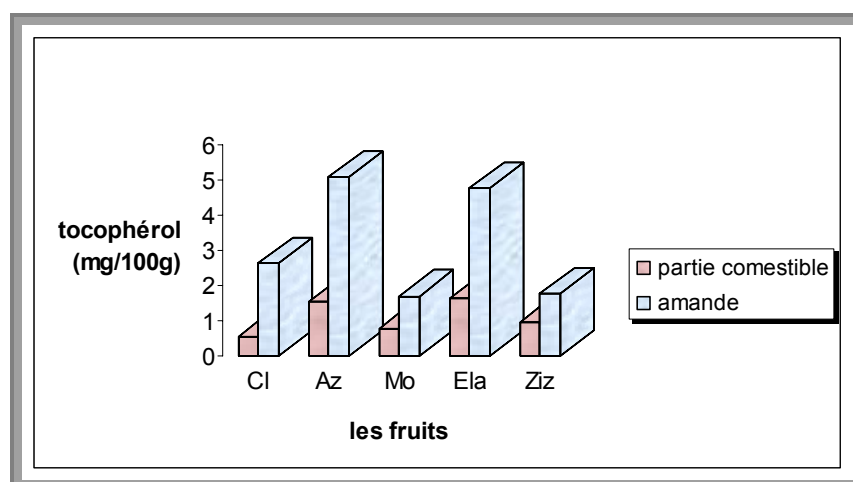


Figure n°48: Teneur en tocophérol dans les 5 fruits étudiés

D'après la figure n°46, nous constatons que les fruits les plus riches en tocophérol sont l'olivier de Bohème et *crataegus azarolus* L.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* L. (micocoulier):

La teneur en tocophérol au niveau de la pulpe du fruit micocoulier (0.313 et 0.526 mg/100g de matière fraîche) mentionnée par Praca (2006), est plus élevée à celle de nos résultats soit une teneur de 0.56 ± 0.12 mg% de matière fraîche.

-*Crataegus azarolus* (azérolier) L. et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Au sein de la même espèce, les valeurs de la teneur en vitamine E pour deux fruits *Crataegus monogyna* Jacq. et *Crataegus azarolus* L. sont différentes. Nous remarquons également que la teneur est plus élevée en vitamine E dans le fruit azérolier (1.54 ± 0.20 mg% MF) que le fruit de l'aubépine (0.79 ± 0.09 mg% MF).

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

La quantité de tocophérol présente dans la partie comestible du fruit d'*Elaeagnus angustifolia* (1.62 ± 0.01 mg/100g de matière fraîche) est inférieure à celle citée par Bekker et Glushenkova (2001), d'une teneur de 36.13 mg% de matière fraîche.

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

La teneur en vitamine E dans la pulpe de jujubier est de 1.47 ± 0.01 mg /100g de MF, cette teneur est inférieure à celle mentionnée par Guerrero et al (2004), pour le fruit *Zizyphus jujuba* L. de valeur 4.12-5.98 mg/100g de matière fraîche.

D'après Murdock (2002), le taux de tocophérol de la pulpe du fruit de jujubier cru, est de 19.5 mg% de matière fraîche, cette teneur est plus élevée par rapport à nos résultats obtenus soit une teneur de 0.97 ± 0.00 mg% de MF.

Selon, Cuvelier et al (2003), la nature de la répartition des tocophérols au sein des végétaux est due principalement à la variabilité de la teneur dans l'échantillon .Elle dépend de plusieurs facteurs (climatiques, géographiques organes,).En général, la pulpe des fruits contiennent de faibles quantités en vitamine E mais les amandes sont plus riches en vitamine E que les autres parties de la plante.

La présence de la méthionine dans les plantes est un facteur nécessaire pour synthèse de cette vitamine (Hee-Kim, 2003).

Le tocophérol au cours de la maturation du fruit est responsable de changement de la couleur qui passe de la couleur verte en noir (Jiang et al ,2005)

D'après Feinberg et al (1993), la teneur en tocophérol dans les fruits consommables (0.1 à 0.35mg/100g MF),est nettement inférieure à celle trouvée par nos soins .Ce sont donc les amandes qui sont riches en tocophérol. On peut exploiter ces amandes, extraire ce type de vitamine et l'utiliser dans différents domaines.

5-1-2-Teneur en provitamine A (Caroténoïde) :

Tableau 56: Teneur en provitamine A dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche

Espèces	Caroténoïde mg%	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.		0.75±0.12	3.18±0.05
<i>Crataegus azarolus</i> L.		1.27±0.32	1.38±0.04
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		1.37±0.00	2.51±0.01
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.		2.40±0.21	2.66±0.02
<i>Zizyphus lotus</i> L.		1.47±0.01	2.92±0.00

Nous remarquons (le tableau 56) que la caroténoïde est présente dans l'ensemble des fruits mais la répartition en cette vitamine est différente. La teneur en caroténoïde est plus élevée dans l'amande que dans la pulpe.

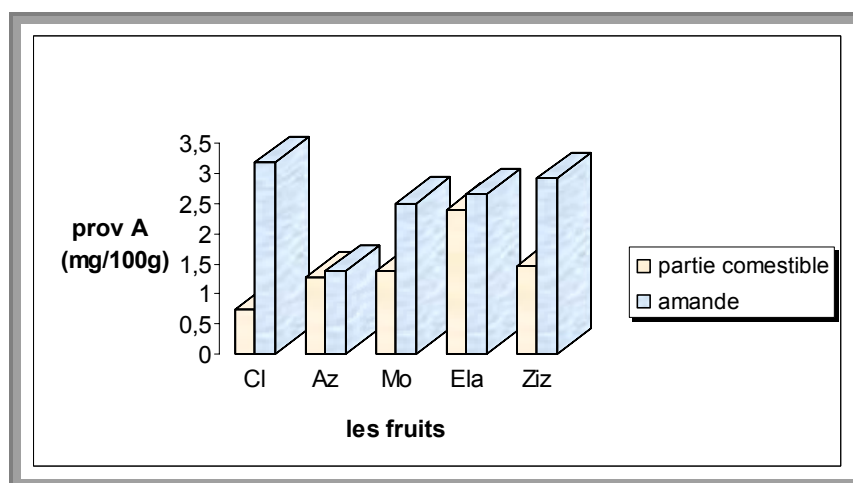


Figure n°47: Teneur en provitamine A dans les 5 fruits

a- Partie comestible :**-*Celtis australis* L. (micocoulier):**

D'après les données bibliographiques, (Praca, 2006), la teneur en caroténoïde de la pulpe du fruit *Celtis australis* (0.17-0.58 mg% de matière fraîche) est inférieure à celle déterminée dans notre étude (0.56±0.12 mg% de MF).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

La teneur en caroténoïde de la baie du fruit d'azérolier est inférieure à celle trouvée par Toyanco et al (2006) ; de valeur comprise entre 380-680mg% de matière fraîche. Par contre des teneurs nettement inférieures à nos résultats ont été rapportées par Couplan (1998), il a réalisé un travail sur la composition d'une plante sauvage « aubépine » d'une valeur de 0.036mg/100g de MF.

-*Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine)

Selon Herrera (1984), suite à une comparaison entre le fruit monogyne et l'égantier a montré que la teneur en provitamine A dans le fruit monogyne est inférieure à celle du fruit d'égantier.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

D'après Bekker et al (2001), la teneur en provitamine A de l'olivier de Bohème de 9.75mg% de matière fraîche, est supérieure par rapport à notre valeur, par contre notre résultat est proche à celui d'un fruit cousin à savoir l'argousier dont la valeur de la teneur en provitamine A est comprise entre 0.16-20.79 mg% de MF.

La teneur en β -Carotène dans les fruits consommables (0.002-2 mg/100g MF) citée par Feinberg et al (1993) est inférieure à celle trouvée dans notre étude.

Tableau 57 : Teneur en provitamine A (mg/100g) dans différentes espèces du même genre :

espèce	Teneur en provA	Référence
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	8.5	Bekker et Glushenkova, 2001 Sayed et al.,2005 ;Ahmed et al,2006 Bekker et Glushenkova, 2001)
<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.82	
<i>Hippophae</i>	0.16-20.79	
Résultat : <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	2.40±0.21	

D'après ces données, nous constatons que la teneur en provitamine A n'est pas la même mais elle varie selon l'espèce et les variétés. Les variations de la teneur en provitamine A dépendent de plusieurs facteurs dont l'un des facteurs est : hors de la maturation des fruits, il y a une diminution de la teneur en chlorophylle qui s'accompagne

généralement par une augmentation de la teneur des caroténoïdes, elle-même est fonction de la coloration des fruits (Bourgeois, 2003).

Selon Yano et al (2005), la composition du fruit en provitamine A dépend de plusieurs facteurs mais les facteurs essentiels sont :

- ✓ facteurs climatiques ;
- ✓ conditions de croissances des fruits.

5-2-Teneur en vitamines hydrosolubles

5-2-1-Teneur en vitamine C

Tableau 58 : Teneur en vitamine C dans la pulpe pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche

Espèces	Vitamine C(mg/100g)	Partie comestible Moyenne $\pm$ Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.		3.87 $\pm$ 0.05
<i>Crataegus azarolus</i> L.		9.92 $\pm$ 1.2
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		4.07 $\pm$ 0.69
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.		3.47 $\pm$ 1.05
<i>Zizyphus lotus</i> L.		5.67 $\pm$ 0.5

Les amandes étant pauvres en vitamine C (Bourgeois, 2003) ; les dosages réalisés concernent uniquement la partie comestible.

