



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : BEN HORMA Widad

GHOBSI Hanane

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie des Procédés

OPTION : Procédés Pharmaceutiques

Thème

**Évaluation de l'activité antioxydante des composés
phénoliques « l'Opuntia stricta. var. dilleni »**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^{me} BOUKHALKHAL Sara	MCA	Président
M ^{me} AMEUR Kheira	MAA	Examineur
M ^r HARRAT Mohamed	MCB	Rapporteur

Année Universitaire : 2022-2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous remercions Dieu tout puissant qui nous a éclairés vers le bon Chemin.

*Nous remercierons particulièrement Monsieur **MOHAMED HARATHÉ** pour avoir accepté de nous encadrer et pour nous 'avoir guidé tout au long de ce travail avec beaucoup de patience, ainsi que pour ses conseils judicieux et ses encouragements*

Nous voudrions exprimer nos vives gratitudees et nos sincères remerciements à :

*Mme **BOUKHALKHAL Sara**, d'avoir accepté de présider notre jury.*

*Mme **AMEUR Kheira**, examinatrice d'avoir acceptés d'examiner notre travail.*

Merci à tous les employés de laboratoires de génie des procédés qui nous ont accueillis avec beaucoup de gentillesse et une bonne humeur.

*Enfin nous voudrions exprimer notre gratitude à tout les profs De département génie des procédés en particulier le chef département **Mr BEN ALIA**.*

DIDICASE

Ce document est dédié à beaucoup de gens, dans ma tentative de tous me les rappeler, je peuren citer quelques-uns. Que les autres m'en excusent

A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes : Mon père chouaib.

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation: Ma mère .lakri fatima

A mes frères Ahmed Nathir et Zobir et Zain - et A Mes sœurs Noura et Massaouda et chaima

À toute Ma famille : BEN HORMA ,

A toutes mes Amis surtout Hnane et Fatima et Sarah et Zahra et Imane et Nessrin

A tous mes collègues de la Génie Des Procédés

A toutes les personnes qui me connaissent

DIDICASE

Ce document est dédié à beaucoup de gens, dans ma tentative de tous me les rappeler, je peuren citer quelques-uns. Que les autres m'en excusent

A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes : Mon père Bachir.

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation: Ma mère .Zerroki Rebiha

A mes frères Mohamad- et Ibrahim et Me sœur Ghania et aya et enfin ma sœur Fatima

À toute Ma famille :GHOSI,

A toutes mes Amis surtout Widadet Fatima et Sarah et Zahra et Imane et Nessrin

A tous mes collègues de la Génie Des Procédés

A toutes les personnes qui me connaissent

SOMMAIRE

Liste des figures	I
Liste des tableaux	Ii
Liste des abréviations	Iii

INTRODUCTION

PARTIE THEORIQUE

I.1	La plante	05
I.1.1.	Définition.....	05
I.1.2.	Historique.....	06
I. 1.3.	Classification systématique.....	07
I.1.4.	Autres Appellations.....	08
I.1.5.	Répartition géographique.....	08
I.1.6.	Situation actuelle en Algérie.....	08
I.1.7.	Domaines d'utilisation.....	09
	a).Utilisations médicinales et thérapeutique.....	09
	b). Utilisation et intérêt écologique.....	09
	c).Utilisation alimentaire.....	09
	d).Utilisation pharmacologique.....	10
	e).Utilisations anciennes.....	10
I.1.8.	Composés phénoliques.....	11
I.1.8.1.	Généralité.....	11
I.1.8.2.	Classification des composés phénoliques.....	12
I.1.9.	Activité antioxydant.....	13
I.1.9.1.	Stress oxydatif	13
I.1.9.2	Radical libre.....	13
I.1.9.3	Les antioxydants.....	14
I.1.9.4	L'activité antioxydant.....	14

partie expérimentale

II .1.	Matériel et Méthodes	16
II.1.1.	Produit chimique.....	16
II.1.2	Matière végétale.....	16
II.1.3	Méthodes d'extraction et quantification des composés phénoliques.....	17
II.1.3.1	Extraction des composés phénoliques.....	17
II.1.3.2	Dosage des composés phénoliques totaux.....	18
II.1.3.3	Dosage des tanins totaux condensés.....	18
II.1.3.4	Dosage des flavonoïdes	19
II.1.4	Activité antioxydante des extraits phénoliques.....	19
II.1.4.1.	TEST DPPH.....	19
II.1.4.2	Test FRAP.....	20

Résultats et Discussion

III.1	Quantification des Composés phénoliques dans <i>Opuntia stricta</i>.....	23
III.1.1	Dosage des phénols totaux.....	23
III.1.2	Dosage des tanins totaux condensés.....	24
III.1.3	Dosage des flavonoïdes	25
III.2	Évaluation de l'activité antioxydant	26
III.2.1	Test DPPH.....	26
III.2.2	Test FRAR.....	28

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des figures

Figure .I.1:	Photographie d'Opuntia stricta.var. dilleni avec ses cladodes, fleurs et fruits.....	05
Figure .I.2:	photographie Opuntia stricta.var.dillenii.....	07
Figure .I.3:	Distribution d'Opuntia Stricta dans le monde.....	08
Figure .I.4:	structure du noyau phénol (macheix et al., 2006).....	11
Figure .II.1:	Fruit de l'Opuntia stricta.var.dillenii	17
Figure.II.02:	Réduction du radical libre DPPH'	19
Figure .II.1:	Réaction FRAP et le complexe Fe ³⁺	20
Figure.III.1:	Courbe d'étalonnage d'acide gallique.....	23
Figure.III.2:	Courbe d'étalonnage de catéchine.....	24
Figure.III.3:	Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	25
Figure.III.4:	Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique	27
Figure.III.5:	Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique (FARP).....	28

Liste des tableaux

Tableau II.01 :	Les principales classes des composés phénoliques (BRUNETON, 2009)...	12
Tableau .II.02:	produits chimiques utilisés.....	17
Tableau .II.03:	les systèmes des solvants utilisés.....	24
Tableau.III.01:	Résultats du dosage des polyphénols.....	25
Tableau.III.02:	Résultats du dosage des tanins.....	26
Tableau.III.03:	Résultats du dosage des flavonoïde.....	27
Tableau.III.04:	Résultats de test DPPH.....	29
Tableau.III.05:	Résultats de test FRAP.....	30

Liste des abréviations

O.sd	:	Opuntia stricta.var. dillenii
AG	:	Acide gallique
EAG	:	Équivalent d'acide gallique
EQ	:	Équivalent quercitine
Cat	:	Catéchine
EC	:	Équivalent de catéchine
EAA	:	Acide ascorbique
g	:	Gramme
ml	:	Milligramme
min	:	Minute
µL	:	Micro litre
Nd	:	Non-Detects

***Introduction
Générale***

Dans le cadre de la valorisation de la médecine traditionnelle, il y a eu un intérêt croissant ces dernières décennies pour l'étude des plantes médicinales et leurs utilisations traditionnelles dans les différentes régions du monde. Aujourd'hui, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire. Des avantages économiques considérables dans le développement de la médecine traditionnelle ont été constatés (**MUTHU et al., 2006**).

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité, pour soulager et guérir les maladies humaines. En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de centaines, voire des milliers de composés naturels bioactifs appelés : les métabolites secondaires. Ces derniers sont par la suite accumulés dans différents organes et parfois dans des cellules spécialisées de la plante (**ELQAJ et al., 2007**). D'après **MAURICE (1997)**, les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments.

Les polyphénols sont en effet doués de multiples vertus thérapeutiques, ils jouent un rôle très important, principalement, dans la lutte contre les cancers, les maladies cardiovasculaires et la peroxydation lipidique. Expliquant de ce fait leur grande utilisation dans la fabrication des médicaments. Ils interviennent aussi dans la protection des plantes contre les différentes attaques microbiennes (surtout fongiques) risquant de causer la perte d'une grande quantité de végétation (**BRUNETON, 1999**).

Le continent africain est un des continents doté de la plus riche biodiversité dans le monde. En effet, certaines espèces de cactus ont fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques depuis plusieurs décennies. C'est notamment le cas du figuier de Barbarie, cactus appartenant au genre *Opuntia*, qui renferme de multiples propriétés médicinales qui s'avèrent efficaces pour lutter contre bon nombre de pathologies dont le diabète de type II, l'adénome prostatique, les ulcères gastroduodénaux et même certains types de cancer dont il ralentirait la progression.

De nombreux chercheurs se sont penchés sur l'étude phytochimique de ces espèces telles que : **LEE et al., 2002 ; CHAALAL et al., 2012 ; ALIMI et al., 2013 ; ABD EL-HAMEED et al., 2014 ; ENNOURI et al., 2014 ; YEDDES et al., 2014 ; KOUBAA et al., 2015 et MABROUKI et al., 2015**. Ces derniers ont révélé la présence de polyphénols, flavonoïdes, tanins et huiles essentielles, qui confèrent à cette plante de nombreuses propriétés biologiques.

