

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologique
Spécialité : Sciences Alimentaires
Option : Bioprocédés et technologie alimentaire



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Analyse physico-chimique et morphologique de cinq variétés de nèfles de Japon

Présenté par :

ABBAS Amel & KHENTER Salim

Soutenu le : **20 Septembre 2016**

Devant le jury composé de :

Mme GUERFI F.

MAA

Présidente

Mme MERZOUK H.

MAA

Promotrice

Melle TOUATI N.

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2015 / 2016

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos remerciements tout d'abord au « Bon Dieu » pour la patience et la santé qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours, et aux êtres les plus chers au monde « Nos Parents » pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de nous voir réussir.

Toute notre estime et notre respectueuse gratitude vont à Madame MERZOUK d'avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour son aide dans les moments les plus difficiles, sa disponibilité et son soutien. Qu'elle trouve ici l'expression de notre reconnaissance, sans qui ce travail n'aurait pas été possible.

Nous remercions Madame OUKIL de nous avoir ouvert les portes de son laboratoire.

Nous remercions Madame GUERFI d'avoir accepté de présider le jury chargé d'évaluer ce travail.

Nous remercions Mademoiselle TOUATI d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Merci pour tous ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre lors de notre travail.

Dedicaces

Avec l'aide du bon DIEU, ce travail est achevé ;

Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères;

*Ma très chère mère qui m'a donné un magnifique model de volonté,
et qui m'a toujours gâté et a consacré toute sa vie pour bâtir la
mienne. Avec mes prières qu'elle soit toujours en bonne santé et a
mes cotés inchallah. Je lui serai éternellement reconnaissante, merci
Maman.*

*A la mémoire de mon grand père qui est parti et il a laissé derrière
lui un très grand vide, que DIEU l'accueil dans son vaste paradis.*

A ma grand-mère, que Dieu prolonge sa vie.

A mes très chers oncles que je respecte énormément

*A mon oncle Abderrahmane, Je ne vais jamais oublier son aide, ses
conseils et sa générosité, Merci.*

A mon petit ange : Rabah

A mes tantes; Rezkia fadela et Yamina

A mes copines de chambre: Manel, Fifi et Celia.

*Mes dédicaces ne seront pas complètes sans citer mes amis Loutfi,
Karim, Ouahiba, Takfarinas, Hanane, Ikram et Kahina.*

Amel

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont tout donné. Ils ont toujours été là pour moi, me témoignant sans relâche d'un adorable modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils accepteront de considérer ce travail comme l'expression de toute ma reconnaissance et tout mon amour ;

Mon frère Adel et mes sœurs Wassila, Nassira, Kenza a qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

Toute ma famille, et à ma grand-mère Taweamarthe pour qui je souhaite une longue vie pleine de santé ;

Tous mes amis, mes collègues ; à tous ce qui m'aiment ;

Toutes les personnes qui nous ont aidés pour accomplir ce travail

Mes copains de chambre, Ryad et Jugu.

Salim

Liste des abréviations

ADN : Acide Désoxyribo-Nucléique

COX-2 : Cyclo-Oxygénase

DPPH : DiPhenyl Picryl Hydrazyl

FAO: Food and Agriculture Organization

NI: Non Identifié

PGE₂ : Prostaglandin E₂

ROS : Reactive Oxygen Species

SIDA : Syndrome Immunodéficitaire Acquis

UI : Unité Internationale

VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1	Photographie du néflier	4
Figure 2	Photographie des feuilles et fleurs du néflier	4
Figure 3	Photographie de la nêfle du Japon (<i>Eriobotrya japonica L</i>)	4
Figure 4	Photographie d'une coupe transversale de la nêfle	5
Figure 5	Structures chimiques des caroténoïdes existants dans la nêfle du Japon	18
Figure 6	Acides phénoliques	19
Figure 7	Teneur en glucose de différentes variétés	36
Figure 8	Teneur en protéines	36
Figure 9	Teneur en vitamine C des variétés de nêfles	37
Figure 10	Teneur en caroténoïdes des variétés étudiées	38
Figure 11	Teneur en composés phénoliques des variétés étudiées	39
Figure 12	Teneur en tanins des variétés	39
Figure 13	Teneur en flavonoïdes des variétés étudiées	40
Figure 14	Pouvoir réducteur des variétés en fonction des différentes concentrations	41

Liste des annexes

Figures	Titres
Figure 1	Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux
Figure 2	Courbe d'étalonnage des flavonoïdes
Figure 3	Courbe étalon pour le dosage des caroténoïdes
Figure 4	Courbe d'étalonnage de pouvoir réducteur

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
Tableau I	Composition du fruit de la nèfle du Japon	7
Tableau II	Les différentes variétés de nèfles	8
Tableau III	Liste des variétés de néfliers cultivées	11
Tableau IV	Statistiques de la production de la nèfle du Japon dans la wilaya de Bejaïa	12
Tableau V	Effet thérapeutique de quelques antioxydants	21
Tableau VI	Caractéristiques des variétés des nèfles	22
Tableau VII	Caractéristiques morphologiques des variétés	32
Tableau VIII	Caractéristiques physico- chimiques des variétés	32

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la nêfle du Japon

I.1. Historique du néfler.....	3
I.2. Généralités sur le néfler.....	3
I.3. Description et classification botanique de la nêfle du Japon.....	4
I.4. Ecologie	6
I.5. Composition et valeur nutritive	8
I.6. Variétés de nêfles	11
I.7. Production mondiale, nationale et régionale	11
I.7.1. Production mondiale	12
I.7.2. Production nationale et régionale.....	12
I.8. Effets thérapeutiques.....	13
I.8.1. Contrôle de la pression artérielle.....	13
I.8.2. Prévention du diabète	13
I.8.3. Amélioration de la fonction du foie.....	14
I.8.4.Effet antiviral	14
I.8.5. Prévention du risque de cancer	14
I.8.6. Apaisement des voies respiratoires	14
I.8.7. Santé du système immunitaire	14

I.8.8. Amélioration de la vision.....	15
I.8.9. Digestion.	15
I.8.10.Le taux de cholestérol.....	15
I.8.11.Renforcement des os.	15
I.8.12.Système circulatoire.....	16
I.8.13.Effet anti-inflammatoire	16

Chapitre II : Les antioxydants

II. Les antioxydants	17
II.1. Les caroténoïdes.....	17
II.2.Les composés phénoliques	18
II.2.1. Les acides phénoliques	18
II.2.2. Les Flavonoïdes.....	19
II.2.3. Les tanins.....	20
II.2.3.1. Tanins hydrolysables	20
II.2.3.2. Tannins condensés.....	21

Partie expérimentale

Chapitre I : *Matériel et méthodes*

I.1. Matériel végétal.....	22
I.1.1.Description et préparation des fruits.....	22
I.1.2.Détermination des caractéristiques morphologiques des variétés.....	22
I.2. Paramètres physico-chimiques.....	22
I.2.1. Détermination du pH	22
I.2.2. Détermination de l'acidité titrable	23

I.2.3. Détermination de taux de cendres.....	23
I.2.4. Détermination de l'indice de Brix.....	24
I.2.5. Détermination de la teneur en eau	25
I.2.6. Détermination de la conductivité	25
I.2.7. Détermination du taux de jus.....	26
I.2.8. Dosage des protéines.....	26
I.2.9. Dosage des sucres totaux	26
I.3. Dosage des antioxydants.....	27
I.3.1. Dosage de la vitamine C	27
I.3.2. Dosage des caroténoïdes.....	28
I.3.3. Extraction et dosage des composés phénoliques.....	28
I.3.3.1. Dosage des polyphénols totaux	28
I.3.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	29

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Caractéristiques morphologiques des variétés étudiées.....	30
II.2. Les paramètres physico-chimiques.....	30
II.2.1. Le pH	30
II.2.2. L'acidité titrable.....	31
II.2.3. L'indice de Brix.....	31
II.2.4. La teneur en eau.....	32
II.2.5. Le taux de cendres	32
II.2.6. La conductivité	32
II.2.7. Le taux de Jus	33
II.2.8. Les sucres totaux.....	33
II.2.9. Les protéines	34
II.3. Dosage des antioxydants.....	34
II.3.1. La vitamine C.....	34

II.3.2.Les caroténoïdes.....	35
II.3.3.Les composés phénoliques.....	36
II.3.4.Les flavonoïdes.....	37
Conclusion.....	39
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	

Introduction

Le néflier (*Eriobotrya japonica* Lindl.), un petit arbre fruitier de la famille des Rosacées, est originaire de la Chine et a été largement cultivé à des fins commerciales depuis le 19ème siècle (**Caballero et Fernandez, 2003**).

Le néflier cultivé au Japon avait été introduit depuis la Chine dans des temps reculés. A partir de là, le néflier a été introduit dans le bassin Méditerranéen (Espagne, Algérie, Turquie, Israël et Italie), dans une certaine mesure en Inde et au Brésil et de façon plus limitée au Chili et au États-Unis. L'arbre pousse le mieux dans un climat subtropical à tempéré – chaud, cultivé principalement pour ces propriétés nutritionnelles et médicinales (**Lin et al., 1999**).

Les nèfles sont consommés en grande partie comme des fruits frais, bien que de petites quantités sont utilisées en confitures, gelées, sirops (**Shaw, 1980**).

le fruit de la nèfle du Japon est délicieux, contient presque tous les éléments essentiels, étant particulièrement riche en minéraux, et en caroténoïdes, il est une bonne source de vitamine A et composés phénoliques (**Pareek et al., 2014**).

Généralement le néflier fleurit à l'automne, avec des fruits à maturité au début de printemps (avril, mai). Un aspect commercial intéressant du néflier est qu'il mûrit au début du printemps avant d'autres fruits (cerises, abricots, Pêches et prunes) apparaissent sur le marché (**Blumenfeld, 1994**).

Les études épidémiologiques ont prouvé que la consommation des fruits et légumes a de grandes prestations contre des maladies chroniques, telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer et le diabète (**Eberhardt et al., 2000 ; Del Rio et al., 2013**).

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence les paramètres physico-chimiques et de doser quelques antioxydants (composés phénoliques, flavonoïdes) de cinq variétés de nèfles algériennes.

Ce travail est scindé en deux parties, la première partie est une étude théorique qui résume des données bibliographiques sur la nêfle du Japon et ses antioxydants. La seconde partie est une étude pratique incluant matériel et méthodes d'analyses, les résultats obtenus et leur discussion.

I.1. Historique du néflier

La nèfle du Japon a été cultivée au Japon depuis plus de 2000 années (**Chen et al., 2003**). Elle a été présente en Chine dans des périodes antiques et sa culture a été décrite dans divers pays, y compris l'Algérie, Chypre, l'Égypte, la Grèce, Israël, Italie, Espagne, la Tunisie et la Turquie (**Morton, 1987**).

En Algérie, le néflier du Japon était cultivé antérieurement à l'arrivée des Français, mais il n'était représenté que par des formes de petits fruits, peu charnus et de qualité médiocre. Après les travaux de sélection de Trabut et de Péronne, les nouvelles variétés sont à pulpe charnue et sans trop de pépins. Le vrai nom arabe du néflier du Japon (*Eriobotrya japonica*) qui serait : El Bachmalatet et l'appellation « Zaarour » ne serait pas exacte. Ce terme est utilisé pour désigner l'Azerolier qui peut, par contre, être utilisé comme porte-greffe du néflier du Japon (**FAO, 1982**).

La nèfle a différentes appellations en Algérie suivant les régions, Thouvrasth et Massebli en Kabylie, m'chim'cha à Alger, El-mollécce à Oran, zââroura et bou-ââdima à Tlemcen du nom de ââdme qui veut dire noyau ou pépin d'un fruit (**anonyme 1**).

I.2. Généralités sur le néflier

Le néflier est un arbre fruitier (**Figure 01**) à feuilles persistantes subtropicale originaire de la Chine (**Hussain et al., 2007**).

C'est un arbre de 6 à 8 m de haut, s'étalant à l'âge adulte. Les jeunes rameaux et bourgeons sont cotonneux (*Eriobotrya* signifie "grappe de laine" en grec). Les feuilles simples, alternées, persistantes sont de grandes tailles, 20 à 25 cm de long et fortement nervurées. Elles sont assez coriaces et ont le bord du limbe denté. Leur face supérieure est vert foncé, luisante, tandis que leur face inférieure est roussâtre. Les fleurs blanches sont réunies en grappes, chose très inhabituelle parmi les arbres fruitiers, les fleurs du néflier s'épanouissent en automne ou au début de l'hiver et les fruits atteignent leur maturité durant l'hiver ou au début du printemps (**Figure 02**). Les fruits ovoïdes, de couleur jaune orange, sont des baies blanches jaunâtre goût acidulé, très juteuses. Ils portent au sommet les cinq dents persistantes du calice. Les pépins, brun noir, sont d'assez grosse taille (**Orwa et al., 2009**).



Figure N° 1 : Photographie du nêflier. **Figure N° 2 :** Photographie de feuilles et fleurs du nêflier.

I.3. Description et classification botanique de la nêfle du Japon

➤ Description

La nêfle du Japon (*Eriobotrya japonica* L) est un fruit comestible de couleur jaune orangée (**Figure 03**) appartient à la famille des Rosacées (**Badenes et al., 2000**). Le fruit a beaucoup de graines, comme les fruits à pépins, il se développe pendant l'hiver et mûrit au premier ressort, il est disponible sur le marché avant n'importe quel autre fruit du printemps (**Cuevas et al., 2007**) car c'est le premier fruit de l'année, il est très populaire (**Khan, 2003**) .



Figure N°3 : Photographie de la nêfle du Japon (*Eriobotrya japonica* L).