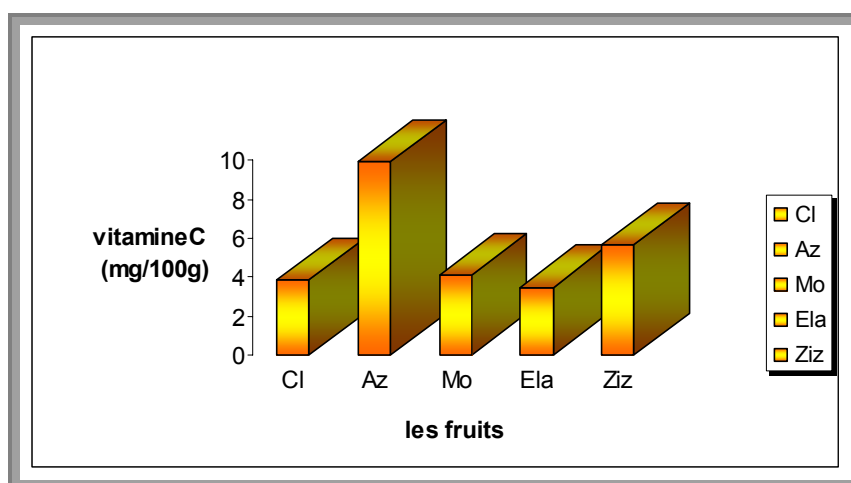


Figure n°49: Teneur en vitamine C dans les 5 fruits étudiés

Les résultats obtenus montrent que le fruit le plus riche en vitamine C est l'azérolier dont la teneur est de 9.92 $\pm$ 1.2 mg/100g.

a- Partie comestible :**-*Celtis australis* L. (micocoulier) :**

Selon Soepadmo (1991), montre que la teneur en vitamine C de la pulpe du fruit de micocoulier varie de 8 à 10mg/100g de matière fraîche et ne dépasse pas les 12 mg% MF d'acide ascorbique. Cette dernière obtenue est supérieure à nos résultats (3.87 ± 0.05 mg/100g).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) :

La teneur en vitamine C obtenue chez l'azérolier (9.92 ± 1.2 mg/100g) représente 3 fois moins à celle citée par koyonoco et al (2006) (27.58mg% de matière fraîche),

-*Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

La teneur moyenne en vitamine C du fruit *Crataegus monogyna* est environ de 4.07 mg/100g de MF. Le fruit monogyne est l'un des fruits sucré et pigmenté mais sa teneur en vitamine C est faible. Selon Lecat (1951), qui a réalisé un travail sur la répartition et la distribution de la vitamine C chez les végétaux, montre que la teneur du fruit en vitamine C augmente régulièrement jusqu'à murissement. Contrairement à nos résultats ou on constate que la diminution de la vitamine C est liée à la présence de caroténoïdes.

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

La valeur d'acide ascorbique de la pulpe d'olivier de Bohème est 3.47 ± 1.05 mg/100g du poids frais, cette teneur est confirmée à celle trouvée par Bekker et (2001), et montre que la teneur en vitamine C pour tous les fruits de la famille *elaegnaceae* ne dépasse pas la valeur de 22mg% de matière fraîche.

Selon Bourgeois (2003), la vitamine C est présente en quantité notable dans l'argousier le cousin d'olivier de Bohème, on peut expliquer ces variations d'acide ascorbique dans les fruits par un caractère de la variété de l'espèce (Peyaund, 1944).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

D'après Murdock (2002), la teneur de vitamine C du fruit de jujubier cru a une teneur de 69mg% de MF, par contre Crosskinsy (2002), a montré que la teneur en vitamine C dans les variétés de *Zizyphus* Spp ne dépasse pas le 1000mg% de matière fraîche.

La teneur en vitamine C de la pulpe du fruit jujubier analysé est 5.67 ± 0.5 mg/100 g de la matière fraîche, cette teneur en vitamine C est inférieure à celle d'autres variétés telles que *Zizyphus maritiana* L.: 30mg%MF (Krosskinsy, 2002) et *Zizyphus spin christi* L.: 30mg% MF (Couplan, 1998 ; Anthony , 2005). .

Selon Feinberg et al (1993), la teneur en vitamine C dans les fruits consommables est

de 2-200 mg/100g MF, en comparaison avec les fruits consommables, la teneur en vitamine C de nos échantillons est inférieure.

Pour les 5 fruits, la teneur en vitamines C est faible, cette diminution s'explique par :

-1-influence des conditions extérieures :

- ✓ Nutrition minérale, la plupart des fruits étudiés sont des arbres et arbustes sauvages et leur croissance dépend de la nutrition minérale naturelle sans ajout des engrais ;
- ✓ La diminution de la teneur en potassium, phosphore, magnésium et zinc dans les cinq espèces.
- ✓ Influence de la température : les fruits étudiés sont réparties géographiquement dans la zone semi aride et la température de 30°-32°C au cours de la maturation, cette dernière influence sur l'accumulation de la vitamine C dans ces fruits analysés. Et, en général, c'est la température qui provoque l'augmentation de la concentration en vitamine C au cours de la maturation est de 23°C
- ✓ Facteur écologique et la période de végétation.

-2-influence des conditions intérieures :

- ✓ A l'intérieur de l'espèce (Gupta et al,1995 ;Kader ,2005)

5-2-2Teneur en thiamine

Tableau 59 : Teneur en thiamine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche

Espèces	Thiamine mg%	Partie comestible Moyenne ± Ecart type	Amande Moyenne ± Ecart type
<i>Celtis australis</i> L.		0.035±0.003	0.046±0.000
<i>Crataegus azarolus</i> L.		0.011±0.000	0.031±0.001
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		0.005±0.000	0.051±0.004
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.		0.022±0.001	0.056±0.006
<i>Zizyphus lotus</i> L.		0.039±0.005	0.016±0.000

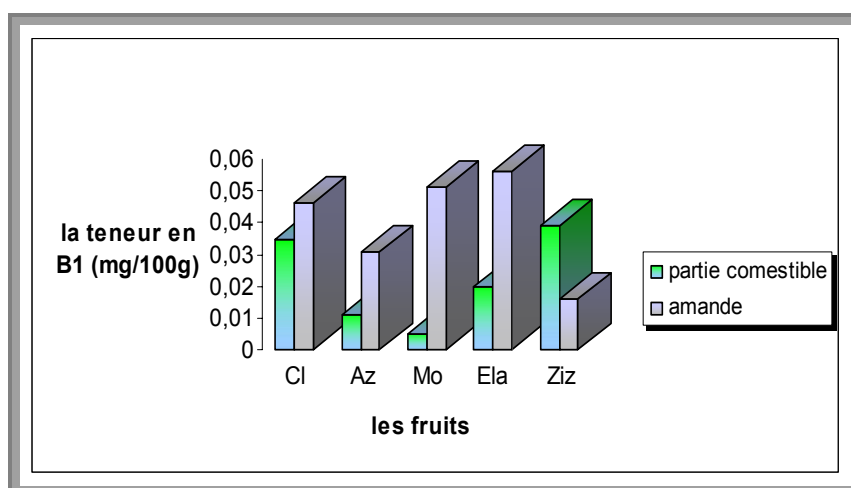


Figure n°50: Teneur en thiamine des 5 fruits étudiés

La thiamine est un cofacteur qui assure certaines activités métaboliques comme la biosynthèse des glucides (Felix , 1947).

a- Partie comestible

-*Celtis australis* L. (micocoulier):

La valeur de la teneur en thiamine de la pulpe du fruit de micocoulier (0.035 ± 0.003 mg% de matière fraîche) est identique à celle obtenue par Soepadmo (1991), dont la valeur varie de 0.03 à 0.09mg/100g de matière fraîche.

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

D'après Pyke (1940), La quantité en thiamine contenue dans la pulpe du fruit d'azerolier (0.014mg% de MF) se rapproche de nos résultats soit 0.011 mg% de matière fraîche. Par le même auteur Pyke (1940), trouve que la teneur en thiamine chez le fruit crataeguas monogyna (0.009mg% de MF) est supérieure à celle obtenue avec notre échantillon (0.005mg% de matière fraîche).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

La teneur en thiamine de la baie du jujubier de 0.039 ± 0.005 mg% de MF, est supérieure au résultat cité par Murdock (2002), d'une valeur de 0.02mg%.

On constate que la teneur en thiamine de la pulpe du fruit jujubier est proche à celle des autres variétés des fruits qui sont *Zizyphus mauritiana* L. (B1 :0.03mg% cité par CNEVA 1993) et *Zizyphus Spin christi* L. (B1 :0.004 mg% cité par Anthony ,2005).

On explique le faible taux en thiamine pour les 5 fruits par le degré de maturation et par les conditions climatiques (Pyke.1940).

Pyke (1940) ,a réalisé un travail sur la distribution et la variation de la thiamine chez les grands familles botaniques végétales et ceci montre que les amandes contiennent une teneur élevée en vitamine B1, ce qui confirme les résultats obtenus pour les amandes des

espèces étudiées.

Selon Schopfer et Jung (1936), la valeur de la teneur en thiamine dans les fruits consommables est de 0-0.2 mg/100g MF, cette dernière est élevée à celle de nos résultats.

La concentration de la thiamine influe sur la densité de coloration des plantes et sa distribution dans les amandes que dans les fruits (Roscoe, 1931 ; Genevois, 1988).

La teneur de la vitamine B1 n'est pas négligeable au niveau des cinq fruits puisqu'elle est de l'ordre de 0.017mg/1000g de matière fraîche, ce qui couvre jusqu'à 16% des besoins journaliers chez l'enfant.

5-2-3-Teneur en pyridoxine (vitamine B₆)

Tableau 60: Teneur en pyridoxine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en mg% ou mg/100g de matière fraîche

Espèces pyridoxine mg%	Partie comestible	Amande
<i>Celtis australis</i> L.	0.025	0.07
<i>Crataegus azarolus</i> L.	0.012	0.12
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	0.012	0.05
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0.016	0.13
<i>Zizyphus lotus</i> L.	0.038	0.03

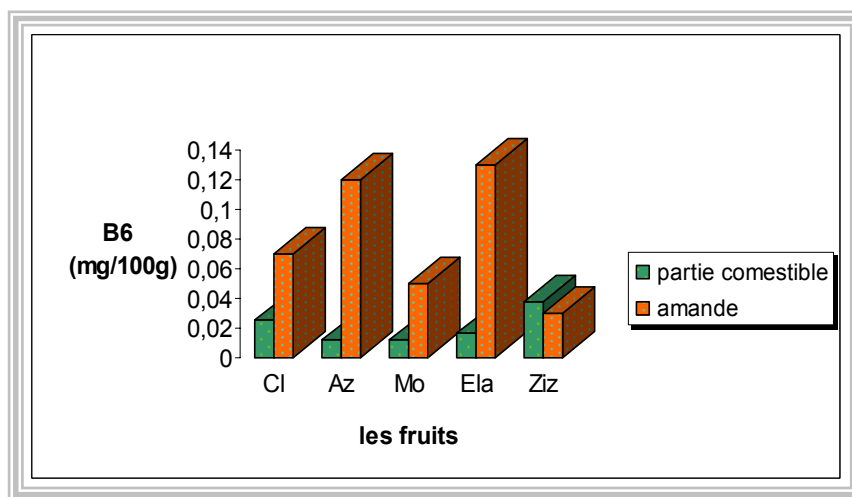


Figure n°51: Teneur en pyridoxine dans les 5 fruits étudiés

D'après le tableau 60, on remarque le fruit qui possède une teneur élevée en vitamine B6 est le *zizyphus lotus* L. et la localisation de pyridoxine dans l'amande est plus élevée que dans la partie comestible des fruits.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* (micocoulier) :

Le teneur en pyridoxine de la pulpe du fruit *Celtis australis* L. (0.025mg/100g de

matière fraîche) est un peu inférieure par rapport à la teneur des autres fruits consommables qui présentent une teneur en vitamine B6 comprise entre 0.03-0.35 mg% de matière fraîche (Lintas, 1992).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

D'après les résultats obtenus, on constate que la teneur en pyridoxine est identique au niveau de la pulpe des deux fruits azérolier et monogyne dont la teneur est de 0.012mg% MF, ces teneurs comparées avec d'autres fruits de la même famille(rosacées),comme les pommiers et les poiriers, ces fruits ont des teneurs en pyridoxine respectivement de 0.03 et 0.02 mg% de MF valeur supérieures à nos résultats pour les deux fruits.