Introduction Générale

Dans cette étude, notre intérêt se porte sur l'étude d'*Opuntia stricta*.var.*dillenii*, qui contient principalement des composés de polysaccharides, de minéraux, d'acides aminés, de vitamines, d'acides phénoliques et de flavonoïdes, en raison de leurs potentiels de prévention ou de traitement de certaines maladies, notre objectif principal est d'étudier et les propriétés des composés phénoliques d'*Opuntia stricta*.var.*dillenii*. Notre travail est présenté en trois chapitres : le premier chapitre correspond à la partie bibliographique qui présente des généralités sur *Opuntia stricta*.var.*dillenii*. Le deuxième chapitre présente la partie expérimentale. Le dernier chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion. Enfin, nous terminons par une conclusion générale

Partie
Théorique

I.1 La plante :

I.1.1. Définition :

Il est une plante de la tige très ramifiée et aplati, par le droit ou rampant et qui mesurent normalement entre 50-100 cm, mais peut atteindre 2 mètres de hauteur. Les lames ou cladodes, plus que larges (10-35 cm de long, 7-20 cm de large et de 10 à 20 mm d'épaisseur), ils sont vert ou bleu-vert. Ils sont de petites structures surélevées sans poil et couvert (aréoles) recouvert de petits poils épineux (glochides). Qui peut parfois présenter une ou deux longues épines (2-4 cm de long). Au printemps et en été, il produit des fleurs (7 cm de long et 6-8 cm de diamètre), jaune vif, mais ont souvent rose ou rougeâtre sur les pétales extérieurs. Les fruits sont verts Immature, mais deviennent rouge-pourpre à mesure qu'ils vieillissent. Ces baies (4-8 cm de long et 2,5-4 cm de large) sont charnues et en forme d'œuf, ils ont généralement des conseils un peu déprimé. La pulpe du fruit est rougeâtre ou violacé et contient un grand nombre de graines. La plante se reproduit par graines ou par ses lames charnues, dont les racines produisent une fois détachés. Les graines se propagent par les déjections de divers animaux, les oiseaux et les rongeurs qui mangent les fruits..



Figure.I. 1: - Photographie d'*Opuntia stricta*.var.*dillenii* avec ses cladodes, fleurs et fruits

I.1.2.Histoire:

L'*Opuntia stricta*, également connue sous le nom de figuier de Barbarie à feuilles droites, a été introduite en Australie avec la Première Flotte en janvier 1788. Son introduction visait à développer une industrie de teinture sur l'île, en important des plantes infestées de cochenille du Brésil. Initialement cultivée comme plante fruitière dans la région de Parramatta au début du 19^e siècle, elle s'est rapidement propagée en raison de son climat favorable et de l'absence d'ennemis naturels.

Au fil du temps, l'*Opuntia stricta* a commencé à causer des préoccupations en Australie. En 1886, la première loi visant à lutter contre cette plante a été promulguée, obligeant les propriétaires fonciers et les habitants des régions rurales à détruire les cactus. Cependant, la plante a continué de se propager rapidement, envahissant environ 25 millions d'hectares de terres australiennes.

Cette propagation a eu un impact dévastateur sur la vie rurale de l'île. Les épines de l'*Opuntia stricta* provoquent des irritations, des inflammations et des blessures lorsqu'elles pénètrent dans la langue et la bouche des animaux qui tentent de les manger. Cela a causé des problèmes pour le bétail et les employés responsables de la tonte des moutons. De plus, la plante a rendu une grande partie des terres agricoles et des forêts impraticables, ce qui a eu des conséquences économiques significatives.

Différentes méthodes de contrôle ont été utilisées, telles que la déforestation mécanique et chimique. Cependant, ces méthodes n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Une solution potentielle est venue de la recherche d'une lutte biologique. Plus de 150 espèces d'insectes qui se nourrissent de l'*Opuntia stricta* dans leur région d'origine, le sud des États-Unis, ont été étudiées en laboratoire. En 1914, des larves d'un papillon de nuit argentin appelé *Cactoblastis cactorum* ont été introduites en Australie. Ces larves se nourrissent de la plante en la creusant de l'intérieur, permettant de contrôler sa propagation.

Au fil des années, la lutte biologique contre l'*Opuntia stricta* s'est avérée efficace. Les larves de *Cactoblastis* se sont multipliées en Australie, éliminant de grandes quantités de plantes d'*Opuntia*. Cependant, une fois que les cactus ont été détruits, la plupart des insectes sont morts faute de nourriture. Les papillons de nuit résistants ont continué à se déplacer vers de nouvelles plantes pour pondre leurs œufs, ce qui a permis de maintenir un contrôle sur la propagation de l'*Opuntia stricta*. Ainsi, la lutte biologique a joué un rôle crucial dans la gestion de l'*Opuntia stricta* en Australie, permettant de limiter son impact sur la vie rurale et l'environnement.

I.1.3. Classification systématique:

La famille des Cactacées a été classée près de la famille de carotte (Apiaceae), mais après la découverte de bétalaine dans les Cactacées, les taxonomistes ont placé cette famille dans l'ordre de Caryophyllées, avec d'autres familles d'Angiosperme productrices de bétalaine. Sur la base de la morphologie florale, quatre sous-familles principales sont décrites dans la famille de Cactacées : Perskioideae, Cactoideae, Maihuenioideae, Opuntioideae. Les sous-familles des Opuntioideae comprennent la tribu d'Opuntieae qui comprend à son tour le genre *Opuntia* qui compte environ 300 espèces.



Figure.I. 2 : photographie *Opuntia stricta*.var.*dillenii*

- **Règne :** **Plantae**
- **Sous –règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe** Magnoliopsida
- **Sous-classe :** Caryophyllidae
- **Ordre :** Caryophyllales
- **Famille :** Cactaceae
- **Genre :** *Opuntia*
- **Espèce :** *Stricta*
- **Nom binomial:** *Opuntia stricta*.var.*dillenii*
- **Nom vernaculaire :** Cactus rouge

I.1.4. Autres Appellations:

Le cactus O.sd a un nom spécifique : O.sd (Ker-gawl) Haw. Et aussi appelé figue de barbarie australienne, figue de barbarie commune, figue de barbarie de Dillen, figue indienne d'Eltham, figue de barbarie dressée, figue de barbarie, poire Gayndah, figue de barbarie douce, figue de barbarie épineuse, poire de ravageur épineuse, figue de barbarie aigre.

I.1.5. Répartition géographique:

Sa répartition géographique est surtout localisée aux états unis, Texas, Géorgie, en Floride, mais elle a vite envahi plusieurs régions du monde car on la retrouve actuellement en Afrique, en Asie, en Europe (Espagne, Portugal), en Amérique du sud, Australie, et dans d'autres régions du monde.

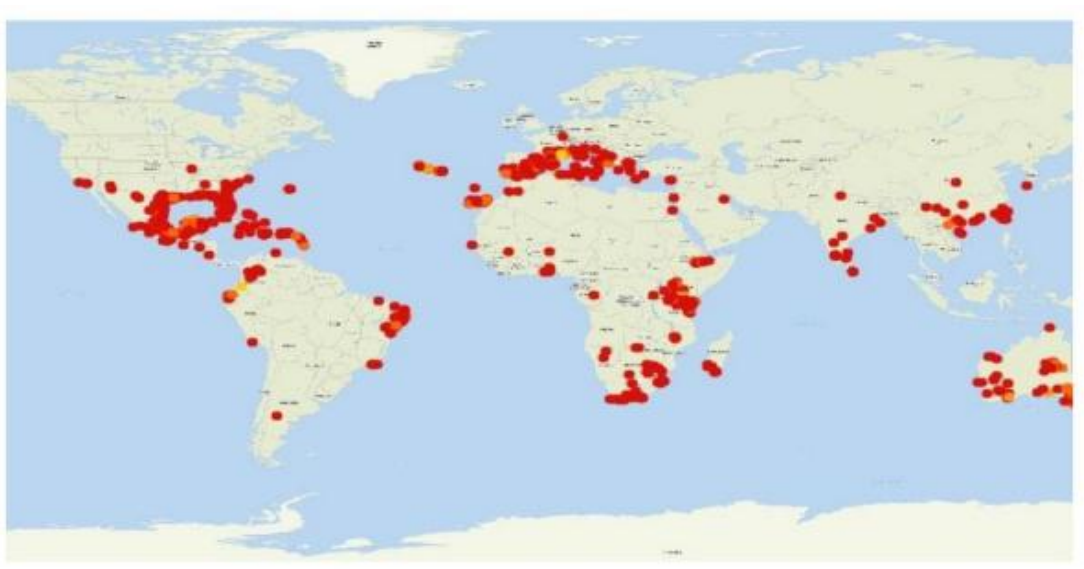


Figure.I.3: - Distribution d'Opuntia Stricta dans le monde

I.1.6. Situation actuelle en Algérie:

Historiquement, l'introduction du cactus en Algérie a été similaire à celle du Maroc et de la Tunisie. Aujourd'hui, les zones dédiées à la culture de l'Opuntia s'étendent sur plus de 30 000ha dont 60% dans la municipalité de Sidi-Fredj (45 km au nord de Souk Ahras) et le reste à Ouled Mimoune, Taoura, Dréa et Ouilène (**Huffpost Algérie, 2015**). A l'origine, la zone a été étendue par le Haut-Commissariat pour le Développement de la Steppe, la Direction des Services Agricoles et la Conservation des Forêts pour contrôler la progression du désert (Belgacem, 2012).

Dans le sud, les cladodes d'Opuntia émergent comme aliment pour les petits ruminants et les dromadaires. Tout comme dans d'autres pays Africains, la culture suscite de l'intérêt en

Algérie qui a aujourd'hui sa première unité de transformation d' *Opuntia Stricta*. L'installation -basée à Sidi-Fredj et couvrant 5000 m² peut transformer environ deux tonnes à l'heure. Ses principales fonctions sont le conditionnement des figues de barbarie et la production d'huile essentielle, de produits pharmaceutiques, de jus, de confitures et d'aliments du bétail. L'usine de transformation représente un moyen important pour améliorer les revenus des habitants de la wilaya de Souk Ahras (**Agence Ecofin, 2015**).