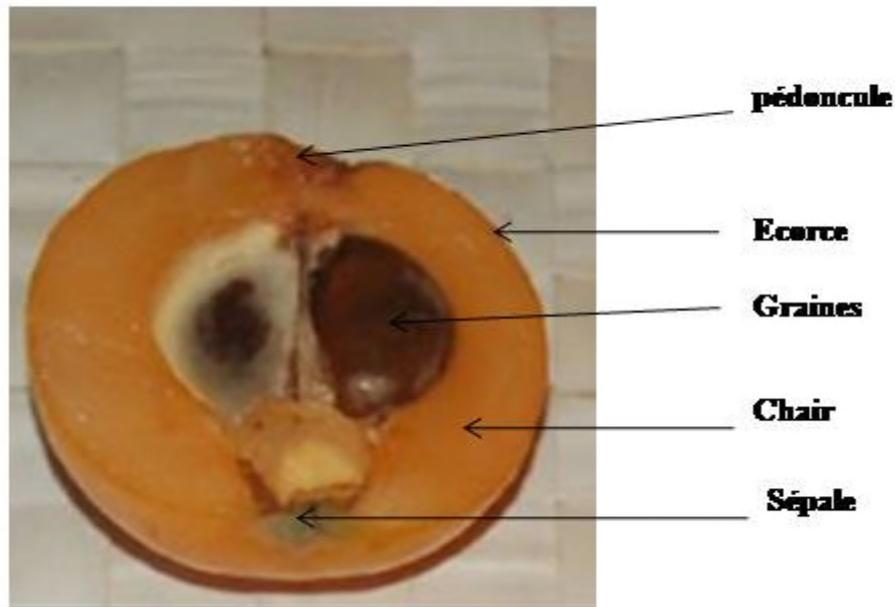


Figure N°4 : Photographie d'une coupe transversale de la nêfle.

➤ **Classification botanique**

La systématique végétale est la partie de la botanique qui a pour objet le groupement des plantes en des classes ou systèmes, en prenant en compte les caractères morphologiques, cytologiques, biochimiques et de biologie moléculaire.

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Rosales
Famille :	Rosaceae
Genre :	Eriobotrya
Espèce:	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) (anonyme 2).

I.4. Ecologie

Eriobotrya japonica originaire des régions à climat subtropical exige des climats doux avec une pluviosité bien répartie tout au long de l'année et sans chaleurs excessives, particulièrement au moment de la maturité des fruits (**Orwa et al., 2009**).

C'est dans les stations situées près de la mer que sont réunies les meilleures conditions de culture, tant du point de vue de la production que de la qualité du fruit (**Orwa et al., 2009**).

Le néflier est tolérant à la sécheresse et supporte de légères gelées. Des températures inférieures à -5°C gèlent les fleurs, et celles inférieures à -12°C peuvent lui être fatales. Il croit sur une grande variété de sols, depuis les limons sableux jusqu'aux argiles lourdes; toutefois, la meilleure croissance se remarque sur les sols limoneux légers, profonds, humides et bien drainés (**FAO, 1982**).

I.5. Composition et valeur nutritive

En plus des vitamines et des minéraux, ce fruit est riche en composés phénoliques et en caroténoïdes (**Pareek et al., 2014**).

La valeur nutritionnelle du fruit de la nêfle du Japon est connue dans la médecine traditionnelle chinoise (**Lin et al., 2007**). Elle contient presque tous les éléments essentiels, et est particulièrement riche en minéraux et caroténoïdes tandis que la graine est très riche en protéines (22.5%) et hydrates de carbone (71.2%) (**Pareek et al., 2014**).

La nêfle du Japon est une bonne source de vitamine A ; quelques fruits suffisent pour fournir jusqu'à la moitié de l'indemnité journalière recommandée (fournit environ 1528 UI ou 51% des niveaux de cette vitamine pour 100g de fruit quotidiennement recommandé), ainsi que des flavonoïdes, des acides phénoliques tels que l'acide chlorogénique, acide néo-chlorogénique, acide hydroxybenzoïque, l'acide feruloylquinique, l'acide protocatechique, l'épicatéchine, les acides coumariques et de l'acide férulique. Les fruits mûrs ont plus de concentrations d'acide chlorogénique (**Ding et al., 2001**).

Le fruit frais est riche en vitamines du groupe B, tels que les folates, la vitamine B-6 et la niacine. Il contient de petites quantités de vitamine C.

En outre, le fruit est également une bonne source de fer, de cuivre, de calcium, de manganèse et d'autres minéraux. Le manganèse est utilisé par l'organisme comme un co-facteur pour l'enzyme antioxydante, la superoxyde dismutase. Le cuivre est nécessaire dans la production

de globules rouges. Le fer est nécessaire comme cofacteur dans l'oxydation cellulaire et la formation de globules rouges. Le potassium est le minéral le plus abondant dans la nêfle (266-1216mg/100g de fruit) un élément important des fluides cellulaires et du corps, aide au contrôle de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle.

Le tableau I présente le contenu de 100 grammes de la nêfle en nutriments (protéines, glucides, sucres, lipides, sodium, sels minéraux et vitamines) qui entrent dans sa composition.

Les quantités de nutriments indiquées sont des valeurs moyennes, ces valeurs peuvent varier pour différents types de nêfle.

Tableau I: Composition du fruit de la nêfle du Japon (Barreto *et al.*, 2009).

Constituant	Contenu (par fruit de 100 g)
Eau (g)	86.5-88.2
Calories (kcal)	47-168
Glucides (g)	9.6-43.3
Protéines diététique totales (g)	0.8-1.7
Lipides totaux (g)	0.2-0.7
Cendres (g)	0.4-0.5
Calcium (mg)	16-17
Fer (mg)	0.28-1.4
Magnésium (mg)	13
Phosphore (mg)	20-126
Potassium (mg)	266-1216
Sodium (mg)	1
Vitamine C (mg)	1.0-3.0
Vitamine A (unité internationale)	1528-2340
Caroténoïdes totaux (µg)	196-3020
Carotènes (µg)	559
Composés phénoliques totaux (mg)	33.6
Flavonoïdes totaux (mg)	24.3

I.6. Variétés de nêfles

Les variétés de nêfliers sont fort nombreuses, notamment au Japon. En Amérique et en Italie, on s'est attaché à poursuivre l'amélioration des variétés du nêflier.

Actuellement les meilleures variétés en culture, sauf quelques rares exceptions japonaises, sont d'origine soit américaine, (Californie ou Floride), soit italienne (de Sicile et de Ligurie) (**tableau II**).

Les variétés algériennes sont d'intérêt plus local.

Les variétés d'*Eriobotrya Japonica* en culture peuvent être classées en deux types pomologiques assez distincts en tenant compte de la consistance et de la couleur de la chair.

◆ Le premier type a une chair blanche, à peine couleur ivoire, fondante, très aqueuse, acidulée, sucrée, parfois finement parfumée, à peau fine, jaune clair.

◆ Le second type a une chair colorée, jaune intense allant jusqu'à l'orange foncé, juteuse, sucrée, à pulpe consistante, à peau ferme jaune orangé.

C'est le second type qui est à recommander parce que ces variétés sont plus commerciales étant donné qu'elles supportent bien le transport et se conservent plus longtemps (**Lin et al., 2007**).

Tableau II : Les différentes variétés de nêfles (**Caballero et Fernandez, 2003**).

Variétés	Région	Morphologie	fertilités	période de Maturité
Advance	Californienne	Gros fruit ou très gros, pyriforme, légèrement aplati, jaune-intense ; chair blanchâtre, transparente, très juteuse; pépins au nombre de 4 à 5.	Arbre assez vigoureux, fertile	Avril
Argelino	Italienne	Fruit moyens, en forme de globe, chair ferme, douce, acidulée, pépins au nombre de 3 à 4.	Arbre de vigueur moyenne, de production moyenne	Début Juin
Champagne	Californienne	Gros fruit, pyriforme (6x5 cm), jaune clair verdâtre ; chair blanc ivoire, très juteuse, de saveur sucrée, agréablement acidulée, de très bonne qualité	Arbre très fertile, assez vigoureux. Une des meilleures variétés, très appréciée en Algérie	Avril-Mai
Conca d'oro	Italienne	Fruits disposés en grandes grappes. Fruit moyen, pyriforme, jaune-doré ; chair très sucrée, jaune-pâle, à parfum de fraise, de très bonne qualité.	Arbre peu vigoureux, très fertile. Une des meilleures variétés	Mars-Avril

Earlyred	Californienne	Gros fruit, ovoïde, pyriforme ou allongé ; jaune-orange foncé, marbré de rouge. Chair orange, transparente, très juteuse, très sucrée, agréable, pépins petits et peu nombreux (2-3).	Arbre productif mais peu rustique	Fin Février-Mars
Limoncella	Italienne	très gros fruit, à la forme d'un citron, peau fine, couleur citron, fouettée de gris et frappée de cinabre ; chair blanche, juteuse, acidulée avec 3 gros pépins allongés, de bonne qualité.	Arbre fertile et très vigoureux.	Avril-Mai.
Bibace à un pépin	Espagnole	Fruit moyen, jaune doré, arrondi, régulier : chair délicieuse, parfumée, à un pépin. Floraison tardive	Arbre vigoureux, fertile	Mai.
Tanaka	Japonaise	très gros fruit (7x6 cm). Ovoïde, peau très ferme, résistante, orange ; chair ferme, jaune-abricotée, sucrée, juteuse, très bonne, pépins petits, peu nombreux	Arbre très fertile et vigoureux, supporte la sécheresse.	Mai
Thales	Japonaise	Fruit arrondi ou pyriforme, assez gros, jaune-orange foncé ; chair orange, ferme mais juteuse, sucrée, goût d'abricot	Arbre fertile, rustique	Mai-Juin
Victor	Italienne	Fruit gros, allongé, jaune; chair blanche, sucrée, bonne	Arbre fertile, rustique.	Mai-Juin

Le catalogue officiel des espèces et variétés végétales répertorie les espèces et leurs variétés cultivées issues de sélection (cultivars), dont les semences sont autorisées à la vente et à la culture fruitière et pour la commercialisation de semences et de plants de néfliers. A noter que les nêfles sont des fruits très fragiles qui s'altèrent rapidement qui rend difficile la commercialisation de certaines variétés à large échelle. Les espèces et variétés autorisées à la commercialisation en algérie sont Tanaka, Champagne, Taza, Dr Trabut et la royale (**Khelil, 1982**).

Le fruit est répandu sur le littoral, dans les régions d'Annaba, Skikda, Jijel, Collo, Bejaia, Alger et Mostaganem. Il est également présent dans la Mitidja. A l'intérieur du pays, nous le trouvons à Tlemcen, Mascara, Sidi Bel-Abbés, Chlef, Tizi Ouzou, Bouira, Sétif, Guelma et Batna. La nêfle est le produit qui s'écoule le mieux par le fait qu'il rencontre peu

de concurrents au moment de son apparition sur le marché. les principales variétés existantes en Algérie, notamment à la station expérimentale de Boufarik sont :

- Variétés précoces : Taza, Saint Michel, Kauro et Clarin.

-Variétés semi-tardives : Première du Tipa , Tanaka, Vanille, Victor et Mme Perronne.

- Variétés tardives : Joffre, Dr Trabut, Tanaka améliorée, Thales et Melle Maire.

Dans les vergers algériens, seule les variétés Dr Trabut, Champagne, Tanaka, Vanille, Saint Michel sont répandues en mélange avec d'autres variétés de moindre qualité (**Abdelguerfi, 2003**).

Tableau III : Liste des variétés de néfliers cultivées en Algérie décrites par Khelil (1982).

Variété	Origine	Observation
1. Taza	Algérienne	Sucrée, peu acide, maturité mi-mars
2. Saint Michel	Algérienne	Très juteuse
3. Kanro	Algérienne	Juteuse, moyennement sucrée, maturité fin mars
4. Clarin	Algérienne	Juteuse, moyennement sucrée, maturité début mars
5. Mme Peronne	Algérienne	Très sucrée, maturité début à mi-avril
6. Joffre	Algérienne	Juteuse, sucrée, maturité début à fin avril
7. Dr.Trabut	Algérienne	Juteuse, maturité mi-avril à début mai
8. Tanaka améliorée	Algérienne	Juteuse, parfumée, maturité mi avril
9. Melle Maire	Algérienne	Juteuse, parfumée, sucrée, maturité fin avril
10. Mme Maire	Algérienne	Très juteuse, sucrée, maturité mi avril
11. Léon Ducillier	Algérienne	Juteuse, très sucrée, maturité mi mars
12. Serda	Algérienne	Juteuse, sucrée, parfumée, maturité début avril
13. Sanguin	Algérienne	Très juteuse, sucrée, maturité fin mars
14. Mme de Saint Laurent	Algérienne	Juteuse, très sucrée, maturité mi mars début avril
15. Première du Tipa	Américaine	Peu sucrée, maturité fin mars
16. Victor	Américaine	Juteuse, sucrée, maturité fin mars
17. Thalles	Américaine	Juteuse, sucrée, maturité fin avril
18. Champagne	Américaine	Juteuse, très sucrée, maturité fin avril
19. Advance	Américaine	Juteuse, très sucrée, maturité début avril
20. Tanaka	Japonnaise	Juteuse, sucrée, maturité mi avril
21. Vanille	Italienne	Juteuse, très sucrée, maturité fin mars début avril

I.7. Production mondiales, nationale et régionale

I.7.1. Production mondiale

Avant la fondation de la Chine moderne, le néfler était un arbre sous-utilisé, plusieurs scientifiques en Chine ont étudiées les ressources du néfler, la sélection et l'hybridation (**Zhang et al., 2015**). Maintenant, la Chine est au sommet en termes de superficie (120.000 hectares), ainsi que la production (460.000 tonnes) de la nêfle Depuis les années 1970, la production de néfliers en Chine a connu une augmentation rapide de 2000 hectares à 26.000 hectares en 1995 et à 120.000 hectares en 2005 (**Lin et al., 2007**).

L'Espagne est le deuxième plus grand producteur de néfliers dans le monde et le premier pays exportateur. Il représente 84% du commerce de la nêfle dans le monde, avec la majeure destination les pays de l'Union européenne: l'Italie, la France et le Portugal et les exportations s'élèvent à 36-47% de la production totale (**Caballero et Fernandez, 2003**). L'Espagne mène dans la production de néfliers dans la région méditerranéenne avec environ 3700 hectares, qui donnent une production de 45.000 tonnes par an. En Espagne, la production de nêfles a considérablement augmenté au cours des 20 dernières années, passant de 18.000 tonnes en 1985 à 45.000 tonnes en 2004

La Turquie est le troisième important producteur de néfliers avec une production de 12000 tonnes pour une superficie de 820 hectares (**Lin et al., 2007**). La superficie en néfliers en Turquie est moins par rapport au Japon (2.420 hectares) ou au Pakistan (1501 hectares). La production totale était seulement 3000 tonnes en 1980, mais a augmenté à 12000 tonnes en 2005

le Japon était le pays le plus producteur de néfliers dans le monde Avant la seconde guerre mondiale. Après la guerre, l'aire des néfliers du Japon a progressivement diminué pour le développement d'autres fruits (**Lin et al., 2007**).