-*Elaeagnus angustifolia* (olivier de Bohème) :

Le fruit *Elaeagnus angustifolia* L. contient une teneur acceptable en B6 d'une valeur de 0.016 mg/100g de matière fraîche, cette teneur est moins élevée par rapport à d'autres fruits non conventionnels par exemple figuier avec une teneur de 0.04mg /100g de MF (Andrian et al ; 1982).

- *Zizyphus lotus* (jujubier) :

La valeur de la vitamine B6 de la partie comestible du fruit jujubier est de 0.038mg% du poids frais, cette teneur est inférieure à celle trouvée par Murdock (2002), de 0.078mg% de MF.

Selon Feinberg et al (1993), la teneur en pyridoxine dans les fruits consommables est de 0-0.42 mg/100g MF, donc nos résultats sont dans les normes.

b- Amandes :

La valeur de la teneur en pyridoxine dans l'amande des 5 fruits étudiés est inférieure aux valeurs rapportées par NVCF (1999).

On explique la faible teneur en pyridoxine dans la pulpe et l'amande des 5 espèces étudiées et la distribution de cette vitamine par deux facteurs :

- ✓ la présence des fibres (celluloses, lignines, pectines) diminue la présence de pyridoxine du pourcentage 5-10%,
- ✓ la présence aussi des sucres réducteurs qui diminuent de 70 à 80% de la teneur en vitamine B6 dans les tissus végétaux (Reynolds .1988).

D'après les références bibliographiques concernant les 5 espèces étudiées, on

constate que les fruits *Crataegus spp* et *Elaeagnus* contiennent une teneur élevée en fibres et en sucres réducteurs par contre le reste des fruits étudiés *Celtis australis L.* et *Zizyphus lotus L.* possèdent des teneurs faibles en fibres et sucres réducteurs. Ce qui confirme la teneur élevée en pyridoxine dans ces deux fruits

5-2-4-Teneur en biotine (vitamine B₈, vitamine H).

Tableau 61 : Teneur en biotine dans la partie comestible et l'amande pour les 5 fruits non conventionnels exprimé en µg/g de matière fraîche

Espèces biotine µg/g	Partie comestible	Amande
<i>Celtis australis L.</i>	0.011	0.42
<i>Crataegus azarolus L.</i>	0.021	0.51
<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	0.031	0.40
<i>Elaeagnus angustifolia L.</i>	0.050	0.68
<i>Zizyphus lotus L.</i>	0.015	1.28

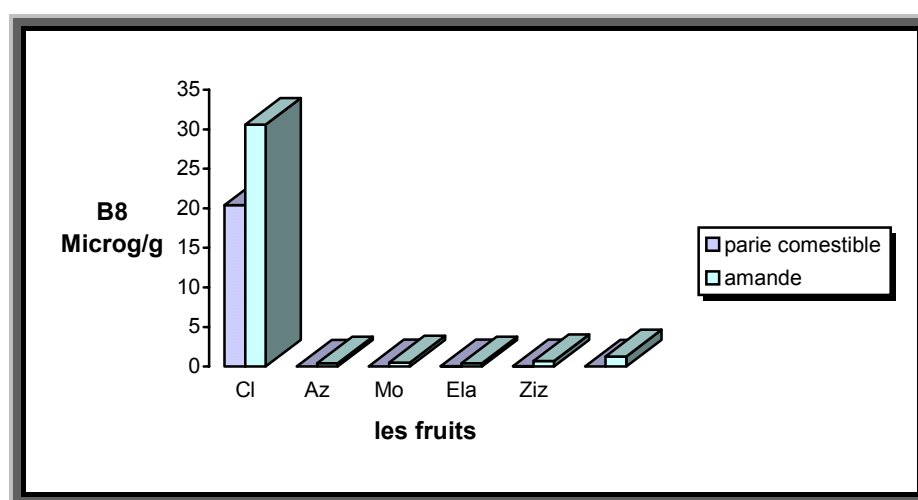


Figure n°52: Teneur en biotine dans les 5 fruits étudiés

Nous remarquons que le fruit qui contient une teneur élevée en vitamine B8 est l'olivier de Bohême et la distribution de biotine est concentrée dans les amandes pour les cinq fruits.

a- Partie comestible :

-*Celtis australis* (micocoulier):

La teneur en biotine de la pulpe du fruit *Celtis australis L.* de 0.011 µg/g de matière fraîche, est identique à celle de la banane fraîche d'une valeur de 0.013 µg/g de matière fraîche (Staggs et al ,2004).

-*Crataegus azarolus* L. (azérolier) et *Crataegus monogyna* Jacq. (monogyne, aubépine) :

Selon les résultats obtenus, on remarque que la teneur en biotine dans le fruit monogyne est supérieure par rapport à celle de l'azérolier pour des valeurs respectivement 0.031 et 0.021 µg/g de MF, la teneur en biotine du fruit monogyne est proche à celle de la framboise d'une teneur de 0.03 µg/g de matière fraîche. En ce qui concerne le fruit azérolier, sa teneur en biotine est presque identique à celle de la pomme avec une teneur de 0.02 µg/g de MF (Staggs et al., 2004).

-*Elaeagnus angustifolia* L. (olivier de Bohème) :

Le fruit *Elaeagnus angustifolia* L. contient une teneur acceptable en biotine de valeur 0.05 µg/g de matière fraîche, cette teneur est proche à celle de l'orange avec une teneur de 0.049 µg/g de matière fraîche (Staggs et al., 2004).

- *Zizyphus lotus* L. (jujubier) :

La valeur de la vitamine B₈ de la partie comestible du fruit de jujubier (0.015 µg/g du poids frais) est proche à celle trouvée par Staggs et al (2004) pour d'autre fruit : la fraise d'une teneur de 0.015 µg/g de matière fraîche.

Certaines vitamines comme la biotine sont distribuées dans les végétaux et en faibles teneurs, ce qui explique le phénomène de biosynthèses de biotine dans les végétaux. Il faut la présence des certains bactéries comme E coli qui joue un rôle essentiel pour la synthèse des molécules d'Acétyl CoA nécessaires à la synthèses de la biotine (Roscoe, 1931).

Aussi la variation des vitamines obtenues dépend de la méthode choisie (chimique, microbiologique...).

b- Amandes :

La teneur en biotine dans les amandes de l'arachide et les graines de tournesol (0.44 et 1.75 et 0.78 µg/g de matière fraîche) (Staggs et al., 2004) est presque identique à celle de l'ensemble des fruits étudiés non conventionnels.

On peut expliquer la variation de changement des vitamines et minéraux dans les végétaux dépend de plusieurs facteurs qui sont les suivantes :

Variations génétiques :

Le *Crataegus* est riche en caroténoïdes et acide ascorbique.

La présence des vitamines (caroténoïdes, acide ascorbique, thiamine, pyridoxine, tocophérol, biotine) et des minéraux (P, Ca, Mg, Na, K, Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Pb) dans les fruits étant des indicateurs que ces fruits ne présentent aucune maladie pathologique et aucun risque de toxicité au cours de la consommation.

L'âge du fruit influe sur la distribution des vitamines et des minéraux. Dans le cas des vitamines : biotine, thiamine pyridoxine, leurs taux diminuent au cours de la maturation de ces fruits et l'inverse pour les vitamines liposolubles (tocophérol, caroténoïdes) et pour les minéraux dans les fruits plus âgés, leurs teneurs sont riches en calcium, magnésium et potassium (comme le cas de 5 espèces étudiés).

Facteurs climatiques :

Comme la température et l'intensité de la lumière ont une grande influence sur le changement des composition vitaminique et minérale dans les fruits, et aussi le changement saisonnier permet de déterminer certaines vitamines : acide ascorbique, carotène ; thiamine.

En général, une grande intensité de la lumière permet d'augmenter la teneur en vitamine C dans les tissus végétaux (*Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus azarolus* L.)

La température permet d'assurer d'absorption les minéraux du sol vers les tissus végétaux pour assurer le métabolisme de ces minéraux. (Le cas du fruit de jujubier est riche en minéraux et répartie dans les zones semi-arides.).

Facteurs cultureux :

La variation des vitamines est liée :

- ✓ au type du sol ;
- ✓ de l'irrigation ;
- ✓ de la fertilisation ;
- ✓ des engrais ;
- ✓ de l'eau.

Selon Kader (2005), la variation de la vitamine chez les végétaux ne dépend pas des facteurs culturels mais surtout des facteurs génétiques et climatiques. Par contre, les minéraux dépendent des facteurs culturels (engrais ; la teneur en calcium dans les fruits est liée au temps de récoltes ; donc, ces fruits entrent dans la période de ralentissement physiologique : réduction de la transpiration, production de l'éthylène et réduction de la maturation.

La teneur élevée en acide ascorbique et potassium est le résultat de l'augmentation d'acide ascorbique dans les fruits étudiés. La teneur en phosphore et potassium est plus élevée dans les *Crataegus azarolus* L. et *Crataegus monogyna* Jacq. donc on a trouvé une teneur élevée en vitamine C dans ces fruits.

Degré de maturation :

Les minéraux et les vitamines (caroténoïdes) contribuent également à la synthèse du régulateur de croissance comme l'éthylène, qui se trouve responsable du déclenchement de la maturation des fruits (Kader, 2005).

Conclusion

Ce travail caractérisé par l'étude biochimique de la fraction minérale et vitaminique des cinq fruits non conventionnels, a permis de mettre en évidence :

La présence des minéraux et des vitamines dans tous les fruits étudiés .Cependant, chacun de ces fruits présente des caractéristiques particulières :

Celtis australis L. représente la plus importante source naturelle en calcium dans la partie comestible et l'amande, il est aussi riche en phosphore, magnésium, sodium dans l'amande. Il est également riche en oligo-élément surtout en manganèse, zinc cuivre et cobalt. Il contient également des vitamines telles que les caroténoïdes, la thiamine et la pyridoxine.