I.1.7.Domains d'utilisation:

a). Utilisations médicinales et thérapeutique:

L'*Opuntia stricta*.var.*dillenii* a été pour longtemps utilisée comme plante médicinale pour le traitement de diverses maladies. De nos jours plusieurs études ont montré son importance dans les domaines médicale et thérapeutique, où elle est utilisée dans divers pays du monde dont l'Inde, les Iles, Canaries, Taiwan et la Chine. La richesse de ses fruits en bétalaines, en acide ascorbique, en fibres, en polyphénols et en protéines suggère le potentiel important de cette plante comme thérapie complémentaire contre plusieurs pathologies, telles que : Le cancer, une enquête a montré des effets anti tumoraux de polysaccharides isolés d'O.sd sur des lignées cellulaires SK-MES-1. Le diabète, ou plusieurs expérimentations ont montré son effet antidiabétique car elle permet de réduire le taux du glucose dans le sang et permet d'éviter l'altération de la fonction rénale chez les diabétiques. En plus de ces deux effets anti-tumorale et antidiabétique, l'O.sd possède d'autres effets tels que l'effet anti-inflammatoire, antioxydant, neuro-protecteur, hépato protecteur et hypotenseur.

b). Utilisation et intérêt écologique:

Le figuier de barbarie à un rôle important dans la protection et la mise en valeurs des sols dans les régions arides et semi arides, ses racines permettent de maintenir le sol et ainsi de limiter son érosion, sa richesse en eau permet la fertilisation des sols. En effet, il présente également une barrière contre les sables transportés par le vent, et une résistance contre les feux ce qui lui offre une protection contre les incendies.

c). Utilisation alimentaire:

Les fruits d'*Opuntia stricta*.var.*dillenii* ont comme denrée alimentaire un certain nombre de propriétésavantageuses : leur peau tendue est sans épines et joliment colorées. La chair juteuse etviolette renferme des graines comestibles, ces deux constituants contiennent en plus des fibres, des substances bénéfiques pour la santé à faible poids

moléculaire dans des proportions relativement élevées par rapport aux fruits d'*Opuntia ficus indica* (**Diaz Medina et al. 2007**). *O.sd* est l'une des espèces d'*Opuntia* productrices de fruits les plus importantes dont le goût est rafraîchissant. D'autre rapport souligne le problème selon lequel les fruits d'*O.sd* sont évités en raison de leur goût relativement acide. Les parties comestibles présentent une acidité correspondant à 1,23 g d'acide citrique pour 100 g de poids frais, alors que la valeur moyenne respective est de 0,08 g/100 g pour *O.fi* dont les fruits sont préférés à ceux d'*O.sd* par les populations.

Les fruits d'*O.sd* sont principalement consommés frais, mais aussi bouillis ou séchés au soleil. La préparation traditionnelle de confitures, sirops et produits similaires est habituelle.

Les principaux pigments responsables de la couleur pourpre de la peau et de la pulpe de l'*O.sd* ; les bétalaines sont également extraits et utilisés comme additifs et colorants dans les préparations alimentaires tel que les yaourts et les friandises. Ces colorants naturels n'ont pas un E-numéro ; ce qui permet au produit alimentaire coloré par ces substances naturelles de garder le label Bio. De plus, ces substances sont stables dans un large domaine de pH variant de 4 à 7, là où la majorité des anthocyanes communément utilisées perdent leur performance et se dégradent. Cette propriété en fait des pigments idéaux pour la coloration des denrées alimentaires à acidité faible.

d). Utilisation pharmacologique:

De nos jours, plusieurs articles donnent un compte d'informations à jour sur les propriétés phytochimiques et pharmacologiques d'*O.sd*. Un certain nombre de constituants phytochimiques ont été isolés de cette plante qui possède des activités comme anti-inflammatoire, antioxydant, antidiabétique, effet immunomodulateur, antidépresseur, activité hypotensive, dans les lésions hépatiques aiguës, activité anti-hyperlipidémie, synergique antimicrobien *in vitro* et diverses autres propriétés médicinales importantes.

e). Utilisations anciennes:

Le fruit est considéré comme un réfrigérant et est dit être utile dans gonorrhées. Dans le Deccan, le fruit cuit est donné dans la coqueluche. Un sirop de fruit semble augmenter la sécrétion de bile et contrôler la toux spasmodique et expectoration, le jus laiteux se donne comme purgatif mélangé à un peu de sucre. On dit que les feuilles écrasées et appliquées en cataplasme atténuent la chaleur et l'inflammation. La feuille chaude appliquée sur les furoncles accélère la suppuration, la feuille transformée en pulpe est appliquée sur les yeux

dans le cas d'ophtalmie. La plante entre dans la composition du Kshara gada de Sushruta, remède contre le serpent, mais aucune partie de la plante n'est un antidote au venin de serpent.

I.1.8. Composés phénoliques:

I.1.8.1. Généralités:

BRUNETON (1999) définit les composés phénoliques (CP) comme étant des molécules du métabolisme secondaire spécifiques du règne végétal, ce qui d'après **BELKHIRI (2009)** signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales dans l'organisme végétal, comme la croissance ou la reproduction. L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique à 6 carbones (figure I.4), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (**MACHEIX et al., 2006**).

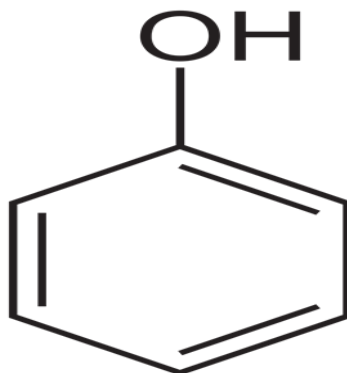


figure .I.4: structure du noyau phénol (macheix et al., 2006).

ette appellation générique désigne un vaste ensemble de substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement (**BRUNETON, 1999; MACHEIX et al., 2006**), allant de molécules phénoliques simples de bas poids moléculaire tels que, les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés comme les tannins (**AKOWAUH et al., 2004**). **TAO et LAMBERT (2014)** rapportent qu'à l'heure actuelle, plus de 8000 molécules ont été isolées et identifiées et font selon (**MARTIN et ANDRIANTSITOHAINA (2002)** partie intégrante de l'alimentation humaine et animale. D'après **GRESELLE et al. (2011)**, ils sont présents dans les vacuoles des tissus, participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques ou abiotiques (pathogènes, rayonnement UV...) et contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme et amertume), d'un point de vue thérapeutique, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve dans les

plantes médicinales (MACHEIX et al.,2005). Leur répartition tant qualitative que quantitative dans la plante varie selon les espèces, les organes, les tissus ou encore les différents stades de développement (GRESELLE et al.,2011).

I.1.8.2. Classification des composés phénoliques

MOTILVA et al.(2013) expliquent qu'il n'existe pas de classification universelle de polyphénols. Par contre, selon DUFOR et DANGLES (2005), la classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes que le tableau II met bien en évidence.

Tableau II : Les principales classes des composés phénoliques (BRUNETON, 2009)

Squelette de base	Classe	Exemples	Plantes
C6	Phénols simples	Catéchol, hydroquinone	Busserole
C6-C1	Acides Phénols benzoïques	Acide gallique, Acide salysalique, Vanilline	Artichaut Saule
C6-C2	Acétophénones	3-acétyl-6-méthoxy benzaldehyde Gallacetophénone	Saule
C6-C2	Acide phénylacétique	Acide phydroxyphenylacétique	/
C6-C3	Acide hydroxycinamique	Acide coumarique, Acide caféique	Romarin, Marronnier d'inde
C6-C3	Coumarines	Esculétine	Carotte Coriandre
C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine	Drosera spp
C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, Mangocine	Racine de gentiane, Centaurée
C6-C2-C6	Stilbènes	Hydrangéol, Pinosylvine	Raisin, pin
C6-C3-C6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine, Roténoïde	Ginkgo Thym Camomille
(C6-C3)2	Lignanes	Matairésinol	Chardon
C6-C3-C6)2	Bi flavonoïdes	Amentoflavone Hinokiflavone	Carcinia Hypericum
(C6-C3-C6)n	Tanins condensés proanthocyanidls	Aesculitans	Marronnier d'inde, vigne

- **Flavonoïdes:**

. Les flavonoïdes font partis de la famille des polyphénols, sont largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. On les trouve dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers les chromoplastes.

Ces composés ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales. Leurs principales actions résident essentiellement dans le maintien de la circulation sanguine et le renforcement du système immunitaire

- **Tanins :**

Les tanins sont des polyphénols que l'on retrouve dans de nombreuses parties des végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao, etc.), où ils sont utilisés par ces plantes comme moyen de défense chimique contre les microbes et les pathogènes. Ils se caractérisent par leur faculté à se combiner aux protéines et aux autres polymères organiques tels que les glucides, acides nucléiques, stéroïdes et les alcaloïdes pour former un précipité.

Les tanins ont un effet antioxydant et anti diarrhéique ce qui les rend utilisables dans le traitement des diarrhées infectieuses.