Maintenant, le Japon a une production de 10.240 tonnes à partir d'une superficie de 2420 hectares (**Lin et al., 2007**).

I.6.2. Production nationale et régionale

Le tableau ci-après présente la production de la nêfle dans la wilaya de Bejaia où on trouve une variation légère en fonction de la superficie; une production maximale est de 19748 Qx en 2012 /2013 et une diminution apparue faible en 2014/2015 avec une production de 2388 Qx.

Tableau IV: Statistiques de la production de la nêfle dans la wilaya de Bejaia (**Chambre de l'agriculture**).

Année	Superficies (Ha)	Productions (Qx)	Les régions les plus productifs
2005 / 2006	228.86	11 900	Amizour , Tazmalt
2006 / 2007	225.90	10 097	Tazmalt, Akbou
2007 / 2008	220	12 247	Akbou , tazmalt
2008 / 2009	218	12 247	Akbou ,Tazmalt
2009 / 2010	211	14 123	Akbou ,Tazmalt ,Amizour
2010 / 2011	211.25	11 941	Tazmalt ,Sidi aich

			aich
2011 / 2012	211.50	13 255	Tazmalt Akbou
2012 / 2013	214.50	19 748	Tazmalt,Sedouk
2013 / 2014	211	13 829	Tazmalt,Akbou ,Sidi aich
2014 / 2015	205.5	2388	Akbou, Sedouk ,Tazmalt

I.8. Effets thérapeutiques

Des régimes riches en fruits et légumes sont associés à l'abaissement du risque de maladies chroniques, telles que les maladies cardio-vasculaires, le cancer et le diabète. Ces effets bénéfiques sont principalement dus à la présence de divers antioxydants tels que l'acide ascorbique, les composés phénoliques, fibres et caroténoïdes qui peuvent protéger les constituantes biologiques clefs telles que les lipoprotéines, les membranes, et l'ADN (**Lansky et al., 2005**).

Dans la médecine chinoise traditionnelle soutenue par la preuve scientifique courante concernant les composés pharmacologiques, la nêfle du Japon est considérée comme une pharmacie en elle-même (**Kim et al., 2009**).

I.8.1. Contrôle de la pression artérielle

Parmi les nombreux éléments nutritifs présents dans le fruit du néflier le potassium; qui agit comme un vasodilatateur pour le système cardiovasculaire du corps. En réduisant la contrainte et la pression sur les vaisseaux sanguins et les artères, le potassium est capable d'abaisser la tension artérielle et de protéger la santé cardiovasculaire. Le potassium est souvent considéré comme un propulseur du cerveau, en raison de l'augmentation du débit sanguin vers les capillaires du cerveau, ce qui peut améliorer la cognition. De plus, le fruit du néflier est constitué de minéraux comme le manganèse, le magnésium, le fer, le cuivre, la vitamine A et également l'acide folique qui préservent le niveau de la pression artérielle (**anonyme 3**).

I.8.2. Prévention du diabète

L'infusion des feuilles est souvent suggérée pour prévenir ou traiter le diabète, le taux de sucre dans le sang s'est avéré réduit de façon significative chez les personnes qui en consomment régulièrement. Les composés organiques uniques trouvés dans l'infusion

peuvent réguler les niveaux d'insuline et de glucose, ce qui contribue à protéger le corps contre le diabète (Singh *et al.*, 2010).

I.8.3. Amélioration de la fonction du foie

L'infusion des feuilles de néflier peut aider le foie, il comprend un composé dénommé Amygdaline (B-17), qui joue un rôle dans la lutte contre les troubles du foie en plus d'aider la capacité de ce dernier à traiter et à éliminer les toxines nocives du corps (Nishioka *et al.*, 2002).

I.8.4. Effet antiviral

Les éléments phytochimiques trouvés dans les feuilles du néflier tels que l'acide oléanolique, l'acide pomolique et les triterpénoïdes ont une activité anti-VIH et les dérivés de l'acide Ursolique 3-O-acyl sont efficaces contre le virus du SIDA (Kashiwada *et al.*, 1998).

I.8.5. Prévention du risque de cancer

Il y a un certain nombre d'antioxydants présents au sein du fruit du néflier qui sont bénéfiques pour la santé humaine. Les antioxydants sont capables de neutraliser les radicaux libres dans le corps qui sont générés en tant que sous-produits naturels du métabolisme cellulaire. Ces molécules avec leurs électrons non appariés peuvent causer une mutation des cellules saines, menant à des maladies chroniques, y compris le cancer. Ce fruit comprend une grande quantité d'antioxydants comme la vitamine A qui protège le corps contre les radicaux libres et aussi le stress oxydatif. Il comprend aussi des flavonoïdes qui protègent le corps contre les dommages des radicaux libres. Par conséquent ce fruit a été spécifiquement associé à l'abaissement du risque de cancer du poumon et des cancers oraux (Singh *et al.*, 2010).

I.8.6. Apaisement des voies respiratoires

Des substances expectorantes sont importantes dans le traitement des rhumes et autres infections respiratoires. L'infusion des feuilles du néflier est utilisée comme un expectorant, car il peut causer la toux et l'expulsion du mucus et les mucosités (Singh *et al.*, 2010).

I.8.7. Effet sur le système immunitaire

La nêfle du Japon est une merveilleuse source de la vitamine C, qui est un élément clé du système immunitaire. La vitamine C aide à stimuler la production de globules blancs,

première ligne de défense du corps contre les agents pathogènes et travaille également comme un antioxydant pour la prévention des maladies chroniques. En outre, la vitamine C est nécessaire pour la production de collagène, ce qui favorise la croissance et la réparation des tissus de l'organisme suite à une maladie ou une blessure (**anonyme 4**).

I.8.8. Amélioration de la vision

Les fruits frais du néflier contiennent beaucoup de vitamine A. Puisque la vitamine A est un antioxydant, la nêfle devrait être l'aliment favorable à consommer pour améliorer la santé des yeux. Ce fruit protège les yeux contre les radicaux libres, il est également efficace pour éviter les dommages de la rétine provoquée par les radicaux libres. Par conséquent, il améliore la vision de l'œil et le sauvegarde de la cataracte, et de la dégénérescence maculaire (**anonyme 5**).

I.8.9. Digestion

La pectine est un type particulier de fibres alimentaires trouvé dans le fruit du néflier, et il est souvent vanté pour aider la digestion. Les fibres alimentaires peuvent stimuler le mouvement péristaltique, qui contribue à la régularité des selles, constipation, diarrhée, crampes, ballonnement ou autres troubles gastriques, les fibres alimentaires peuvent soulager l'inflammation et améliorer la santé de l'intestin. Ce fruit contient une grande quantité de pectine qui est excellente pour rassembler les toxines et les retirer du corps. Aussi la pectine est une bonne fibre qui contribue à créer un environnement adéquat pour la croissance des bactéries probiotiques, aidant ainsi à stimuler notre système immunitaire et prévenir les maladies (**anonyme 6**).

I.8.10. Le taux de cholestérol

L'hypercholestérolémie est souvent associée à l'obésité, le diabète sucré et l'hypertension, chacune contribue à l'élévation de la mortalité cardio-vasculaire (**Who, 1994**). L'extrait du fruit de la nêfle (*Eriobotrya japonica*) a montré des propriétés anti-hypercholestérolémiques et antioxydantes (**Singh et al., 2010**).

I.8.11. Renforcement des os

Perdre la densité minérale osseuse est un problème majeur pour beaucoup de personnes qui vieillissent, en particulier pour les femmes après la ménopause. Le fruit du néflier peut empêcher la perte de densité osseuse dans diverses parties du corps, en raison de

sa richesse en vitamines, nutriments et hormones-imitants les composants chimiques (**anonyme 7**).

I.8.12. Système circulatoire

Des niveaux élevés de fer dans le régime alimentaire d'une personne sont importants si elle veut éviter l'anémie et ses symptômes brutaux. Le fer se trouve en concentration élevée dans le fruit du néflier, Le fer est un élément nécessaire de l'hémoglobine, qui transporte les globules rouges du sang oxygénés dans tout le corps, augmentant ainsi la circulation, cela peut accélérer la guérison, augmenter l'énergie (**anonyme 8**).

I.8.13. Effet anti-inflammatoire

L'infusion fabriquée à partir de feuilles de néflier torréfiés, a révélé une activité antioxydante plus forte que les feuilles fraîches en piégeant le radical DPPH et de suppression des ROS cellulaires, et ont également montré une activité anti-inflammatoire en supprimant la production de médiateurs pro-inflammatoires tels que la COX-2 et de la PGE2. Des composants bioactifs ont été produits à partir de feuilles de néfliers fraîches au cours des processus de torréfaction. L'infusion de feuilles fabriquée à partir de feuilles de néflier grillées contenait de nouveaux composés phénoliques bioactifs au cours des processus de torréfaction et qui contribuent à ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (**Phyu et al., 2013**).

En résumé, l'infusion de feuilles possède une activité antioxydante très forte, et pourrait supprimer la production de médiateurs inflammatoires par la régulation négative de voies inflammatoires de signalisation *in vitro* et *in vivo*. l'infusion de feuilles a également supprimé la prolifération des cellules HL-60 en induisant la voie de la dysfonction mitochondriale. Les résultats permettent de mieux comprendre les effets de chimio-prévention et mécanismes moléculaires de l'infusion de feuilles de néflier (**Phyu, 2014**).

II. Antioxydants

Les antioxydants sont des substances capables d'éliminer, retarder ou empêcher le processus d'oxydation (**Marfak, 2003**). Ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (**Vansant, 2004**). Ceux-ci sont des molécules très réactives à l'origine des maladies cardiovasculaires, d'un certain nombre de cancers et de nombreuses affections inhérentes au vieillissement (**poirazoglu et al., 2002; Wang et al., 2004**).

II.1. Les caroténoïdes

Ce sont des pigments liposolubles, de couleur jaune à rouge, synthétisés par les plantes phototrophes, présents dans les chloroplastes et dans certains plastes qui colorent les fleurs, les fruits ou les racines (**Rodriguez-Amaya, 2001; Berthet et Costesec, 2006**).

Les caroténoïdes appartiennent à la famille des tétra-terpènes (C₄₀), formés de huit unités à cinq atomes de C, liées par le modèle tête-à-queue. Son squelette est linéaire et symétrique à la base et peut avoir des cycles à ses extrémités. Ils contiennent une chaîne centrale hautement polyinsaturées (**Rao et al., 1999 ; Rodriguez-Amaya, 2001**).

Le terme caroténoïde comprend deux classes de composés voisins : les carotènes (hydrocarbures insaturés), leurs dérivés oxygénés et les xanthophylles (**Stahl et Sies, 1999 ; Multon, 2002**).

Les fruits et les légumes fournissent la plupart des caroténoïdes dans le régime alimentaire humain. L' α -carotène, le β -carotène, la β -cryptoxanthine, la lutéine, la zéaxanthine et le lycopène sont les caroténoïdes les plus communs dans les fruits. Certaines d'entre eux ont des propriétés provitaminiques A à des degrés variables tels que les carotènes dont la forme la plus active est le β -carotène (forme trans), ainsi que la cryptoxanthine, et leurs dérivés (**Couplan, 1998 ; Nishino et al., 2009**).

Les fruits non mûrs de la nêfle sont verts, et la plupart changent à l'orange ou au jaune, une fois qu'ils mûrissent, la pulpe du fruit contient des caroténoïdes (**Figure N°5**) et également les vitamines B1 et B2 et nicotinamide. Les caroténoïdes sont principalement responsables de la couleur du fruit de la nêfle, les plus abondants sont β -carotène, β -cryptoxanthine, lutéine, viola xanthine, α -carotène et γ -carotène (**Pareek et al., 2014**) Cependant la crypto-xanthine et β -carotène sont les caroténoïdes les plus dominants dans la nêfle du Japon (**Hasegawa et al., 2010**).