Crataegus azarolus L. renferme du calcium, des oligoéléments tels que le fer, le cuivre, le zinc et du plomb en quantité inférieure au seuil de toxicité. Le fruit contient également une teneur élevée en vitamine C, vitamine E et caroténoïdes.

Crataegus Monogyna Jacq. Caractérisé par une teneur élevée en potassium dans la partie comestible. On trouve aussi du calcium dans la pulpe, du sodium dans la pulpe et dans l'amande, alors que la pulpe de l'aubépine est riche en fer, manganèse, cuivre, zinc, cobalt et plomb. Parmi les vitamines, ce fruit contient de la biotine et de la vitamine C.

Elaeagnus angustifolia L. contient des teneurs élevées en éléments minéraux majeurs en magnésium, potassium et calcium et des teneurs non négligeables en oligo-éléments en fer, zinc, cuivre dans la partie comestible. Il contient aussi dans sa partie charnue, de la vitamine A et de la vitamine E. Les deux parties du fruit sont riches en biotine.

Zizyphus lotus L. est riche en calcium, en magnésium et en fer et en plomb dans la partie amande mais ne possède aucun risque de toxicité. Ce fruit représente un apport nutritionnel en vitamines hydrosolubles qui sont la thiamine, la biotine, la pyridoxine et la vitamine C.

Nous constatons également que la partie amande est plus riche en oligoéléments et en vitamines que la partie comestible.

Ces fruits représentent une source non négligeable en vitamines et en minéraux qui pourraient donc contribuer à atteindre les besoins nutritionnels.

Ces fruits constituent également d'immenses sources d'antioxydants (vitamine E et C) qui peuvent trouver leur application dans différents domaines : agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique et autres.

Notre travail nous donne une idée claire mais aussi imparfaite sur la composition en éléments minéraux et en vitamines. Nous espérons toujours approfondir les études et les recherches sur ces fruits qui pourraient être de bonnes sources alimentaires et utilisés dans d'autres domaines.

Enfin, l'ensemble de ces résultats obtenus ne constituent qu'une première étape dans la recherche de vitamines. Des essais complémentaires seraient nécessaires pour la détermination de ces vitamines par HPLC.

Références bibliographiques

1. **AAC, 2003.** Canada : Argousier. *Bulletin Bimensuel Canada* n°13.
2. **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*.
3. **Abdul M .,Abdul R.,1996.** Concentrations et croissances de lombriciens et de plantes dans des sols contaminés ou non par Cd,Cu, Fe et Zn :interactions- plante-sol-lombricien. *Soil Eiol. Biochem*, **28**(8) : 1037-1044.
4. **Adrian J., Potus J., Poiffait A. et Dauvillier P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Tec et Doc (Ed). Paris, 254p.
5. **Adrian J,Potus J.,Fragne R.,2002.**Les sciences alimentaires. A à Z.3èm édition. Tech&Doc(Ed).Paris. 608 p.
6. **AFNOR-DGCCRF., 1995,** Contrôle de qualité des produits alimentaires, méthodes d'analyses officielles. Paris, 416p.
7. **Ahamad S.D., Sabir S., Zubair M., 2006.** Ecotypes diversity in autumn olive (*Elaeagnus umbellata Thunb*): A single plant with multiple micronutrient genes. *Chemistry and Ecology*, **22**(6): 509–521
8. **Ahmadiani A., Hosseiny J., Semnanian S. 2001.**Study on antinociceptive effects of *Elaeagnus angusifolia* on both acute and chronic pain. *Kousar*, **3** (1):148-156.
9. **Askoy A. and Sahin U., 1999.** *Elaeagnus angustifolia L.* as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution. *Turk. J. Bot.*, **23**: 83-87.
10. **Anderson j., Young l., 2003,** Fat-Soluble Vitamins in food science and human nutrition. Colorado State University(Ed). Washington, 5p.
11. **Anderson j., Young l., 2005,** Water-Soluble Vitamins in food science and human nutrition. Colorado State University(Ed). Washington, 4p.
12. **Anthony C., 2005.**A review of *Zizyphus spina—Christi*. Technical (Ed) disponible sur [www.Zizyphus spina-Christi_paper .pdf](http://www.Zizyphus spina-Christi_paper.pdf). Consulté le 16/01/2007.
13. **AOAC .1980.** Officials methods of analyses. 11th Edition William Horvitz, Washington D.C.
14. **AOAC .1984.** Officials methods of analyses. 17th Edition William Horvitz, Washington D.C.

15. **APAT. 2004** .Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs. Agency for the protection of the environment and for technical services .Italie, 99p.
16. **Audigie C ., Figarella J ., Zonszain F., 1978.** Manipulation d'analyse Biochimique. Doin (Ed). paris, 247p.
17. **Ayaz F. A., Bertoft E., 2001.** Sugar and Phenolic Acid Composition of Stored Commercial Oleaster Fruits. *J FCA*,14:505-511.
18. **Ayaz F.A., Kadioglu A. and Dogru A., 1999.** Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. orientalis (L.) Kuntza (Russian-Olive) fruit. *Turk. J. Bot.*, **23** : 349-354.
19. **Aymonin G.G., 1993.** Guide des arbres et des arbustes. Sélection du Reader's Digest (Ed). Paris, 351p.
20. **Baba Aissa F., 1999.** Les plantes médicinales en Algérie. Bouchène et Addiwen (Eds). Alger, 181p.
21. **Bahorun T., 1997.** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research*. Conseil Mauritius, pp 83-94.
22. **Ball G.F-M., 2005.** Vitamins in foods: analysis bioavailability and stability. CRC et Taylor and François (Eds).London and New York, 777 p.
23. **Bailey.L.N., Bailey.E.Z.,1976.**A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada, Macmillan Co(Ed), New York, 118 p.
24. **Bammi J ., Douiraa A ., 2004.**Contribution à la connaissance de la flore vasculaire de la forêt de l'Achach, plateau central (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*. Málaga, **29**: 23-41.
25. **Barnes j., Anderson L.A., Phillipson J.D., 2005,** Herbal Medicines. Pharmaceutical press(Ed). New york,200 p.
26. **Barron J., 2001,** Fat soluble anti-oxidant vitamins A, E and carotenoids. CPD Clinical Biochemistry. No3 .Rila Publications Ltd(Ed), (3): 82-86.
27. **Bauer J., 2003.** Idiot's guide total nutrition .third edition .Alpha(Ed) .New York, 456p.
28. **Baytop T., 1984,** Turkiye de bitkiler ile Tedavi (Geçmiste ve Bugun).Ecz. Fak, **40** : 260p.
29. **Bekker N.P. and Glushenkova A.I., 2001.** Components of certain species of the Elaeagnaceae family. *Chemistry of Natural Compounds*, **37**(2): 97-116.
30. **Bellini E. et Giordani E., 1998.** Conservation, evaluation, exploitation and collection of Minor Fruit Tree Species. Horticulture Department. University of Florence. Italie.
31. **Bence S.L., Stander K., Griffiths M., 2003.** Habitat characteristics of harvest mouse nests on arable farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. , **99**: 179-186

32. **Bender D.A., 2003.**Nutritional biochemistry of the vitamins. Second edition. Review Cambridge(Ed).London, 514p.
33. **Berg R., 1995,** Vitamins A critical survey of the theory of accessory food factors .London, 301p.
34. **Bersson J.L., 2001.** Cahier de nutrition et de diététique: risqué lies a l'alimentation (1) les risques toxicologiques.2éme Edition. Masson. (Ed).Paris,pp 26-34.
35. **Berthet B.,Amiard C.,Metayer.C.,Amiard J.C.,1983.**Etude des voies du plomb l'environnement aux végétaux cultivés;application à l'utilisation agricole de boues de station d'épuration. Nontes, pp 448-452.
36. **Bloued A., 2003.**Plantes médicinales de l'Algérie. Département de botanique INA.OPU. (Ed).Alger ,227p
37. **Bogdanski K. A., 1965** .Diverses méthodes de dosage de la vitamine. Pologne, pp 227-236.
38. **Bonnier G.,Layens G. ,1970** . Flore complète de la France, de la suisse et de la Belgique .librairie générale de l'enseignement. IMP COORY(Ed).Paris, 600p.
39. **Boudy,1951.,**Guide du forestier en Afrique du Nord. larose(Ed).paris, 386p.
40. **Bourgeois C.F., 2003.**Les vitamines dans l'industrie agroalimentaire, Tech&Doc(Ed). .Paris, 732p.
41. **Boussard R ., Cuissance P., 1984.**Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes .Tec et Doc(Ed). Paris, 600p.
42. **Bretaudeau J., et Fauré Y., 1992.** Atlas d'arboriculture fruitière. Tech &Doc(Ed).Paris, 234p.
43. **Brosse J., 2000.** Larousse des arbres et des arbustes. Larousse (Ed). Canada, 576p.
44. **Brothers L., 1917.** *Crataegus*. No. XI. Cincinnati(Ed). Ohio, pp 2-7.
45. **Bruneton J., 1995.**Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Tec & Doc (Ed), Paris, 520p.
46. **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, (3ème éd.). Tec & Doc (Ed), Paris, 1120p.
47. **Bsaissi N ., Bouhache M ,2002.** La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed). n° 94.Rabat, 4p.
48. **Catoire C., Zwang H. et Bouet C., 1999.** Les jujubiers ou le *Ziziphus*. *Fruits oubliés*, article du n°1.
49. **CD Herbal pharmacy., 1997.**
50. **Chaieb M ., Zaâfour M.S., 2000.** L'élevage extensif, facteur écologique primordial et la