I.1.9. Activité antioxydant:

I.1.9.1. Stress oxydatif:

Des molécules pro oxydantes appelées radicaux libres ou espèces réactives de L'oxygène (ERO) est produit quotidiennement dans l'organisme. Ces dernières sont Cependant contrôlées par les antioxydants. Un stress oxydatif survient lorsque l'équilibre est rompu en faveur des radicaux libres. Toutefois, une production excessive de ces molécules Réactives ou une insuffisance des mécanismes antioxydants peut déséquilibrer la balance Oxydant/antioxydant (Papazian et Roch, 2008) ; (Poncelet et Sifer, 2011).

I.1.9.2. Radical libre :

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, morceau de molécule ou Simple atome, capable d'avoir une existence indépendante (libre) en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Cela lui confère une grande réactivité donc une demi-vie très courte. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à

remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (**Goudable et Favier, 1997**).

I.1.9.3. Les antioxydants:

Un antioxydant est toute substance qui, lorsqu'elle est présente à des faibles concentrations comparées à celles d'un substrat oxydable retarde ou empêche de manière significative l'oxydation de ce substrat. Le terme substrat oxydable englobe les protéines, les lipides, les glucides, et l'ADN (**Cadehas et Packer, 2002**).

I.1.9.4. L'activité antioxydant:

Les polyphénols peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène (anion super oxyde O_2^- , radical hydroxyle (OH.)) pour produire des radicaux phénoxy stable. Ils peuvent aussi agir comme des antioxydants grâce à leur capacité à complexer les ions métalliques. Malheureusement, certains polyphénols ont également une action pro-oxydante par transfert d'électrons à des ions métalliques. Les flavanols sont des antioxydants très puissants. La capacité antioxydant des dimères de type B liés en 4-6 semble supérieure à celle de ceux liés en 4-8 ; les dimères de type A sont par ailleurs moins antioxydants que les dimères de type B. Les gallates et glycosides de pro anthocyanidines montrent une activité antioxydant moindre en milieu lipidique qu'en milieu aqueux (**Collin.S, Crouzet .J,2011**).

Matériel
Et
Méthodes

II .1 Matériel et Méthodes:

II .1.1 Produit chimique :

Tableau .II.1: produits chimiques utilisés

	Produit	Référence
Solvants	Méthanol	HONEYWELL - Riedel de Haen
	Hexane	Sigma- Aldrich
	Éthyle acétat	Sigma- Aldrich
	Chloroform	HONEYWELL - Riedel de Haen
Réactifs chimiques	Folin-Ciocalteu	Sigma- Aldrich
	Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃)	Sigma- Aldrich
	Acide gallique (C ₇ H ₆ O ₅)	Sigma- Aldrich
	Acide ascorbique	
	1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)	Sigma- Aldrich
	Chlorure de Sodium (NaCl)	Sigma- Aldrich
	Chlorure ferrique (FeCl ₃)	Sigma- Aldrich
	Chlorure d'aluminium (AlCl ₃)	Sigma- Aldrich
	Nitrite de sodium (NaNO ₂)	Sigma- Aldrich
	Hydroxyde de sodium (NaOH)	Sigma- Aldrich
	Quercétine (C ₁₅ H ₁₀ O ₇)	Sigma- Aldrich

II .1.2 Matière végétale :

Les fruits de *Opuntia stricta* utilisés dans cette étude ont été collectés dans la région de ELHADJEB-LAGHOUAT en Mars 2023.

La matière végétale a été séparée en trois parties: Fruits, pelures, graines. La figure suivante illustre les étapes de préparation de l'échantillon :

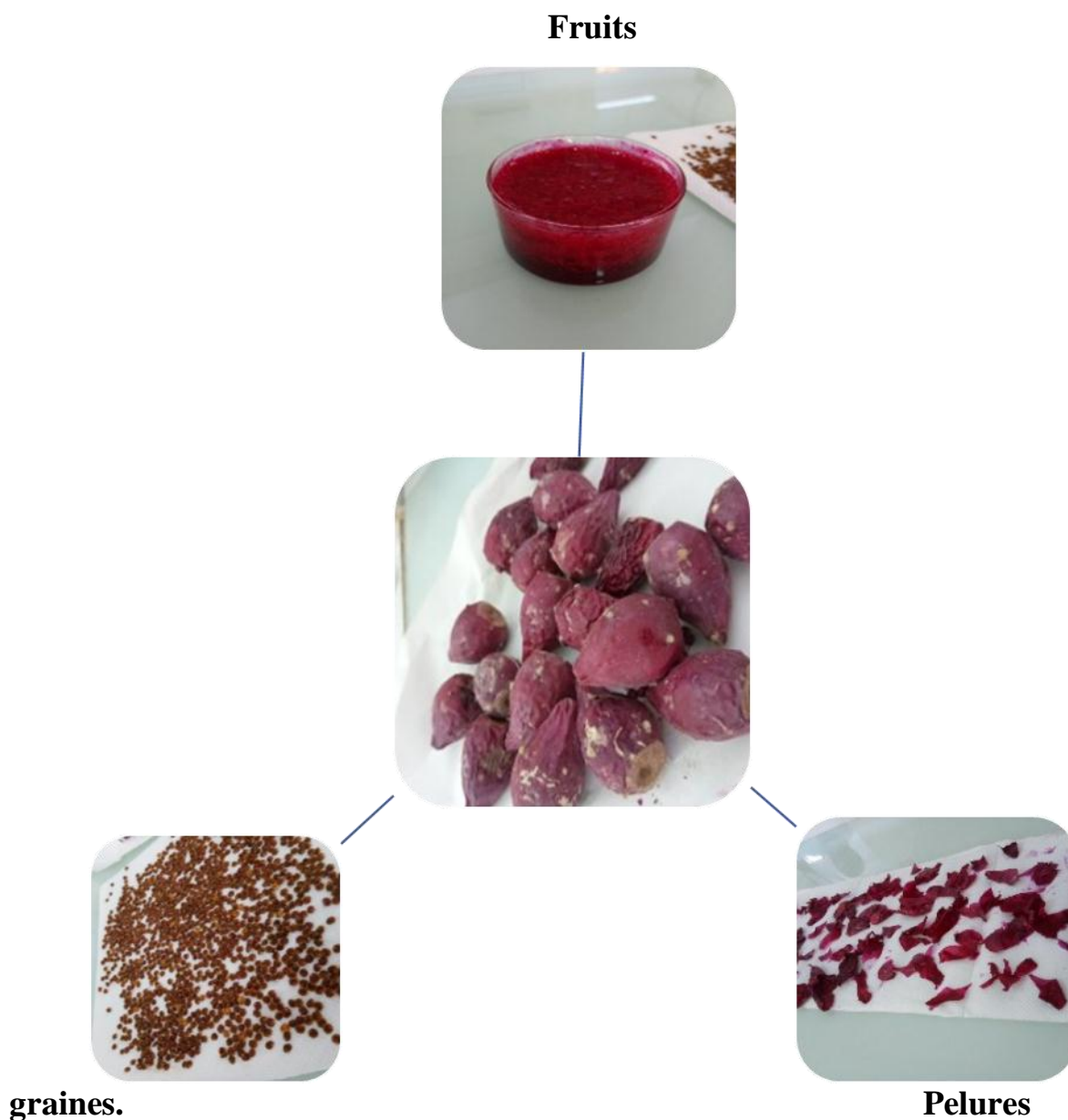


Figure.II.1: Fruit de l' *Opuntia stricta*.var.*dillenii*

II.1.3 Méthodes d'extraction et quantification des composés phénoliques :

II.1.3.1. Extraction des composés phénoliques :

L'extraction a été réalisée par macération à température ambiante en mettant 10 g de fruit d'*Opuntia stricta* dans 100 ml d'un système de solvant 8 :2 v/v (Méthanol/Eau) et placé à l'obscurité pendant 24h.

Les extraits ont été filtrés sur papier filtre. Ensuite, le solvant organique a été jeté sous pression réduite dans un évaporateur rotatif (rotation à la vapeur) à 45°C. La phase aqueuse a

Partie expérimentale

été extraite trois fois avec de l'acétate d'éthyle, du chloroforme et de l'hexane. Pour éliminer les traces d'eau, les extraits ont été séchés en ajoutant du sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4), après filtration, l'acétate d'éthyle, le chloroforme et l'hexane ont été évaporés sous pression à l'aide d'un vaporisateur Rota à 40 °C. Le résidu sec obtenu a été pesé et dissous dans 2 ml de méthanol, tandis que pour la phase aqueuse après avoir été évaporée sous pression à l'aide d'un étuve Rota à 45 ° C, le résidu sec obtenu a été pesé puis dissous dans 5 ml d'eau. Les extraits ainsi obtenus sont transportés dans des tubes scellés puis conservés au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

II.1.3.2. Dosage des composés phénoliques totaux :

Le réactif de Folin-ciocalteu constitué d'acide phosphotungstique et phosphomolybdique, réagit en milieu alcalin avec les phénols pour donner un mélange d'oxydes tungstène et de molybdène de couleur bleue. Cette coloration est proportionnelle à la quantité de phénols et absorbe à une longueur d'onde de 760 nm (8).

- **Protocole expérimental :**

Un volume de 100 μL de chaque solution est introduite à l'aide d'une micropipette dans des tubes à essais suivi de l'addition de 500 μl du réactif de Folin-Ciocalteu (10 fois dilué) et de 2 mL de carbonate de sodium Na_2CO_3 (2% m/v) sont ajoutés après 2 minutes. Les solutions sont secouées immédiatement, puis maintenues à l'obscurité pendant 30 min.