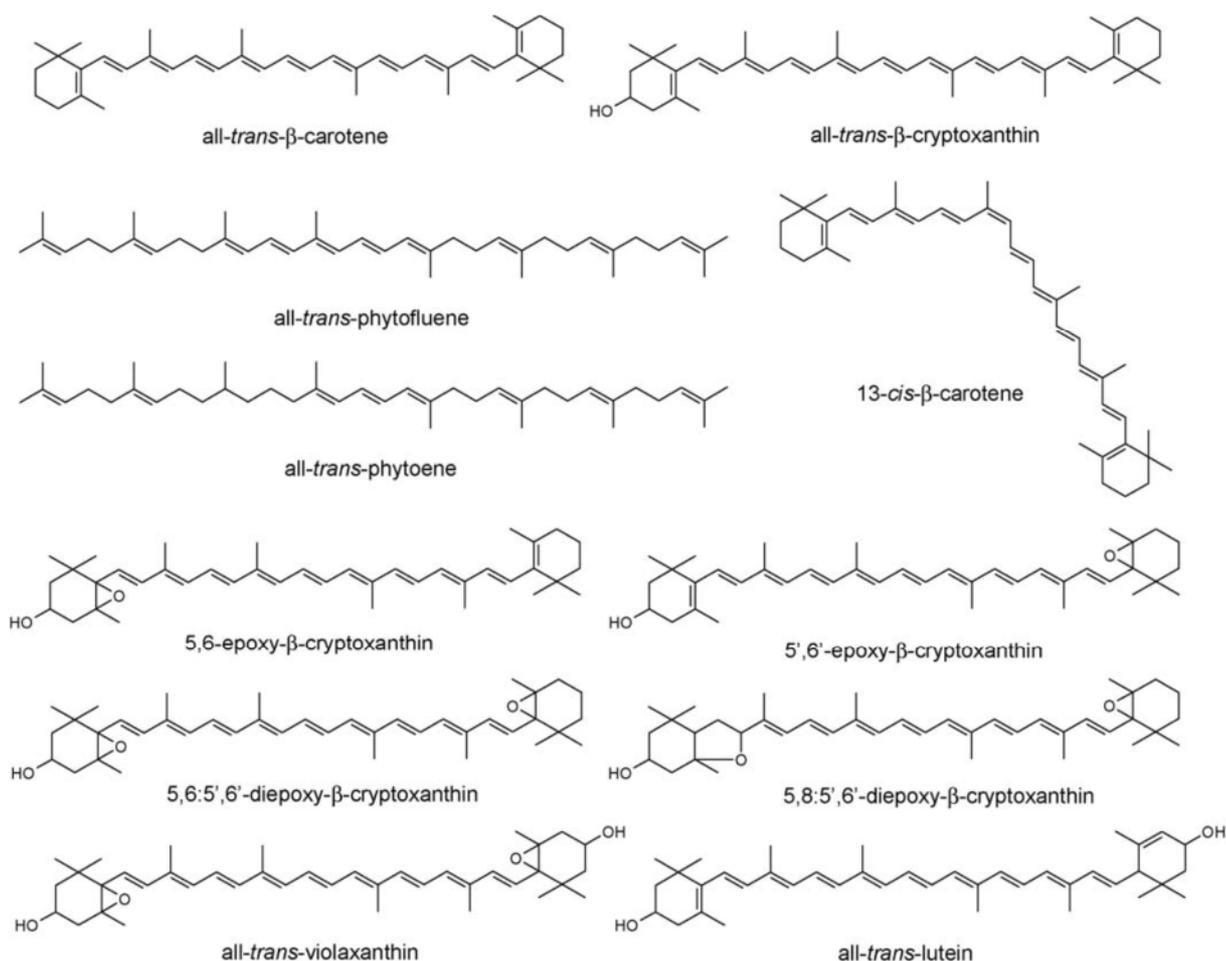


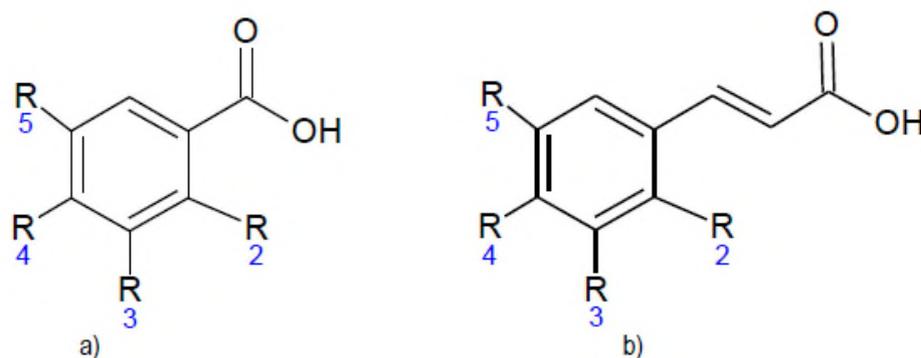
Figure N°5 : Structures chimiques des caroténoïdes existants dans la nêfle du Japon (**Faria et al., 2009**).

II.2. Les composés phénoliques

Les polyphénols, métabolites secondaires des végétaux (**Harborne, 1982**), regroupent approximativement 8.000 composés naturels caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec les glucides. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (**Stalikas et al., 2010**).

II.2.1. Les acides phénoliques

Ce sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ce terme est réservé à l'acide benzoïque et l'acide cinnamique (**Skerget et al., 2005 ; Bruneton, 2008**).



Acides benzoïques	R2	R3	R4	R5	Acides cinnamiques
Acide <i>p</i> -hydroxybenzoïque	H	H	OH	H	Acide <i>p</i> -coumarique
Acide protocatéchique	H	OH	OH	H	Acide caféique
Acide vanillique	H	OCH ₃	OH	H	Acide férulique
Acide gallique	H	OH	OH	OH	Acide sinapique
Acide syringique	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	
Acide salicylique	OH	H	H	H	
Acide gentsique	OH	H	H	OH	

Figure N°6 : Acides phénoliques a) benzoïque b) cinnamique (Ribéreau- Gayon *et al.*, 2006 b).

Les composés phénoliques contenus dans la nêfle sont l'acide 3-, 4-, et 5-caféoylquiniques et l'acide 5-feruloylquinique ainsi que l'acide protocatechique, acide hydroxybenzoïque, l'épicatéchine, acide férulique, l'acide néochlorogénique, l'acide hydroxybenzoïque, l'acide 5-*p*-feruloylquinic, l'acide férulique et l'acide *p*-coumarique (Ding *et al.*, 2001).

L'acide néochlorogénique (5-caféoylquinique) est dominant dans les premiers stades de développement de fruit de la nêfle, mais ensuite diminue régulièrement au cours de la croissance. Cependant l'acide chlorogénique(3-caféoylquinique) augmente pendant la maturation et devient prédominant dans le fruit mûr. La nêfle du Japon est une source riche en acides hydroxycinnamiques (HCAs) comme le *p*-CoQA 3, le 5-CQA, le 4-CQA, le 3-CQA et le 5-FQA .Ces composés phénoliques ont un intérêt pour les technologues alimentaires car ils contribuent au brunissement enzymatique (Ding *et al.*, 2001).

II.2.2. Les Flavonoïdes

Le terme flavonoïdes désigne un groupe de substances naturelles appartenant à la famille des polyphénols. Ils sont considérés comme des pigments quasi-universels des végétaux, où ils peuvent être localisés dans divers organes : racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits (**Erlund, 2004**).

Plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés. Ils ont une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbone, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C₆ (A et B), reliés par une chaîne en C₃. Selon la structure du cycle intermédiaire (cycle C), les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules dont les plus importantes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les dihydroflavonols, les isoflavones, les isoflavanones et les anthocyanes (**Richter, 1993**).

La nêfle du Japon est très riche en flavonols tels que :

Quercetine-3-O-galactoside (Q-3-Gal), Quercetine-3-O-glucoside (Q-3-Glu),

Quercetine-3-O-rhamnoside (Q-3-Rha), Kaempferol-3-O-galactoside (K-3-Gal),

Kaempferol-3-O-rhamnoside (K-3-Rha), Kaempferol-3-O-glucoside (K-3-Glu) (**Zhang et al., 2015**).

II.2.3. Les Tannins

Les tannins sont des formes phénoliques condensées capables de se lier aux protéines en solution et de les précipiter (**Vermerris et Nicholson, 2007**). Ils possèdent différentes propriétés chimiques, ils interviennent comme antioxydants intermédiaires dans les phénomènes d'oxydoréduction et piègeurs de radicaux libres (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

Les tanins sont un groupe de polyphénols à haut poids moléculaire, fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité des aliments. Ils peuvent être liés à la cellulose et aux nombreux éléments minéraux (**Alkurd, Hamed., Al-Sayyed ., 2008**). Ces derniers peuvent être classés en tanins hydrolysables et condensés.

- **Tannins hydrolysables**

Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique, ils libèrent alors une partie non phénolique (souvent du

glucose ou de l'acide quinique) et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique soit son dimère (Macheix *et al.*, 2005).

- **Tannins condensés**

Ils sont aussi appelés proanthocyanidines. Ils sont oligomériques ou polymères (Vermerris et Nicholson, 2007).

Contrairement aux tannins hydrolysables, ils sont résistants à l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader, ainsi par traitement acide à chaud (Macheix *et al.*, 2005).

Tableau V: Effet thérapeutique de quelques antioxydants

Antioxydants	Activités	AUTEURS
Acides phénoliques	-Inhibition de la croissance apoptosique des cellules cancéreuses de la prostate humaine. -Antibactérienne. -Antifongique. -Antioxydante.	Lansky <i>et al.</i>., 2005 ; Li <i>et al.</i>., 2005.
Caroténoïdes	-Contre le cancer gastrique -Prévention de la cataracte et de la dégénérescence musculaire liée à l'âge. -Diminution de la prévalence des maladies cardiovasculaires.	Rao, 2002.
Flavonoïdes	-Activité cardiotonique. -Activité hepatoprotective. -Anti-tumorale. -Anti carcinogène. -Anti inflammatoire. -Hypotenseurs et diurétiques. -Antioxydante.	Mc Anlis <i>et al.</i>, 1997.
Tannins	-Antioxydante. -Protection contre le cancer de la peau et des poumons.	Chung et Landau, 2000.

I.1. Matériel végétal

I.1.1. Description et préparation du fruit

Nos cinq variétés de nèfles du recueil d'échantillons ont été prélevées dans plusieurs régions de Béjaïa et d'Alger. Celles retenues pour l'analyse sont fraîches et non abîmées, lavées à l'eau courante, puis avec de l'eau distillée avant d'être séchées. Les pulpes et les peaux ont été séparées manuellement. Celles-ci sont coupées en petits morceaux et conservées au frais, en attendant d'être soumises aux analyses.

Chaque variété de nèfle présente des spécificités qui la distinguent des autres. Deux variétés (*champagne* et *tanaka*) sont identifiées par les commerçants et fermiers. Les caractéristiques de chacune d'elles vont permettre l'identification des autres variétés par les chercheurs de l'INRA de Bejaia (tableau VI) Les caractéristiques des cinq variétés sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau VI : Caractéristiques des variétés des nèfles.

Variétés	Morphologie	Période de maturité	Nom
V1	Petits fruits, fragiles, sucrés, agréablement acidulés, en forme de globe, de pelure jaunâtre, chair blanchâtre juteuse.	Avril	NI
V2	Gros ou très gros fruit, pyriforme, orange, chair orange foncé, ferme mais juteuse et sucrée.	Avril-Mai	NI
V3	Gros fruit jaune-orange, fragile, chair blanchâtre, très juteuse, de saveur sucrée, agréablement acidulée.	Avril- Mai	Champagne
V4	Fruits moyens, jaunes, forme allongée, chair jaune intense, pelure ferme et se détache entière.	Mai	NI
V5	Fruit moyen, légèrement aplati sur le coté, pelure ferme orange intense, se détache difficilement de la chair, chair orange ferme, douce, sucrée.	Mai	Tanaka

NI : non identifié

I.1.2. Détermination des caractéristiques morphologiques des variétés

L'étude des propriétés morphologiques porte sur 10 échantillons de chaque variété. Les dimensions physiques déterminées, à l'aide d'un vernier, étaient la longueur et la largeur. Ont également été recherchés d'autres paramètres : nombre de grains, forme et couleur des fruits.

I.2. Paramètres physico-chimiques

I.2.1- Détermination du pH (AFNOR : V 76-122,1970)

Principe

Le pH, exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, est égal au logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H⁺. La mesure du pH de l'échantillon est effectuée par potentiomètre.

Mode opératoire

- Prélever un volume de l'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes du pH-mètre ;
- Effectuer un étalonnage du pH-mètre ;
- Mesurer le pH de la prise d'essai conformément à la température de 20 °C ± 2° C.

Expression des résultats :

Exprimer le pH avec deux décimales.

I.2.2- Détermination de l'acidité titrable (AFNOR : V 05-101,1974)**Principe**

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit ; elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. Titrer l'acide (acide citrique) avec une solution d'hydroxyde de sodium 0.1N se fait en présence de la phénophtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

- Prélever V₀ (10 ml) de l'échantillon ;
- Ajouter 2 gouttes de phénophtaléine 1%, titrer avec la solution NaOH (0.1N) jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 s ;
- Noter la chute de la burette V_{NaOH}.

Expression des résultats

L'acidité titrable (A g/l) est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 ml de produit
(A g/l) acide citrique = V_{NaOH} × 0.64.

Où : V_{NaOH} volume de NaOH versé en ml.

0.64: coefficient correspondant a l'acide citrique.

I.2.3 – Détermination de taux de cendres : (AFNOR : V 76-124 ,1994)**Principe**

Les cendres sont déterminées par méthode gravimétrique après avoir calciné l'échantillon à analyser dans un four à moufles à 525 ± 25 °C.

Mode opératoire

- peser 1g de purée de nêfle dans une capsule de platine (masse m_a) ;
- mettre les capsules dans un four à moufles à 525 ± 25 °C pour parachever la combustion du carbone et jusqu'à ce que le résidu de combustion devienne blanc ;
- laisser ensuite refroidir la capsule à température ambiante dans un dessiccateur et peser rapidement (masse m_b).

Expression des résultats

Calculer les cendres de l'échantillon à analyser en grammes par 100 ml de la manière suivante :

$$\text{Cendres (\%)} = \frac{(m_a - m_b) \times 100}{\text{masse éch}}$$

Où :

m_b : est la masse de la capsule de platine avec des cendres, en grammes.

m_a : est la masse de la capsule de platine avec l'échantillon, en grammes

I.2.4- Détermination de l'indice de Brix (AFNOR : V05-109,1970)

Principe

Le degré Brix, également appelé indice réfractométrique, et basé sur la réfraction de la lumière ; les réfractomètres donnent, par simple lecture, l'extrait sec soluble d'un liquide sucré pour une température déterminée.

Mode opératoire

- placer une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme ;
- rabattre le deuxième prisme sur le premier en transformant ainsi la goutte du liquide en une couche de 1/10mm d'épaisseur ;
- diriger le réfractomètre vers une source lumineuse et regarder dans l'oculaire, ce qui permet de voir se dessiner deux zones sur l'échelle : une claire et une autre foncée. La limite entre les deux zones marque la grandeur de la réfraction.

Expression des résultats

On obtient les résultats par simple lecture sur l'échelle du réfractomètre.

I.2.5- Détermination de la teneur en eau

Principe

La teneur en humidité correspond à la différence de poids initial et de poids final après étuvage.

Mode opératoire :

- Peser 2g de purée de chaque variété de nêfle dans un creuset (P_0) ;
- Mettre les échantillons dans une étuve à 105°C pendant 24 heures ;
- Laisser refroidir les creusets dans un dessiccateur et peser rapidement (P_1).

Expression des résultats

Le pourcentage d'humidité se calcule selon la formule suivante : $(\%) = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \times 100$

Où :

P_0 : est le poids initial de la prise d'essai.

P_1 : est le poids de la prise d'essai après étuvage.

I.2.6. Détermination de la conductivité

Principe :

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. La conductivité est déterminée à l'aide d'un conductimètre à 25°C.

Mode opératoire

- Prélever un volume d'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes du conductimètre ;
- Effectuer l'étalonnage du conductimètre en deux points avec des solutions-tampons ;
- L'électrode est rincée abondamment à l'eau, permutée après chaque mesure. Répéter la mesure au moins deux fois sur le même échantillon, de sorte que le résultat soit constant.

Expression des résultats

Exprimer la conductivité par simple lecture avec deux décimales.

I.2. 7. Détermination de la quantité du jus

Principe :

La quantité de jus correspond à son volume à obtenir après écrasement et pressage du fruit.

