



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire.

Thème

**Etude du potentiel antioxydant d'*Aloe Vera* et de la figue de
Barbarie.**

Présenté par Belmadadi Inssaf et Mekhalfia Aicha.

Devant le jury :

Président :	M ^{me} BENSEGHIR. H	MAA	(Univ Bordj Bou Arreridj)
Encadrant :	M ^r TOUATI. N	MCA	(Univ Bordj Bou Arreridj)
Examineur :	M ^r BENSOUILAH. T	MCB	(Univ Bordj Bou Arreridj)

2017/2018

Table des matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Erreur ! Signet non défini.

Partie bibliographique

I. Aloe Vera	3
I.1. Etymologie	3
I.2. Classification	3
I.3. Description Botanique	4
I.4. Composition chimique.....	5
I.5. Culture	6
I.6. Intérêts et utilisation d'Aloe Vera	7
II. Figue de barbarie	9
II.1. Etymologie	9
II.2. Classification.....	10
II.3. Description Botanique.....	10
II.4. Figuier de barbarie en Algérie.....	11
II.5. Composition chimique des raquettes	11
II.6. Intérêts et utilisations de figuier de barbarie	12
III. Notion de stress oxydatif et de l'activité antioxydante	13
II.1. Stress oxydant	13
II.2. Radicaux libres et espèces oxygénées réactives.....	13
II.3. Antioxydants	14
II.3.1. Antioxydants endogènes.....	15
II.3.2. Antioxydants exogènes ou nutritionnels.....	16

Partie expérimentales

I. Matériel et méthodes	18
I.1. Collecte.....	18
I.2. Extraction de jus d'Aloe Vera et de la figue de barbarie.....	18
I.3. Préparation des poudres d'Aloe Vera et des raquettes de figue de barbarie	21

I.4. Préparation des Extraits	23
I.4.1. Préparation des extraits éthanoliques des gels	23
I.4.2. Préparation des extraits acétoniques des poudres	23
I.5. Dosage des substances bioactives	23
I.5.1. Polyphénols totaux	23
I.5.2. Flavonoïdes totaux	24
I.6. Evaluation du potentiel antioxydant	25
I.6.1. Pouvoir réducteur	25
I.6.2. Activité anti-radicalaire (DPPH).....	25
I.7. Analyse statistique.....	26
II. Résultats et discussion	27
II.1. Dosage des substances bioactives	27
II.1.1. Polyphénols totaux	27
II.1.2. Les flavonoïdes totaux.....	28
II.2. Evaluation de l'activité antioxydantes	29
II.2.1. Activité Anti-DPPH.....	29
II.2.2. Pouvoir réducteur	31
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Références bibliographiques	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures

Figure 1 : Coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera	4
Figure 2 : Photographie de la fleur d'Aloe vera.....	5
Figure 3 : Aspect général d'opuntia ficus indica. (Schweizer, 1997)	9
Figure 4 : Origine et équilibre oxydant /antioxydant (Jolivel , 2013)	15
Figure 5 : Carte géographique qui illustre la zone de l'échantillonnage récolté.....	18
Figure 6 : Figures présentent le prélèvement des échantillons	19
Figure 7 : lavage des échantillons prélevés	19
Figure 8 : Découpage des échantillons	20
Figure 9 : l'obtention du gel d'Aloe vera et de la figue de barbarie.....	20
Figure 10 : Récupération des gels d'Aloe vera et de la figue de barbarie	20
Figure 11: Photographie du mixeur électrique /jus de la figue de barbarie /jus d'Aloe vera. ..	21
Figure 12: Photographies des échantillons coupés	21
Figure 13: Photographie du micro-onde /Aloe vera /raquettes de figue de barbarie.....	22
Figure 14: Photographie du broyeur électrique et du tamiseur manuel(250 µm).....	22
Figure 15: Photographies des poudres obtenues après séchage par micro-onde, broyage et tamisage	22
Figure 16: Photographie des étapes de préparation des extraits éthanoliques pour le jus.....	23
Figure 17: Etapes de préparation des extraits phénoliques pour les poudres.....	23
Figure 18: Teneur en polyphénols totaux des échantillons séchés.....	27
Figure 19: Teneur en polyphénols totaux du gel des échantillons testés.....	28
Figure 20:Teneur en flavonoides dans les échantillons séchés analysés en mg/g.....	28
Figure 21: Teneur en flavonoides dans le gel des échantillons analysés en mg/g.....	29
Figure 22: Activité anti-DPPH d'Aloe vera et du figuier de barbarie séchés.....	30
Figure 23: Activité anti -DPPH du gel d'Aloe vera et de la figue de barbarie.	30
Figure 24: Pouvoir réducteur d'Aloe vera et du figuier en mg EAA/g d'échantillon	31
Figure 25: pouvoir réducteur du gel des échantillons en mg EAA/g d'échantillons.	31

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques morphologiques d' <i>Opuntia ficus indica</i>	10
Tableau II: Composition des raquettes d' <i>Opuntia</i> (Ministère de l'agriculture, 2009).....	11
Tableau III: Utilisations de la figue de Barbarie (Inglesse <i>et al</i> .1995).....	12

Liste des abréviations

μL : Microlitre

μm : Micromètre

ADN : Acide Désoxyribonucléique

C° : Celcius

CAT : Les Catalases

Cu : Cuivre

Cys : Cystéine

EAA : Equivalent Acide Ascorbique

EAG : Equivalent Acide Gallique

Fe : Fer

g : Gramme

Glu : Glutamate

Gly : Glycine

Gpx : Glutathion Peroxydase

GR : Glutathions Réductases

GSSG : Disulfure De Glutathion

H₂O : Molécule D'eau

H₂O₂ : Le Peroxyde D'hydrogène

HOCl : L'acide Hypochloreux

mg : Milligramme

min : Minute

ml : Millilitre

Mn : Manganèse

MS : Matière Sèche

NADP : Le Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate

nm : Nanomètre

O₂ : L'oxygène

PT : Poly Phénols Totaux

QE : Equivalent Quercétine

RNS : Reactive Nitrogen Species

RONs : Reactive Oxygen And Nitrogen Species

ROS : Espèces Réactives De L'oxygène

Se : Sélénium

SOD : Superoxydes Dismutases

tpm : Tour Par Minute

W : Watt

Zn : Zinc

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier le potentiel antioxydant des feuilles d'Aloe vera (**barbadensis Miller**) et des raquettes de la figue de barbarie (*Opuntia ficus indica*) de la région de BBA. Pour cela, la détermination de la teneur des polyphénols et flavonoïdes totaux, l'activité anti radicalaire et le pouvoir réducteur ont été réalisés. On a utilisé le gel et la poudre des deux plantes. Les résultats ont montré que les deux plantes étudiées présentent des concentrations variables de composés phénoliques et en composés flavonoïdiques dans l'ordre suivant : figue de barbarie \geq Aloe vera. et dans la poudre plus que le gel. Le pouvoir antioxydant de ces plantes a été évalué in vitro par deux tests complémentaires le pouvoir réducteur et l'activité anti radicalaire au DPPH, les résultats obtenues ont montrés là aussi que le potentiel antioxydant évolue quasiment de la même façon que les teneurs en poly phénols et en flavonoïdes. Il ressort de cette étude que l'Aloe vera et la figue de Barbarie présentent des propriétés antioxydantes promoteuses pouvant trouvées de nombreuses applications dans différents domaines.

Mots clés : aloe vera, figue de barbarie , composés phénoliques, activité antioxydants, pouvoir réducteur, DPPH.

Abstract

The objective of this work is to study the antioxydant potential of the sheets of Aloe vera (*barbadensis Miller*) and of the rackets of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) of the area of BBA. For that, the determination of the content of total polyphenols and flavonoïdes, the ridicalizing anti activity and the reduction were carried out. The freezing and the powder of the two plants were used. The results showed that the two studied plants present variable concentrations of phenolic compounds and in compounds flavonoidic in the following order: prickly pear \geq Aloe vera. et in the powder more than freezing. The antioxydant power of these plants was evaluated in vitro by two test complementary the reduction and the ridicalizing anti activity with the DPPH, the results obtained showed there too that the antioxydant potential evolves almost in the same way that the contents of poly phenols and flavonoïdes. It comes out from this study that the Aloe vera and the prickly pear present promoteuses antioxydant properties being able found many applications in various fields.

Keywords: Aloe vera, prickly pear, compounds phenolic, antioxydants activity, reduction, DPPH.

المخلص

الهدف من هذا العمل هو دراسة كمية مضادات الأوكسدة لأوراق الصبار (**barbadensis Miller**) و سيقان التين الشوكي (**Opuntia ficus indica**) لمنطقة مجانة ولاية برج بوعرييج. لذلك تم تحديد محتوى متعدد الفينول و الفلافونويد DPPH و القوة الارجاعية . استعملنا هلام و مسحوق كلا النباتين . و أظهرت النتائج ان النباتين المدروسين لديهما تراكيز متباينة من المركبات الفينولية و مركبات الفلافونويد بالترتيب التالي التين الشوكي \leq الصبار و في المسحوق اكثر من الهلام . و قد تم تقييم القوة المضادة للأوكسدة لهذه النباتات مخبريا من خلال اختبارين تكمليين اختبار القدرة الارجاعية و نشاط الجذور الحرة المضادة ل DPPH، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها مرة أخرى أن تغيير مضادات الأوكسدة يوازي طردا تغييرات متعدد الفينول و الفلافونويد تبين هذه الدراسة أن الصبار التين الشوكي لهما خصائص مضادة للأوكسدة يمكن إيجادها في العديد من التطبيقات.

كلمات البحث : الصبار، التين الشوكي، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأوكسدة، القدرة الارجاعية، DPPH.

Introduction

Pendant longtemps, les plantes médicinales ont été une source inépuisable de médicaments pour les tradipraticiens pour guérir certaines pathologies souvent mortelles sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques.

le recours aux plantes médicinales pour se guérir a pris naissance depuis bien longtemps en médecine traditionnelle grecque, romaine, indienne, chinoise et arabo-musulman (**Hmamouchi., 2012**). Le nombre de produits naturels, de médicaments à base de plantes ou de substances végétales ne cesse de nous fournir de nombreux principes actifs à partir de plantes (**Ali et al., 2008**). Jusqu'à présent, sur les 300000 espèces végétales recensées, on estime que seules 15% d'entre elles ont été étudiées sur le plan phytochimique, dont 6% pour leurs activités biologiques ce qui fait des plantes un réservoir de molécules bioactives encore peu exploré.

Les antioxydants d'origines naturelle ont fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques concernant leurs effets biologiques à l'égard du stress oxydatif à l'origine du vieillissement et du déclenchement et de la progression de plusieurs pathologies tels que le cancer, le diabète, l'athérosclérose, les accidents cardiovasculaires, l'ostéoporose, les maladies inflammatoires, et les maladies neurodégénératives...(**DeMarchi et al., 2013 ;Jones,2013**). Beaucoup de ces recherches ont été consacrées aux composés bioactifs notamment les polyphénols qui agissent contre les espèces réactives de l'oxygène (ERO) (molécules pro-oxydantes très réactives qui causent des dommages cellulaires graves). Ces métabolites trouvent aujourd'hui des applications dans de nombreux domaines tels que l'industrie alimentaire, cosmétique, et pharmaceutique.

Le figuier de barbarie est un remède naturel qui s'avère efficace pour lutter contre le cholestérol, le diabète du type II, l'adénome prostatique, brulure, les ulcères gastroduodénaux, et même certain type de cancer dont il ralentirait leur progression. Le figuier de barbarie est aussi une plante médicinale employé dans le traitement de l'obésité.

L'Aloe vera est la dernière folie de santé et de beauté, Reconnue scientifiquement comme la plante médicinale des plus puissantes, son gel est utilisé en phytothérapie en naturopathie, en dermatologie et en cosmétologie. L'Aloe vera est reconnu pour traiter de nombreuses conditions, et peut être utilisé autant en usage externe que par voie orale comme supplément alimentaire.