L'absorbance de chaque solution est déterminée à 760 nm contre un blanc dans un spectrophotomètre UV Visible de type Shimadzu 1601.

II.1.3.3. Dosage des tanins totaux condensés :

Les tanins totaux sont déterminés par la méthode à la vanilline en milieu acide (9). Cette méthode est basée sur la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins en présence d'acide pour produire un complexe coloré qui absorbe à 500 nm.

- **Protocole expérimental :**

On prend 200 μL d'extraits et mélangés avec 1 mL d'un mélange vanilline/acide chlorhydrique (1%/8% : V/V) dans des tubes à essais, les tubes sont placés dans un bain marie pendant 20 min à 30°C, la lecture de l'absorbance a été faite à 500 nm. Différentes concentrations préparées à partir d'une solution mère de la catéchine, permettront de tracer la courbe d'étalonnage.

Partie expérimentale

II.1.3.4. Dosage des flavonoïdes:

Dans cette étape, nous avons utilisé le protocole adapté par Lamaison et Carnat (Djeridane et al, 2006), utilisant le réactif de tri chlorure d'aluminium. Dans ce test, le trichlorure d'aluminium forme un complexe stable avec les groupements hydroxyles des flavonoïdes. Ce complexe de coloration jaune absorbe à une longueur d'onde maximale de 409 nm.

- **Protocole expérimental :**

Un volume de 1 mL de chaque solution diluée est mélangé avec 1 mL d'une solution aqueuse de tri chlorure d'aluminium à (2% m/v). Par la suite, les solutions ont été maintenues à l'obscurité pendant 20 min. L'absorbance de chaque solution préparée est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type Shimadzu 1601, à une longueur d'onde de 409 nm contre un blanc.

II.1.4. Activité antioxydante des extraits phénoliques :

II.1.4.1. TEST DPPH:

Le 1,1-diphényl-1,2-picrylhydrazyle (DPPH•) est un radical stable et présente une absorption spécifique à 517 nm qui lui confère une couleur violette. Un antioxydant aura la capacité de donner un électron singulet au radical synthétique DPPH. de coloration violette pour le stabiliser en DPPH-H de coloration jaune-verte (Chevalley, 2000). La réduction du radical libre DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV-Visible.

Le DPPH• est initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie (Figure II.02). Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques. Ce test permet alors, d'obtenir des informations sur le pouvoir anti-radicalaire direct de différentes substances de nos extraits. Il est donc prévu à fournir un lien avec les réactions ayant lieu dans un système d'oxydation, tel que l'auto-oxydation d'un lipide ou de toute autre substance insaturée.

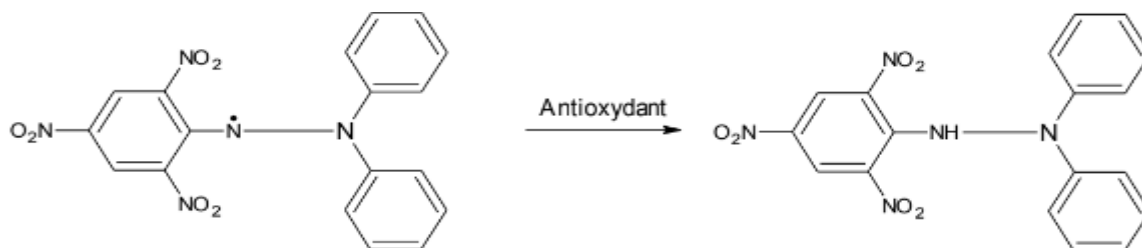


Figure II.02 : Réduction du radical libre DPPH

Partie expérimentale

Dans le test du DPPH, le mécanisme principal d'action des composés phénoliques est le piégeage des radicaux libres par le transfert de l'atome H au DPPH[•] qui se transforme en une molécule stable DPPH-H. La capacité à fixer des radicaux libres, donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne ne peut être mesurée directement, mais par contrôle de l'effet de la réactivité. Plusieurs facteurs influent sur le potentiel antioxydant et la cinétique de réduction, notamment les conditions de la réaction (temps, rapport Antioxydant/DPPH[•] type de solvants, pH). Pour réaliser ce test.

- **Protocole expérimental :**

Pour réaliser ce test, 1 mL de chaque extrait dilué dans méthanol est additionné à 1 mL d'une solution de DPPH[•] (250 μM) préparée dans méthanol. Le mélange réactionnel a été secoué immédiatement, puis il est maintenu à l'obscurité pendant 30 minutes à une température ambiante pour que la réaction s'accomplisse. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à 517 nm contre un blanc. Nous avons également, testé la vitamine C comme de antioxydant commerciaux pris comme antioxydant de référence.

II.1.4.2. Test FRAP:

Ce test est basé sur la réduction du complexe Fe³⁺-TPTZ (tripyridyltriazine) en sa forme ferreuse (Fe²⁺-TPTZ) par l'extrait antioxydant à un pH acide (Figure II.01). Ceci engendre l'apparition d'une couleur bleue avec une absorbance maximale à λ = 593nm.

(Benzie et Strain, 1996)

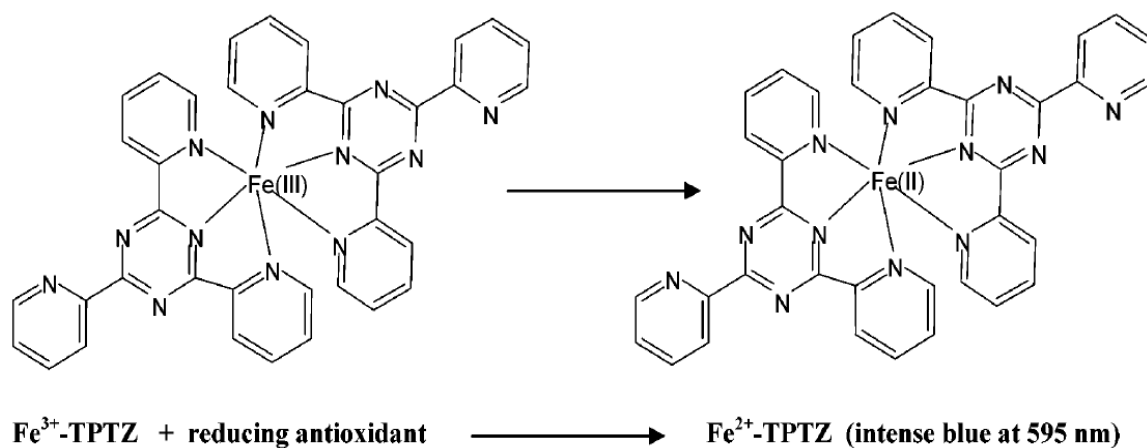


Figure II.03 : Réaction FRAP et le complexe Fe³⁺-TPTZ (Prior et al, 2005).

Partie expérimentale

- **Protocole expérimental :**

Un volume de 1 mL du réactif FRAP fraîchement préparé (10 mL d'une solution tampon d'acétate de sodium (pH = 3,6) et mélangé avec 1 mL d'une solution de TPTZ (10 mM préparés dans une solution HCl 40 mM) et 1 mL d'une solution FeCl₃ (20m M)) a été ajouté à 50 µL de l'extrait à différentes concentrations. Ensuite, l'absorbance a été mesurée à 593 nm contre le blanc après 7 minutes à la température ambiante.

L'inhibition de FRAP est calculée par la relation suivante:

$$\mathbf{PI\% = (A_e/A_0) \times 100}$$

où :

A_e : est l'absorbance des extraits d'échantillon

A₀ : est l'absorbance de 100% de réduction des ions ferriques dans 1 mL de réactif FRAP en présence de la vitamine C antioxydant pris comme référence.

Résultats
Et
Discussion

III.1. Quantification des Composés phénoliques dans *Opuntia stricta*:

III.1.1. Dosage des phénols totaux :

Les analyses quantitatives des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard (Figure III.1). Les valeurs obtenues sont exprimées en g EAG/10g MV (Tableau III.1).