- transformation économique du cortège floristique en milieu steppique tunisien .CIHEAM Tunisie, pp 208-218.
51. **Chang Q., Zuo Z., Chow M.S.S. and Ho W.K.K., 2006.** Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crataegus pinnatifida* var. *major*) fruits and a hawthorn drink. *Food Chemistry*, **98**: 426-430.
 52. **Chevallier A., 1996.** The encyclopaedia of medicinal plants. Dorling Kindersley(Ed).London, 1198p.
 53. **Chouchane N., 2001.** Activité anti-inflammatoire des saponoside et des flavonoides des écorces de racines de *Zizyphus lotus*, **23** :15-23
 54. **Chun J., Lee J., Yee L., Exler J., 2005.**Tocopherol and tocotrienol content of raw and processed fruits and vegetables in United States diet. *Journal of food composition and analysis*,**12**:196-204
 55. **CNDP., 2001.** L'équilibre alimentaire .Tech& Doc(Ed).Paris, 896p.
 56. **CNEVA., 1993.**Répertoire général des aliments, Composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. ORSTOM et Tec&Doc et INRA(Ed).Paris, 207p.
 57. **Corbin D ;Bourad P; Charon Y ;Michaut L ; Ruetschmannvades S ; Veron G., 1992.** Le guide : Traite pratique du jardinage. Clause jardin (Ed).Paris, 854p.
 58. **Corsin P, 2003** .Flores Universelles. La grande encyclopedia de la nature. Volume renecentre(Ed). Lausanne, 1383p.
 59. **Couplan F ; 2000.**Dictionnaire étymologie de botanique. Nestlé(Ed). Luisane. Paris, 283p.
 60. **Couplan F., 1998.**Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées. Nestlé(Ed). Paris, 255p.
 61. **Croxtan P.J., Sparks T.H..2002.** A farm-scale evaluation of the influence of hedgerow cutting frequency on hawthorn (*Crataegus monogyna*) berry yields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **93**: 437–439
 62. **Curtis W., 2005.**The botanical magazin.Vol1.flouer or Garden Displayed(Ed)..London, 250p.
 63. **Cuvelier C., Dotreppe O., Istasse L., 2003.** Chimie, sources alimentaires et dosage de la vitamine. *E Ann. Méd. Vét*, **147** :315-324
 64. **Davies J. R., 2000.** Hawthorn. Element Books Limited(Ed). Boston, 496 p.
 65. **Demir F., Dogan H., Ozcan M. and Haciseferogullari H., 2002.** Nutritional and physical properties of Hackberry. *Journal of Food Engineering*, **54** : 241-247
 66. **Dewick PM., 2002,** Medicinal Natural Products. Second Edition. John Wiley & Sons (Eds), England, 487p.

67. **Deymié B., 1974.**Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Tec et Doc (Ed). Paris , 988 p.
68. **Diallo D., Sanogo R., Yasambou H, Traoré A., 2004.**Coulibaly K, Maïga A., Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam (*Rhamnaceae*), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *C. R. Chimie*, pp 1073–1080.
69. **Dorosz P., 1996.** Vitamines sels minéraux oligo-éléments.Maloine .Paris, 100 p.
70. **DSA ., 2004.**Distribution de l'Olivier de Bohême dans la wilaya de Batna.
71. **Dubois GE., Grosby GA, .Saffron P., 1977.** Non nutritive Sweeteners: Taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones. *Science*, 195: 397 - 399.
72. **Duke JA., Godwin M.J. 2002.** Handbook of medicinal herbs. Second edition. CRC press(Ed).England, 893p.
73. **Dunne L.J., 2002.**Nutrition almanac. MCGRAW-HILL(Ed).New York, 306p.
74. **Dzhangaliev A. D., Salova T. N., Turekhanova P. M.,2002,**The Wild Fruit and Nut Plants of Kazakhstan. Horticultural Reviews, *Jules Janick Kazakhstan*, **29**, 306 p.
75. **Ebdon L., Evans E.H.,Fisher A.S.,Hill S.J.,1998,** An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry. *Wile*(Ed).USA, 187p.
76. **Edward F.G., Dennis R., 1993.***Elaeagnus angustifolia* Russian olive. Serie of the environnement horticulture department. Florida, pp 56-75.
77. **Edward F.G. and Dennis G.W., 1993.** *Celtis australis* : Mediterranean Hackberry. Serie of the Environnement Horticulture Department. Florida, pp 123-127.
78. **Elias T.S., 1980.** The complete trees of the North America: Field guide and natural history. Van Nostand Reinhold (Ed). New York, 948p.
79. **Emile P.E ; Bombard A .,Tazief H.,1997.**La nature.(Ed) Hachette. Italie,217p.
80. **Esameldin E. Joslyn T; Annemarie V., 2003.** Screening of medicinal plants used in South African traditional medicine for genotoxic effects. **143**(2): 195-207.
81. **Etourand A ., 1999,** Contrôle des denrées alimentaires. Laboratoire Cantonal, 188p.
82. **Fabrief L.B., Renard V., 1999.** Les fruits tropicaux. Le grand livre(Ed).France, 189p.
83. **Farrell. B., Campell M.K.,Ferrell S.O.,2005.**Biochimistry .Science(Ed). New York, 792p.
84. **Feinberg M, Favier J-C., Ireland J., 1993.** Tables de composition des aliments réalisation, utilisation in Alimentation et Nutrition Humaines. ESF (Ed).Paris, pp 11410-1432.
85. **Fennemo O.R., 1997.**Food chemistry, third edition. Dekker (Ed).USA, 1262p.

86. **Fernandez M., 2003.** De quelques plantes dites médicinales et de leur fonction. Editions Aenigma.Paris, 63 p.
87. **Fevier A.,Muljouna B., 1980.** Données récents sur la biochimie de certains oligoélément in problèmes actuels de biochimie appliqué. Masson(Ed).Paris, 74p.
88. **Fevier A, 1992.**Oligo éléments in cahier de nutrition. Masson(Ed).Paris,pp 157-169.
89. **Fournier P., 1952 .**Arbres, arbustes et fleurs de pleine terre. tome II. Dicotylédones .Paul le chevalier(Ed).Paris, 549p.
90. **Frenot M., Vierling A.1999.**Biochimie des aliments et de nutrition. Tech&Doc (Ed), Paris, 450p.
91. **Fuat L.,Yunus. P., Turhau ; K ; 2006.** Connective drying characterises of azarole red (*Crataegus Monogyna*) and yellow (*Crataegus Aronia*) fruits. *Journal of food engineering.* 24(3):256-263.
92. **Galle T., 2005.** Gale encyclopedia of alternative medicine .Second edition.64 volumes,229p.
93. **Gamlin L., 1993 .**Les arbres guide de terrain. Grund (Ed). Espagne, 137p.
94. **Gastrman J., 1993.** Arbustes d'ornements. Grund (Ed). Espagne, 223p.
95. **Gaucheron F., 2004.** Minéraux et produits laitiers. Tech&Doc (Ed).Paris,960p.
96. **Gauttier M., 1993a.** La culture fruitière, vol. I - L'arbre fruitier. Tec et Doc(Ed), Paris ,594p.
97. **Gauttier M., 1993b.** La culture fruitière, vol. II – Les productions fruitière. Tec et Doc(Ed).Paris, 542p.
98. **Genevois L., 1988.** Les vitamines du groupe B chez les végétaux .Bordeaux, 206-207.
99. **Gérard. G. ,Aymoin R., 1993.** Guide des arbres et arbustes. sélection du Reader's Diget. Paris(Ed), 351p.
100. **Giorgio V., Gallotta A., Losciale P., 2004,** Identification and bio agronomical study of seven biotypes of Azarole (L.).Department of Plant Production Science Bari University and Department of Fruit Tree and Woody Plant Science Bologna University. Bologna, 112p.
101. **Gloaguen J.C., 1982.** Connaître et reconnaître les arbres et les arbustes des forets et des compagnes. Ouest France(Ed). Rennes, 220p.
102. **Golden M., 1992.** Vitamines et minéraux. Aberdeen University. Scotland, pp 12-23.
103. **Grasset E., 1999,** Les vitamines in cahier de nutrition, Paris, pp 135-149.
104. **GrieveA.M.,2003.**AmodernHerbal,<http://www.botanical.com/botanical/mgmh/hawth009.html> consulté le 01/01/2007

105. **Grosskinsky B., Gullick C., 2000.** Exploring the Potential of Indigenous Wild Food Plants in Southern Sudan. USAID(Ed), Sudan, 111p.
106. **Guignard J.L., 2000.** Biochimie Végétale. DUNOD(Ed), Paris, 227p
107. **Guil-guerrero L., Iaz Delgado A., Matallana Gonz M.C., M.E. Torija I., 2004,** Fatty Acids and Carotenes in Some Ber (*Ziziphus jujuba Mill*) Varieties. Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almeria, *Plant Foods for Human Nutrition*, **59**: 23–27.
108. **Gupta, O.P., Kadam, S.S., 1995.** Ber (Jujube) In: Handbook of fruit science and technology. Production, composition, storage and processing. CRC(Ed), New York, USA, pp 387-395.
109. **Hee-Kim G., 2003.** determination of vitamin U in food plants. *Food Scie technol*, **9**(4) :316-319.
110. **Heller R., Ensault R., Lance C., 1998.** Physiologie végétale. Dunod(Ed), Paris, 324p.
111. **Herrera C M., 1984** , Seed dispersal and fitness determinants in wild rose: Combined effects of hawthorn, birds, mice, and browsing ungulates. Spain, 63: 386 - 393.
112. **Hmamouchi M., 1995.** Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc. CIHEAM -. Rabat. Maroc, 91-108.
113. **Horsley.J.R., Silverman C., 2005** .Nutrition handbook. Third edition. PX restor Physical Therapy(Ed), New York, 630p.
114. **Iserin P., 2001**, Larousse encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Edition. VUEF (Ed) ,Paris, 335p.
115. **Jacamon M., 1992.** Guide de dendrologie, Enged (Ed), Nancy, 174p.
116. **Jakoby F.C., Wokes F., 1944.** Carotene and Lycopene in Rose Hips and Other Fruits. *Biochem. J.* **38**: 279-282.
117. **Jaffré T., 1977.** Composition chimique élémentaire des tissus foliaires des espèces végétales colonisatrices des anciennes mines de nickel en nouvelle Calédonie. Vol. XII Cah. O.R.S.T.O.M., (4): 323-330
118. **Jama B.A., Mohamed A.M., Mulatya j ., Njuia. N., 2007.** Comparing the « Big Five »: a framework for sustainable management of indigenous fruit trees in the drylands of East and central Africa. *Ecological indicators*, 10p.
119. **Jiang L ., Yamguchi T., Takamura H ., Matoba M., 2005.** Characteristics of Shodo Island Olive Oils in Japan: Fatty Acid Composition and Antioxidative Compounds. *Food Sci. Technol. Res.*, **11**(3):254-260.
120. **Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée, 1958.**
121. **Kader A- A., 2002.** Quality Parameters of Fresh-cut Fruit in and Vegetable Products fresh-