Mode opératoire

- Prendre 100 g de chaque variété de nèfle ;
- écraser l'échantillon puis filtrer et presser sur gaze ;
- Mesurer le volume du jus.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés par volume (ml).

I.2.8. Dosage des protéines

Principe

La méthode de dosage des protéines par le réactif Bradford est un dosage colorimétrique dont le constituant principal est le bleu de Coomassie. Sous sa forme cationique libre, ce réactif absorbe la lumière à une longueur d'onde de 465nm. Lorsqu'il est mis en contact avec une solution protéique à doser, il se lie aux protéines présentes et aux groupements aromatiques, ce qui a pour effet de déplacer sa principale raie d'absorption à 595nm.

Mode opératoire

- À 100 µl de jus, ajouter 5ml de réactif de Bradford, laisser agir à l'obscurité pendant 5mn.
- L'absorbance est mesurée à 595 nm.

Expression des résultats

Les teneurs sont déterminées en référence à une gamme-étalon de la BSA.

I.2.9. Dosage des sucres

Principe

Les oses totaux sont dosés suivant la méthode au phénol-sulfurique (**DUBOIS et al. 1956**). Les glucides en milieu acide sulfurique et à chaud sont déshydratés en dérivés du furfural, facilement combinable avec le phénol, et donnent une coloration rose-saumon (le glucose fournit de l'hydrox-furfural). L'absorbance est lue à la longueur d'onde de 488 nm par spectrophotométrie après réaction colorimétrique au phénol 5%. La coloration est permanente.

La quantification des sucres totaux se fait par destruction des liaisons glycosidiques des sucres complexes (polysaccharides), convertis alors en sucres simples (monosaccharides). Très sensible, cette méthode est capable de détecter d'infimes quantités de glucides n'excédant pas 1 µg. Cette méthode permet la détermination de la teneur en glucides totaux (sucres simples, sucres complexes).

Mode opératoire :

1g d'échantillon à doser est introduit dans un tube à essai avec 1 ml de phénol (à 5% dans l'eau). 5 ml H₂SO₄ sont ajoutés rapidement sans les faire couler le long des parois et le mélange est agité immédiatement. Une coloration jaune se développe, stable durant plusieurs heures. Les tubes sont placés au bain-marie à 25-30°C pendant 20 minutes puis refroidis sous eau à 20°C. L'absorbance est mesurée à 488 nm.

Expression des résultats :

Les teneurs sont déterminées en référence à une gamme étalon de glucose.

I.3. Dosage des antioxydants**I.3.1. Dosage de la vitamine C****Principe :**

Le dosage est basé sur l'oxydation de l'acide ascorbique qui conduit à la réduction de 2,6 dichloroindophenol (DCIP) de couleur initiale bleu (forme oxydée) vers la couleur rose (forme réduite).

Mode opératoire :

- Prendre 1g de la purée de chaque variété de la nêfle ;
- Ajouter à chaque échantillon 5 ml d'acide oxalique à 1% ;
- Agitation pendant 15 min à l'abri de la lumière et de l'air ;
- Filtration sur une papille-filtre ;
- Prendre le filtrat pour une deuxième extraction (suivre le protocole précédent) 0.5 ml de filtrat de chaque variété sont ajoutés à 2.5 ml de la DCPIP à (0.004 %) ;
- Laisser reposer pendant 10 min ;
- Lecture de l'absorbance à 515 nm sur le spectrophotomètre contre un témoin composé de 2.5 ml de DCIP et 0.5 ml d'acide oxalique.

Expression des résultats :

La concentration de la vitamine C a été déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage

établie par l'acide ascorbique (Annexe 1).

I.3.2. Dosage des Caroténoïdes

Principe

Les caroténoïdes sont des composés à caractère lipidique, ils sont donc extraits à l'aide d'un solvant apolaire qui est l'hexane est le solvant le plus couramment utilisé.

Mode opératoire

La quantité de caroténoïde à utiliser est déterminée par la méthode décrite par **Fernando Reyes et al. 2006**). Les caroténoïdes sont extraits d'un échantillon de 5g homogénéisés avec 10 ml d'un mélange de solvants (acétone: éthanol : hexane) à raison de (1:1:2). Après agitation pendant 15 min, le mélange est centrifugé à 3000 rpm pendant 20min. L'absorbance de la phase hexadique est mesurée à 450 nm.

Expression des résultats

Une courbe d'étalonnage sert de référence à déterminer la teneur en caroténoïdes, courbe réalisée avec le β -carotène (annexe 1) dont les résultats sont exprimés en mg équivalents de β -carotène/100g de matière fraîche (E β C/100g MF).

I.3.3.-Extraction des composés phénoliques

L'extraction est réalisée selon le protocole de **Turkmen et al. (2006)**. L'acétone à une concentration 70 % est le solvant utilisé pour l'extraction des polyphénols de la pulpe des cinq variétés de nèfles.

- Mélanger 4g de pulpe avec 40 ml du solvant d'extraction ;
- Agiter pendant une heure à l'abri de la lumière ;
- Centrifuger à 4500 rpm pendant 20 minutes puis laisser décanter (macération) ;
- Récupérer le culot (résidu) ;
- Répéter la procédure d'extraction une fois, comme ci-dessus ;
- Les deux surnageants ont été combinés et utilisés pour analyse.

I.3.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Principe

La teneur en composés phénoliques des différentes variétés de nèfle a été déterminée par la méthode de **Folin-Ciocalteu** selon **Ribéreau-Gayon, (1968)** de **Li et al., (2007)**, teneur basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) phosphomolibdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) du réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phé-

noliques conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue (oxyde de tungstène et de molybdène). Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de phénol présente dans l'échantillon (**George et al., 2005**).

Mode opératoire

La teneur en composés phénoliques des échantillons est déterminée suivant la méthode de **Negi (2002)** :

- Mélanger 200µl d'extrait du jus avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois avec de l'eau distillée) ;
- Ajouter 800µl de carbonate de sodium (Na_2CO_3) (7.5%) ;
- Mesurer l'absorbance, après 30 min à l'obscurité au spectrophotomètre à 765 nm.

Expression des résultats

La concentration en composés phénoliques des extraits est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique préparé dans les mêmes solvants (Annexe 1). Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique/g d'extrait de jus.

I.3.3.2. Dosage des flavonoïdes

Principe

La méthode du trichlorure d'aluminium (**Bahorun et al., 1996**) est utilisée dans la quantification des flavonoïdes sur différentes variétés du fruit. Ce réactif entraîne la formation de complexes acido-résistants, entre les hydroxyles et les fonctions cétones voisines et des complexes acido-labiles, avec les groupes O-dihydroxyles. Ces derniers présentent un maximum d'absorption, 430 nm, dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes recelée par l'échantillon.

Mode opératoire

À 1ml de chaque échantillon et du standard, on ajoute 1 ml de solution AlCl_3 (2%). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm.

Expression des résultats

Les concentrations des flavonoïdes sont déduites à partir de la gamme d'étalonnage établie avec la quercétine, leur lecture est exprimée en milligramme équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (mg EQ/mg d'extrait), (Annexe 1).

II.1 Caractéristiques morphologiques des variétés étudiées

Il est démontré sur les propriétés physiques des fruits que poids, largeur et diamètres les plus importants sont observés chez la variété V2, suivie de V3. La largeur de V2 est plus étendue, ce qui lui donne l'aspect d'un gros fruit. En termes de poids des fruits, variables de 24,59 à 43,37g, les variétés étudiées sont classées comme suit: V2>V3>V5>V4>V1 (Tableau VII). La V2 réunit le maximum de grains.

Tableau VII : Caractéristiques morphologiques des variétés.

Variétés	Caractéristiques					
	Poids (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Nombre de noyaux	Couleur	Forme
V ₁	24.59	38.84	34.32	1.4	Jaunâtre	Ronde
V ₂	43.37	48.69	41.05	3.7	orange	Ronde pyriforme
V ₃	41.78	44.97	39.64	3	Jaunâtre	Elliptique large
V ₄	31.71	45.56	34.96	3	Jaune	Elliptique
V ₅	36.94	47.51	36.39	3.3	Orange foncé	Ovale

La couleur des fruits, marqueur visible, est liée à la teneur abondante en caroténoïdes dans la pelure et la chair du fruit. La couleur de la pelure varie en fonction de la variété et du stade de maturation. L'appréciation visuelle de la couleur des cinq variétés permet de classer celles-ci selon l'ordre suivant : la couleur orange est plus intense, principalement dans la V5, suivie en intensité par V2, V3 et enfin V1. La variété V4 est de couleur jaune.

II.2. Paramètres physico-chimiques

Le tableau ci-après rapporte les résultats des analyses physico-chimiques des variétés.

Tableau VIII : Caractéristiques physico-chimiques des variétés

	V1	V2	V3	V4	V5
pH	4.18±0.012	3.48±0.006	3.85±0.006	3.78±0.006	3.89±0.000
Acidité (g/100ml)	0.48±0.01	1.18±0.05	0.96±0.01	1.1±0.02	0.8
Cendres (%)	0.3	0.33	0.1	0.26	0.15
Humidité (%)	84.9±0.01	85.15±0.03	86.6±0.52	85.7±0.01	83.75±0.02
Brix (%)	9±0.00	10.5±0.00	7.5±0.00	10±0.00	11.5±0.12
Conductivité (ms)	2.98	3.49	3.55	4.43	3.18
Quantité de jus (ml/100g)	80	82±0.02	84±0.02	81±0.02	78±0.02
Sucres (µg/ml)	163,75	253,75	170	131,25	177,5
Protéines (µg/ml)	15.25	20.33	11.86	13.56	24.57

II.2.1. pH

Paramètre caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, le pH confère aux fruits une protection contre les micro-organismes sensibles au pH acide. Cependant, il serait susceptible

d'altération par les moisissures et les insectes, ce qui par ailleurs est le cas de la plupart des fruits. Les résultats de la mesure du pH sont illustrés dans le tableau VIII.

Les résultats obtenus pour les différentes variétés de nèfles (Tableau VIII) indiquent que la variété de V1 présente le pH le plus élevé (4.18 ± 0.012), suivie de la variété V5 ($3.89 \pm 0,000$), puis de V3 ($3.85 \pm 0,006$) et enfin V4 ; par contre la variété V2 présente le pH le plus faible ($3.48 \pm 0,006$).

En étudiant la détermination des caractéristiques de quelques variétés de nèfles, **Durgac et Kamiloglu (2006)** ont montré que le pH est de 3.45 à 3.60 ; il en est de même dans les travaux de **Casado Vela et Gomez-Lucas (2003)** sur les variétés d'*Eriobotrya japonica*, où ils ont trouvé que le pH est de $3.58 \pm 0,10$. Certains facteurs auraient influé sur les résultats obtenus dans cette étude, tels que les erreurs de manipulation et état de maturation des fruits. En effet, lors de la maturation des fruits, le taux de sucres augmente alors que celui des acides diminue, donc le pH augmente.

II.2.2. Acidité

Les fruits contiennent des acides organiques libres ou combinés sous forme de sels. L'acidité totale (ou acidité de titration) est exprimée par rapport à un acide de référence (acides malique et citrique pour les fruits). Au regard des résultats obtenus (tableau VIII), la variété V2 de la nèfle présente l'acidité la plus élevée ($1.18 \pm 0,05$ g / 100 ml de jus), suivie de V4 ($1.1 \pm 0,02$ g / 100 ml de jus) et de V3 ($0.96 \pm 0,01$ g / 100 ml de jus) puis de la variété V5, d'une acidité de 0.8g / 100 ml de jus alors que V1 possède l'acidité la plus faible ($0.48 \pm 0,01$ g / 100 ml de jus).

Durgac et Kamiloglu (2006) ont montré que l'acidité de quelques variétés de nèfles est de 0.73-0.88 g/100 ml de jus. **Calabrese, et al., (2003)**, pour leur part, dans leurs travaux sur des variétés de nèfles, ont confirmé que l'acidité est de 0.53-1.73 g / 100ml de fruit. L'acidité des jus étudiés peut s'exposer à l'influence du stade de maturation des fruits; l'acidité diminue au fur et à mesure que la maturation touche à son terme, ce qui est le cas de **VI**.

L'acidité est essentiellement fonction de la teneur en acides organiques, ils peuvent varier au gré des cultivars et du stade de maturation du fruit. L'acide organique majoritaire détecté dans les bibaces mures est l'acide malique, et en moindre concentration, l'acide citrique et succinique (**Hasegawa et al., 2010**).

II.2.3. Brix

L'indice réfractométrique des jus permet d'évaluer rapidement leur concentration en sucres solubles. Il mesure en effet la fraction de matière sèche soluble majoritairement composée de

ces sucres solubles (**Travers, 2004**).

Le degré Brix du jus de la variété V5 ($11.5 \pm 0,12$ °Brix) est supérieur aux degrés Brix des autres variétés de jus de nèfles (Tableau VIII). La variété V2 arrive en deuxième position ($10.5 \pm 0,00$ °Brix), suivie de la variété V4 ($10 \pm 0,00$ °Brix), ensuite de la V1 ($09 \pm 0,00$ °Brix) et enfin la variété V3 ($7.5 \pm 0,00$ °Brix). Le degré Brix diffère selon les variétés du même fruit. Il a en effet été rapporté par l'étude menée conjointement par **Calabrese et al., (2003)** sur seize variétés de nèfles, que le degré Brix varie entre 9.5 et 14.6° Brix. **Insero, Rega, De Luca. (2003)** ont montré que l'extrait sec soluble de quelques variétés de nèfles est de 11 à 13.5 °Brix. Le paramètre le plus important qui influe sur le degré Brix est la température ; lorsque celle-ci diminue, le degré Brix repart à la hausse. Le degré Brix des différentes variétés étudiées est proche de celui que nous avons trouvé.

II.2.4. Humidité

Quoique proches, les pourcentages d'humidité des différents échantillons de la pulpe varient de $83.75 \pm 0,02$ à $86.6 \pm 0,52$ (%) (Tableau VIII). En premier lieu arrive la variété V3, avec une teneur en eau assez élevée ($86.6 \pm 0,52$ %), suivie de la variété V4 ($85.7 \pm 0,01$ %), puis de V2 ($85.15 \pm 0,03$ %), talonnée de près par la variété V1 ($84.9 \pm 0,01$ %) ; en dernière position, arrive la variété V5 ($83.75 \pm 0,02$ %). Des résultats similaires ont été obtenus par **El-Safy, (2014)** pour les nèfles commercialisées en Égypte (86.71 ± 0.4486 %).