L'objectif du présent travail vise à évaluer le potentiel antioxydant attribuable aux substances antioxydantes de l'Aloe vera et de cladode de figuier de barbarie de la région de Medjana (Bordj Bou Arréridj).

Deux parties composent ce mémoire :

La première partie renferme trois chapitres dont les deux premiers concernent une recherche bibliographique consacrée aux généralités sur les deux plantes (Aloe vera et figuier de barbarie). Quant au troisième chapitre, il présente le stress oxydatif ainsi que le rôle des antioxydants naturels.

La deuxième partie, elle-même, composée de deux chapitres dont le premier est une présentation du matériel végétal et des techniques utilisées pour répondre à nos objectifs, alors que le deuxième présente les résultats générés ainsi que leur discussion. Enfin, l'ensemble est terminé par une conclusion et perspectives.

Partie bibliographique

I . Aloe Vera

I.1.Etymologie

On pense aujourd'hui que le mot « aloès » est dérivé d'un ancien mot arabe « alloeh », qui signifie « substance amère qui brille », tandis que « vera » est le mot latin pour « vrai », parce que depuis la nuit des temps, cette espèce a été considérée comme la plus efficace en termes d'utilisation thérapeutique et médicale générales.

L'Aloe vera (L.) Burm, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'Aloe barbadensis Miller ou Aloe vulgaris Lamark (**Barcroft., 1998**). Aujourd'hui, la classification botanique officielle a retenu le nom d'Aloe barbadensis Miller, mais Aloe vera reste l'appellation courante, que nous adopterons tout au long du mémoire.

Aujourd'hui, de nombreux noms vernaculaires sont attribués à l'Aloe vera : Aloès, vrai aloès, aloès des Barbades, aloès vulgaire, lys du désert, médecin du ciel, plante médecin, plante qui guérit, plante miracle, plante des premiers soins, plante des brûlures, remède d'harmonie, docteur végétal, docteur vert , docteur aloès, docteur en pot, guérisseur silencieux, fontaine de jouvence, élixir de longue vie, bâton du ciel, cadeau de vénus, plante de l'immortalité, plante qui guérit tout (**Ernst.,2005**).

Cette multitude de surnoms montre que l'Aloe vera est une plante reconnue comme possédant de nombreuses vertus thérapeutiques.

I.2.Classification

Selon la Classification de **Cronquist (1981)**

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Sous-classe : Liliidae

Ordre : Liliales

Famille : Aloeaceae

Genre : *Aloe*

Espèce : *vera*

I.3.Description Botanique

- Aspect général

En raison des crêtes épineuses qui protègent la feuille souple, l'Aloe vera est souvent prise pour un cactus. C'est en fait une plante vivace succulente, arborescente, d'environ 1m de hauteur, aux racines courtes et peu profondes.

- Feuilles

Sur la tige robuste, très courte et ligneuse, se dressent des feuilles vertes de plus de 80cm, charnues, à cuticule épaisse et bords épineux, disposées en rosette (Bouliard., 2001). La forme caractéristique des feuilles a valu à la plante le surnom de « langue de crocodile », sans nul doute une particularité idiomatique de la région du monde où elle s'est fait le plus connaître.

La coupe transversale de la feuille permet de distinguer successivement, en allant de l'extérieur vers l'intérieur : une cuticule, une couche épidermique chlorophyllienne ; un derme cellulosique dans lequel circule une sève rouge brunâtre, substance très amère ; et enfin, au centre, la pulpe proprement dite, parenchyme mucilagineux incolore très épais (Figure 1), qui contient le fameux gel, partie la plus riche et la plus active de la plante contenant les nombreuses substances thérapeutiques(vitamines, acides aminés, minéraux, oligo-éléments, sucres, enzymes,...) que nous décrirons plus loin.

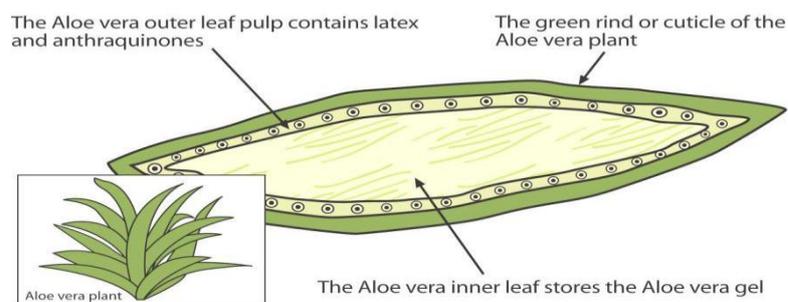


Figure 1 : Coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera

A l'heure actuelle, seule la feuille est utilisée, les autres parties telles que les racines et les fleurs ne présentent pas d'intérêt médical.

- Inflorescence

L'inflorescence de l'Aloe vera est une grappe dressée qui peut atteindre un mètre de long et comporte de nombreuses fleurs entourées de bractées jaune-rougeâtres (Figure 2).

Le périanthe charnu, d'un jaune orangé, comporte six pièces de 2,5 cm de long, soudées en tube à la base.

Il y a six étamines un peu plus longues que le périanthe, entourant l'ovaire libre à trois loges qui donne une capsule loculicide (se dit de l'ouverture d'une capsule par la rupture longitudinale de la nervure médiane des carpelles), renfermant de nombreuses graines à albumen charnu.

Les graines, d'environ 7mm, sont brunes foncées, ailées



Figure 2 : Photographie de la fleur d'Aloe vera

I.4.Composition chimique

Le suc et le gel qui sont contenus dans la feuille d'Aloe vera ont un aspect et des compositions chimiques différentes. Les composants contenus dans la feuille sont :

- Polysaccharides (acémannane, glucomannane) sont l'un des composants les plus intéressants de l'Aloe Vera car la plus grande partie de ses propriétés bienfaisantes en sont issues.
- Vitamines A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, E, Choline, Acide Folique, Inositol.
- Minéraux : Aluminium, Calcium, Cuivre, Fer, Magnésium, Manganèse, Potassium, Sodium, Zinc.
- Enzymes : Alinase, Amylase, Bradykinase, Carboxypeptidase, Catalase, Cellulase, Glucose, Oxidase, Lipase, Malic, Dehydrogénase, Protéase.

- Acides aminés : L'Aloe Vera contient 20 des 22 acides aminés nécessaires à la fabrication des protéines. Il contient notamment la totalité des 9 acides aminés essentiels que l'organisme ne sait pas synthétiser dont : Alanine, Arginine, Asparagine, Acide Aspartique, Cystéine, Cystine, Acide Glutamique, Glutamine, Glycine, Glycocolle, Histidine, Isoleucine,
- Leucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Proline, Serine, Thréonine, Tyrosine, Tryptophane, Valine.
- Substances antiseptiques : soufre, phénols, lupéol, anthraquinones.
- Substances antalgiques : lupéol, magnésium, acide salicylique.
- Substances anti-inflammatoires : acides gras, bradykinase, gibbérellines.

I.5. Culture

- Ecologie

L'Aloe vera pousse généralement dans les régions semi-arides et n'apprécie pas les conditions extrêmes telles qu'une humidité excessive ou des températures trop élevées. Il préfère des sols sableux ou limoneux, bien drainés, et peut pousser dans des sols pauvres en éléments nutritifs, mais il prospère sur les sols riches. Il peut très bien survivre à la sécheresse, mais n'est pas très résistant au gel. Il survivra malgré tout à une température de 3°C, avec peu de dégâts. Les jeunes plantes apprécieront la mi-ombre alors que les plantes plus âgées aimeront une exposition complète au soleil.

Durant les mois d'hiver en régions subtropicales, la plante entre en dormance et utilise très peu d'eau.

- Multiplication et plantation

Pour la culture, la multiplication végétative est préférée aux graines, en raison de la levée médiocre des semis et de la croissance plus rapide des rejets. Un déficit hydrique peut entraîner une diminution de la formation des rejets. Ceux-ci peuvent être coupés sur la plante-mère quand ils atteignent 15-20 cm de long, et peuvent être cultivés en pépinière la première année.

La micro propagation par culture in vitro de méristèmes végétatifs ainsi que la régénération in vitro d'explants de base des feuilles sont possibles.

- Maladies et ravageurs

L'Aloe vera a peu de ravageurs du fait que son épiderme coriace lui confère une excellente résistance. De plus, les anthraquinones amères contenues dans la couche extérieure des feuilles rendraient la plante peu attrayante.

En Afrique, aucune maladie importante ne menace l'Aloe vera. En Inde, *Alternaria alternata* et *Fusarium solani*, qui sont des champignons, provoquent des taches foliaires. Dans l'île d'Aruba (située dans la mer des Antilles), on peut observer une anthracnose, maladie cryptogamique provoquée par *Erwinia chrysanthemi*.

I.6. Intérêts et utilisation d'Aloe vera

• Les différentes présentations de l'Aloe vera

- **Aloe Vera - jus** : on extrait le jus de la pulpe de l'Aloe vera car la surface externe est très irritante. C'est la présentation la plus fréquemment utilisée.
- **Aloe Vera Gel** : l'Aloe Vera est utilisé dans l'élaboration de gels à usage corporel. C'est une forme bien adaptée à l'usage quotidien.
- **Aloe Vera - crème** : l'industrie du cosmétique naturel se sert des vertus de l'Aloe vera pour élaborer des crèmes de soin, pour le visage et le corps.
- **Aloe Vera- poudre** : on utilise 100 à 500 mg par dose, sous forme de gélules, comme purgatif pour les constipations résistantes, et pour stimuler le flux biliaire.

• Bienfait et vertus

L'Aloe vera est la dernière folie de santé et de beauté. Reconnue scientifiquement comme la plante médicinale des plus puissantes, son gel est utilisé en phytothérapie en naturopathie, en dermatologie et en cosmétologie. Aloe vera est reconnu pour traiter de nombreuses conditions, et peut être utilisé autant en usage externe que par voie orale comme supplément alimentaire. En voici quelques-unes de ses vertus exceptionnelles:

➤ **Anti-rides**

Son action pour embellir la peau est prouvée à ce jour. En accélérant le renouvellement cellulaire, l'Aloe vera limite l'apparition des rides. Un usage régulier permettrait de favoriser la beauté de la peau et de lutter contre les signes de l'âge. Simplement dit, l'Aloe vera fonctionne de l'intérieur autant qu'à l'extérieur pour aider à réduire les rides et prévenir les nouvelles d'apparaître, voilà pourquoi L'Aloe Vera est la plante ultime anti-vieillesse.

➤ **Anti-inflammatoires**

L'Aloès est particulièrement reconnu pour ses fonctions anti-inflammatoires qui contient de nombreuses composées capable d'inhiber ou ralentir les phénomènes inflammatoires en agissant sur différents mécanismes. L'alprogène, Les stéroïdes ou les 5-méthylchromones sont autant de composés responsables des effets anti-inflammatoires. L'Aloe vera a exercé une activité anti-inflammatoire prouvée par des essais cliniques, relativement importants comparativement à des composés anti-inflammatoires de référence.

➤ **Hydratant**

Le pouvoir hydratant du gel d'Aloe vera est dû principalement au mélange de l'eau et des composants polysaccharidiques. Cela crée une gelée consistante qui maintient l'eau au sein du mélange et minimise l'évaporation, fournissant un environnement humide important quant il est appliqué sur des tissus desséchés.

➤ **Cicatrisant**

Grâce à ses qualités cicatrisantes, l'Aloe vera procure un effet rafraîchissant immédiat et peut aider à recréer du tissu cutané. Une vertu utile pour réparer les épidermes abîmés ou entretenir une peau saine. Le gel d'Aloe vera est capable de stimuler l'angiogenèse, stimuler l'activation macrophagique conduisant à l'augmentation de la libération des facteurs de croissance et de cytokines qui favorise la prolifération cellulaire, ainsi que d'agir sur la constitution et renouvellement du processus de cicatrisation.