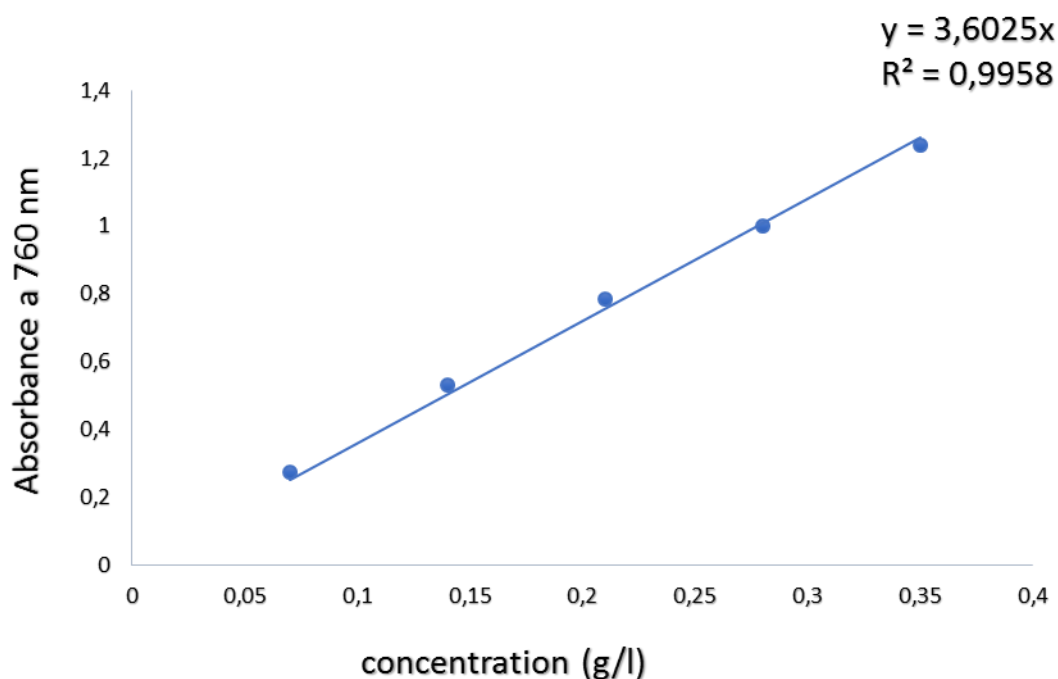


Figure .III.1: Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

Tableau III.1: Résultats du dosage des polyphénols

Extrait	Quantité des polyphénols totaux g/10gmv		
	Pelures	Fruit	Graine
Hexane	0.251 ± 0.008	Nd	Nd
Ethyl acétat	3.459 ± 0.135	0.154 ± 0.002	0.799 ± 0.005
Eau distillée	0.075 ± 0.000	0.047 ± 0.001	0.119 ± 0.000
Chloroform	0.331 ± 0.005	Nd	Nd

Résultats et Discussion

Les résultats sont mentionnés dans le tableau III.1. Nous constatons que la teneur en phénols totaux s'échelonne entre 0.047 et 3.459 g/10g MV. La valeur maximale a été enregistrée dans l'extrait (Pelures/ ethyl acétat).

Les résultats nous permettent de classer nos extraits par ordre décroissant en contenu de phénols totaux: (Pelures / ethyl acétat) > (graine / ethyl acétat) > (Pelures / chloroform) > (Pelures / Hexane) > (fruit / Ethyl acétat) > (graine / eau distillée) > (Pelures / eau distillée) > (fruit / eau distillée).

III.1.2. Dosage des tanins totaux condensés:

La teneur en tanins a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la catéchine comme standard. Les résultats ont été déterminés à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage (Figure III.2), et sont exprimés en gEC/10g MV (Tableau III.2).

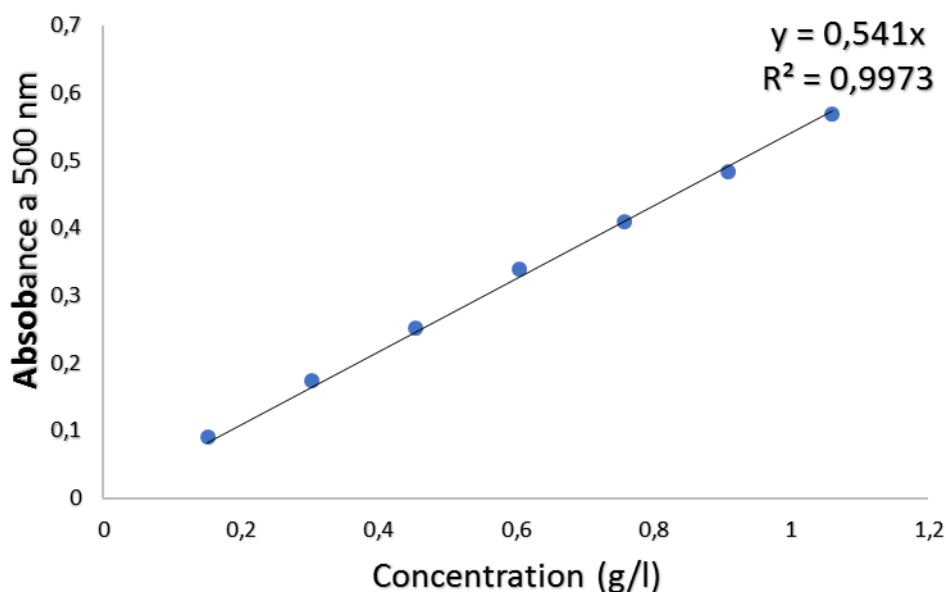


Figure III.2: Courbe d'étalonnage de catéchine

Tableau III.2 : Résultats du dosage des tanins

Extrait	Quantité des tanins (g EC/10g MV)		
	Pelures	Fruit	Graine
Hexane	13.676±0.049	ND	ND
Ethyl acétat	1.603±0.052	0.983±0.005	1.951±0.87
Eau distillée	0.249±0.058	0.081±0.003	0.086±0.009
Chloroform	0.602±0.010	ND	ND

Résultats et Discussion

Il a été observé que les pelures présentent la valeur la plus élevée en termes de tanins condensés totaux, suivies des graines, puis des fruits. Les résultats sont les suivants : (Pelures/Hexane) = (13.676 g EC/10 g MV) > (Graines/acétate d'éthyle) = (1.951g EC/10 g MV).> (Pelures/acétate d'éthyle) = (1.603 g EC/10 g MV) > (Fruit/acétate d'éthyle) = (0.983 g EC/10 g MV) > (Pelures/chloroforme) = (0.602 g EC/10 g MV) > (Pelures/ Eau distillée) = (0.249g EC/10 g MV) > (Graines/ Eau distillé) = (0.086 g EC/10 g MV). > (Fruit / Eau distillé) = (0.081g EC/10 g MV).

III.1.3. Dosage des flavonoïdes :

Les taux des flavonoïdes des extraits ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la quercétine comme standard (Figure III.3). Ils sont exprimés en termes de g EQ/10gMV (Tableau III.3)

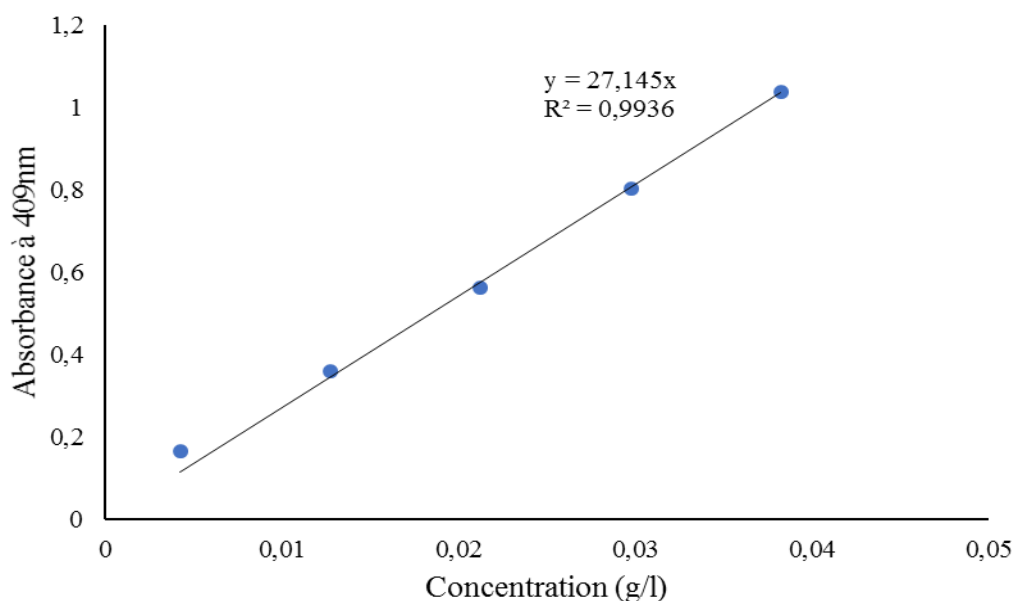


Figure 3 : Courbe d'étalonnage de la quercétine

Tableau III.3 : Résultats du dosage des flavonoïde

Extrait	Quantité des flavonoïdes g EQ/10g MV		
	Pelures	Fruit	Graine
Hexane	0.770 ± 0.002	ND	ND
Ethyl acétat	0.100 ± 0.001	0.084 ± 0.002	0.226 ± 0.000
Eau distillée	0.020 ± 0.001	0.006 ± 0.000	0.011 ± 0.000
Chloroform	2.358 ± 0.003	ND	ND

Résultats et Discussion

Pour les pelures : Les résultats présentés dans le Tableau 2 montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits.

L'extrait chloroformique enregistre un maximum de flavonoïdes (2.358 g EQ/10g MV), suivi par l'extrait hexanique qui renferme des plus faibles (0.770 g EQ/10g MV). Tandis que la plus basse concentration des flavonoïdes a été mesurée dans l'extrait Ethyl acétatique (0.100 gEQ/10g MV) et l'extrait aqueuse(0.020 g EQ/10g MV)respectivement.

Pour les fruits : Les résultats présentés dans le Tableau 2 montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits. L'extrait Ethyl acétatique enregistre un maximum de flavonoïdes (0.084 g EQ/10g MV), suivi par l'extrait aqueuse qui renferme des teneurs plus faibles (0.006 g. EQ/10g MV).

Pour les graines : Les résultats présentés dans le Tableau 2 montrent que les teneurs en flavonoïdes totaux varient considérablement entre les différents extraits. L'extrait Ethyl acétatique(0.226 g. EQ/10g MV). l'extrait aqueuse qui renferme des teneurs plus faibles (0.011 gEQ/10g MV).