- cut fruits and vegetables Science, Technology, and Market.CRC(Ed).London, pp 56-89.
122. **Ken F., 2000.** Notes from observations, tasting etc at Plants For a Future and field trips.
 123. **Kennedy L M., Halpern B P., 1980.** Extraction, purification and characterization of a sweetness modifying component from *Ziziphus jujube*. *Chemical Senses*, **5** (2):123-147.
 124. **Kintzios S.K., Barberrak M.G..2004.** Plants that fight cancer.CRC(Ed),Florida.569p.
 125. **Kjaer C., Strandberg M., Erlandsen M., 2006.** Metsulfuron spray drift reduces fruit yield of hawthorn (*Crataegus monogyna L.*). *Science of the Total Environment*, **356** :228–234
 126. **Koyuncu T., Pinar Y. and Lule F., 2007.** Convective drying characteristics of azerole red (*Crataegus monogyna Jac.*) and yellow (*Crataegus aronia Bosc.*) fruits. *Journal of Food Engineering*, **78** (4) : 1471-1475.
 127. **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.
 128. **Laakso I., Hiltunen R., 2002.** Isolation and identification of oligomeric procyanidins from *Crataegus* leaves and flowers. *Phytochemistry*,**60**: 821–825
 129. **Langman M., 2003,** Expert Group on Vitamins and Minerals. Published by Food Standards Agency(Ed). USA, 360p.
 130. **Largois D., 1994.** Alimentation vivante.2 editions.Dion(Ed), Paris, 59p.
 131. **Leblanc J.C., Verger P., 2004.** Etude de l'alimentation totale les minéraux et les oligoéléments cobalt, chrome. , cobalt, cuivre, magnésium, molybdène. INRA(Ed), Paris, 68p.
 132. **Lecat P., 1951.**Repartition et variations du système ascorbiques chez les végétaux. *Plant and Soil* .Paris, (3) : 268-308.
 133. **Le coq R., 1965.** Manuel d'analyse alimentaire et d'expertise usuelle. Doin (Ed), Paris, 2107p.
 134. **Lesica P., et Milles S., 1999.**Russian –Olive invasion into cottonwood forests along a regulated river in the north central Montana.*Can j.Bot*, **77**:1077-1088.
 135. **Levitt J., 1980.** Salt and ion stress in Response of plant to environmental stresses..Academic Press.New York. (3):365-406p.
 136. **Li T-S.C., 2002.** Reprinted from: Trends in new crops and new uses Product Development of *Sea Buckthorn*. ASHS Press(Ed), Alexandria, pp 393-398.
 137. **Liang T.,Fand W.S.2006.**Medicinal chemistry of bioactive natural products. Wiley-Interscience(Ed), American, 477p.

138. **Liberman S., Burning N., 2003.**The real vitamin and mineral book a definitive guide to designing your personal supplement program. Willey-Interscience(Ed), New York, 381p.
139. **Linden G ; Lorient D., 1994.** Biochimie agro-industrielle (Valorisation alimentaire et la production agricole). Masson (Ed) , Paris, 360p.
140. **Lintas S., 1992.** Nutritional aspects of fruits and vegetable consumption. CIHEM (Ed), Rome, Italy, 87p
141. **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.
142. **Lof M ., Thomsen A. , Madsen P.,2004.,** Sowing and transplanting of broadleaves (*Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., *Prunus avium* L. and *Crataegus monogyna* Jacq.) for afforestation of farmland. *Forest Ecology and Management* ,**188**: 113–123
143. **Longe J L., 2005,** Gale encyclopedia of alternative medicine. Second edition.4 Vols, 1118p.
144. **Luang T.,Fang WS.,Willey H.,2006.**Medicinal chemistry of bioactive natural products.Interscienc(Ed), USA,477p.
145. **Lurent L ., 1991,** Éléments minéraux, techniques d'analyses et contrôles dans l'industries agroalimentaires. Tec& Doc(Ed), Paris, 987p.
146. **Mark S.,Dan O.,Gautier P., D rouineau G.,2002.**History,biology,ecology,supession and revegetation of Russian-Olive site (*elaegnus angustifolia*L.).*Plants Materials*. Washington, **47**:1-12.
147. **Martin. P ; Chnard. J. et Doirneau. G. 1984.** L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Tech & Doc (Ed), Paris, 782p.
148. **Mavlyanov S. M., Abdulladzhanova N. G., Dalimov D. N.2003.** Polyphenols from certain fruiting plants growing in Uzbekistan. *Chemistry of Natural Compounds*, **39**(5):686-688.
149. **Messali B., 1995.**Botanique, systématique des spermaphytes. OPU(Ed), Alger.91p.
150. **Milouane P., 2000.** Le truffaut "Encyclopédie pratique illustré du jardin". Bordas (Ed). Paris, 800p.
151. **Mitcheh A., 1982.** Tous les arbres de nos forêts .Bordos(Ed), Paris, 407p.
152. **Monjauze A.1958.**Le groupement à micocoulier (*Celtis australis* L.) en Algérie. Alger services des forêts de l'Algérie .VII planche(Ed). Broché, 75p.
153. **Moris V.H.,Gerdel R.W.,1933.**Determination of mineral elements in plant tissu in plant physiology,pp121-122.

154. **Multon G L., 1991.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire vol 2. Tec et Doc (Ed), Paris,456p.
155. **Multon. J.L., 2002.** Additifs et auxiliaires de fabrication dans l'industrie agroalimentaire.3ème Editions. Tec&Doc (Ed), Paris, 746p.
156. **Murdock D.H., 2002.** Encyclopaedia of food a guide to Healthy Nutrition .APA academic Press (Ed), San Diego, California, 501p.
157. **Nemecz G., 2001.** Hawthorn. Communication January/February,pp 10-13.
158. **NVCF., 1999,** Valeur nutritive de quelques aliments usuels. Ministre de la Santé, Canada, 56p.
159. **Omori Y.,Terabayashi S.1993.**Gynoecial vascular anatomy an biosystematics implications in Celtidaceae and Ulmaceae *journal of Plant Research*,**106** :249-258.
160. **OMS. 1999.** Micro polluants dans les sediments fluvaux.
161. **OPIE/INRA.,2001.**Le sol une ressources a protéger.
162. **Ozcan M., ~Haciseferog H., Marakog T-M., Arslan D.,2005 .** Hawthorn (*Crataegus spp.*) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, **69**: 409–413.
163. **Pakin C., 2004,** Le dosage de vitamines du groupes B (acide pantothénique cobalamine) dans les aliments après isolements chromatographique et détection fluorimétrique. Thèse doctorat, université de Pasteur Strasbourg, 150p.
164. **Pandy S. B., Uperti. C. R. Upreti., 1990.** Nutritional status of different feed resources of Nepal. Epal Agricultural Research Council(Ed), Napel, pp 71-78.
165. **Peynaud E., 1944.** La vitamine C dans les fruits a noyau, France, pp 184-191.
166. **Pinta. M ; 1961,** Recherche et dosages des éléments traces. Dunod (Ed), Paris , pp 37-43.
167. **Pinta M ;Bourdon B ; Rousselet F., 1980.** Spectrophotometrie d'absorption atomique. Masson et Arston (Eds), Paris, 478p.
168. **Pizarro C. M. ,1966,** Sinopsis de la Flora Chilena. Santiago, Ediciones de la Universidad de Chile, pp 56-97.
169. **Plank C.O., 1992.**Plant analysis procedures for the southern region of United States, plant feed analysis lab, Clemson University(Ed), USA, 78p.
170. **Pokorny J., 1975.** Les arbrisseaux, arbustes et buissons, Marabout(Ed), Paris, 182p.
171. **Poletti A., 1987.** Fleurs et plantes médicinale. Delachaux et Nestlé (Eds),Paris, 191p.
172. **Praca S., 2006.** Prehranskeer fizikalno kmijke lastnosti podov navadnega (*Celtis australis*). These de doctorat. Ljubljana.Slovania, 101 p.

173. **Pyke M., 1940**, Observation on the distribution of vitamin B1 in some plant From the Research Laboratories, *Vitamins Limited*, London, pp 330-334.
174. **Quezel P., Santa S., 1962** .Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Tome 1. Centre national de la recherche, Paris, 565p.
175. **Reynolds R. D., 1988**. Bioavailability vitamin B6 from plant foods *AJCN*, (48): 863-867
176. **Felix G.G., 1947**. Distribution of thiamin and distribution in the tomato plant, pp 620-629.
177. **Rodolph E. S., Salvolainen V. M. Figeat G., 2000**. Botanique systématique des plantes à fleurs. Polytechnique et universités. Romande. Lausanne, 32 p.
178. **Rol R., 1965**. Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux, Tome 4. la maison Rustique (Ed), Paris, 95p.
179. **Roscoe M.H., 1931**. The distribution of the vitamin B complex. *Biochem j.* London, pp 2050-2055.
180. **Rose J., Treadway S., 1999**. Herbal Support for a Healthy Cardiovascular System. *Adv. Nutrition Pub*, **16** (6): 16-19.
181. **Rosenfeld L., 1997**. Vitamine-vitamin. The early years of discovery. *Clinical Chemistry*, **43**(4): 680-685
182. **Ruker R.B., 2001**. Handbook of vitamins. CRC (Ed), USA, Cambridge, 600p.
183. **Rullier B., 1997**. L'hygiène et alimentaire. NATHAN (Ed). Paris, 160p.
184. **Sabir S.M., Maqsood H., Hayat I., Khan M.G., 2005**. Elemental and Nutritional of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides ssp*) berries of Pakistani origin. *Journal of medicinal food*, **8** (4): 518-522.
185. **Sattarian A., Van den berg R. G., Van der maesen L. J. G., 2006**. Pollen morphology of African *Celtis* (Celtidaceae). *Feddes Repertorium* . **117** :34-40.
186. **Sattarian A., 2006**, Contribution to the biosystematics of *Celtis L.* (Celtidaceae) with special emphasis on the African species . thesis Wageningen University, Wageningen , 142p.
187. **Saur E., 1990**. Mise au point bibliographique, au sujet de la nutrition oligo-minérale des plantes supérieures. INRA (Ed), France, **47**: 367-389.
188. **Sayed A., Mubacher S., Sabir M., Hussain S., 2005**. Morphological and Biochemical variations in *Elaeagnus umbellata Thunb.* from mountains of Pakistan *Acta Bot. Croat.*, Pakistan , **64** (1): 121-128.
189. **Seidemann J**, World plants, Economic, usage, botany, taxonomy, Germany, 589p.
190. **Serhane K., 2005**. Journée d'Etude et d'Information sur l'Azérolier. Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé de Sétif.

191. **Shafroth P.B., Aublet G.T, Scott M.L., al, 1995.**Germination and establishment of the native plains cottonwood (populus deltoids Marshall subsp . Monilifera) and the exotic Russian Olive (*Elaeagnus angustifolia L.*) .Concer boil, **9**:1169-1175.
192. **Schnell R., 1977.**Flore et végétation de l'Afrique tropicale. Tome 1.Paris, 389p.
193. **Schopfer W. H., Jung A., 1935.** Recherches sur la synthèse de la vitamine B₁ par Phycomyces, pp 346-349.
194. **Schopfer W. H. ., Jung A., 1936.** Vitamines et facteurs de croissance chez les plantes, pp 572-578.
195. **Schuette H. A. Zehnpfennig R. G., Verdtit V., 1937.**The seed oil of Hackberry. MADISON(Ed), pp 269-270.
196. **Siret C., 2002.** Les composants chimiques des produits alimentaires. Technique d'ingénieur traité d'agro-alimentaire,France ,pp F1650-F1668
197. **Smail-Saadoun N., 1999.** Communication: Adaptive approach of three populations of *Ziziphus lotus* (L.) Desf. (Ain Oussera, Messad Taghit) .*Natural Resources Laboratory*, Tizi-Ouzou .
198. **Soepadmo E., 1991.***Celtis australis Lamk.* Plant resources of South East Asia in: Edible fruits and Nuts .Wageningen .Netherlands, 447p.
199. **Somon E., 1985.** Arbres, Arbustes et Arbisseaux en Algerie , OPU (Ed).Algerie, 143p.
200. **Somon S.1999.**Guides des aliments.Kone Mann(Ed), Quebec,224 p.
201. **Souidi K ., Hamdi S .,2000.** Etudes des propriétés interfaciales des extraits de Oficus indica et de jujube *Zizyphus Lotus* et leurs aptitudes à la formulation en industries alimentaires. ESIAT(Ed), pp 156-189
202. **Spignoli G., Mercati V.,Boncompagni E., 1999,**Guida Bibliograficai più notin fitoterapici.1°Edizione,Italie,ABOCA(Ed), 317p.
203. **Spricheger RE.,Salvolainen V.,Figeat M., 2001.**Botanique systématique des plantes à fleurs. Polytechnique universitaire, Romande, Lausanne, 530p.
204. **Staggs C.G.,Sealey Mc ., Cobe B.T., 2004.** Determination of the biotin content of select foods using accurate and sensitive HPLC/avidin binding.*Journal of food composition and analyzer*, pp 767-776.
205. **Susan E. Gebhardt D., Robin G., Thomas R., 2002.** Nutritive Value of Foods .USDA. Washington, 90 p.
206. **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.

207. **Toury J., Miller R. , Jacquesson M. ,1952.** Analyse de quelques plantes entrant dans les l'alimentation des populations de L'A.O.F , pp 256-261.
208. **Toyooka T., 1999.** Modern derivization methods for separation sciences. CRC(Ed), Japan, 588p.
209. **Trabaud L., 2001.** Relations entre les teneurs en bioéléments chez divers végétaux méditerranéens. *Ann. For. Sci.*, INRA,**58**: 555–567
210. **Truswell.S., 2003.** abc nutrition. BMJ Books(Ed), Ustralain, 137p.
211. **Tutin T.G., 1976.** Flora Europea. Cambridge .Vol 4. Cambridge University Press, 960p.
212. **UINC., 2001.** Union Internationale pour la Conservation de la Nature. Connaissance, Valorisation et Contrôle de l'Utilisation de la Flore Sauvage en Médecine Traditionnelle (Plantes Médicinales).Algérie, 44p.
213. **Ul'chenko N. T. ,Glushenkova A. I. , Murdakhaev Yu. M. Yu. M., 1995,** Fruit lipids of four rose varieties. *Chemistry of Natural Compounds*, **31(5)** :568-569.
214. **USDA, 1974.** Seeds of woody plants in the United States. *Agro.* USDA, No.450.
215. **USDA., 2006,** Invasive Plants of Asian Origin Established in the United States and Their Natural Enemies .Vol 1,USA, 142p
216. **Van Dersel, W.R 1939.** Birds that feed on Russian –Olive. *Auk.* **56**:483-484.
217. **Verloo.2003.** Les métaux lourds dans les denrées alimentaires, origine et évolution des teneurs. Danone .Belgique, pp 120-123.
218. **Veveris M., Koch E. and Chatterjee S.S., 2004.** *Crataegus* special extract WS®1442 improves cardiac function and reduces infarct size in a rat model of prolonged coronary ischemia and reperfusion. *Life Sciences*, **74**: 1945-1955.
219. **Vivar-Vera M.A., Salazar-Montoya J.A., Calva-Calva G. and Ramos-Ramirez E.G., 2007.** Extraction, thermal stability and kinetic behavior of paectionmethylesterase from hawthorn (*Crataegus pubescens*) fruit. *LWT*, **40** (2): 278-284.
220. **Wei LI J.,Ping Fan L.,Dong Ding S. , Lin Ding X.,2007.** Nutritional composition of five cultivars of chinese jujube. *Food Chemistry*,**103**:454-460
221. **WHO., FAO., 2004,** Vitamin and mineral Requirements in human nutrition. FAO (Ed), Bangkok, Thailand, 340p.
222. **Xian X., 1988.** Appréciation de la mobilité et de la biodisponibilité des éléments en traces du sol. *Science du Sol*, **22**:103-112.
223. **Yano M., Kato M.,Ikoma Y., Kawasaki A., Fukazaw Y., Sugiura M., Matsumoto H. , O'Hara Y.,2005.** Quantitation of Carotenoids in Raw and Processed Fruits in Japan. *Food Sci. Technol*,**11(1)** :13-18.

224. **Zhang Z., Hoa Wa- K.K., Huangb Y., Chena Zhen-Y.,2006.** Hypocholesterolemic activity of hawthorn fruit is mediated by regulation of cholesterol-7 α -hydroxylase and acyl.CoA: cholesterol acyltransferase. *Food Research International* ,**35**: 885–891.
225. **Zhao J., Li S.P. , Yang F.Q., Li P., Wang Y.T.2006.** Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujuba* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography* , **1108** : 188–194
226. **Zhihui Z., Liu M.,• Tu P.,2007.** Characterization of water soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv.Dongzao).*Eur Food Res Technol* ,5 p.

Annexe 1**Tableau:** Rôles des minéraux dans les plantes (Heller et al. ,1998)

<i>Eléments minéraux</i>	Fonction principale
<i>P</i>	Intervient dans la formation des os et la fourniture d'énergie cellulaire sous forme d'ATP. Aide à maintenir l'équilibre acido-basique.
<i>Mg</i>	Influence la coloration verte de la feuille et renforce ses défenses. Une carence en magnésium contrarie la croissance de la plante. Une chlorose (décoloration jaunâtre) peut apparaître sur les feuilles les plus anciennes.
<i>Ca</i>	C'est un constituant de près de 50 % des cendres de la plante entière et essentiellement des parois cellulaires. Il joue un rôle dans la neutralisation des acides organiques.
<i>Na</i>	maintien de la pression osmotique (équilibre hydrique) et régulation de l'équilibre acido-basique, activation d'enzyme comme l'amylase
<i>N</i>	L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes .En effet, c'est le constituant numéro un des protéines qui sont les composés fondamentaux de la matière vivante.
<i>K</i>	Cet élément est très mobile dans la plante et est rapidement distribué dans les différents organes du végétal. Le potassium joue un rôle fondamental dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, l'organisation de la cellule, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie de l'eau des plantes (régulation des stomates) . Le potassium est un élément de résistance des plantes au gel et à la sécheresse
<i>Fe</i>	+Elément essentiel dans la formation de la chlorophylle. + Rôle dans le transport d'oxygène (respiration) . + Plusieurs Catalyseur de enzymes.
<i>Cu</i>	+ Stimulation de la germination et de la croissance. + Renforcement des parois cellulaires.
<i>Zn</i>	+ Rôle important dans la formation de plusieurs hormones de croissance. + Stimulation de la croissance précoce et du développement des fruits
<i>Mn</i>	+ Synthèse de la chlorophylle. + Rôle dans la résistance au gel. + Activateur du nitrate réductase

Annexe 2

Tableau : Teneur des fruits en éléments minéraux en mg/100g MS (Bretau et Fauré, 1992).

Fruits	Na	Mg	P	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Raisin	6	10	-	250	10	0.1	0.6	-	-
Abricot	5	11	23	300	15	-	0.4	0.12	0.04
Pêche	3	10	20	230	6	0.66	0.4	0.05	0.02
Orange	3	12	22	187	43	0.05	0.4	0.04	0.17
Banane	3	35	30	380	7	0.7	0.6	0.22	0.23
Pomme	2	5	10	120	5	0.045	0.3	0.12	0.10
Fraise	5	13	25	155	30	0.28	0.7	0.13	0.009
Amande sèche	6	254	450	800	243	1.94	4	1	1.5
Noix sèche	3	132	500	600	75	-	2.3	1	2

Annexe 3**-D'autre méthode pour calculer la teneur en vitamine C :****1-Préparation de la gamme étalon**

-Préparer une solution mère acide ascorbique (12mg/100ml).

-Prélever 6 ml de cette solution et compléter à 60 ml (12.5 mg/100g).

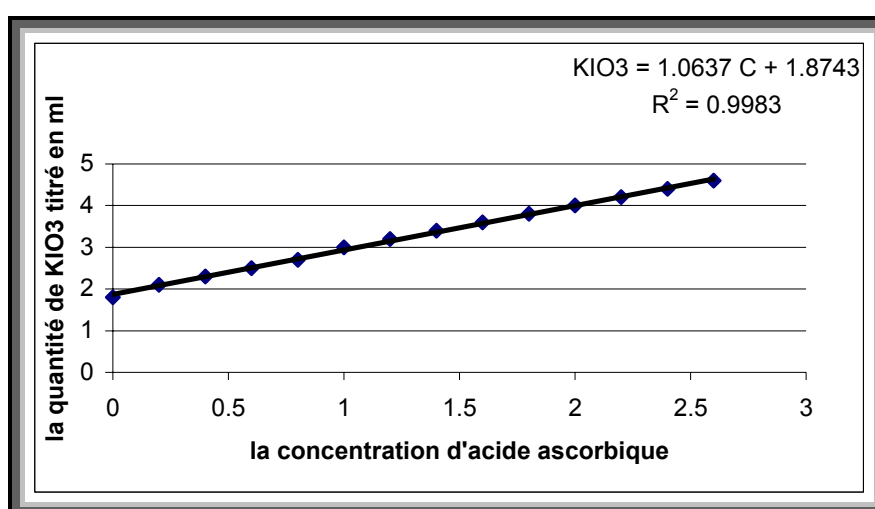
A partir de solution mère, prépare les concentration de solutions filles suivante : 0,0.2, 0.4.0.8, 1,1.2 mg/100ml).

-Ajouter 1 ml de solution de KI à 1% et 2ml de solution d'amidon à 0.5%.

En titre ces solutions filles par la solution KIO₃ (1/1000N) avec une agitation jusqu'au virage bleu vert.

Tableau : la gamme étalon de l'acide ascorbique

N de tube	1	2	3	4	5	6	7
Amidon 0.5% à 2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
KI à 1% à 1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
[C] acide ascorbique à 10 ml	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2
<i>La quantité de KIO₃ titré en ml</i>	1.8	2.1	2.3	2.5	2.7	3	3.2



Expression de résultat :

$$C \text{ (mg/100g)} = \frac{\text{Quantité KIO}_3 \text{ titré par l'échantillon en ml} - 1.87}{1.0637}$$

Ber (*Ziziphus mauritiana*): Processing and Product Information



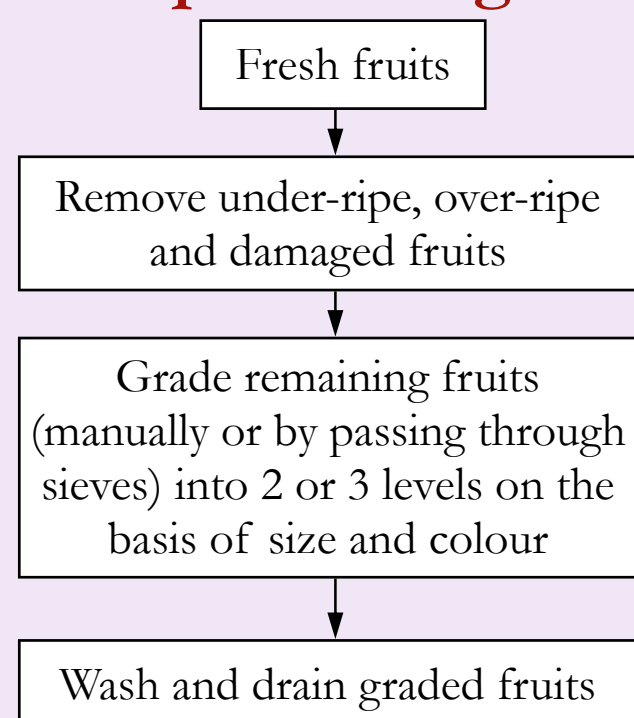
Why process ber fruits?

- ⇒ The fruit has a high sugar content and a high level of vitamins A and C, carotene, phosphorus and calcium
- ⇒ Processing increases the shelf-life of the fruit
- ⇒ Processing adds value and increases income

Pickles/chutney	Potential processed products	Fruit leather
Butter/paste	Jam/jelly	Juice/squash
Powder	Candied + dried fruits	Alcoholic drinks

How to process ber fruits?

1. Pre-processing: Grading and washing



How to store ber fruits?

- ⇒ Store fruits for 4-15 days at room temperature (25-35°C) in packages such as gunny-, net- or polythene bags, cloth packs or boxes
- ⇒ Dip fruits after harvest for 2 hours in cold water to extend shelf-life
- ⇒ Store fruits for 28-42 days in cold storage (10°C) in polythene bags or baskets



2. Processing: From the graded and washed fruit

Washed juicy fully ripe fruits

De-stone fruits (cut into small pieces)

Boil fruit pieces with an equal quantity of water for 20-30 min

Filter to obtain extract

Mix 1 l of extract, 500 g of sugar, 10 g of citric acid and 2.5 l of water and boil for 5-10 min

Filter

Pour into bottles

Crown cork bottles

Sterilise for 20 min in boiling water

Beverage

Packaging and Storage
Pack in well-sealed clean glass or plastic bottles and store in a dark, cool place.



Dried ber

Graded + washed fully ripe fruits

Blanch fruits (dip in boiling water for 2-6 min)

Where possible: Sulphur fruits (expose to SO₂ fumes in a box for 3 hours by burning sulphur powder at the rate of 3.5-10 g/kg fruit)

Dry fruits (retain 10-15% moisture)
a) under full sun for 7-10 days
b) in solar dryer for 4-5 days
c) in cabinet dryer at 60-65°C for 20-35 hours

Pack + seal

Packaging and Storage
Pack in moisture-proof containers, e.g. 400 gauge polythene pouches or biscuit tins to maintain at least 15% moisture.

Ber pickles

Graded + washed matured (but unripe) fruits

Soak in 3-5% brine solution for 7-8 days

Grind and mix spices such as coriander, cumin, cardamom, garlic, cloves, ginger, mustard seed and fry in cooking oil

Wash 3 times

Prick with fork

Mix

Pack the mixture tightly in containers and store for 2-3 weeks

Vinegar or citrus juice

Wash and sterilise bottles

Pour into bottles and top with vinegar or citrus juice

Seal + label

Packaging and Storage

Seal in polythene bags or pack in tightly capped, clean glass or plastic jars/bottles. Store in a cool, dark place for up to 3 months.

Ber powder

Washed fully ripe fruits

Sun dry for 1.5-2 weeks

Dried ber

Grind by pounding

Ber powder

Used in Ayurvedic preparations

Consumed as mixing ingredient in pickles and sour foods

Packaging and Storage

Store in polythene pouches (low density PE) of different sizes for up to 12 months.



DFID Department for International Development

Fruits for the Future



References:
Gupta, O.P. and Kadam, S.S. (1995) Ber (Jujube). In: Handbook of fruit science and technology. Production, composition, storage and processing. Editors: D.K. Salunkhe and S.S. Kadam. Marcel Dekker, Inc., New York, USA: 387-395.
ICUC (2002) Ber. *Ziziphus mauritiana* Lam. Fruits for the Future 2. Field manual for extension workers. ICUC, Southampton, UK.

Pareek, O.P. (2001) Ber. Fruits for the Future 2. Editors: A. Hughes, N. Haq and R.W. Smith. ICUC, Southampton, UK.
Rathore, D.S. (2002) Processing and marketing of underutilised fruits in India. In: Fruits for the Future in Asia. Editors: N. Haq and A. Hughes. ICUC, Southampton, UK: 134-152.
Please contact ICUC for further references.

Prepared and published by the International Centre for Underutilised Crops (ICUC), School for Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, Southampton, SO17 1BJ, UK. Tel: +44-23-80594229 Fax: +44-23-80677519
Email: icuc@soton.ac.uk Website: <http://www.civil.soton.ac.uk/icuc> © 2004 International Centre for Underutilised Crops, UK

This publication is an output from a research project funded by the United Kingdom Department of International Development for the benefit of developing countries. The views expressed are not necessarily those of DFID [R8399 Forestry Research Programme].

Résumé

Celtis Australis L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L. et le *Zizyphus lotus* L. sont des arbres et arbustes fruitiers sauvages très communs en Afrique surtout en Algérie. Leurs fruits, les micocouliers, l'azérolier, les aubépines, l'olivier de bohème et enfin les jujubiers, sont traditionnellement exploités et représentent une source alimentaire, ils sont consommés frais ou secs. La pulpe et l'amande de ces fruits sont moins riches en eau mais plutôt riches en vitamines (E,A,C ,B1,B6 ,B8) et en minéraux(calcium, magnésium ,potassium , fer,manganèse). Cependant, la teneur de quelques oligo-éléments (zinc, cuivre, cobalt, plomb),par exemple la teneur en plomb ne dépasse pas le seuil de toxicité ce qui ne présente aucun risque sur la santé publique.Ces fruits sont également riches en vitamines E et A, en calcium et en fer, ils présentent donc un apport nutritionnel important et aussi sont utilisés dans les domaines pharmaceutique et cosmétique.

Mots clés:

Celtis Australis L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L., *Zizyphus lotus* L, vitamines, minéraux, toxicité.

Abstract

Celtis Australis L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L.and *Zizyphus lotus* L.Are trees and wild fruit shrubs which are widespread in Africa especially in Algeria. Its fruits, the Hackberry, azerole; hawthorn; Russian olive and finally the jujubes, are traditionally harvested and represent a food source. They are eaten either fresh or dried. The fruits concentrated on the biochemical characteristics of edible part and these seeds in the fresh fruits as well as the vitamins and minerals. The pulp and seed of these fruits are lower water content and higher concentration in vitamins (E, A, C, B1, B6, B8) and minerals (calcium, magnesium, potassium, iron, manganese). However, the contents of some trace elements (zinc, copper, cobalt, lead),the lead does not exceed the threshold of toxicity do not present any risk on the public health. Inveryway, these fruits are rich in vitamins E and has, calcium and iron. These fruits represent an important nutritional contribution and also are used in various fields pharmaceutical and cosmetic

Key words:

Celtis Australis L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L., *Zizyphus lotus* L vitamins, minerals, Toxicity

ملخص

Celtis Australis L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L. and *Zizyphus lotus* L. أشجار و شجيرات لثمرات برية، متواحدة في افريقيا و بالأخص في الجزائر، فواكه هذه الشجيرات هي النشم، الزعرور البري، الخلاف والنبق وتعتبر فواكه تقليدية و تعبر عن مصدر غذائي كما يمكن استهلاكها على شكل فواكه طازجة او جافة. الهدف من هذا العمل المقدم تحديد تركيبة الاملاح المعدنية والفيتامينات المتواجدة في الفواكه السابقة وتمحورت حول المميزات البيوكيمائية من حيث احتوائها على الاملاح و للفيتامينات. كمية الماء المتواجدة في اللب و النواة اقل نسبة في الفواكه المدروسة غير انها غنية بالفيتامينات ([هـ],[ا], [ج],[ب1],[ب6],[ب8])والاملاح (كالسيوم, مغنيزيوم, بوتاسيوم, حديد, منغنيز).

من خلال الدراسة المعمقة للعناصر المعدنية (زنك, نحاس, كوبلت, رصاص) فإن الرصاص له نسبة متلائمة و لا تشكل أي خطر يؤدي الي تسمم المستهلك .

وحوصلة العمل المقدم ان هذه الفواكه غنية جدا بفيتامين ([هـ],[ا]) وبالكالسيوم والحديد و تعتبر مصدر غذائي مهم كما يستعمل في عدة مجالات الصيدلانية والتجميل.

الكلمات المفتاحية:

Zizyphus lotus L., *Celtis Australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L. والفيتامينات . والاملاح. تسمم