➤ **Antioxydant**

L'Aloe vera possède un pouvoir antioxydant qui s'exerce soit de façon directe en piégeant les radicaux libres, soit de façon indirecte, en augmentant les niveaux des enzymes antioxydants. Les dérivées anthraquinoniques et les composés polysaccharides du gel semblent être responsables de l'activité antioxydant.

➤ **Antiulcèreux**

De par ses propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes, son pouvoir antihistaminique, sa capacité à augmenter la sécrétion de mucus et à réduire la sécrétion d'acide, l'aloevera démontre qu'il peut être agent antiulcèreux très puissant.

➤ **Cholesterol**

Plusieurs études montrent la capacité de l'Aloe vera à réduire la glycémie et le taux d'hémoglobines glyquées. Les extraits du gel démontrent également leur capacité à réguler le

métabolisme du cholestérol en diminuant la cholestérolémie totale et le taux de LDL, et augmentant le taux de HDL.

II. Figue de barbarie

Le Nopal est le nom mexicain, d'origine aztèque du Figuier de Barbarie. C'est une plante grasse, originale et très utile, caractérisée par des tiges en forme de raquettes épaisses, elliptiques, surmontées au printemps de belles fleurs de couleur jaune vif, auxquelles succèdent des fruits ovoïdes vert jaunâtre, parfois teintés de rouge. Ils contiennent une pulpe sucrée, rougeâtre, verdâtre ou jaunâtre parsemée de nombreuses petites graines. Son fruit est cueilli de fin juillet à septembre, se consomme pelé, et sa pulpe, de couleur corail ou rouge, apparait pleine de petits pépins sombres (**Figure 3**).

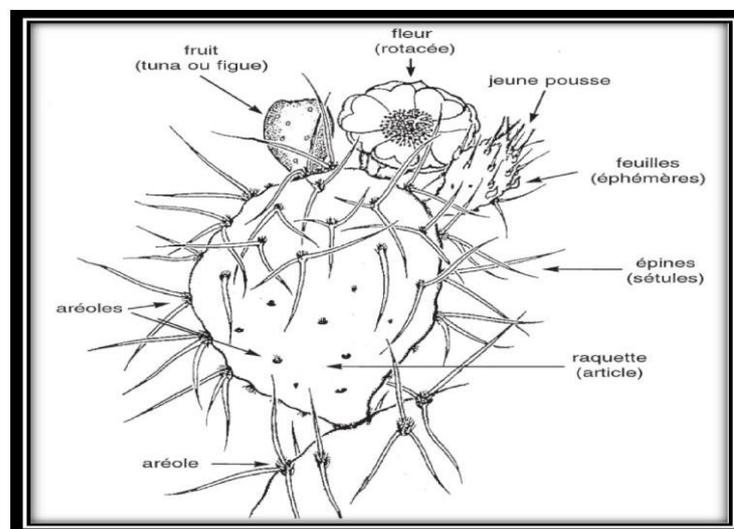


Figure 3 : Aspect général d'*Opuntia ficus indica*.
(Schweizer., 1997)

II.1. Etymologie

Plusieurs noms sont attribués au figuier de barbarie afin de donner une parfaite présentation de cette plante :

- Nom scientifique : *Opuntia ficus indica*
- Nom berbère : El hendi, sabara, karmoussnsarra
- Nom français : Figuier de barbarie, le nopal, figuier d'inde
- Nom anglais : Pricklypear

Il est appelé aussi, Cactus-raquette, oponce, figue de chrétien.

II.2. Classification

La position systématique du figuier de barbarie est la suivante (Wallace *et al.*,1997)

Règne : Plantae

Embranchement : Phanérogames

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Caryophyllidae

Ordre : Opuntiales

Famille : Cactaceae

Genre : *Opuntia*

Espèce : *Opuntia ficus indica*(L.)

II.3. Description Botanique

Les caractéristiques morphologiques d'*Opuntia ficus indica* sont présentées dans le **tableau I**.

Tableau I : Caractéristiques morphologiques d'*Opuntia ficus indica*.

Compartiments	Descriptions	Photographies
Branches (appelées cladodes ou raquettes)	Forme elliptique ou ovoidale, camées et de couleur verte ayant une longueur de 30 à 50cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3 cm	
Epines	Sont blanchâtres, clérifiées, solidement implantées et longues (de 1 à 2 cm)	
Fleurs	Hermaphrodites avec une corolle de couleur jaune ou orange, apparaissent sur le dessus des raquettes larges de 4 à 10 cm	
Fruits	Présents sous la forme d'une grosse baie ovoïde et charnue, dont la peau vert jaunâtre est, elle aussi, ornée de piquants	

II.4.Figuier de barbarie en Algérie

Le figuier de Barbarie est l'exemple typique d'espèce parfaitement convenable pour la mise en valeur des zones arides et semi-arides. Sa culture est peu exigeante en investissements et le revenu qu'elle peut générer est important.

Les espèces de cactus les plus largement répandues dans les pays du Maghreb, sont *Opuntia dillenii*, *Opuntia vulgaris*, *Opuntia compressa* et *Opuntia ficus indica*. Cette dernière est la principale espèce qui produit les fruits comestibles (Arba *et al.*, 2000). Deux formes d'*Opuntia ficus indica* poussent dans plusieurs steppes Algériennes étudiées par Chaouche et Abdul-Hussain (2008): une inerme et une épineuse.

-Les formes inermes présentent des différences au niveau de leurs pores, de la couleur du fruit et de la période de fructification. Les dimensions et le poids du fruit est influencés par la période sèche et par la période de précipitation.

-Les formes épineuses font partie de trois étages bioclimatiques différents et elles diffèrent entre elles par la couleur de la chaire et par la présence des épines (Su et Zhao., 2003).

II.5.Composition chimique des raquettes

Tableau II : Composition des raquettes d'Opuntia (Ministère de l'agriculture., 2009).

Caractéristique	Valeur en % de matière sèche
Cellulose	15
Amidon	12
Matières azotées totales	5-7
Matières grasses	2
Cendres	16-18
Oxalates	13
Calcium	2-4
Phosphore	0.2

II.6. Intérêts et utilisations de figuier de barbarie

Sur le plan environnemental le Nopal, depuis les racines jusqu'à ses épines, appartient aux plantes les plus utilisées dans différents domaines notamment en médecine traditionnelle.

Tableau III : Utilisations de la figue de Barbarie (*Inglesse et al . ,1995*)

Aires commerciales	Usages spécifiques
Production alimentaire	Fruits, Nopalitos, jus de fruits, extraction l'huile des graines
Production d'énergie	Alcool, biomasse fraîche.
Aliment de bétail	Fourrage, déchets de fruits.
Usage médical	Fleurs pour les diurétiques, cladodes pour diabète, mucilages.
Usage agronomique	Fixation du sol, source d'eau complémentaire, brise-vent
Colorants	Bétalanines dans les fruits, acide carminique

III. Notion de stress oxydatif et de l'activité antioxydante

II.1. Stress oxydant

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre entre les processus biochimiques de production des espèces réactives de l'oxygène et de l'azote (reactiveoxygenspecies: ROS and réactive nitrogenspecies: RNS) et les mécanismes antioxydants responsables de contrôle et neutralisation de leurs effets toxiques (Yoshikawa et Naito., 2000; Powers *et al.*, 2010). Ce déséquilibre peut se produire quand le système de défense antioxydant est surmené par l'augmentation des oxydants ou lorsque les défenses sont affaiblies par une carence d'apport et/ou de production d'antioxydants (Kirschvink *et al.*, 2008). L'équilibre ou homéostasie redox est perturbé et les cellules deviennent vulnérables aux attaques oxydantes par les ROS (Mac Laren., 2007).

II.2. Radicaux libres et espèces oxygénées réactives

Les radicaux libres sont définis comme des molécules ayant un électron non apparié, ce qui leur confère une grande instabilité et une forte réactivité (Gilbert, 2000). Les radicaux libres d'oxygène sont le superoxyde, hydroxyle, peroxyde (RO_2^\bullet), alcoxy (RO^\bullet) et hydroperoxyde (HO_2^\bullet). L'oxyde nitrique et le dioxyde d'azote (NO_2^\bullet) sont deux radicaux libres de l'azote. Les radicaux libres d'oxygène et d'azote peuvent être convertis en d'autres espèces réactives non radicalaires, comme le peroxyde d'hydrogène, l'acide hypochloreux (HOCl), l'acide hypobromeux (HOBr) et le peroxyde nitrite (ONOO^-). Les ROS, RNS et les espèces réactives du chlore sont produites chez les animaux et chez l'homme sous des conditions physiologiques et pathologiques. Ainsi, les ROS et RNS comprennent des espèces radicalaires et non-radicales (Fang *et al.*, 2002). Si un radical rencontre un non radical, un nouveau radical sera formé ($\text{A}^\bullet + \text{B} \rightarrow \text{A} + \text{B}^\bullet$) et sera à l'origine d'une chaîne qui continuera jusqu'à ce que le radical rencontre un autre radical ou un antioxydant (Mac Laren., 2007).

Les espèces oxygénées actives également désignées dérivés réactifs de l'oxygène peuvent être définies comme des molécules qui contiennent de l'oxygène et sont plus réactives que l'oxygène présent dans l'air. Les ROS incluent les RL et des composés réactifs oxydants non radicalaires comme le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'acide hypochloreux (HOCl), l'oxygène singulet et l'ozone (Gardès-Albert *et al.*, 2003).

Plus récemment les espèces azotées réactives (RNS) ont été définies comme un sous-groupe d'oxydants dérivés de l'oxyde nitrique ou monoxyde d'azote. Ceci a poussé certains auteurs à parler de RONS (ReactiveOxygen and NitrogenSpecies) au lieu de ROS pour désigner l'ensemble des espèces réactives oxydantes radicalaires ou non radicalaires. Les principales RONS peuvent être produites par le métabolisme cellulaire normal et/ou pathologique, ou par exposition environnementale (**Bloomer *et al.*, 2008; Venkataraman *et al.*, 2013**).

II.3. Antioxydants

Les antioxydants sont des protecteurs chimiques qui contiennent du phénol monohydroxylé / polyhydroxy, ils vont s'opposer aux phénomènes de stress oxydant en réagissant avec les radicaux libres impliqués dans ces processus (**German., 1999**). Les électrons des radicaux libres sont stabilisés et donc, l'oxydation est ralentie. Toutefois, cette condition n'est pas suffisante, il faut en outre que l'antioxydant soit régénéré *in vivo* de manière à jouer plusieurs fois son rôle (**Gardès-Albert *et al.*, 2003**). Les cellules contiennent de nombreux systèmes antioxydants. La prévention des excès des ROS et la réparation des dommages cellulaires sont essentielles pour la vie de la cellule (**Gutteridge et Halliwell, 1994**). Les antioxydants sont donc des agents qui réagissent facilement avec les substances oxydantes pour les inactiver et les éliminer, ou diminuer leur production. Ils sont fonction des apports alimentaires (vitamines, sels minéraux, flavonoïdes,...) qui fournissent des antioxydants exogènes et de la production par l'organisme d'antioxydants endogènes (enzymes, protéines, bilirubine, acide urique,...).