III.2. . Évaluation de l'activité antioxydante:

III.2.1. Test DPPH

L'évaluation de l'activité antiradicalaire de nos extraits phénolique a été déterminée par le test du radical libre DPPH qui est un test de routine simple et rapide basé sur la diminution de la couleur du radical en présence de l'extrait. Afin d'évaluer l'activité antiradicalaire de nos extraits phénoliques par rapport vitamines C, nous avons tracé la courbe d'absorbance du radical DPPH en fonction des concentrations (g/l) du vitamines C (figure III.4). L'activité antioxydante est exprimée par VCEAC (mg/g MV), qui est définie comme la concentration en mg/l d'une solution de la vitamine C possédant la même activité antioxydante qu'une solution 1g/l de la substance testée. Plus les valeurs de VCEAC sont grandes plus l'extrait est un antioxydant puissant.

Résultats et Discussion

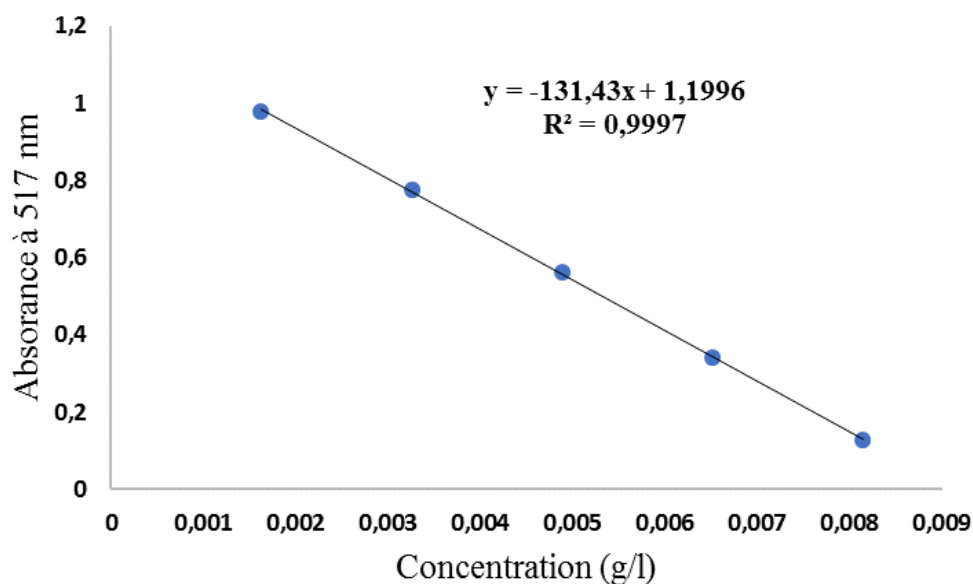


Figure III.4: Courbes d'étalonnages de l'inhibition du DPPH par les vitamines C.

Tableau III.4 : Résultats de test DPPH

Extrait	VCEAC DPPH(mg/g MV)		
	Pelures	Fruit	Graine
Hexane	30.916± 21.534	ND	ND
Ethyl acétat	21.484 ± 13.761	19.457± 12.254	49.62± 0.000
eau distillée	0.150 ± 0.016	0.931 ± 0.035	6.218±0.414
Chloroform	98.388 ± 61.702	ND	ND

Basé sur les résultats obtenus dans le tableau III.4, l'estimation de la capacité totale d'antioxydation des extraits a montré une variation dépendant du solvant utilisé dans le processus d'extraction, que ce soit le chloroforme, l'acétate d'éthyle, l'hexane ou l'eau. Il est à noter que les Pelures d'*Opuntia stricta*, l'extrait chloroformique aqueux présente la plus haute capacité antioxydante (98.388 mg/ g MV), comparé aux autres extraits dérivés de l'hexane et de l'acétate d'éthyle et extraits aqueux avec des valeurs de (30.916mg / g MV), (21.484 mg / g MV) et (0.150 mg / g MV) respectivement.

En ce qui concerne les fruits, l'extrait d'acétate d'éthyle présente la valeur la plus élevée d'activité antioxydante (19.457mg / g MV) par rapport à l'extrait aqueux (0.931 mg / g MV).

Résultats et Discussion

En ce qui concerne les graines, l'extrait d'acétate d'éthyle présente la valeur la plus élevée d'activité antioxydante (49.62 mg / g MV) par rapport à l'extrait aqueux (6.218mg / g MV).

III. 2.2 Test FRAP

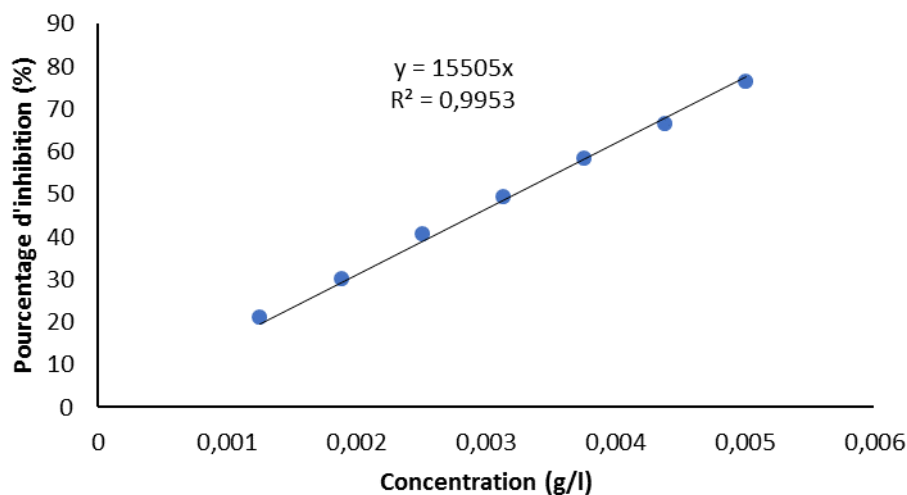


Figure III.5: Courbes d'étalonnages de l'inhibition du FRAP par les vitamines C.

Tableau III.5 : Résultats de test FRAP

Extrait	VCEAC FRAP (mg/g MV)		
	Pelures	Fruit	Graine
Hexane	1.409 ±0.029	ND	ND
Ethyl acétat	1.978 ±0.029	0.520 ±0.008	0.147±0.001
Eau distillée	0.007±0.000	0.014 ±0.000	1.923 ±0.005
Chloroform	0.635 ±0.012	ND	ND

A partir des résultats obtenus (Tableau III.5), on remarque que le pouvoir réducteur des extraits de la plante dépend de la nature du solvant.

Les résultats obtenus montrent que la capacité des extraits de réduire le Fer est largement inférieure à celle de l'acide ascorbique.

Pour les pelures, le pouvoir réducteur est beaucoup plus important dans la phase acétate d'éthyle (1.978 mg /gMV) par rapport à la phase hexane et la phase chloroforme et la fraction aqueuse respectivement : (1.409 mg/gMV, 0.635 mg/gMV, 0.007mg/10gMV, 0.007mg/10gMV).

Résultats et Discussion

Pour les fruits et les graine, le pouvoir réducteur est beaucoup plus important dans la phase acétate d'éthyle par rapport à la fraction aqueuse , Les résultats nous permet de classer nos extraits par ordre décroissant : [graine / Eau distillée] (1.92 mg/gMV) > [fruit / Ethyl acétat](0.520 mg /gMV) > [graine/ Ethyl acétat] (0.147mg /g MV) > [fruit / Eau distillée](0.014 mg /gMV)

Le pouvoir réducteur des extraits de la plante est probablement dû à la présence de groupement hydroxyle dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électron.

***Conclusion
Générale***

Conclusion

Les plantes médicinales demeurent à ce jour la source la plus fiable des principes actifs connus pour leurs propriétés thérapeutiques, pharmacologiques, cosmétologiques et agricoles. Au cours de ces dernières années, de nombreux chercheurs se sont intéressés aux composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes, qui sont considérés comme de véritables usines chimiques dont il faut tirer le maximum de profit afin de pallier aux composés d'origine synthétique. Cette étude pouvant être perçue comme une ébauche à une étude à venir plus approfondie, avait pour objectif l'estimation de la teneur en polyphénols et flavonoïdes totaux ainsi que les activités in vitro antioxydante des extraits méthanolique des fruits d'*Opuntia stricta*. var. *dillenii*. La teneur en flavonoïdes totaux a été déterminée par la méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$), les valeurs respectives étaient comme suit :

Le niveau de flavonoïdes était significativement élevé dans les pelures d'*Opuntia stricta*, où la phase chloroforme contenait (2.358g EQ/10g MV), la phase hexane (0.770 g EQ/10g MV), la phase acétate d'éthyle (0.100gEQ/10gMV) et la fraction aqueuse (0.020g EQ/10g MV). Alors que le taux de flavonoïdes dans les graines était plus faible, nous l'avons trouvé dans la phase acétate d'éthyle (0.226g EQ/10gMV) et la fraction aqueuse (0.011g EQ/10gMV) et le fruit contiennent la plus faible teneur en flavonoïdes. Les résultats ont été les suivants dans la phase acétate d'éthyle (0.084g EQ/10g MV) et dans la fraction aqueuse (0.006g EQ/10g MV).