II.2.5. Cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. Se référant encore au tableau VIII, le taux de cendres varie de **0,10%** pour la variété V2 à 0.33% pour la V3. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par A. **Aytekin (2007)**, qui ont rapporté des valeurs entre 0.15% à 0.59% pour les variétés de nèfles étudiées.

De nombreux auteurs, dont **TEMİZ, et al., (2013)**, affirment que la nèfle renferme un taux de cendres de l'ordre de 0.5%. Selon eux encore, les sels minéraux peuvent contribuer à la caractérisation d'une origine géographique particulière. Certaines disparités pourraient être élucidées par la prise en compte de facteurs tels que nature des sols et amendements apportés sur lesquels les néfliers sont cultivés, ainsi que la composition de l'eau d'irrigation.

II.2.6. Conductivité

La mesure de la conductivité est une méthode extrêmement répandue dans des applications de contrôle de la qualité. Elle offre une estimation du nombre total d'ions dans une solution. **Tardat et Beaudry ,(1984)**. La variété V4 présente la conductivité la plus élevée avec

(4.43mS/cm), contrairement à la variété **VI** à la valeur la plus faible (2.98mS/cm), (tableau VIII). Les résultats obtenus dans cette étude sont similaires à ceux donnés par **Casado Vela, Sellés Marchart, Bru Martínez, Gómez-Lucas (2003)** qui varient entre 3.63 et 4.43 mS/cm, dans leur étude sur la nèfle.

II.2.7. Quantité du jus

La quantité de jus des différents échantillons varient de $78 \pm 0,02$ à $84 \text{ ml}/100\text{g} \pm 0,02$ (%), (tableau VIII) ; la variété **V3** vient en première position avec une quantité de $84 \text{ ml}/100\text{g} \pm 0,02$ %, suivie de **V2** ($82 \pm 0,02 \text{ ml}/100\text{g}$), suivie de **V4** ($81 \text{ ml}/100\text{g} \pm 0,02$ %), puis de la variété **V1** ($80 \pm 0,02 \text{ ml}/100\text{g}$) et, en dernière position, la variété **V5** ($78 \pm 0,02 \text{ ml}/100\text{g}$). Au vue des résultats, la nèfle est remarquablement riche en jus aussi bien qu'en éléments nutritifs bénéfiques à la santé.

II.2.8. Sucres

Les sucres totaux oscillent entre 7.8 et 11.4% du poids total. Les sucres présents dans ces fruits sont principalement le fructose (39-53% sucres totaux) et le glucose (38-50%), renfermant des traces de sorbitol et de saccharose (**Xu et Chen, 2011**). Le fructose, le glucose et le saccharose sont les sucres les plus communs quantifiés dans les fruits murs ; le fructose est le glucide le plus sucré (**Hasegawa et al., 2010**).

S'agissant de richesse en glucose, notre étude a fournis des différences notables. Une appréciable teneur est obtenue par la variété **V2**, à raison de $253,75 \mu\text{g}/\text{ml}$; suit, la **V5** avec une teneur de $177,5 \mu\text{g}/\text{ml}$; la troisième variété (**V3**), avec $163,75 \mu\text{g}/\text{ml}$; enfin, **V4**, ne contient que $131,25 \mu\text{g}/\text{ml}$. Nos résultats convergent nettement avec ceux de **Xu et Chen (2011)**.

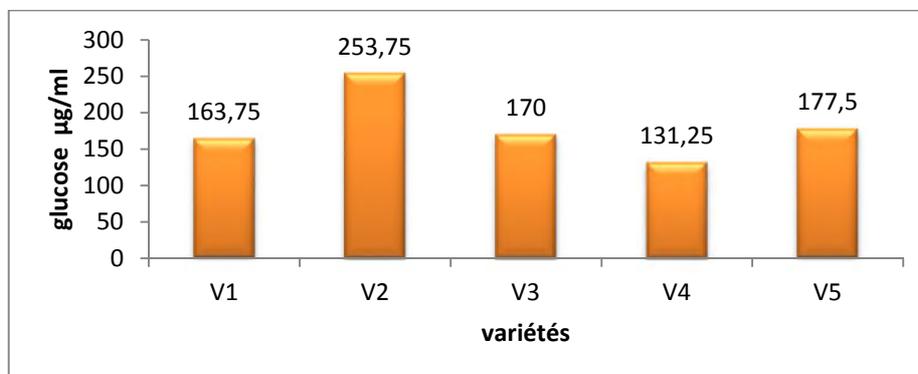


Fig. 7 : Teneur en glucose des différentes variétés.

II.2.9. Protéines

Le volet de notre étude, spécifiant la teneur en protéines, n'a pas fait ressortir de grands écarts en teneur. La variété V5, la plus élevée, contient 24,57 $\mu\text{g/ml}$; la V2 arrive d'assez près avec 20,33 $\mu\text{g/ml}$; la V1 perd sur elle 5 $\mu\text{g/ml}$ (15,25) ; les variétés V4 et V3 arrivent en fin de peloton avec respectivement 11,86 $\mu\text{g/ml}$ et 13,56 $\mu\text{g/ml}$.

Le pourcentage total en protéines (0.62 ± 0.2629 %) de la pulpe des nèfles étudiées par **El-Safy (2014)** est similaire aux résultats obtenus dans cette présente étude

Pareek et al. (2014) dans son étude sur la physiologie et la technologie des nèfles a signalé un taux de protéines de 0.43–1.4g/100g.

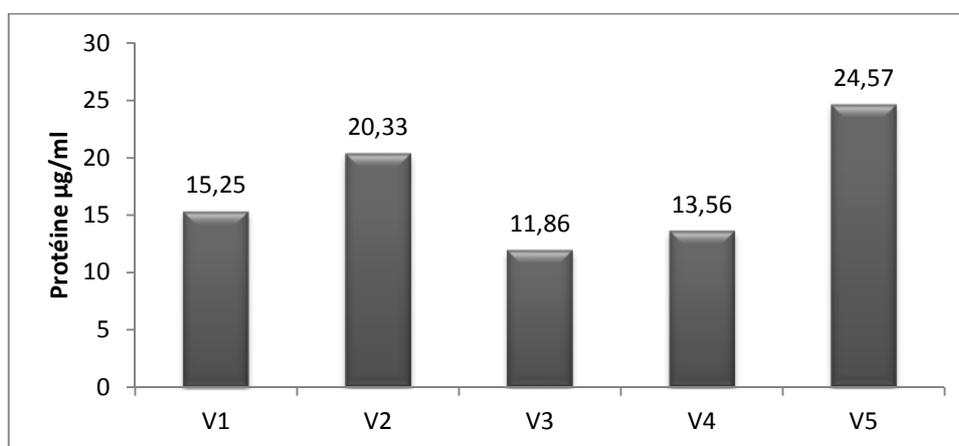


Fig. 08 : Teneur en protéines des différentes variétés.

II.3. Dosage des antioxydants

II.3.1. Vitamine C

Incontestablement vitale pour l'organisme, la vitamine C contribue à l'efficacité de la fonction immunitaire, participe à la formation des globules rouges et augmente l'absorption du fer contenu dans les végétaux (**Valnet, 1985**). Vis-à-vis des cellules, son effet antioxydant tient lieu de bouclier, les protégeant des dommages potentiels qu'infligent les radicaux libres. En revanche, dans les nutriments, elle s'avère la plus vulnérable des vitamines, destructible par l'air, la lumière ou encore la chaleur (**Ruby et al. 2007**).

La teneur en vitamine C des différentes variétés a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique (Annexe 1) Selon la bibliographie, la teneur en vitamine C de la nèfle varie de 10.3 à 19.2 mg/100g de fruit frais (**Xu et Chen, 2011**).

Par ordre de richesse, viennent respectivement la variété **V1**, la plus riche en acide ascorbique ($8.49 \pm 2,42$ mg/100ml de jus), suivie de la V3 ($7.55 \pm 0,93$ mg/100ml), puis de la V5 ($7.3 \pm 0,93$ mg/100ml), suivie de la V2 ($7.1 \pm 0,93$ mg/100ml) ; la plus infime quantité revient à la V4 ($5.65 \pm 1,14$ mg/100 ml).

Les résultats auxquels notre étude est parvenue sont proches de ceux relevés par **Garima Pande (2009)**, mettant en relief la teneur élevée de la vitamine C.

Certaines études ont prouvé que la teneur en vitamine C diminue au fil du stockage, ce qui s'expliquerait par l'interférence de paramètres qu'on ne fait d'ailleurs que retrouver : que la température, l'oxygène, la lumière (**Klimczak et al., 2007**) ; pH et présence des métaux lourds y auraient le rôle nocif (**Belitz et al., 2004**).

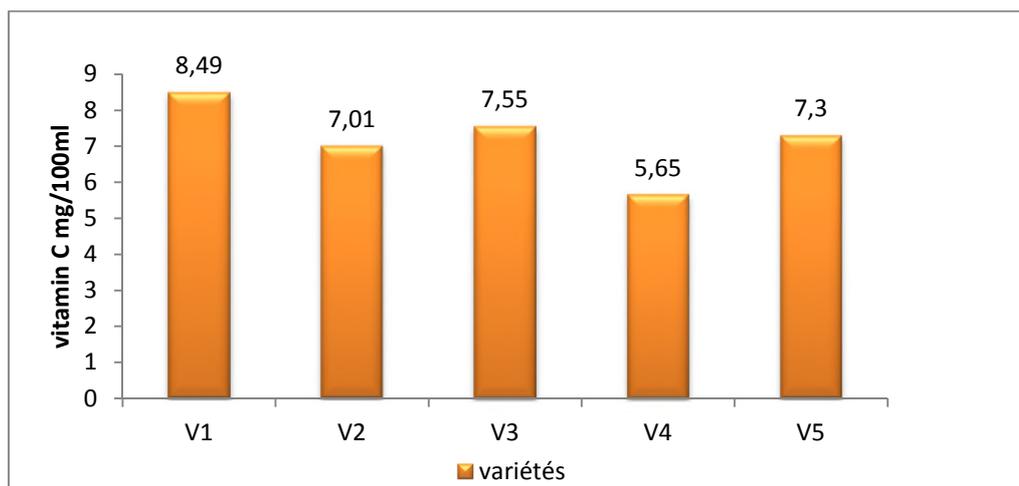


Figure 09. : Teneur en vitamine C des variétés de nèfle.

II.3.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont dominants dans la nèfle, ils se situent dans l'intervalle 23.4-496.3 μ g/g, de poids frais (β -carotène-équivalent) (**Xu et Chen, 2011**; **Godoy et Amaya, 1995**). D'après **El-Safy (2014)**, la teneur en caroténoïdes totaux se situe autour de 237.31 \pm 20.033 mg/100g.

Les caroténoïdes sont une classe de pigments naturels abondamment répartis dans la nature, diversifiés de par leur structure et présentant plusieurs fonctions importantes pour la santé (**Gama et Sylos, 2007**). La teneur en caroténoïdes des différents jus a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage du β - carotène (Annexe 1).

Les résultats obtenus établissent le classement suivant par ordre de richesse en caroténoïdes : la variété V5 les devance toutes (152 \pm 0,04 μ g/g), puis la variété V2 (130 \pm 0,02 μ g/g), la variété V1 avec (102 \pm 0,02 μ g/g), la variété V3 (57 \pm 0,02 μ g/g) et la variété V4, la plus faible par sa concentration (26 \pm 0,01 μ g/g).

Une similarité est à noter entre ces résultats et ceux trouvés par **Pareek et Benkeblia (2014)**, dans leur étude sur quelques variétés de la nèfle.

Se référant aux travaux de **Garima Pande (2009)**, la teneur en caroténoïdes de quelques va-

riétés de nèfles varie entre 1.2 à 2.8 $\pm 0,12$ mg /100g, c'est-à-dire similaire à celle trouvée au cours de notre étude. **Meléndez-Martínez et al., (2007)**, de leur côté, ont rapporté que la teneur en caroténoïdes s'altérerait du fait de l'implication de nombre de facteurs, particulièrement le climat, la variété et enfin le stade de maturation des fruits.

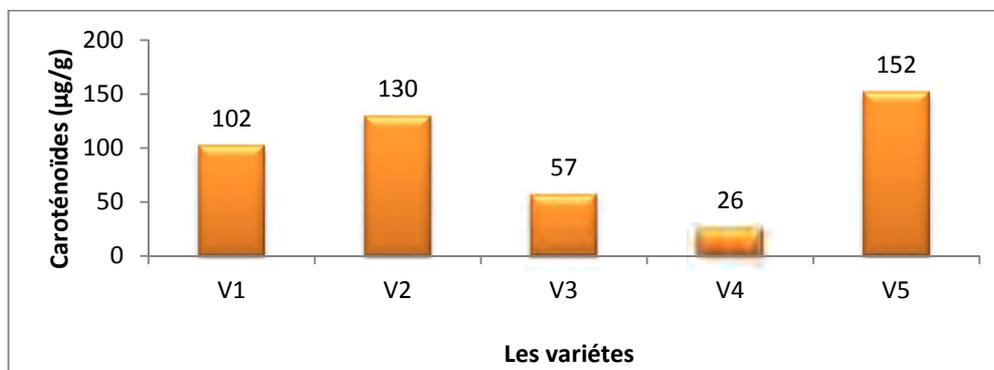


Figure 10 : Teneur en caroténoïdes des variétés étudiées.

II.3.3. Composés phénoliques

Plusieurs chercheurs se sont penchés sur les polyphénols contenus dans l'alimentation, en raison de la fonction antioxydante qu'on leur supposait, attachés à identifier leur impact sur la santé (**Loots et al., 2006**).

La teneur en composés phénoliques totaux des différents échantillons de nèfles a été déterminée à partir de courbes d'étalonnages de l'acide gallique (Annexe 1).

Comparant les résultats obtenus, la succession du classement donne la variété **V5** en premier ($153 \pm 0,15$ mg /g), suivie de la variété **V3** ($73,1 \pm 0,13$ mg /g), mais une valeur moindre dans la variété **V1** ($48,4 \pm 0,11$ mg /g).

La teneur en composés phénoliques de la nèfle avoisine celle trouvée par **Garima Pande (2009)** : $15,4 \pm 0,5$ mg/100 ml de jus. S'agissant de la nèfle égyptienne, ses composés phénoliques, à en croire **El-Safy (2014)**, seraient de l'ordre de $49,78 \pm 2,802$ mg/g.