Les antioxydants sont divisés en 3 catégories, tel que décrit par **Gutteridge et Halliwell (1994)**: (1) les antioxydants primaires impliqués dans la prévention la formation des oxydants, (2) les antioxydants secondaires ou scavengers des ROS et (3) les antioxydants tertiaires qui réparent les molécules oxydées. Selon leur solubilité, les antioxydants sont subdivisés en deux groupes: hydrophobes ou hydrophiles (**Kibanova *et al.*, 2009**). Les hydrophobes sont représentés par les vitamines A et E, les flavonoïdes, l'ubiquinol(Coenzyme Q10), la bilirubine, la mélatonine, qui agissent essentiellement sur la protection dans les milieux lipidiques. Les hydrophiles comme les glutathions, l'acide urique, la vitamine C, les thiols, les protéoglycans, l'acide hyaluronique protègent contre l'oxydation des lipides, des protéines, des sucres, et de l'ADN dans les milieux liquides comme le sang, les liquides interstitiels et le cytosol (**Noori., 2012**). La figure 4 résume les origines des oxydants et antioxydants et les effets néfastes qui résultent du déséquilibre en faveur des oxydants.

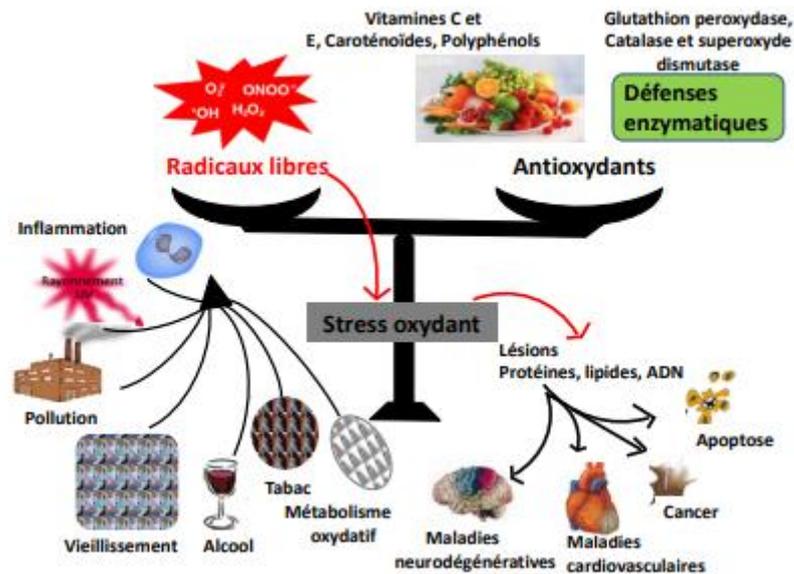


Figure 4 : Origine et équilibre oxydant /antioxydant (Jolivel ., 2013)

II.3.1. Antioxydants endogènes

a) Les antioxydants endogènes enzymatiques

Des enzymes comme les superoxydesdismutases (SOD), les catalases (CAT), les glutathions peroxydases (Gpx), supportés par l'action des enzymes glutathions réductases (GR) et les glucose-6-phosphate déshydrogénases, font partie du système endogène de défense contre les ROS (Noori, 2012). La SOD décompose 2 molécules de superoxyde en O_2 et peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) moins toxiques. Le H_2O_2 sera à son tour transformé en O_2 et H_2O par la catalase, ou en H_2O par la glutathion peroxydase avec l'aide du glutathion réduit (GSH). Le glutathion réduit le plus performant des protecteurs endogènes, sert de substrat à la Gpx pour former du glutathion oxydé (GSSG) et un oxydant désactivé par réduction. Avec l'aide d'une glutathion réductase et de $NADPH + H^+$, le GSH sera régénéré à partir du GSSG. En plus de leur capacité d'éliminer directement les ROS, les enzymes antioxydantes participent à la régulation du stress oxydant (Sayre *et al.*, 2008). L'activité des enzymes antioxydants dépend de cofacteurs minéraux comme Zn, Cu, Mn, Se et Fe qui alors sont qualifiés d'antioxydants non enzymatiques indirects (Herberg *et al.*, 2004).

La glutathion peroxydase (Gpx) est une enzyme antioxydante du plasma, des fluides extracellulaires et du cytosol, dépendante du Se et dont l'action permet d'éliminer le H_2O_2 . Elle convertit aussi les hydroperoxydes lipidiques en des alcools non toxiques et de ce fait

participe à l'interruption de la chaîne de peroxydation lipidique. L'action des Gpx dépend aussi de la disponibilité en glutathion réduit (GSH), GR et en NADPH, ce qui montre que le système antioxydant endogène agit en interdépendance. La catalase (CAT) enzyme dépendante du Fe, entre en compétition avec la Gpx pour l' H_2O_2 , son utilisation devenant importante quand les quantités d' H_2O_2 sont élevées (Sayre *et al.*, 2008).

b) Les antioxydants endogènes non enzymatiques

Le GSH est un tripeptide (Glu-Cys-Gly), sous l'action de la Gpx il désintoxique les ROS (H_2O_2 , peroxydites, peroxydes lipidiques, ...) en formant du glutathion oxydé (GSSG) composé de deux molécules de GSH (Douriset *et al.*, 2009). Le GSH est un antioxydant protéique ubiquitaire dans le milieu intracellulaire, où il joue un rôle important, de protection des tissus et des protéines transporteuses d'ions redox actifs comme l'hémoglobine, la transferrine, la ferritine, l'albumine. Le GSH est capable de régénérer les vitamines E et C oxydées. Il est détoxifiant hépatique où il se lie aux métaux toxiques (Patrick., 2006).

L'acide urique produit final du métabolisme des purines, augmente dans le plasma lors d'efforts physiques intenses, ou lors d'une exposition à l'hypoxie (Baillie *et al.*, 2007). Il a été proposé comme un des meilleurs antioxydants du plasma, où il contribue à 35-60% de la capacité antioxydante totale (Johnson *et al.*, 2009). L'acide urique peut être oxydé en différents produits dont le prédominant est l'allantoïne qui augmente également dans les muscles en cas d'effort (Hellstenet *et al.*, 2001), puis est régénéré par la vitamine C (Vasconcelos *et al.*, 2007). Les xanthines oxydases produisent des ROS et l'acide urique (Niess *et al.*, 1996).

II.3.2. Antioxydants exogènes ou nutritionnels

- Les Vitamines

La vitamine E est un terme générique pour tous les tocophérols et les tocotriénols, desquels existent 8 dérivatifs et dont l'alfa-tocophérol est le plus abondant (Shils *et al.*, 2006). La vitamine E est liposoluble et le principal antioxydant dans les membranes des cellules, en particulier celles des mitochondries (Traber *et al.*, 2007).

La vitamine A est un nom générique pour les rétinoïdes et les provitamines A ou les caroténoïdes (Wolinsky., 1998). Les rétinoïdes (rétinol, rétinol et acide rétinoïque) sont présents dans les aliments d'origine animale (lait, foie, jaune d'oeuf), alors que les

provitamines A (béta-carotène, lutéines, lycopènes,...) se rencontrent dans de nombreux fruits et légumes. Le β -carotène serait susceptible de diminuer les risques de certains types de cancers (**Krinsky., 1989**). Ces caroténoïdes présentent certains effets bénéfiques sur de nombreuses pathologies dont les maladies cardiovasculaires (**Rao et al., 2007**).

La vitamine C ou acide L-ascorbique est hydrosoluble. Elle joue un rôle de prévention de l'oxydation dans le plasma et les fluides extracellulaires, dont elle est considérée comme le plus important antioxydant (**Koolman et al., 1999**). Elle agit directement sur les ROS (superoxydes, hydroxyle, singulet oxygène, radicaux lipidiques) et indirectement par son action de régénération de la vitamine E et du GSH. Après avoir cédé son électron, elle forme un radical très peu réactif, qui sera ensuite reconverti en vitamine C par une enzyme réductase, qui utilise du GSH (**Fisher-Wellman et al., 2009**).

- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes partagent une origine biosynthétique commune. Ce groupe de composés est en effet défini par une structure générale en C₁₅, caractérisée par un enchaînement Ar-C₃-Ar. Les flavonoïdes, comprennent les flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanes, flavan-3-ols, flavylum, chalcones, auronés et les isoflavonoïdes. Les flavonoïdes sont des polyphénols largement représentés dans le monde végétal. Ils agissent dans les plantes comme : des antioxydants, antimicrobiens, photorécepteurs, attracteurs visuels, répulsifs alimentation De nombreuses études ont suggéré que les flavonoïdes présentent des activités biologiques, y compris la principale propriété initialement reconnue aux flavonoïdes est d'être «veino-actifs», c'est-à-dire capables de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renforcer leur résistance. Des pouvoirs antiallergiques, antivirales, anti-inflammatoires, anti cancer et des actions vasodilatatrices lui sont attribués. Cependant, le plus grand intérêt a été consacré à l'activité antioxydante des flavonoïdes, qui s'exprime par le piégeage direct des espèces réactives de l'oxygène (ROS). La suppression de leur formation par : l'inhibition de quelques enzymes responsables de leur production comme l'histidine-décarboxylase, la xanthine oxydase, la lipooxygénase et la cyclooxygénase, ou par chélation des ions métalliques, impliqués dans leur production et enfin par la protection des systèmes de défense antioxydants de l'organisme (**Hodek et al., 2002**).

Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes

I.1. Collecte

L'échantillonnage des feuilles d'*Aloe vera* et des raquettes de la figue de barbarie a été effectué d'une manière aléatoire dans la région de « Medjana » wilaya de Bordj Bou Arreridj (Figure 5).



Figure 5 : Carte géographique qui illustre la zone de l'échantillonnage récolté.

I.2. Extraction de jus d'*Aloe Vera* et de la figue de barbarie

Triage des échantillons

Choisir des feuilles d'*Aloe vera* et de raquettes de la figue de barbarie épaisse et saines situées vers le bas de la plante (**Figure 6**). Pour retirer la feuille ou la raquette, couper à un angle proche de la base de la plante. Il faut être prudent car la feuille d'*Aloe vera* contient plusieurs hérissés et la raquette contient des épines.



Figure 6 : Figures présentent le prélèvement des échantillons

Lavage des échantillons

Les feuilles d'*Aloe vera* et les raquettes de figue de barbarie ont été rincées abondamment à l'eau courante. . les épines de la raquette sont éliminés au cours du lavage a l'aide d'une brosse (**Figure 7**).



Figure 7 : lavage des échantillons prélevés

On place la feuille d'*Aloe* ou la raquette de figue de barbarie sur une surface plane. On Découpe soigneusement, à l'aide d'un couteau bien aiguisé, la pointe de la feuille d'*Aloe vera* et les épines pointues situer sur les deux côtés.



Figure 8 : Découpage des échantillons.

Obtention du gel des échantillons

On utilise le couteau pour couper la feuille ou la raquette en deux morceaux tout le long de la feuille ou la raquette en tranchant dans le milieu du gel. En tranchant tout au long de la feuille comme un filet, nous constatons peu à peu le gel d'*Aloe vera* et de la figue de barbarie en forme solide et semi-liquide (**Figure 9**). Enfin, récupérer, à l'aide d'une cuillère, le gel visqueux qui apparaît plus comme un gel solide (**Figure 10**).



Figure 9 : L'obtention du gel d'Aloevera et de la figue de barbarie



Figure 10 : Récupération des gels d'*Aloe vera* et de la figue de barbarie

Obtention des jus des échantillons

A l'aide d'un mixeur électrique, mixer le gel sans ajouter de l'eau. Puis le filtrer avec un passoir afin d'obtenir un jus liquide non pulpeux.



Figure 11: Photographie du mixeur électrique /jus de la figue de barbarie /jus d'Aloe vera.

I.3. Préparation des poudres d'*Aloe Vera* et des raquettes de la figue de barbarie**Triage et nettoyage**

Les feuilles d'*Aloe vera* et les raquettes de la figue de barbarie ont été triées, nettoyées et lavées avec de l'eau, puis découpées manuellement en petits morceaux.



.Figure 12 : Photographies des échantillons coupés

Séchage par microonde

Des échantillons ont été séchés par microonde à 850 W. Les essais de séchage (microonde) ont été réalisés en triple.



Figure 13 : Photographie du micro-onde /*Aloe vera* /raquettes de figue de barbarie

Broyage et tamisage

Après obtention d'une masse constante pour les échantillons séchés par micro-onde, les échantillons ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique. Les poudres ainsi obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamiseur manuel, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine de granulométrie de 250 μ m. Après broyage et tamisage, les poudres ont été conservées dans des boîtes en plastiques alimentaires, hermétiquement scellées, à l'abri de la lumière et de l'humidité pour des analyses ultérieures.



Figure 14 : Photographie du broyeur électrique et du tamiseur manuel (250 μ m)

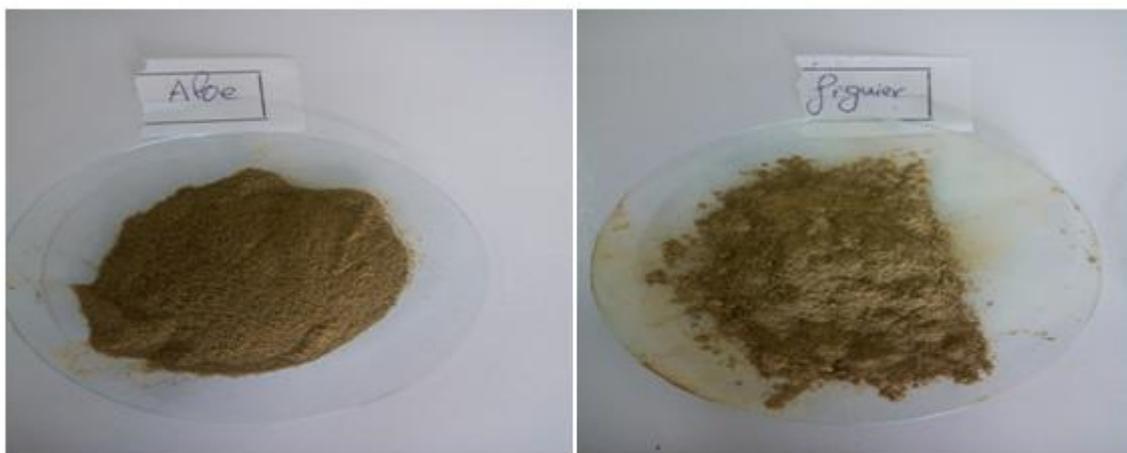


Figure 15 : Photographies des poudres obtenues après séchage par micro-onde, broyage et tamisage .

I.4. Préparation des Extraits

I.4.1. Préparation des extraits éthanoliques des gels

Une quantité de 160 g de jus d'*Aloe vera* ou figue de barbarie est mélangée à un volume de 20 ml éthanol 40% .puis agiter pendant 30 min. Puis centrifuger à 3000 tpm pendant 20 minutes. Récupérer les surnageant et conserver au congélateur jusqu'à utilisation.



Figure 16 : Photographie des étapes de préparation des extraits éthanoliques pour le jus.

I.4.2. Préparation des extraits acétoniques des poudres

Pour l'extraction des composés phénoliques, une quantité de 0,2 g de la poudre de figue est introduite dans un tube à essai, puis 10 ml d'acétone 60% sont ajoutées. Les tubes sont incubés sous agitation dans un bain-marie à température 45°C pendant 100 min. Les extraits sont récupérés après centrifugation à 5000 tpm/10min, puis récupérer les surnageant et conserver au congélateur jusqu'à utilisation.



Figure 17 : Etapes de préparation des extraits phénoliques pour les poudres.

I.5. Dosage des substances bioactives

I.5.1. Polyphénols totaux

Principe

Le dosage des polyphénols totaux repose sur la méthode de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est un réactif composé d'acide phospho-tungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide

phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui se réduisent, dans un milieu basique, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) par les composés phénoliques. L'intensité de la coloration bleue produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait. La méthode de dosage des polyphénols utilisée est celle décrite par (George *et al.*, 2005) et la teneur en polyphénols est déterminée en référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (0,02 à 0,1 mg/ml) (annexe I). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique (EAG) par 100 g MS.

Mode opératoire

La teneur en polyphénols totaux est déterminée selon la méthode décrite par Singleton et Rosi (1965). Un volume de 100 µl d'extrait dilué est mélangé avec 750 µl de réactif de Folin-Ciocalteu (10%) et 750 µl de carbonate de sodium (2%). Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité pendant 15 minutes à 50°C. L'absorbance est mesurée à 760 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par g d'échantillon (mg EAG/g).

I.5.2. Flavonoïdes totaux

Principe

Les flavonoïdes peuvent être dosés en utilisant l'une de leurs propriétés structurales : la chélation des cations métalliques. Dans un milieu contenant des ions Al^{3+} , les flavonoïdes se complexent avec ces cations grâce à leurs groupements hydroxyles (OH), en formant une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans l'extrait.

Mode opératoire

La teneur en flavonoïdes est déterminée selon la méthode de (khenouf *et al.*, 2010) qui consiste à mélanger un volume de l'extrait dilué avec de chlorures d'Aluminium ($AlCl_3$) à 2%. Le mélange est laissé 10 min à l'obscurité, à température ambiante. Après incubation, l'absorbance est mesurée à 430 nm. La concentration en flavonoïdes est déterminée grâce à une courbe d'étalonnage réalisée avec une solution de quercétine. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine par g (mg EQ/g).

I.6. Evaluation du potentiel antioxydant**I.6.1. Pouvoir réducteur***Principe*

Le pouvoir réducteur des extraits a été déterminé en utilisant la méthode basée sur la réduction de ferricyanure de potassium (**Oyaizu., 1986**). La présence des agents réducteurs dans les extraits induit la réduction des ions ferriques (Fe^{+3}) aux ions (ferreux Fe^{+2}), cette réduction est mesurée par l'intensité de couleur verte-bleu qui en résulte. En présence d'un chélateur de fer dans l'extrait, la formation du complexe est diminuée, ce qui indique une bonne activité chélatrice de l'extrait.

Mode opératoire

Le pouvoir réducteur ferrique est évalué selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)**. Un volume de 1ml d'extrait dilué dans l'acétone est additionné à 2,5ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6.6) et 2,5ml de ferricyanure de potassium (1%) après 20 minutes d'incubation à 50 C°, 2,5ml de TCA (Trichlorure acétate) à 10 % est ajouté puis suivie d'une centrifugation pendant 10 minutes à 3000 tpm . Un volume de 2,5 ml du surnageant récupéré est additionné avec 2.5 ml d'eau distillée et 0,5 ml de $FeCl_3$ (0,1%). L'absorbance est lue à 700 nm après 10 minutes d'incubation. Les résultats sont exprimés en mg Acide ascorbique équivalent par g d'échantillon (**mg AAE/G**).

I.6.2. Activité anti-radicalaire (DPPH)*Principe*

L'activité anti-radicalaire des extraits acétoniques de figes a été déterminée en utilisant le radical libre 2,2'-diphényle-1-picrylhydrazyle (DPPH°). En effet, les composés à activité anti-radicalaire piègent le DPPH° en lui cédant un atome d'Hydrogène, ce qui conduit à une décoloration qu'on peut suivre par spectrophotométrie à 517 nm (**Popovici et al. , 2009**).

Mode opératoire

Le protocole décrit par **Brand-Williams et al. (1995)** a été suivi. Un volume de 100 µl de l'extrait acétonique est mélangé avec 1 ml de la solution méthanolique de DPPH° (60 µM). Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est déterminée à 517 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage de réduction du radical DPPH° par rapport à un témoin ne contenant que le solvant d'extraction, selon la formule suivante :

$$\% \text{ réduction DPPH}^\circ = (\text{Abs t} - \text{Abs e}) * 100/\text{Abs t}.$$

Sachant que :

Abs t : absorbance du témoin contenant l'acétone 60%.

Abs e : absorbance de la solution contenant l'échantillon.

I.7. Analyse statistique

Tous les résultats obtenus représentent la moyenne de 3 essais. Après vérification des critères de normalité et d'homogénéité à l'aide des tests de KS et Levene respectivement, nous avons utilisé un test d'ANOVA à un facteur avec un test de comparaison multiple (LSD) afin de faire une comparaison entre l'*Aloe vera* et la figue de barbarie . Toutes les analyses Statistiques sont réalisées à l'aide d'un logiciel SPSS.

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Dosage des substances bioactives

II.1.1. Polyphénols totaux

Les résultats obtenus pour les polyphénols totaux des feuilles d'*Aloe vera* et des raquettes de figue de barbarie, ainsi que leurs gels respectifs sont présentés dans les figures 18 et 19.

D'après ces figures, la teneur en PT du gel et des poudres des feuilles d'*Aloe vera* ainsi que les raquettes de et de la figue de barbarie est de 0,02 ; 1,01 mg EAG/100g et 40,32 ; 60,20mg EAG/100g, respectivement. Les résultats obtenus pour les échantillons séchés sont similaires à ceux obtenus sur les graines entières de la figue de barbarie (variété rouge-jaune) par **Chaalal et al (2013)** qui donnent une teneur de 40,90 mg EAG/ 100 g. Par ailleurs, ces résultats sont dans l'intervalle de ceux trouvés par **Isabelle (2010)** qui a rapporté des teneurs de 60.0 mg/100g pour la figue de barbarie jaune. D'un côté, ces teneurs restent supérieures à celles citées par **Bouzoubaà et al. (2014)** qui sont comprises entre 28,94 et 44,72 mg/100g.

Concernant les cladodes de la Figue de Barbarie, on comparant nos résultats avec ceux des graines trouvés par **Belarbi (2010)** qui sont de l'ordre de 270mg/100g, on déduit que les graines sont plus riches en PT par rapport aux cladodes.

Le test statistique LSD montre que les extraits présentent des différences significatives ($p < 0.05$).

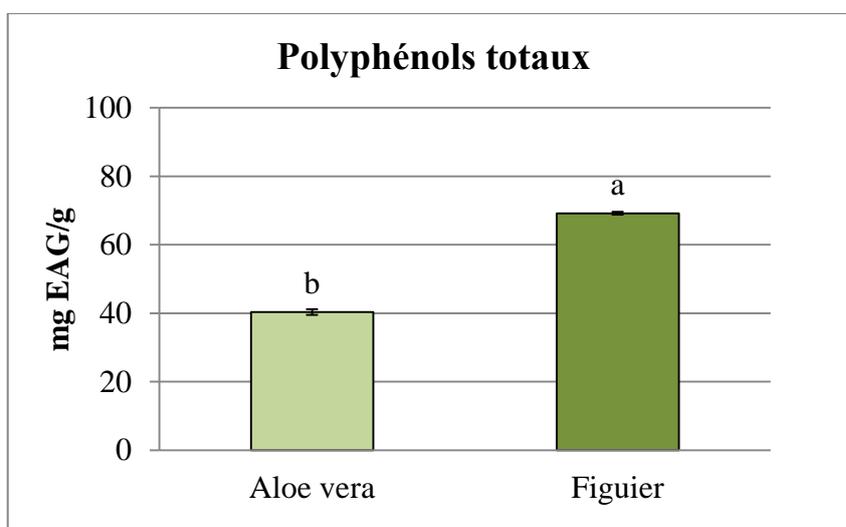


Figure 18 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons séchés.

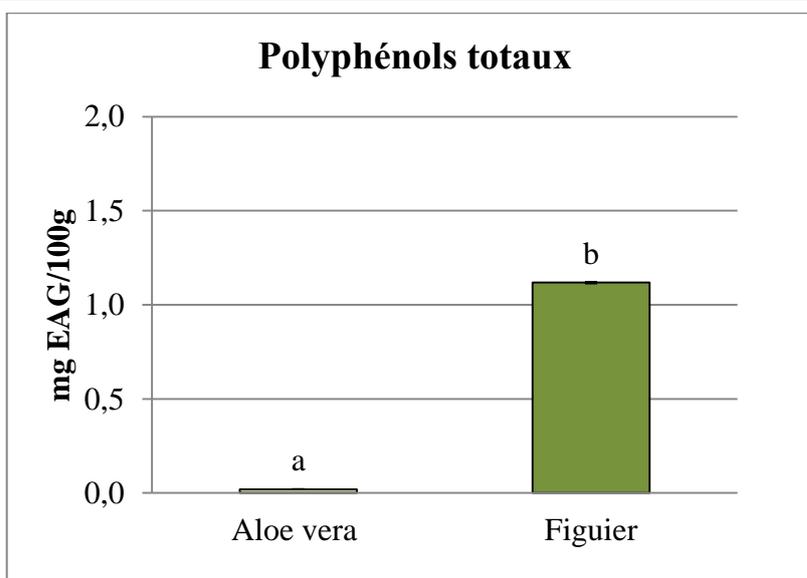


Figure 19 : Teneur en polyphénols totaux du gel des échantillons testés.

II.1.2. Les flavonoïdes totaux

Les résultats obtenus pour les flavonoïdes des feuilles d'*Aloe vera* et des raquettes de figue de barbarie, ainsi que leurs gels respectifs sont présentés dans les figures 20 et 21.

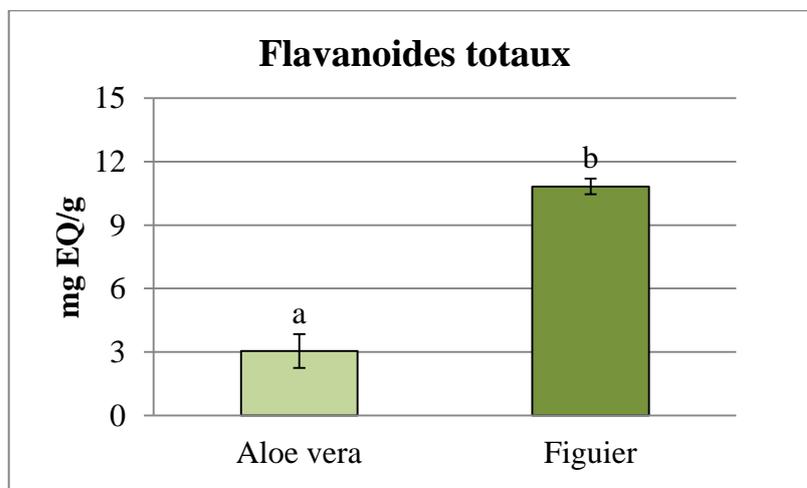


Figure 20 : Teneur en flavanoides dans les échantillons séchés analysés en mg/g.

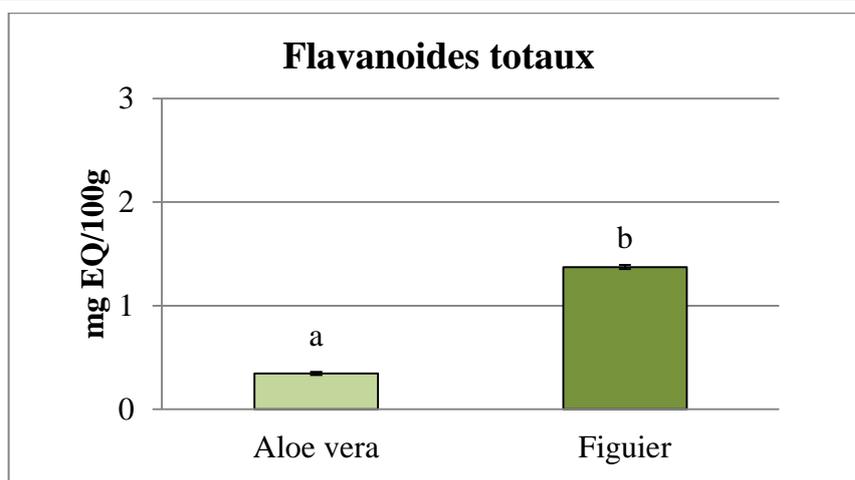


Figure 21: Teneur en flavonoïdes dans le gel des échantillons analysés en mg/100g.

D'après ces figures, la teneur en flavonoïdes du gel et des poudres des feuilles ainsi que les raquettes de l'*Aloe vera* et de la figue de barbarie est de 0,35 et 1,37 mg EQ/100g (**figure 21**) 3,05 et 10,82 EQ/100g (**figure 20**), respectivement.

Les résultats obtenus pour les échantillons séchés sont similaires à ceux obtenus par **chikh-Bled (2011) et Belarbi ,(2010)** qui donnent une teneur de 22,4 mg /100g et 11,8 mg /100g respectivement ; et dans l'intervalle aux résultats donnés par **Chaalal et al(2013)** sur les graines entières et moulues (4,44 mg EQ/100g et 19,19mg EQ /100g) .

Concernant l'*Aloe Vera* les valeurs sont inférieures et pour la figue de barbarie sont supérieures aux résultats donnés par **Bouzoubaà et al., (2014) et Kuti,(2004)** qui sont de l'ordre de $5,02 \pm 0,38$ à $5,25 \pm 0,44$ mg /100 g MF et $4,32 \pm 0,25$ mg /100 g de MF (dans les fruits de la figue de barbarie), respectivement.

Le test statistique LSD montre que les extraits présentent des différences significatives ($p < 0.05$).

II.2.Evaluation de l'activité antioxydante

II.2.1. Activité Anti-DPPH

Les résultats obtenus pour le DPPH des feuilles d'*Aloe vera* et des raquettes de figue de barbarie, ainsi que leurs gels respectifs sont présentés dans les **figures 22 et 23**.

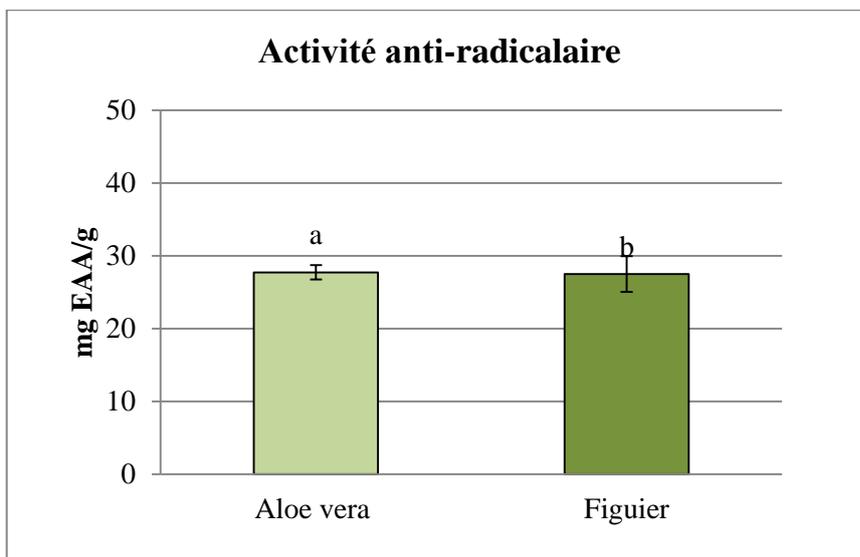


Figure 22 : Activité anti-DPPH d'Aloe vera et du figuier de barbarie séchés.

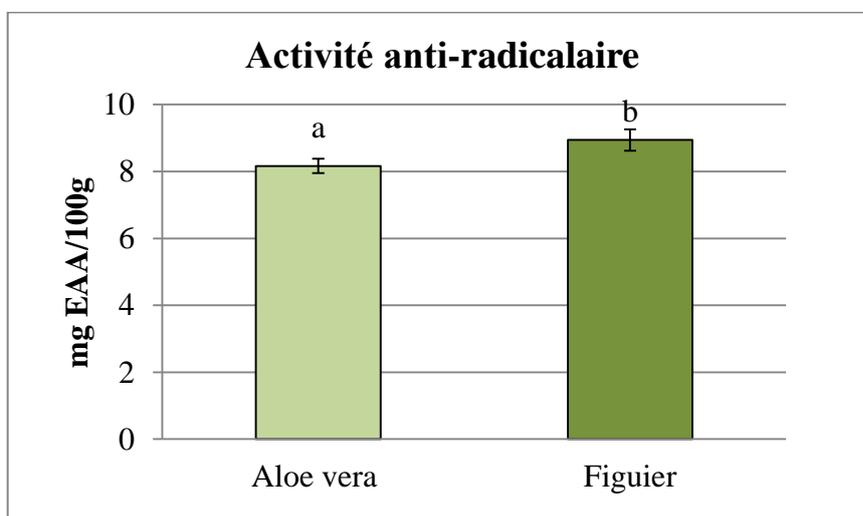


Figure 23 : Activité anti -DPPH du gel d'Aloe vera et de la figue de barbarie.

D'après ces figures, pour les poudres (**figure 22**) l'activité antioxydant la plus élevée est enregistrée par l'Aloe vera avec une valeur de 27,72 mg EAA/g suivie de la figue de barbarie avec une valeur de 27,47mg EAA/g , ce qui correspond à 52,45% et 53,07% respectivement.

Concernant le gel des échantillons (**figure23**) l'activité antioxydant la plus élevée est enregistrée par la Figue de Barbarie avec une valeur de 8,94 mg EAA/g suivie d'Aloe vera avec une valeur de 8,16mg EAA/g, ce qui correspond à un pourcentage de 29,07% et 20,65%, respectivement.

Pour les poudres nos résultats sont en accord avec ceux de **Madrigal-Santillán (2013)**, qui a montré que la meilleure inhibition correspond au jus d’opuntia d’une pulpe rouge qui est de 65%.

Pour le gel, les résultats sont en accord avec ceux de **Lopez et al (2013)** qui a montré que le pourcentage d’inhibition des fleurs sèches d’*Aloe vera* est de 30,71%.

Le test statistique LSD montre que les extraits ne présentent pas des différences significatives .

II.2.2.Pouvoir réducteur

Les résultats du pouvoir réducteurs des échantillons sont présentés dans les figures suivantes (**24 et 25**).

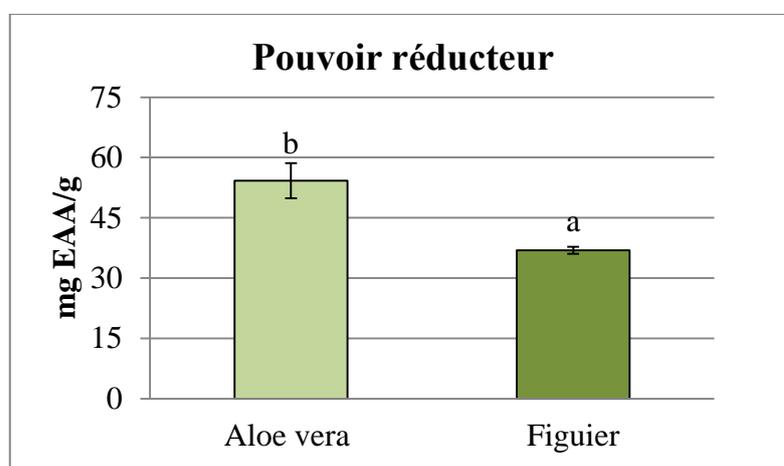


Figure 24 : Pouvoir réducteur d’*Aloe vera* et du figuier en mg EAA/g d’échantillon

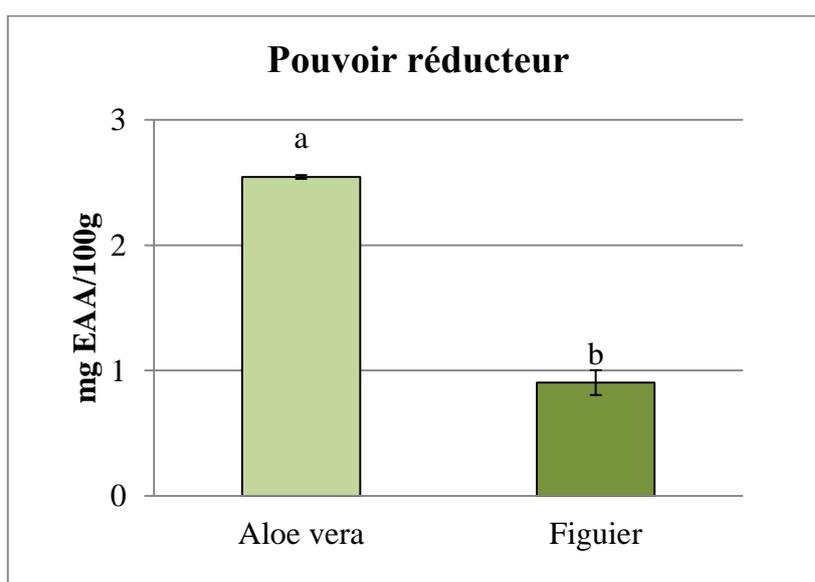


Figure 25 : Pouvoir réducteur du gel des échantillons en mg EAA/100g d’échantillons.

Pour les poudres, le pouvoir réducteur d'*Aloe Vera* et de la figue de barbarie analysés est respectivement de 54,27 et 36,89 mg EAA/100g (**figure24**).

Ces résultats sont supérieurs avec ceux de **Chougui et al.,(2013)** qui a montré que cultivar rouge et orange présentent un pouvoir réducteur à plus de 19 mg EAA / 100 g suivi du vert puis des fruits jaunes .**Chaalal et al (2013)** ont montré une haute activité de réduction avec une valeur de 35,59gEAA/gpour les graines entières de la figue de barbarie.

Pour le gel des échantillons analysés Le pouvoir réducteur est de 2,54 et 0,90 mg EAA/g pour l'*Aloe vera* et la Figue de Barbarie (figure 25) respectivement. Ces résultats sont inférieurs avec ceux de **Chougui et al., (2013)**.

Le test statistique LSD montre que les extraits présentent des différences significatives ($p < 0.05$).

Conclusion

L'objectif du présent travail était d'évaluer les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdiques ainsi que le potentiel antioxydant de l'*Aloe vera* et du figuier de barbarie de la région de Medjana.

Les résultats obtenues indiquent que le facteur variétal influe significativement sur la teneur en polyphénols et en flavonoïdes totaux. La figue de barbarie est plus riche en polyphénols totaux (70 mg EAG/g), en ce qui concerne les teneurs en flavonoïdes une forte teneur pour la figue de barbarie (11 mg EQ/g) suivis de l'*Aloe vera* (3 mg EQ/g). Les tests de l'activité antioxydante ont révélé que la figue de barbarie exerce également les plus fortes activités antioxydantes aussi bien dans le test du pouvoir réducteur que pour l'activité anti-radicalaire au DPPH.

Ces résultats permettent de conclure que les échantillons étudiés constituent une bonne source d'antioxydants naturels riches en composés phénoliques et en partie en flavonoïdes ayant des propriétés antioxydantes prometteuses. Toutefois, ce travail doit être complété par :

- Le dosage des autres sous classes des composés phénoliques de l'*Aloe vera* et le figuier de barbarie étudiés en particulier les tannins.
- L'évaluation de l'activité antioxydante par d'autres méthodes.
- L'identification des différents composés phénoliques et l'évaluation de leurs activités biologiques.

Références bibliographiques

A :

Ahmad M., Lin C & Cashmore A. R., 1995 : Mutation throughout an Arabidopsis blue light photoreceptor impair blue- light – responsive anthocyanin accumulation and inhibition of hypocotyl elongation. Issue the plant journal volume 8, Issue 5, pages 653- 658.

Ali S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U., 2008 : Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int*, 41 : 1–15.

Anaya-Perez MA., 2001: History of the use of *Opuntia* as forage in Mexico. In : Mondragon- Jacobo and S. Perez-Gonzalez (Eds), Cactus (*Opuntia* spp) as forage. *FAO plant production and protection*. p.169.

Arba M., 2009 : Le cactus, *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. Symposium International «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)», Rabat, Maroc, 14-16 mai

Arba M., Elaich A., Sarti B., Belbahri LL., Boubekraoui A., Zemmouri A., Sbaa H., 2000 : Valorisation du figuier de barbarie en élevage. *Bull. Mens.Inf.et de liaison du PNTTA.*, ,68 : 1-4.

B :

Bagchi D.,Kuszynski C.,Balmoori J., Bagchi M.& Stohs S.J.,1998 :Hydrogen Peroxideinduced modulation of intracellular oxidated states in cultured macrophage J774A.1and neuroactive PC-12 cells , and protection by a novel grape seed proanthocyanidin extract . Bougandoura N , Bendimerad N 1-7 *Revue Des Bioressources* Vol 2 N 1 Juin 2012 *Phytotherapy Research* Volume 12, Issue 8 , Pages 568-571, December 1998.

Baillie JK., Bates MGD., Thompson AAR., Waring WS., Partridge RW., Schnopp MF., Simpson A., Gulliver-Sloan F., Maxwell SRJ and Webb DJ., 2007: Lowland Subjects Exposed to High Altitude Plasma Antioxidant Capacity in Healthy Endogenous Urate Production Augments. *Chest* 131:1473-78

Baillie JK., Bates MGD., Thompson AAR., Waring WS., Partridge RW., Schnopp MF., Simpson A., Gulliver-Sloan F., Maxwell SRJ and Webb DJ., 2007 : Lowland Subjects Exposed to High Altitude Plasma Antioxidant Capacity in Healthy Endogenous Urate Production Augments. *Chest*. 131:1473-78

Barbera G., 1995: History, economic and agro-ecological importance. *FAO Plant Production and Protection Paper* (FAO).

Barbera G., Carimi F., Inglese P., 1992: Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *J. Hortic. Sci.*, 3: 307-312.

BARCROFTA., 1998: Aloe Vera, remède naturel de légende. Editions medicis-entrelacs,

Bargougui A., Champy P., Triki S., Bories C., Le Pape P., & Loiseau P. M., 2014: Antileishmanial activity of *Opuntia ficus-indica* fractions. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 4(2), 101-104.

Belarbi ., 2010 : Contribution à l'étude phytochimique et l'activité antioxydante de la graine d'*Opuntia ficus indica* de la région de Tlemcen.

Références bibliographiques

Ben Mammam S., 2002 : opuntia ficus-indica synthèse bibliographique,mémoire d'ingénieur ,département g'agronomie université hadj lakhdar –batna ,78p

Bensadón S., Hervert-Hernández D., Sáyago-Ayerdi S.G., & Goñi I., 2010: Byproducts of *Opuntia ficus-indica* as a source of antioxidant dietary fiber. *Plant foods for human nutrition*, 65(3), 210-216.

Bensalem H., Nefzaoui A., Bensalem L., 2002: Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. *Animal Feed. Scienc.Techno.*, , 96: 15- 30.

Bloomer R.J., and Fisher-Wellman K.H., 2008 : Blood Oxidative Stress Biomarkers: Influence of Sex, Training Status, and Dietary Intake. *Gender Medicine*. 5(3): 218-28.

BOULLARD B., Plantes médicinales du monde, croyances et réalités. édition Estem, **2001** :p.27.

Bouzoubaa Z., Essoukrati Y., Tahrouch S., Hatimi A., Gharby S., Harhar H., 2014: Phytochemical study of prickly pear from southern Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science.les technologies de laboratoires* 8, N°34.

Briha O., Potentialité thérapeutiques d'*Opuntia ficus-indica* au Maroc et Tunisie. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Mohamed V Rabat. Maroc. 2012, 171 pp.

Bruneton J.,1999 : Pharmacognosie : Phytochimie , Plantes Médicinales. 3ème édition ,Lavoisier Techniques & Documentation , Paris .

C :

Chaouche F.Z., et Abdul-Hussain M.S., 2008 : Agricultura – Stiintă si practică n°1-2 : 65-66.

Chikh-Bled Nesrine., 2011 : Contribution a l'étude photochimique des cladodes du figuier de Barbarie *Opuntia Ficus Indica* de la région de Tlemcen . Université Aboubakr Belkaid Tlemcen . Mast .Bio.100/01

Chougui N., Louaileche H., Mohedeb S., Mouloudj Y., Hammoui Y and Tamendjari A., 2013: Physico-chemical characterization and antioxidant activity of some *Opuntia ficusindica* varieties grown in North Algeria. *African Journal of Biotechnology* Vol. 12(3), pp. 299-307

Chougui N., Sahi Y. et Belkacemi M., 2013 : Comparative study between the different compartments of *Opuntia ficus-indica* L. Inside Food Symposium. Leuven, Belgium. pp: 3.

Cronquist A., 1981 : An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York, 248-250.

D :

DeMarchi E., Baldassari F., Bononi A., Wieckowski M.R. & Pinton P., 2013 : Oxidative stress in cardiovascular diseases and obesity : role of she and protein kinase C. *Oxidative Medicine and cellular longevity* 1-11.

Dolman SJ., Champion A., Clark J., Eisfeld-Pierantonio S., Green M., Gregerson S., Hodgins N., Ritter F., Tetley M. and Hoyt E., 2013: Making space for porpoises, dolphins and whales in UK seas: Harbour Porpoise Special Areas of Conservation as part of a coherent network of marine protected areas for cetaceans. A WDC Report.

Dorman HJ.D., peltoketo A., Hiltunen R., Tikkanen MJ, 2003:characterization of the antioxydant properties of deodorised lamiaceae herbs.food chemistry.

Douris PC., Elokda AS., Handrakis JP., Principal S., Rondo E., Bovell J., Coughlin WP., Mastroianni CN., Wong MJ and Zimmerman T., 2009: Martial art training enhances the glutathione antioxidant system in middle-aged adults. *J Strength Cond Res.*

Douris PC., Elokda AS., Handrakis JP., Principal S., Rondo E., Bovell J., Coughlin WP., Mastroianni CN., Wong MJ and Zimmerman T.,2009 : Martial art training enhances the glutathione antioxidant system in middle-aged adults. *J Strength Cond Res.* 23(5):1518-23.

Dubeux JR., Ferreira dos Santos MV., de Andrade Lira M., Cordeiro dos Santos D., Farias I., Lima LE., Ferreira RLC., 2006: Productivity of *Opuntia ficus-indica* under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. *J.Arid.Envir.*, 357- 372.

E :

E. ERNST., Médecines alternatives : le guide critique. Editions Elsevier Masson, **2005** : p.98.

E.PERROT et R.PARIS., Les plantes médicinales. Tome 1, Ed. Presses universitaires de France, **1971** : p.9.

F :

Fang Y-Z., Yang S and Wu G., 2002: Free Radicals, Antioxidants, and Nutrition. *Nutrition.* 18: 872– 879.

Favier A.,2003 : Le stress oxydant . Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique . *L'actualité chimique*,108-115.

Feugang J., Konarski P., Zou D., StintzingF., 2006 : Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Front Biosci.* 11(1), 2574-2589.

Feugang, J. M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F. C., & Zou, C. 2006 : Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Front Biosci.* 11(1), 2574-2589.

Fisher-Wellman K., and Bloomer RJ., 2009: Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dynamic Medicine.* 8 : 1-25.

G :

G.H. SCHMELZER., GURIB-FAKIM A., 2008 : Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 11(1), Plantes médicinales 1, Fondation PROTA, , p.94-95.

Gardès-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z and Jore D., 2003 : Espèces réactives de l'oxygène. Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité chimique*. 91-96.

Gardès-Albert M., Bonnefont-Rousselot D., Abedinzadeh Z., and Jore D., 2003 : Espèces réactives de l'oxygène. Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité chimique*. 91-96.

George S., Brat P., Alte P., And. Amiot M. J., 2005 : Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 1370-1373.

German JB., 1999 : Food processing and lipid oxidation. *Adv Exp Med Biol*. 459: 23-50.

German JB., 1999 : Food processing and lipid oxidation. *Adv Exp Med Biol*. 459: 23-50.

Gilbert DL., 2000 : Fifty years of radical ideas. *Ann NY Acad Sci*. 899:1-14.

Gilbert DL., 2000: Fifty years of radical ideas. *Ann NY Acad Sci*. 899:1-14

Ginestr G., Parker M., Bennett N., Robertson J., Mandalari G., Narbad A., 2009: Anatomical, chemical, and biochemical characterization of cladodes from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. *Journal of agricultural and food chemistry*.

Gupta R.C., 2012: Chemistry of phytopotentials : Health, energy and environmental perspectives. Nagaland Univesity.

Gutteridge JMC., and Halliwell B., 1994 : Antioxidants in Nutrition, Health and Disease. Oxford University Press, Oxford, UK.

Gutteridge JMC., and Halliwell B., 1994: Antioxidants in Nutrition, Health and Disease. *Oxford University Press*, Oxford, UK.

Guzman U., Arias S., Dávila P., In: Reyes-Aguero JA., Aguirre JR., Valiente-Banuet A., 2006 : Reproductive biology of *Opuntia* : A review. *Journal of Arid Environments.*, p.549-589.

H :

Habibi Y., 2004: Contribution à l'étude morphologique, ultrastructurale et chimique de la figue de Barbarie, les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modifications chimiques. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier. Grenoble I, et Université Cadi Ayyad. Marrakeche 264 pp.

Hamdi M.,1997:. Prickly pear cladodes and fruits as a potential raw material for the bioindustries. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 17(6), 387-391.

Hellsten Y., Svensson M., Sjödin B., Smith S., Christensen A., Richter E A and Bangsbo J., 2001:Allantoin formation and urate and glutathione exchange in human muscle during submaximal exercise. *Free Radic Biol Med*. 31(11): 1313- 22.

Références bibliographiques

Hellsten Y., Svensson M., Sjödin B., Smith S., Christensen A., Richter E., and Bangsbo J., 2001 : Allantoin formation and urate and glutathione exchange in human muscle during submaximal exercise. *Free Radic Biol Med.* 31(11): 1313- 22.

Hercberg S., Galan P., Preziosi P., Bertais S., Mennen L., Malvy D., Roussel AM., Favier A., and Briançon S., 2004: The SU.VI.MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Arch Intern Med.* 164: 2335-2342.

Hercberg S., Galan P., Preziosi P., Bertais S., Mennen L., Malvy D., Roussel AM., Favier A., and Briançon S., 2004 : The SU.VI.MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Arch Intern Med.* 164: 2335-2342.

Hmamouchi. I., Rachidi. M., Abourazzak. F E., Khazzani. H., Bennani. L., Bzami. F., El Mansouri. L., Tahiri L., Harzy. T., Abouqal. R., Allali. F., Hajjaj-Hassouni. N., 2012: Article originale : Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales marocaines en rhumatologie. *Revue Marocaine de Rhumatologie Rabat – Maroc.* Vol (22). Pp : 52-6.

Hodek P., Trefil P., and Stiborova M., 2002 : Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chemico-Biological Interactions.* 139: 1-21.

Hodek P., Trefil P., and Stiborova M., 2002: Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chemico-Biological Interactions.* 139: 1-21.

I :

Inglese P., Barbera G., La Mantia T., 1995: Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. *J.Arid. Envir.* , 29: 455-468.

Isabelle M., Lee B L., Lim M T., Koh W P., Huang D., Ong C N., 2010 : Anti- oxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food hem.*; 123: 77-84.

J :

Jacques B. & André R., 2004 : *Biochimie métabolique* Ed ellipses. Paris, 217- 219- 220- 223- 225.

Johnson RJ., Sautin YY., Oliver WJ., Roncal C., Mu W., Gabriela Sanchez-Lozada L., Rodriguez-Iturbe B., Nakagawa T., and Benner SA., 2009 : Lessons from comparative physiology: could uric acid represent a physiologic alarm signal gone awry in western society? *J Comp Physiol B.* 179(1): 67-76.

Jones B., 2013 : neurodegenerative disease : oxidative stress in cells near amyloid plaques linked to neuronal death. *Nature reviews neurology* 9, 300.

K :

Khennouf S., Iratni N., Baghiani A., Harzallah D., and Arrar L., 2010 : Antioxidant and antibacterial activities of extracts from *Artemisia herba alba* Asso. Leaves and some phenolic compound. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(13), pp. 1273-280.

Kibanova D., Nieto-Camacho A., and Cervini-Silva J., 2009 : Lipid Peroxidation Induced by Expandable

Références bibliographiques

Clay Minerals. Environ. Sci. Technol. 43: 7550-7555.

Kirschvink N., Moffarts B., and Lekeux P., 2008 : The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. The Veterinary Journal. 177:178–191.

Koolman J., and Rohm KH., 1999 : Atlas de Poche de Biochimie. Flammarion: Paris.

Krinsky NI., 1989 : Antioxidant functions of carotenoids. Free Rad. Biol. Med. 7: 617-635.

Kuti, J. O., 2004: Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. Food chemistry, 85(4), 527-533.

L :

Lee E. B., 2001: The effect of *Opuntia ficus-indica* var. saboten fruit on gastric lesion and ulcer in rats. Natural Product Sciences, 7(3), 90-93.

López A1., de Tangil MS., Vega-Orellana O., Ramírez AS., Rico M., 2013: Phenolic constituents, antioxidant and preliminary antimycoplasmic activities of leaf skin and flowers of *Aloe vera* (L.) Burm. f. (syn. *A. barbadensis* Mill.) from the Canary Islands (Spain).

M :

MABBERLEY D., 1987 : The plant-book. A portable dictionary of the vascular plants. New York: Cambridge University Press.

Mac Laren D., 2007 : Advances in sports and exercise science series. Nutrition and Sport. 8. Antioxidants and free radicals by Close GL and Mc Ardle F. Elsevier.

Madrigal-Santillán E., García-Melo F., Morales-González J A., 2013: Antioxidant and Anti clastogenic Capacity of Prickly Pear Juice. Nutrients, 5, 4145-4158.

Makhlouf Chaalal., Hayette Louaileche., Noureddine Touati., Mostapha Bachir., 2013: Bey Department of Food Sciences, Laboratory of Applied Biochemistry, Faculty of Natural Sciences and Life, University of Bejaia, 06000 Bejaia, Algeria. Phytochemicals, in vitro antioxidant capacity and antiradical potential of whole and ground seeds of three prickly pear varieties: A comparative study.

Mulas M., & Mulas G., 2004 : Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la Lutte Contre la Désertification. Short and Medium, Term Priority Environmental Action Programme (SMAP) février, 91p.

Mulas M., Mulas G., 2004 : Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. (SMAP). Environmental Action Programme Université des études de SASSAR., 112

Références bibliographiques

N :

Nakayama T., Niimi T., Osawa T. & Kawakishi S., 1992 : The protective role of polyphenols in cytotoxicity of hydrogen peroxide .Mutation Research .281 , 77-80.

Neffar S., 2012 : Etude de l'effet de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica* L. Miller) sur la variation des ressources naturelles (sol et végétation) des steppes algériennes de l'Est. Cas de Souk Ahras et Tébessa (Doctoral dissertation, PhD Thesis, Univ. Annaba, Algeria).

Nefzaoui A., Bensalem H., Mulas M., Mulas G., 2004 : Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium-Term Priority Environmental Action Programme (SMAP). Université des études de SASSAR.p.112.

Nefzaoui A., Nazareno M. Et El Mourid M., 2008 : Review of medicinal uses of cactus Scientific and Technical Contributions. Cactusnet Newsletter.

Noori S., 2012 : An Overview of Oxidative Stress and Antioxidant Defensive System. Open Access Scientific Reports. 1(8): 413-422.

Nouveaux aliments pour les ruminants à base de fruits de cactus, ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, royaume du Maroc, N°176 Mai, 2009.

O :

Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Simons A., 2009: a tree reference and selection guide, version 4.

Oued Zenati., Dr. Kaddem Salah-Eddine., 1990 : Les plantes médicinales en Algérie, 3ème édition page : 73.

Oumiloud S., 2012 : Contribution à l'étude phytochimique des extraits des graines et de l'huile de figuier de barbarie de la région de Tlemcen .Mémoire de master : Biochimie appliquée. Université de Tlemcen.

Oyaizu M., Studies on product of browning reaction prepared from glucoseamine. Japanese Journal of Nutrition , 44 : 307-315.

P :

Piédallu A., 1990 : Le figuier de barbarie sans épines (*Opuntia ficus-indica* Miller var. *Inermis* Weber) en Algérie, , 128-145 pp.

Piga A., 2004: Cactus pear: a fruit of nutraceutical and functional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development.* pp 9-22

Pimienta Barrios E., 1993: Vegetable cactus (*Opuntia*). Pulses and vegetables. Underutilized crops, (1), 177-191.

Q :

Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J., Dine T., Brunet J., Luyck M., Cazin M., Cazin JC., Bailleul F., Trotin F., 2000: Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72, 35-40.

R :

Rao AV., and Rao LG., 2007 : "Carotenoids and human health." *Pharmacol Res* 55(3): 207-16.

Rice-Evans C.,1995 : plant polyphenols : Free radical scavengers or chain-breaking antioxidants ? In : « Free radicals and oxidative stress : environnement, drug and food additives ». Portland Press (London) : 103-116

S :

Sayre LM., Moreira PI., Smith MA., and Perry G., 2005 : Metal ions and oxidative protein modification in neurological disease. *Ann Ist Super Sanità.* 41(2):143-164.

Schweizer M., 1997: Docteur nopal le médecin du bon dieu. APB Edition, Paris, 81pp.

Schweizer M., 1999 : docteur nopal : médecin du bon dieu. APB, aloé plantes et beaté , paris, p5, pp43-63

Singleton and J. A. Ross., 1965: "Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 16, No. 3, , pp. 144-158.

Sumaya-Martínez M. T., Cruz-Jaime S., Madrigal-Santillán E., García-Paredes D., Cariño-Cortés R., Cruz-Cansino N., 2011 : Betalain, acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. *International Journal of Molecular Science*, 12(10), 6452–6468.

T :

Traber MG., and Atkinson J., 2007 : Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radical Biology Medicine.* 43:4–15

Trivalle C., 2002: Gérontologie préventive : élément de prévention du vieillissement pathologie ; Ed : MASSON (PARIS), 104-106.

V :

Vasconcelos SML., Goulart MOF., Moura JBF., Manfredini V., Benfato MS., and Kubota LT., 2007 :

Espécies reactivas de oxigénio et de nitrogénio, antioxydants e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticoa para sua determinação. *Quim Nova.* 30(5): 1323-1338.

Venkataraman K., Khurana S., and Tai J., 2013 : Oxidative Stress in Aging-Matters of the Heart and Mind. *International Journal of Molecular Sciences.* 14: 17897-17925.

W :

Walker J. E. M., Saraste M. J., Runswick N. J. Gay., 1982 : Distantly relatad sequences in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP- requiring enzymes and a common nucleotide binding fold. *Embo Journal* , 1(8) , 945-51.

Wallace RS., Giles AC., 1997: Evolution and systematic. *Biology and Uses*, P.S.Nobel Ed, ,1-21 pp.

Références bibliographiques

Wolinsky I., 1998 : Nutrition in Exercise and Sport. 3th edition. New York: CRC Press.

Y :

Yoshikawa T., and Naito Y., 2000 : The role of neutrophils and inflammation in gastric mucosal injury. Free Radical Research. 33: 785-794.

Z :

Zou D., Brewer M., Garcia F., Feugang J. M., Wang J., Zang R., 2005 : Cactus pear: a natural product in cancer chemoprevention. *Nutrition journal*, 4(1), 25.