La teneur des tanins condensés totaux a été déterminée par le mélange vanilline/acide chlorhydrique, et nous avons remarqué que les Pelures contiennent la valeur la plus élevée des tanins condensés totaux, suivis des graines puis des fruits, et les résultats étaient les suivants : (Pelures/ hexane) = (13.676g EC/10 g MV) > (graines/acétate d'éthyle) = (1.951g EC/10g MV) > (Pelures/acétate d'éthyle) = (1.601g EC/10gMV) > (fruit/acétate d'éthyle) = (0.983 gEC/10 gMV) > (Pelures/chloroforme) = (0.602g EC/ 10 g MV) > (Pelures/ eau distillée) = (0.249gEC/10gMV) > (graines/eau distillée) = (0.086gEC/10gMV) > (fruit / eau distillée) = (0.081g EC/10g MV).

Nous avons déterminé la quantité de polyphénols totaux à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu et du carbonate de sodium (Na_2CO_3), et les résultats variaient de (0.047 et 3.459 g/10g MV).

Grâce à nos expériences avec la plante *Opuntia stricta*, nous avons conclu que la quantité de polyphénols est plus présente dans les Pelures que dans les fruits et les graines.

Conclusion

L'activité antioxydante des extraits d'*Opuntia stricta*.var.*dillenii* été évaluée par deux méthodes distinctes, à savoir la méthode de piégeage des radicaux 2,2-diphényl-1-ptycrylhydrazyle (DPPH) et la méthode pouvoir réducteur du fer (FRAP). A l'issue des résultats obtenus nous avons constaté que l'extrait chloroformique renferme de puissants composés actifs capables de réduire ce radical libre, néanmoins, cette valeur demeure largement inférieure à celle enregistrée pour l'acide ascorbique (standard). La valeur la plus élevée était dans le test DPPH (98.388 mg /g MV) est la valeur la plus basse de (0.150mg/ g MV) .

Les résultats obtenus pour la mesure de l'activité antioxydante en utilisant la méthode du pouvoir réducteur du fer (FRAP) se mettent entre (1.978 mg/10g MV et 0.007mg/10g MV) cependant légèrement moins actif que l'acide ascorbique utilisé en guise de standard.

Les résultats obtenus nous permettent de déduire que l'emploi récurrent de cette plante serait le fait de la manifestation leur richesse relative en constituants polyphénoliques.

*Références
Bibliographiques*

A

AKOWAUH G.A., ZHARI I., NORGYATI I., SADIKUN A. et KHAMSAH S.M. (2004). The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food chemistry.*, 4 (87) : 559-566

B

BELKHIRI F. (2009). Activité antimicrobienne et antioxydante des extraits du *Tymus communis* L. et *Carthamus caeruleus* L. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbas. Sétif, Algérie.

BRUNETON J. (1999). Pharmacognosie : Phytochimie Plantes Médicinales. Techniques et Documentation, 3ème Ed, Lavoisier, Paris. 107- 394

C

Cadehas E and Packer L.2002. Hand Book Of Antioxydants Second And Expanded, P. 4.

Collin.S, Crouzet .J, 2011. Polyphénols Et Procédés : Transformation DesPolyphénols Au Travers Des Procédés Appliqués A L'agro-Alimentaire. Edition Tec Et Doc.50p

CHAALAL M., TOUATI N. et LOUAILECHE H. (2012). Extraction of phenolic compounds and in vitro antioxidant capacity of prickly pear seeds. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters.*, 4 (159): 467-475.

D

DUFOUR C. et DANGLES O. (2005). Flavonoid-serum albumin complexation: determination of binding constants and binding sites by fluorescence spectroscopy. *Biochimica Et Biophysica Acta, General Subjects.*, 1-3 (1721) : 164-173.

E

ELQAJ M., AHAMI A. et BELGHYTI D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

ENNOURI M., AMMAR I., KHEMAKHEM B. et ATTIA H. (2014). Chemical Composition and Antibacterial Activity of *Opuntia Ficus-Indica* F. Inermis (Cactus Pear) Flowers. *Journal of Medicinal Food.*, 17 (8): 908-914.

GRESELLE P., CERLETTI C., GUGLIELMINI G., PIGNATELLI P., DE GAETANO G. et VIOLI F. (2011). Effect of resveratrol and other wine polyphenols on vascular function: an update. *Journal of Nutritional Biochemistry.*, 3 (22): 201-211.

K

KOUBAA M., KTATA A., BOUAZIZ F., DRISS D., GHORBEL R.E. et CHAABOUNI S.E. (2015). Solvent extract from *Opuntia stricta* fruit peels: Chemical composition and Biological activities. *Free Radicals and Antioxydants.*, 2 (5) : 52-59.

M

MABROUKI L., ZOUAGRI B., BENDHIFI M. et BORGI M.A. (2015). Evaluation of antioxidant capacity, phenol and flavonoid contents of *Opuntia streptacantha* and *Opuntia ficus indica* fruits pulp. *Nature & Technology.*, 13: 2-8.

.MACHEIX J.J., FLEURIET A. et MANCHADO P.S. (2006). Composés phénoliques dans la plante- structure, biosynthèse, répartition et rôles ; in : « Les Polyphénols En Agroalimentaire ». Editions Tec et Doc., Lavoisier., Paris. 3-26.

MACHEIX J.J., FLEURIET A. et JAY-ALLEMAND C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Editions Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.145

MAURICE N. (1997). L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, France. 12-14.

MARTIN S. et ANDRIANTSITOHAINA R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie.*, 6 (51) :304–315.

MOTILVA M.J., SERRA A. et MACIA A. (2013). Analysis of food polyphenols by ultrahigh-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry: an overview. *Journal of Chromatography A.*, 1292: 62-82.

MUTHU C., AYYANAR M., RAJA N. et IGNACIMUTHU S. (2006). Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine.*, 2: 1-10.

T

TAO L. et LAMBERT J.D. (2014). Polyphenols in the prevention and Treatment of Vascular and Cardiac Disease, and Cancer. *Polyphenols in human health & Disease.*, 2: 1191-1198.

عنوان المذكرة: تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمركبات الفينولات للنبات التين الشوكي

المؤطر: حرث محمد

اللقب: قيسي
الاسم: حنان

اللقب: بن حرمة
الاسم: و داد

الخلاصة:

يركز العمل الحالي على الدراسة الكيميائية للنباتات ومضادات الأكسدة لمراحل الاستخلاص المختلفة (الماء، الهكسان، أسيتات الإيثيل والكلوروفورم) من أجل الحصول على أفضل عائد من المركبات الفينولية (الفينولات الكالية ، الفلافونويد والعفص المكثف) من قشور وثمار التين الشوكي. أظهرت النتائج أن تركيز الفينولات الكلي يتراوح بين (0.047 و 3.459 غرام حمض غاليك / 10 غرام) فيما يتعلق بكمية الفلافونويد ، فهي تتراوح بين (2.351 و 0.006 غرام الكويرسيتين/10 غ) تتفاوت تركيزات التانين المكثفة بين (0.081 و 13.676 غرام كاتيشين / 10 غرام). أظهر اختبار الفعالية المضادة للأكسدة أن إجمالي الفينول الأمثل للتخلص من الجذور الحرة التي تبلغ قيمتها (98.388مليغرام) موجودة في (التقشير /كلور فورم) ، بينما تراوحت نتائج اختبار FRAP بين (0.007 و 1.978مليغرام /غرام)
الكلمات المفتاحية: البوليفينول ، الفلافونويد ، العفص المكثف ، النشاط المضاد للأكسدة.

Memory title : Evaluation of the antioxidant activity of the phenolic compounds of the "Opuntia stricta.var.dilleni"

Name: Hanane and Widad Mohamed

Directed by: Harrat

First name: Ghobsi and Ben horma

Abstract:

Current work focuses on the chemical study of plants and antioxidants for the different extraction phases (water, hexane, ethyl acetate and chloroform) in order to obtain the best yield of phenolic compounds (total phenols, flavonoids and condensed tannins) from the peels and seeds of the fruits of Opuntia stricta var. dilleni.

The results showed that the concentration of total phenols varies between (0.047 et 3.459 g/10g MV). Regarding the amount of flavonoids, it varies between (0.006 et 2.351 g EQ/10 g MV). Condensed tannin concentrations vary between (0.081 et 13.676 g EC/10 gMV).

The antioxidant activity test showed that the optimal total phenol for the elimination of free radicals whose value (98.388 g/ 10 g MV) is present in (peel / water), while the results of FRAP test varied between (0.007 et 1.978g MV).

Key words: polyphenols, flavonoids, condensed tannins, antioxidant activity

Titre du mémoire : Évaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques « l'Opuntia stricta.var.dilleni»

Nom : Hanane et Widad

Encadreur : Harrat Mohamed

Prénom : Ghobsi et Ben horma

Résumé :

Le travail actuel se concentre sur l'étude chimique des plantes et des antioxydants pour les différentes phases d'extraction (eau, hexane, acétate d'éthyle et chloroforme) afin d'obtenir le meilleur rendement en composés phénoliques (phénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés) à partir des pelures et des fruits de l'Opuntia ricta var. dilleni.

Les résultats ont montré que la concentration en phénols totaux varie entre (0.047 et 3.459 g/10g MV). En ce qui concerne la quantité de flavonoïdes, elle varie entre (0.006 et 2.351 g EQ/10 g MV). Les concentrations de tanins condensés varient entre (0.081 et 13.676 g EC/10 gMV).

Le test d'activité antioxydante a montré que le phénol total optimal pour l'élimination des radicaux libres dont la valeur (98.388 g/ 10 g MV) est présent dans (peeling / eau), alors que les résultats du test FRAP variaient entre (0.007 et 1.978g MV)

Mots-clés : polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés, activité antioxydante