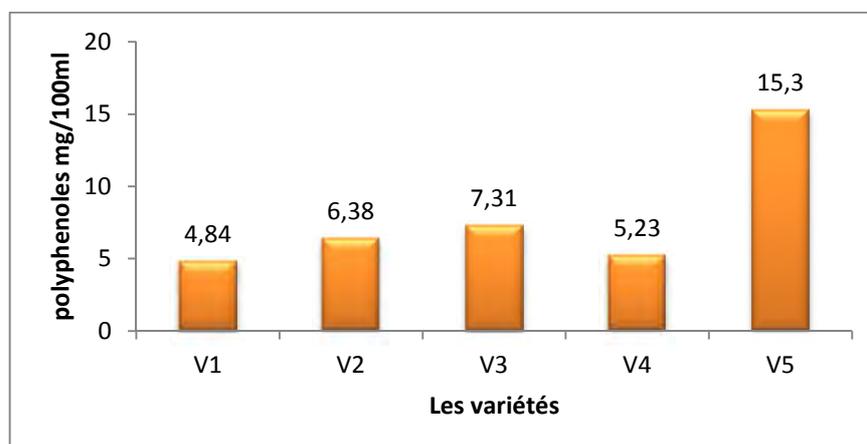


Figure 11 : Teneur en composés phénoliques des variétés de nèfles étudiées.

II.3.5. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont une classe de composés phénoliques ayant un bas poids moléculaire. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines, bois... Certains d'entre eux sont plus spécifiques de certains tissus. Les flavonoïdes sont les seules molécules du règne végétal capables de produire une vaste gamme de couleurs, susceptibles de donner des teintes allant du jaune-orangé au bleu, en passant par le pourpre et le rouge. Ils sont connus principalement pour leur activité antioxydante.

La teneur en flavonoïdes de différentes variétés de nèfles a été déterminée à partir des courbes d'étalonnages de la quercétine (Annexe 1).

Les sucres les plus importants liés aux flavonoïdes sont le glucose, le galactose, le rhamnose, le xylose et l'arabinose (**Robards et Antolovich, 1997**) ; ces derniers les rendent hydro-solubles, ce qui explique les résultats obtenus dans notre étude.

La variété V5 est la plus riche en flavonoïdes, d'une teneur de 0.24 mg / 100 ml de jus ; elle est suivie de la variété V1, avec une teneur de 0.19 mg /100 ml ; la variété V3 vient en troisième position avec une teneur de 0.11 mg /100 ml, suivie de V2 avec 0.08 mg/100ml et V4, enfin, qui contient la valeur la plus faible (0.05 mg /100 ml).

D'après les travaux de **Garima Pande (2009)**, la teneur en flavonoïdes est de 9.8 ± 3.1 mg/100 g de fruit, se situant ainsi loin de nos résultats.

Une presque similitude existe entre les résultats d'**El-Safy (2014)**, et ceux de certains autres chercheurs, en particulier Xu et Chen, tournant autour d'une observation en quantité de flavonoïdes totaux de 28.66 ± 3.6505 mg/100g. Cela ne concorde pas pour l'instant avec nos résultats.

Les teneurs en flavonoïdes des jus de fruits peuvent varier selon les solvants utilisés pour l'extraction et les variétés de fruits.

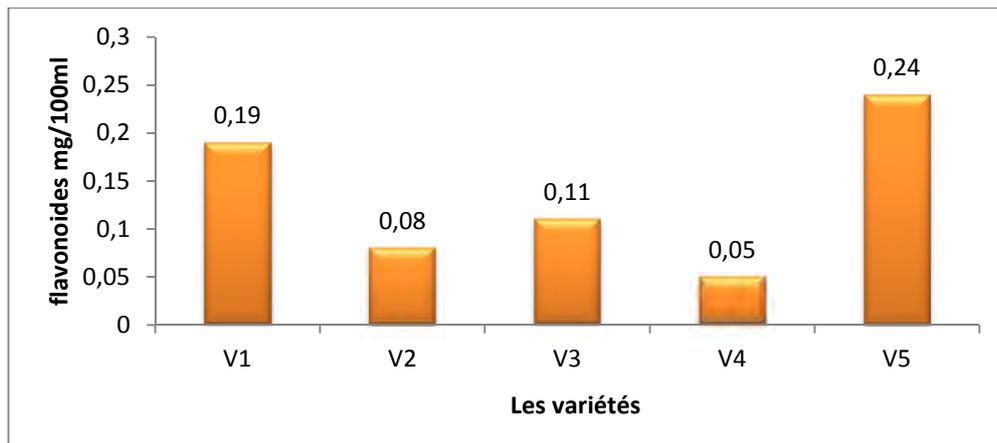


Figure13 : Teneur en flavonoïdes.

Conclusion

Le fruit de la nêfle est riche en antioxydants tels que les polyphénols totaux, caroténoïdes et la vitamine C. La consommation de ce fruit peut protéger contre diverses pathologies (différents types de cancers tels que le cancer du poumon et des cancers oraux, maladies cardiovasculaires, diabète,...etc).

La nêfle du Japon a fait l'objet de plusieurs travaux dans la médecine chinoise, comme enregistré par la littérature antique « *Compendium of Materia Medica* ». Pour notre part, nous avons quelque peu contribué à sa valorisation en déterminant quelques paramètres physico-chimiques de cinq variétés de nêfles algériennes cela nous a permis d'avoir une idée sur la valeur nutritionnelle de chaque variété.

Les paramètres physico-chimiques étudiés diffèrent d'une variété à une autre :

- *Tanaka* à une teneur en eau la plus faible, un degré de Brix et une quantité de protéines supérieure aux autres variétés ;
- *Champagne* à une teneur en eau la plus élevée, un indice de Brix, une quantité de protéines et le taux du jus les plus faibles par rapport autres variétés;
- V1 à un pH le plus élevé, une acidité et une conductivité les plus faibles aux autres variétés;
- V2 est la plus acidulée, une quantité de jus et cendres supérieure aux autres variétés;
- V4 est la moins sucrée, une conductivité supérieure aux autres variétés.

Les résultats du dosage confirment la richesse de la nêfle en antioxydants, *Tanaka* est la plus riche en ces composés; caroténoïdes, composés phénolique, alors que la variété V1 est la plus riche en vitamine C.

L'étude de ces paramètres montre des différences qui peuvent être dûe essentiellement à des facteurs variétaux.

Enfin, il serait souhaitable d'identifier et d'élargir l'échantillonnage à l'ensemble du territoire Algérien pour mieux appuyer nos résultats et d'étudier les effets de la conservation et des traitements technologiques sur la teneur en éléments nutritifs, antioxydants de ce fruit.

Références bibliographiques

A

Abdelguerfi A. (2003). Rapport de Synthèse sur « La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie » MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31 1 Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture.

AFNOR : Jus de fruits et de légumes : spécification et méthodes d'analyse, 2^e édition. Tour Europe- 92049 Paris, La Défense, Cedex : 1996. 155 p. ISBN 2-12-197621-3.

AFNOR : Produits dérivés des fruits et légumes- jus de fruits, 2^e édition, 13, rue Saint-George 75009, Paris, 1984, 344 p. ISBN 2-12-190521-9.

Alkurd A., Hamed T. R et Al-Sayyed H. (2008). Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences Chemistry*, 53: 2747 -7599.

Anlis M G. Enany M J.Pearce J.Young IY. (1997).The effet of various dietary flavonoids on the susceptibility of low-density lipoproteins to oxidation in vitro using both metallic and non metallic. Oxiding agent. *Biochem Soc Trans.*25 (14): 2-8.

B

Badenes M.L., Martínez- Clavo J., Yacer G. (2000).Analysis of a germplasm collection of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Euphytica. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. pp. 187-194.

Barreto GPM, Benassi MT and Mercadante AZ. (2009). Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. *J BrazChem Soc* 20:1856–1861 .

Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin, M., Cazin, J.C. et Pinkas M.1996. *Oxygen Species Scavenging Activity of Phenolic Extracts from Hawthorn Fresh Plant Organs and Pharmaceutical Preparations. Arzneim-Forsch, Drug Research.*,. 46: 1086-1108.

Beatriz, R. C., and Eduardo, P. (2010). Chemical composition of live loquat cultivars planted in Brazil. *Cienc. Technol. Aliment., Compian*, 30(2): 552-559.

Beatriz R. C., and Eduardo, P. (2010). Chemical composition of live loquat cultivars planted in Brazil. *Cienc. Technol. Aliment., Compian*, 30(2): 552-559.

Berthet J et Amar- C.A. (2006). Dictionnaire de biologie. 1^{er} Edition De Boeck Université (Bruxelles) : De Boeck et Larciens.a. (Paris-France).

Blumenfeld A. (1994). Underutilized fruit trees in Israel. First Meeting CIHEAM cooperative Research Network on Underutilized Fruit Trees. Zaragoza, Spain. p. 22-27.

Bruneton J. (2008). Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales. 3^{ème} éd. Paris : Tec and Doc. pp 1095.

C

Calabrese F., Barone F., Castello C., Peri G. (2003). Loquat under conversion and biological culture. In : Llácer G. (ed.), Badenes M.L. (ed.). First international symposium on loquat. Zaragoza : CIHEAM, p. 61-66 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 58)

Caballero P., Fernandez M.A. (2003). Loquat, production and market. In: First International Symposium on Loquat, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza, pp. 11–20.

Calabrese F., Barone F., Castello C., Peri G., Loquat under conversion and biological culture. *Coltura protette*, 3.

Chung S et Landou J. (2000). Effects of tea consumption on nutrition and health. *J Nutr* .130(24):09-12.

Conrad J., Vogler B., Klaiber I., Roos G., Walter U. et Kraus W. (1998). Two triterpene esters from Terminalia macroptera bark. *Phytochemistry* ,48: 647 - 650.

Couplan F. (1998). Guide nutritionnel des plantes sauvage et cultivées. Eddition : *Delacheaux et Nestlé*. Paris, 14-104.

Cuevas J., I.M. Romero M.D. Fernandez and J.J. Hueso.(2007). Deficit irrigation schedules to promote early flowering in ‘Algerie’ loquat. 2nd Int. sympo on loquat. *Acta Hort.*, 750: 281- 286.

D

Del Rio D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer J.P.E., Tognolini M., Borges G., Crozier A. (2013). Dietary (poly) phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.*,18, 1818–1892.

Ding C.K., Chachin K., Ueda Y., Imahori Y et Wang C.Y. (2001). Metabolism of phenolic compounds during loquat fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2883–2888.

Dubois et al. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances.

Durgac C., A. Polat et O. Kamiloglu (2006). Determining performances of some loquat (*Eriobotrya japonica*) cultivars under Mediterranean coastal conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 34(3):225-230

E

Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H (2000). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405,903–904.

Erlund I. (2004). Dietary source, bioactive, bioavailability and epidemiology. *Nutrition*, 24: 851-874.

El-Safy, (2014). Drying Characteristics of Loquat Slices Using Different Dehydration Methods by Comparative Evaluation, *World Journal of Dairy & Food Sciences* 9 (2): 272-284.

F

FAO. (1982). Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO-Forestry-Paper. No. 34. 177 pp.

Faria A.F., Hasegawa P. N., Chagas E A., Pio R., Purgatto E et Mercadante A. Z .(2009). Cultivar influence on carotenoid composition of loquats from Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis* 22 196–203.

G

Pande, Garima, Akoh, Casimir C. (2010). Organic acids, antioxidant capacity, phenolic content and lipid characterisation of Georgia-grown underutilized fruit crops. *Food chemistry* v.120 no.4 pp. 1067-1075

-**Godoy HT, Amaya DB. (1995)** Carotenoid composition and vitamin A value of Brazilian loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) . *Arch Latinoam Nutr.*

H

Harborne J.B. (1982). Introduction to Ecological Biochemistry. 2ndedn., Academic Press, New York, NY.

Hasegawa P.N. et al., (2010) Chemical Composition of Five Loquat Cultivars Planted in Brazil, *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.30 no.2 Campinas Apr./June 2010

Hussain, A., N.A. Abbasi and A. Akhtar. 2007. Fruit characteristics of different loquat genotypes cultivated in Pakistan. 2nd Int. sympo on loquat. *Acta Hort.*, 750: 287-291.

I

INRA. 2006. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques 35-36.

Insero, O., F. Monastra, and G. Paesano. 1990. Nespolo del Giappone. *L'Italia Agricola* 3(7-9):149-152.

K

Kashiwada Y., Wang HK., Nagao T., Kitanaka S., Yasuda I et Fujioka T. (1998). Anti-AIDS agents 30 Anti-HIV activity of oleanolic acid, pomolic acid, and structurally related triterpénoïdes. *Journal of Natural Products*: 1090-1095.

Khan I. (2003). The history of loquat growing and future prospects of its commercial cultivation and marketing in Pakistan. *Proc. First Int. Loquat Symp. Options Méditerranéennes*, 58: 25-26.

Khelil A. (1982) . Le Néflier du Japon. Edit. Office des publications universitaires. Algérie. 95p.

Kim MS., You MK., Rhuy DY., Kim YJ, , Beak HY. and Akim H. (2009). Loquat (*Eriobotrya japonica*) extracts suppress the adhesion, migration and invasion of human breast cancer cell line-*Nutrition Research and Practice*, 3(4): 259-264.

Klimczak I., Malecka M., Szlachta M., & GliszczynskaSwiglo A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20: 313– 322.

L

Lansky E.P., Harrison G., Froom P. et Jiang W.G.(2005). Pomegranate (Punica granatum) pure chemicals show synergistic inhibition of human PC-3 prostate cancer cell invasion across Matrigel. *Investigationa New Drugs*. 23 (12): 1-2.

Lin S., Sharpe R.H. and Janick J. (1999). Loquat: Botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, 23: 233-276.

Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J., et Cheng S. (2005). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*. 96 (2):254-260.

Li M. J. Ma F. W., Zhang M. and Pu F. (2008). Distribution and metabolism of ascorbic acid in apple fruits (*Malus domestica* Borkh cv. Gala). *Plants Science*, 17 : 47-60.

Lin S., Huang X., Cueva J and Janick J. (2007). Loquat: an ancient fruit crop with a promising future. *Chronica Hort* 47(2):12–15.

Llacer G., R. Martinez-Valero., P. Melgarejo, M. Romero, and F. Toribio. (1994). Present status and future prospects of underutilized fruit tree crops in Spain. First Meeting of the CIHEAM Cooperative Research Network on Underutilized Fruit Trees. Zaragoza, Spain. p. 63-75.

M

Machaeix J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux. Ed presses polytechniques et universitaire romandes. ISBN 2-88074-625-6 .1-32.

Marfak A. (2003). Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux libres issus des alcools : formation de depsides. Thèse de doctorat, université de Limoges. 228P.

Morton J.F. (ed.). (1987). Loquat. p.103-108. In: *Fruits of Warm Climates*, Creative Resource Systems, Winterville, FL.

Multon J.H. (2002). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires à l'exclusion des produits utilisés au niveau de l'agriculture et de l'élevage : Pesticides, hormones, etc. 3^{ème} édition. TEC & DOC. Lavoisier.

N

Negi P.S., Jayaprakasha G.K. et Jena B.S.2002, *Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extract. Food Chemistry.*80 : 393-397.

Nishioka Y, Yoshioka S, Kusunosz M, Cui T, Hamada A, Ono M.(2002). Effects of extract derived from *Eriobotrya japonica* on liver function improvement in rats. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* :25:1053-1057.

Nishino H., MurakoshiM ;Tokuda H. and Satomi Y. (2009). Cancer prevention by carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **483**: 165-168.

O

Orwa C., Mutua A., KindtR ., Jamnadass R et Anthony S. (2009). AgroforestryDatabase:a tree reference and selection guide version 4.0(<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>).

P

Pareek S., Benkeblia N., Janick J., Cao S., Yahia E.M. (2014). Postharvest physiology and technology of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl) fruit. *J. Sci. Food Agric.* 94, 1495–1504.

Patricia, N. H., Adelia, F. d F., Adriana, Z. M., Edvan, A. C., Rafael, P., Franco, M.L.,

Porter L., Hrstich J & Chan B G. (1986). *The Conversion of Procyanidins and Prodelphinidins to Cyanidin and Delphinidin* *Phytochemistry*, 25, 223–230.

PhyuPhyuKhineZar. (2014). (Anti-inflammatory effects and molecular mechanisms of loquat (*Eriobotrya japonica*) tea. *JOURNAL OF FUNCTIONAL FOODS* 6 (2014) 523 – 533.

PhyuPhyuKhineZar et al., (2013). (Functional Foods in Health and Disease 2013; 3(11):447-461).

Poyrazoglu E., Gokmen V et Artik N. (2002). Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*punicagranatum L.*) grown in turkey. *Journal of food composition and analysis.* 15:567-575.

R

Rao A V. (2002). Lycopene, Tomatoes and the prevention of coronary heart disease. *ExpBiol Med.* 227. (9): 08-13.

Rao A.V., Flesher N. et Agarwal S. (1999). Serum and tissue lycopene as biomarker of oxidation in prostate cancer patients: a case control study. *Nutrition and Cancer Journal,* 33:159-164.

Ribereau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Edition : Dunod, Paris, 1-201.

Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Bonèche B., Lonvaud A., (2006)b. Phenolics Compounds. Dans, *Handbook of Oenology: The chemistry of wine, Stabilization and treatments Volume 2, 2ème éd., John Wiley & Sons: Chichester, UK, 441 pages.*

Richter G. (1993). Métabolisme des végétaux : physiologie et biochimie. Ed. Presse polytechnique et universitaire romande.

Rodriguez-Amaya. (2001). A guide to carotenoidanalysis in foods. *International Life Sciences Institute Press.* 1-71.

Reyes F., Villarreal J., Cisneros-Zevallos L, (2006). ElsevierLtd.

S

Shaw, P.E. 1980. Loquat.. In: S. Nagy and P.E. Shaw (eds.), *Tropical and subtropical fruits.* Composition, properties and uses. AVI, Westport, CT. p. 479-491

Skergt M., Kotik P., Hadolin M., Hris A.R., Simonic M., Knez Z. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antiowydantsactivities.*Journa of food chemidtry, 89:191-198p.*

Stahl W. et Sies H. (1999). Carotenoids : occurrence, Biochemical Activities and Bioavainlability. *Antioxidant Food Supplements in Human Health .* 13:183-202.

Stalikas C. D. UppuR.O.;Murthy S.N. Pryor W. A etParinandi N.L. (2010). Phenolic Acids and Flavonoids: Occurrence and Analytical Methods In: Free Radicals and Antioxydant Protocols. 2ème E.D. Humana Press.

Stalikas C.D.(2010). Phenolic Acids and Flavonoids: Occurrence and Analytical Methods In: **UppuR.O.;Murthy S.N. Pryor W. A etParinandi N.L.** Free Radicals and Antioxydant Protocols. 2ème E.D. Humana Press.

Singh B, Gairola S, Kumar D, Gupta V and Bansal P. (2010). Pharmacological potential of *Eriobotrya japonica* – an overview. *Int Res J Pharm*1:95–99.

-**SadanaJC. (1949)**Carotenoids of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl. *Biochem J*.

T

- **Temiz h., z. Tarakçi , t. Karadeniz , t. Bak (2012).** Journal of agricultural sciences 18, 329-338
- **Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. (2006).** Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate ADVANCES IN BIOMEDICAL RESEARCH ISSN: 1790-5125 364 ISBN: 978-960-474-164-9 polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry 99:838- 841.

V

Vansant G. (2004). Radicaux libres et antioxydants : principes de base. Edition: InstitutDanone.

Vermerris W., Nicholson R. (2007),phenolic compound biochemistry. edSpringer Netherlands. PP 1-34. ISBN: 978-1-4020-5164-7 (Online).

W

Wang R.F et Xie W.D. (2004).Bioactive compounds from the seeds of *Punica granatum*(pomegranate).*Journal of Natural Production*.67(12):2096-2098.

Who M. (1994). Myocardial infraction and coronary death organization .Circulation :90:583-612.

X

Xu HX, Chen JW(2011).Commercial quality, major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits . *J Sci Food Agric.*

Z

Zhang W., Zhao X., Sun C., Li X and Chen K. (2015).Phenolic Composition from Different Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Cultivars Grown in China and Their Antioxidant Properties *Molecules* 20, 542-555.

Références numériques

Anonyme1. Fruit très savoureux, au gout singulier et unique la nèfle(Zaaroura) (<http://el-milia,over-blog.com/article-36612102html>).Consulté le 07/06/2016.

Anonyme2.Eriobotryajaponica(http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_scientifique_des_esp%C3%A8ces)consulté le 05/08/2016.

Anonyme3. Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>) consulté le 28/07/2016.

Anonyme4. Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>). consulté le 28/07/2016.

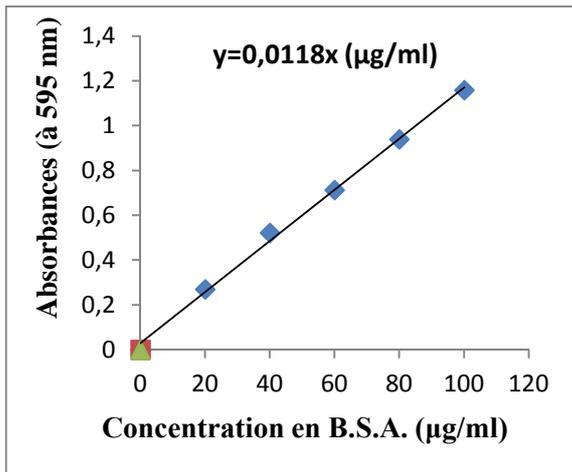
Anonyme5. Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>). consulté le 28/07/2016.

Anonyme6.Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>).consulté le 28/07/2016.

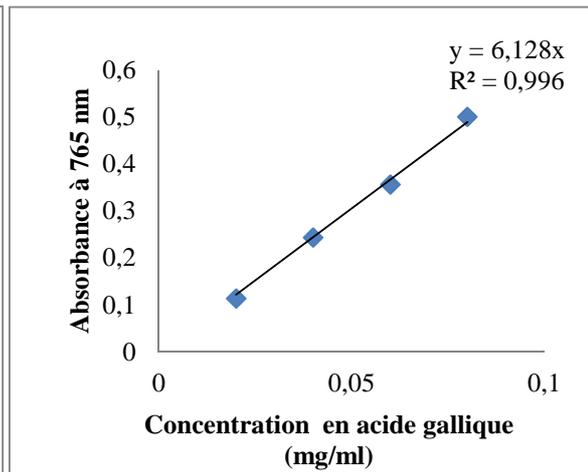
Anonyme7.Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>).consulté le 28/07/2016.

Anonyme8.Health Benefits of Loquat (<http://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/loquat.html>).consulté le 28/07/2016.

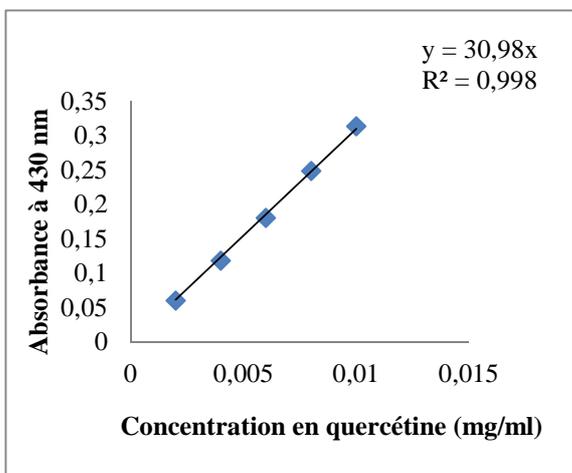
Annexe 1



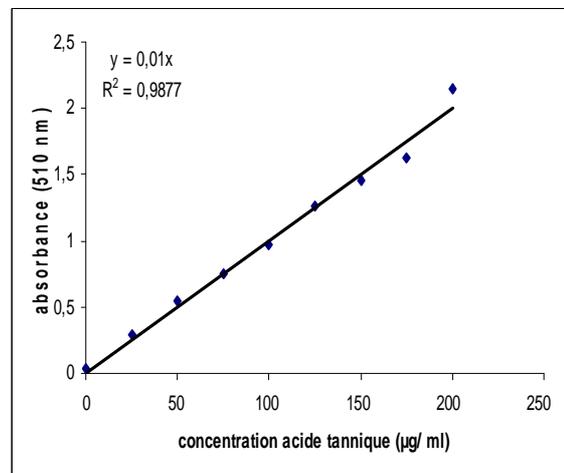
Courbe d'étalonnage pour dosage des protéines



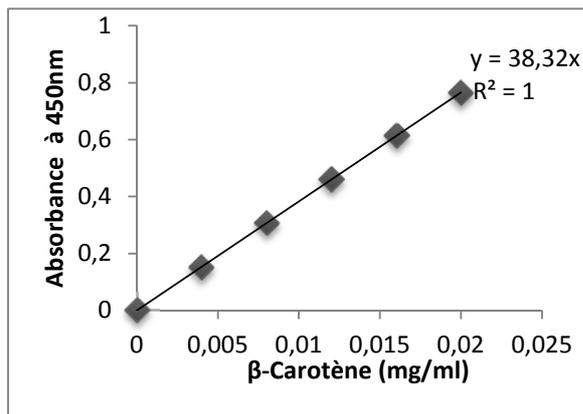
Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux



Courbe d'étalonnage des flavonoïdes



Courbe d'étalonnage des tannins.



Courbe d'étalonnage des caroténoïdes.

- La courbe de la vitamine C
 $y = -7,8808x + 0,7885 \text{ (mg/ml)}$
- La courbe du glucose
 $y = 0,008x \text{ (}\mu\text{g/ml)}$
- La courbe du pouvoir réducteur
 $y = 13,29x \text{ (mg/ml)}$

Résumé

Le monde moderne a pris conscience sur l'importance des produits naturels et leurs effets bénéfiques. Ce travail est basé sur l'étude comparative des paramètres physico-chimiques (humidité, pH, Brix, taux de cendres, acidité, la teneur en sucre, le taux de protéines, taux de jus, conductivité) et quelques antioxydants tels que les polyphénols totaux, acide ascorbique, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les tanins ainsi que l'évaluation de leur activité antioxydante par la mesure du pouvoir réducteur de cinq variétés de la nêfle Algérienne.

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques diffèrent selon la variété étudié ; le pourcentage d'acidité révèle que la variété V2 (1,8%) est plus acide que les autres variétés, suivie de la V4 (1,1%), suivie de la V3(0,96%), puis la V5(0,8%) alors que la variété V1 possède l'acidité la plus faible(0,48%). D'autre part, la teneur en eau montre que la variété *Champagne* contient en plus d'humidité (86,6%).

Concernant les antioxydants les résultats révèlent que la variété *Tanaka* est riche en ces composés ; polyphénols totaux (15,3mg /100ml) et les flavonoïdes (0,24mg /100ml) ainsi que les caroténoïdes (0.4mg/100ml) alors que la vitamine C c'est la V1 qui contient plus (8,49 mg /100ml).

Mots clés : Paramètres physico-chimiques, Antioxydants.

Abstract

The modern world became aware of the importance of natural products and their benefits. This work is based on the comparative study of the physicochemical parameters (moisture, pH, Brix, ash content, acidity, sugar content, the protein content, juice percentage, conductivity) and some antioxidants such as total polyphenols, ascorbic acid, the carotenoids, the flavonoids and the tannins as well as the evaluation of their antioxidant activity by the measurement of the reduction of five varieties of loquat Algerian.

The resultants obtained for the physicochemical parameters differ according to the studied variety ; the percentage of acidity reveals that the variety V2 (1,8%) is more acid than the other varieties, followed by V4 (1,1%), followed by V3 (0,96%), then V5 (0,8%) whereas the V1 variety has the lowest acidity (0,48%). In addition, the water content shows that *Champagne* contains in addition to moisture (86,6%).

Concerning antioxidants the resultants reveal *Tanaka* is rich in these compounds; total polyphenols (15,3mg /100ml) and flavonoids (0,24mg /100ml) whereas the vitamin C it is the V1 which contains more (8,49 mg /100ml).

Key words: Physicochemical parameters, Antioxydants.

*Synthèse
bibliographique*

Chapitre I :
Généralités sur
la nêfle du Japon

Chapitre II :

Les antioxydants

Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes

Chapitre II :

Résultats et

discussion

Conclusion

Références
bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION