

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



Université Dr. Moulay  
Tahar de Saida Faculté  
des Sciences  
Département De  
Biologie



Laboratoire de Biotoxicologie, Pharmacognosie et  
Valorisation biologique des Plantes

**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLOME DE MASTER EN  
BIOLOGIE**

Option : **Microbiologie  
appliquée**

Présenté par :  
*M<sup>elle</sup>. Benarouba hadjira*  
*M<sup>elle</sup>. Chebab Nour Elhouda*

Sur le thème intitulé :

# Cactus

**Soutenu publiquement le : 25 Juin 2020**  
Devant le jury :

|                             |                                  |                         |                   |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>Mme. MOULAY Aicha</b>    | <b>Maître de conférences -B-</b> | <b>U T. M. de Saïda</b> | <b>Présidente</b> |
| <b>Mme. CHAALANE Fatiha</b> | <b>Maître de conférences -B-</b> | <b>U T. M. de Saïda</b> | <b>Examineur</b>  |
| <b>M. AMMAM Abdelkader</b>  | <b>Maître de conférences -A-</b> | <b>U T. M. de Saïda</b> | <b>Encadreur</b>  |

**Année universitaire : 2019/2020**

# **Remerciement**

*En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de  
m'avoir  
donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes  
les difficultés.*

*D'abord nous exprimons nos sincères remerciements aux membres de  
jury, à notre encadreur «ammam abdal kader » pour mener ce travail,  
la confiance et  
la liberté qui nous est donné, pour sa disponibilité, et nous apporter  
l'aide nécessaire, tant sur le plan scientifique que moral*

## DEDICACE

*À ma mère je dédie ma vie toute entière car sans toi je n'aurai été ce que je suis  
aujourd'hui.*

*A la mémoire de mon père Mokhtar et mon frère MOHAMED qu'ALLAH  
luis accueillent dans son Paradis.*

*A mes chères sœurs Meriem, Khadija, Fouzia pour leurs encouragements  
permanents, et leur soutien moral.*

*A mon frère Abd el kim pour leur appui et leur encouragement,*

*À ma sœur, ma chère amie du fond du cœur BANDJRAD HANANE pour  
ses encouragements*

*aux moments difficiles, ses sacrifices, et sa confiance.*

*A ME TAHI ABD EL KARIM pour leur encouragement*

**HADJIRA**

## DEDICACE

### *À MES CHERS PARENTS*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

***Nour Elhouda***

## Résumé :

Le cactus appartient à la famille des Cactacées. Cette dernière se différencie par des caractéristiques physiologiques et morphologiques permettant à celle-ci de résister contre la sécheresse et donc à s'adapter et se développer dans les steppes (zones arides et semi-arides)

Le cactus constitue une source écologique et économique très importante (lutte contre la désertification, source fourragère, intérêt médicinal, industriel et alimentaire..), ce qui nous a poussés à étudier ce genre sur le plan botanique.

## Mots clés :

Cactacée, cactus, botanique, physiologiques

## Abstract

The cactus belongs to the Cactaceae family. The latter have physiological and morphological properties which allow them to resist drought and therefore adaptation and development in the plains (arid and semi-arid regions).

The cactus is a very important environmental and economic source (fight against desertification, source of food, medical, industrial and nutritional interest ...), which prompted us to study this species at plant level.

## Keywords :

Cactus, Aloe, Vegetarian, Physiological

## ملخص

ينتمي الصبار إلى عائلة Cactaceae

وتتميز هذه الأخيرة بخصائص فسيولوجية ومورفولوجية تسمح لها بمقاومة الجفاف وبالتالي التكيف والتطور في السهول المناطق القاحلة وشبه القاحلة)  
يشكل الصبار مصدرًا بيئيًا واقتصاديًا مهمًا للغاية (مكافحة التصحر، مصدر الأعلاف، الاهتمام الطبي والصناعي والغذائي...)، مما دفعنا إلى دراسة هذا الجنس على مستوى نباتي

## الكلمات المفتاحية

صبار ، صبار ، نباتي ، فسيولوجي

**Liste des Tableaux :**

| <b>N</b>  | <b>tableaux</b>   |
|-----------|---|
| <b>01</b> | Distribution des composés phénoliques dans les différentes parties du cactus (Opuntia ficus indica)         |
| <b>02</b> | Composition en acides gras d'Opuntia ficus indica dans la cladode et l'huile de graine de cactus            |
| <b>03</b> | Distribution du contenu vitaminique dans les différentes parties du cactus (Opuntia ficus indica)           |
| <b>04</b> | Distribution des stérols dans les différentes parties du cactus (Opuntia ficus indica)                      |
| <b>05</b> | Composition minérale des différentes parties du cactus (Opuntia ficus indica)                               |
| <b>06</b> | Composition et distribution des acides aminés dans les différentes parties du cactus (Opuntia ficus indica) |

**Liste des Figures :**

| <b>N</b>  | <b>FIGURES</b>  |
|-----------|---|
| <b>01</b> | Figure 1 : Coupe de cactus en période humide et en période sèche  |
| <b>02</b> | Figure 2 : Carte illustrant l'aire de distribution du cactus à son origine  |
| <b>03</b> | Figure 3 : Diagramme de Classification des cactus   |
| <b>04</b> | Figure 4 : Le Ferocactus  |
| <b>05</b> | Figure 5 : Figuier de Barbarie  |
| <b>06</b> | Figure 6 : Le schlumbergera, ou Cactus de Noël  |
| <b>07</b> | Figure 7 : L'Hylocereus Undatus   |
| <b>08</b> | Figure 8 : Cylindropuntia imbricata   |
| <b>09</b> | Figure 9 : huile de figure de barbarie  |
| <b>10</b> | Figure 10 : Sia Botanics Le soin de la peau de figue de Barbarie pour les adultes matures est riche en antioxydants |

## SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| Liste des Tableaux.....  | VII |
| Liste des Figures.....   | VII |
| Résumés.....   |     |
| INTRODUCTION   |     |
| Chapitre 1 : les plantes médicinales .....                         |     |
| Introduction .....   |     |
| 1-1-Les plantes médicinales.....                                   | 11  |
| 1-1-1-Historique.....  | 11  |
| 1-1-2- Définition .....  | 11  |
| 1-1-3-Intérêt de l'étude des plantes médicinales .....             | 12  |
| 1-1-4- Les avantages des plantes médicinales .....                 | 13  |
| 1-1-5- Les inconvénients des plantes médicinales .....             | 13  |
| 1-2 -La phytothérapie .....  | 13  |
| 1-2 -1-Définition .....  | 13  |
| 1-2 -2-Les avantages de la phytothérapie.....                      | 14  |
| 1-2 -3 - les facteurs de risques spécifiques la phytothérapie..... | 14  |
| 1-3-Métabolites secondaires .....                                  | 14  |
| 1-3-1 - définition .....   | 14  |
| 1-3-2 - Classement des métabolites secondaires.....                | 15  |
| 1-4-Classification des composés phénoliques .....                  | 15  |
| 1-4-1-Poly phénols monomériques .....                              | 15  |
| 1-4-2- Poly phénols sous forme de polymères.....                   | 16  |

## Chapitre 2

|  |     |
|--|-----|
| 2-1-Définition de cactus .....                                 | 19  |
| 2-2- Origine et diffusion .....                                | 20  |
| 2-3-Classification des cactus .....                            | 22  |
| 2.4- Les type de cactus .....                                  | 24  |
| Chapitre 3   |     |
| 3-1 Composition de cactus .....                                | 28  |
| 3-1-1 Les acides gras .....                                    | 30  |
| 3-1-2 Vitamines .....  | 30  |
| 3-1-3 Stérols .....  | 31  |
| 3-1-4 Minéraux et acides aminés .....                          | 32  |
| 3-2 Utilisations de cactus .....                               | 35  |
| 3-2 -1 Alimentation humaine .....                              | 35  |
| 3-2 -2 Production de fourrage pour le bétail .....             | 36  |
| 3-2 -3 Apiculture .....  | 36  |
| 3-2-4- Produits .....  | 37  |
| 3-2-4 -1- Production des huiles .....                          | 37  |
| 3-2-4 -2- Production en agroalimentaire .....                  | 38  |
| 3-2-4 -3- Production de colorants .....                        | 38  |
| 3-2-4 -4- Production cosmétique .....                          | 39  |
| 3-2-4 -5- Production pharmaceutique .....                      | 40  |
| 3-2-4 -3-1- C'est un antiviral .....                           | 40  |
| 3-2-4 -3-2- Il protège les cellules nerveuses .....            | 40  |
| 3-2-4 -3-3- Il est riche en antioxydants .....                 | 40. |
| 3-2-4 -3-4- IL peut réguler la glycémie .....                  | 40. |
| 3-2-4 -3-5- Peut traiter une hypertrophie de la prostate ..... | 40  |
| 3-2-4 -3-6- Il peut réduire le cholestérol .....               | 40  |
| 3-2-4 -3-7- Il peut éliminer les gueules de bois .....         | 41  |
| 3-2-4 -6- Production d'alicaments .....                        | 41  |
| 3-3- Formes et doses .....                                     | 41  |
| Production d'alicaments .....                                  | 41. |
| 3-4-Les risques potentiels .....                               | 41. |
| Production d'alicaments.....                                   | 42  |
| Conclusion .....   | 44  |

## Introduction

---

Il y a des millions d'années, les cactus n'étaient pas des cactus. C'étaient des plantes «normales», comme nous les connaissons tous, avec une tige et des feuilles. Mais à cette époque-là, il faisait bon vivre sur Terre, toutes les conditions étaient réunies pour que les végétaux soient pourvus de tiges et de feuilles : température, humidité, tout y était. Les végétaux pouvaient avoir une activité d'évapotranspiration normale (humidité de la plante évacuée par transpiration au niveau du feuillage). Puis le climat s'est modifié et leur station balnéaire s'est transformée en désert ou semi désert. De nombreuses plantes sont mortes pour n'avoir pas pu s'adapter au nouveau climat.

Mais pour celles qui ont su résister à ces modifications de taille (températures beaucoup plus importantes et humidité inexistante), leur mutation est devenue ce que nous connaissons d'elles : les feuilles ont disparu, il ne reste que la tige, et les plantes ont développé des aiguillons, ainsi que des poils pour bon nombre d'entre elles, qui leurs servent à se défendre des prédateurs quant aux épines, et à se cacher des rayons du soleil quant aux épines et aux poils. On peut distinguer les deux formes les plus répandues chez les cactées : la forme colonnaire avec les « cereus (cierges) », et la forme globulaire, comme, par exemple, le fameux

« coussin de belle-mère ». On distingue également les ports simples des ports cespiteux (buissonnant). Enfin, on distinguera aussi les cactées possédant des racines classiques, des cactées à racines tuberculeuses.

Bien qu'introduit depuis longtemps en Algérie, le cactus (figuier de barbarie) ou Nopal, ne suscitait par le passé que peu d'intérêt en dehors de la consommation du fruit et l'utilisation comme fourrage. La demande croissante sur le fruit et les recherches menées qui ont démontré les différents avantages et potentialités de cette culture désormais prometteuse et à forte valeur ajoutée. Le cactus ou cactées appartiennent à la famille des plantes grasses, il existe près de 200 espèces de cactus qui sont classées en plusieurs groupes selon leurs formes.

Le cactus, *opuntia* spp, présente plusieurs avantages : d'ordre écologique, socioéconomique, alimentaire, cosmétique ou encore thérapeutique. En effet, en Algérie, c'est une espèce utilisée comme plante fourragère, pour l'amélioration des parcours, pour la préservation des sols contre l'érosion, la lutte contre la désertification et la conservation de la biodiversité, tout en contribuant à la régénération des espèces végétales spontanées et à la constitution d'un microclimat favorable au développement d'une faune et une flore très diversifiées.

# **Chapitre 1**

## **Les plantes médicinales**

## 1-1-Les plantes médicinales

### 1-1-1-Historique :

Depuis des milliers d'années, l'homme a cherché à se soigner avec des végétaux (plantes, arbres, fleurs, ...). Pendant des siècles, voire millénaires, l'efficacité de cette médecine reposait sur des croyances, pour ne pas dire des mythes. Avec l'avancée de la science, notamment à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle et pendant le 20<sup>ème</sup> siècle, il a été possible de commencer à prouver scientifiquement l'efficacité ou non des plantes médicinales. Une partie importante de ces plantes n'

a pas réussi à dépasser le stade de la croyance (on parle dans ce cas de médecine populaire), mais plusieurs plantes médicinales ont vu leur efficacité prouvée scientifiquement. C'est le cas par exemple du thym, un puissant antiseptique ou encore du millepertuis, un antidépresseur en cas de dépression légère à modérée. Actuellement, de nombreuses études sont en cours à travers le monde (surtout dans les instituts de phytothérapie des facultés de pharmacie).

Pendant le Moyen-Âge, des instituts catholiques ont contribué au développement de l'usage des plantes médicinales. A cette époque, de nombreux couvents et monastères avaient un jardin de plante médicinale (appelé jardin de simples). Hildegarde von Bingen est une célèbre religieuse allemande du 12<sup>ème</sup> siècle, elle a étudié des centaines de plantes médicinales et reste aujourd'hui connue chez les passionnés de plantes.

La médecine moderne (on parle parfois aussi de médecine chimique ou allopathique, par opposition à l'homéopathie) repose en partie sur les plantes médicinales, certains principes actifs comme l'aspirine ont été isolés de plantes médicinales comme le saule ou la reine-des-prés, tout comme la digitaline extraite de la digitale. Actuellement la plupart de ces principes actifs sont produits par synthèse chimique et rarement isolés de plantes, surtout pour l'industrie pharmaceutique.

Les plantes médicinales (par exemple de régions tropicales) sont aussi la source de nouvelles molécules contre le cancer. La grande biodiversité de certaines régions (Madagascar, Amazonie) permet la découverte de molécules avec de précieuses propriétés comme parfois un potentiel anti-tumoral.

### 1-1-2- Définition :

Une **plante médicinale** est une plante utilisée pour ses propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine, voire animale.

D'abord appelées « simples » à partir du Moyen Âge en médecine médiévale, elles sont aujourd'hui définies par la pharmacopée française comme une « drogue végétale au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ». Une « drogue végétale » est (entre autres) une plante ou une partie de

plante, utilisées en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais. L'expression drogue végétale ou, plus couramment, drogue, désigne donc historiquement une matière première naturelle servant à la fabrication des médicaments. De nos jours, le mot est équivoque et certains ont proposé qu'il soit, dans le contexte des plantes médicinales, remplacé par l'expression « partie de plante utilisée » (Nicolas, A. 2003).

La plante est rarement utilisée entière (piloselle). Le plus souvent il s'agit d'une partie de la plante : rhizome (gingembre), bulbe (scille), racine (angélique), parties aériennes (ortie), tige (prêle), écorce (cannelle), bourgeon (pin), feuille, (sauge), sommité fleurie (salicaire), fleur (violette), pétale (coquelicot), fruit (fenouil), graine (lin), tégument de graine (ispaghul), exsudation de la plante (gomme arabique, myrrhe), thalle des algues (varech). Différentes parties d'une même plante peuvent avoir des utilisations différentes (aubier et inflorescence de tilleul).

Des plantes ayant des propriétés médicamenteuses peuvent avoir également des usages alimentaires ou condimentaires ou encore servir à la préparation de boisson hygiénique. Avant l'époque moderne, la théorie des signatures a joué un grand rôle pour distinguer par analogie les plantes nécessaires à une guérison humaine.

Selon les données de l'OMS, dans le monde 14 à 28 % des plantes sont répertoriées comme ayant un usage médicinal<sup>2</sup>. Des enquêtes réalisées au début du XXI<sup>e</sup> siècle révèlent que 3 à 5 % des patients des pays occidentaux, 80 % des populations rurales des pays en développement et 85 % des populations au sud du Sahara utilisent les plantes médicinales comme principal traitement (Najjaa, H.2011).

### 1-1-3-Intérêt de l'étude des plantes médicinales :

La plupart des espèces végétales contiennent des substances qui peuvent agir, à un niveau ou un autre, sur l'organisme humain et animal. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie. Elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus (Verdrager, J, 1978).

La raison fondamentale est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques répandus dans tout le monde vivant, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xénobiotiques aux effets secondaires très mal maîtrisés (Anonyme, 1999)

Les plantes médicinales sont donc importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs (Iserin P, 2001) La tubocurarine, le relaxant musculaire le plus puissant dérive du curane (Chondroendron tomentosum).

La morphine, alcaloïde caractéristique des papaviers (*Papaver somniferum*) est l'analgésique le plus puissant, utilisé dans la chirurgie lourde et la thérapie anticancéreuse (Verdrager, J, 1978 et Anonyme, 1999) .

Il est difficile d'imaginer le monde sans la quinine (dérivée du genre *Cinchona*) qui est un alcaloïde anti malarique, sans la dioxine (du genre *Digitalis*) qui est cardiotonique, ou encore l'éphédrine (du genre *Ephedra*) que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre le rhume stimule l'automatisme cardiaque, elle est bronchodilatatrice et stimulante du centre respiratoire bulbaire (**Verdrager, J, 1978 et Anonyme, 1999**) Les plantes aromatiques constituent une catégorie à part, par le fait qu'elles élaborent des substances volatiles, odorantes, caractéristiques appelées huiles essentielles (**Verdrager, J, 1978**). Ces plantes, connus depuis l'antiquité, sont généralement utilisées en médecine traditionnelle comme agents antibactériens, antifongiques et antioxydant (**Bruneton J. 1999**).

#### **1-1-4- Les avantages des plantes médicinales :**

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement (**Decaux I. 2002**), contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme (**Pinto et al .2003 ; Salgueiro et al. 2003**) Par contre, les médicaments de synthèses ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation (**Simon y.Mills, 2001**).

#### **1-1-5- Les inconvénients des plantes médicinales :**

Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autre, comme de nombreuses espèces (digitale, belladone, colchique, etc...), sont toxiques et ne sont utilisées sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles (**Williamson EM. 2001**).

### **1-2 -La phytothérapie :**

#### **1-2 -1-Définition :**

C'est l'art et la science de la médecine par les plantes. Cette science séculaire est connue depuis des siècles, et sans doute depuis des millénaires. Le répertoire le plus complet de plantes médicinales est sans doute le recueil de Parkinson, *theatrum botanicum*, publié en 1640. En fonction du traitement, on utilise tout ou partie d'une plante pour fabriquer le remède. Les éléments les plus utilisés sont les graines, les fruits, les fleurs, les feuilles, les tiges, et les écorces. La forme la plus courante de remède phytothérapeute est l'infusion, que l'on obtient en faisant bouillir les herbes dans de l'eau. La teinture (une dose de plante pour cinq doses d'alcool).

Les herboristes préparent aussi des suppositoires, des inhalations, des lotions, des comprimés et des préparations liquides. De nombreuses affections peuvent être traitées grâce à la phytothérapie, notamment le rhume, la grippe (menthe, gingembre, mille-feuille), l'insomnie (passiflore, houblon, fleur de tilleul) les nausées et vomissements (camomille, menthe).

## **1-2 -2- Les avantages de la phytothérapie:**

Certains de ces avantages sont en relation avec les plantes elles-mêmes nous citons parmi eux :

- Le degré de la toxicité qui est faible ou absent surtout quand il s'agit de plantes comestibles.
- La diversité thérapeutique des plantes : une plante peut traiter plusieurs pathologies par utilisation des graines, racines, feuilles et fruits.
- Les autres avantages de la phytothérapie sont, par contre liés aux conditions socio-économiques, à causes de :

- La bonne réputation que se sont forgés les phytothérapeutes tout le long de leur existence.
- La place forte considérable, qu'occupe la phytothérapie dans la culture populaire.
- Le coût des plantes médicinales relativement très bas et qui rend leur achat accessible. (Brunton J ; 1993. Pharmacognosie)

## **1-2 -3 - les facteurs de risques spécifiques la phytothérapie :**

Parmi les facteurs de risque spécifiques à la phytothérapie

- Mauvaise identification botanique.
- Sélection d'une mauvaise partie de la plante.
- Stockage inapproprié.
- Contamination de la plante par divers agents chimiques, métaux lourds, microorganismes. - Altération du produit végétal lors du conditionnement. - Erreur d'étiquetage du produit final .

### 1-3-Métabolites secondaires :

#### 1-3-1 - définition :

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (**Lutge et al. 2002; Abderrazak et Joël, 2007**). Exerçant un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement. Ils assurent des fonctions clés dans la résistance aux contraintes biotiques (phytopathogènes, herbivores, etc.) et abiotiques (UV, température...etc). Sur le plan agronomique, le rôle de ces composés dans la protection des cultures est connu (résistance aux maladies cryptogamiques, aux infections bactériennes, à certains insectes) (**Raven et al. 2000**).

Sur le plan pharmacologique, les métabolites secondaires constituent la fraction la plus active des composés chimiques présents chez les végétaux, et on estime aujourd'hui qu'environ 1/3 des médicaments actuellement sur le marché contiennent au moins une telle substance végétale (**Newman et Cragg, 2012**).

#### 1-3-2 - Classement des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires dépassant actuellement 100 000 substances identifiées, Ils appartiennent à trois grandes familles :

- Les composés aromatiques ou poly phénols (acides phénoliques, flavonoïdes, anthocyanidines, tanins) et les quinones.
- Les terpénoïdes et leurs dérivés.
- Les alcaloïdes (**Merghem, 2009**).

Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**Bruneton, 1993**).

#### 1-4-Classification des composés phénoliques :

La classification de ces substances a été proposée par Harborn (1980). On peut distinguer les différentes classes des poly phénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure de squelette de base, principales classes sont largement répandues (**Macheix et al. 2006**).

**1-4-1-Poly phénols monomériques :****A. Acides phénoliques**

Les acides phénoliques, ou acides phénols ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols, Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature (**Haslam, 1994**). Ils se divisent en deux classes: les dérivés de l'acide benzoïque(les acides hydroxycinnamiques) et les dérivés de l'acide cinnamique (les acides hydroxybenzoïques) (**Pandey et Rizvi, 2009**).

**B. Flavonoïdes**

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques, ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (**Benhamoud, 2011**). En 2003, environ de 4000 composés flavoniques sont connus (**Edenharder et Grunhage, 2003**). Certains sont des pigments quasi-universels des végétaux, ces composés existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est à- dire liée à des oses et autres substances (**Heller et Forkmann, 1993**). Ont un squelette de base formé par deux cycles en C6 (A et B) reliés entre eux par une chaîne en C3 qui peut évoluer en un hétérocycle (Cycle C) (Figure 2) (**Akroum, 2011**).

**1-4-2- Polyphénols sous forme de polymères :****A. Tanins**

Les tanins sont des composés phénoliques complexes, hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Da (**Kamra et al. 2006**). Ces composé naturellement produits par les plantes se caractérisent par leur facilité à se combiner aux protéines (**Mangan, 1988Mcsweeney et al., 2001,Makkar, 2003**).Grâce à la présence de plusieurs groupements hydroxyles phénoliques (**Khenaka, 2011**), Aussi à d'autre polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des stéroïdes et des alcaloïdes, pour former avec eux des complexes stables (**Haslam, 1998**). Ils sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaines familles comme les conifères, les Fagacée, les Rosacée (**Ghestern et al. 2001**). Ils peuvent exister dans divers organes: l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les grains (**Khanbabae et Ree, 2001**). En général, ils sont subdivisés en deux groupes distincts en fonction du type de l'acide phénolique et du type de liaisons qui déterminent la taille et la réactivité chimique de la molécule (**Rira, 2006**).

**B. Lignines**

C'est l'un des polymères bio sources les plus abondants sur Terre, elle constitue de 15 à 40% de la matière sèche des arbres et de 5 à 20% des tiges des plantes annuelles. C'est également le polymère aromatique naturel le plus abondant (**Privas, 2013**). Subissant les contraintes de la gravité, la lignine est apparue afin notamment de rigidifier les parois cellulaires (**Cruz et al, 2001**).

Le rôle des lignines dans l'évolution des végétaux, ils forment une barrière mécanique, de goût désagréable, et réduisant la digestibilité des sucres de la paroi, les lignines participent à la résistance des plantes aux microorganismes et herbivores, la lignification est une réponse courante à l'infection ou la blessure (**Murry et al. 1982**).

### C. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques naturelles composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (**Schauenberg et Paris, 2005**). Typiquement comme les amines primaires, secondaires, ou tertiaires et cela confère la basicité à l'alcaloïde, en facilitant leur isolement et purification comme sels solubles dans l'eau formés en présence des acides minéraux (**Hess, 2002**). Ils peuvent être présents dans tous les organes (**Ziegler et Facchini, 2008**). Leur teneur est très variable, généralement comprise entre 0.1% et 2 à 3 % du poids sec de la drogue (**Roux et Catier, 2007**).

Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins (**Ziegler et Facchini, 2008**).

### D. Terpénoïdes :

Appelés aussi terpènes, constituent une vaste groupe de métabolites secondaires, sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte (**Hellal, 2011**). En effet les plantes synthétisent plus de vingt-deux milles dérivés isopréniques qui possèdent des structures, des propriétés physiques et chimiques et activités biologiques très diverses (**Conolly, 1992**). Ils répondent dans la plupart de cas à la formule générale (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (**Seenivasan., 2006**) c'est-à-dire leur particularité structural la plus importante est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à 5 atomes de carbone (**Hernandez-Ochoa, 2005**).

Les précurseurs de tous les isoprénoïdes, le pyrophosphate d'isopentényle (IPP) et son isomère allylique pyrophosphate diméthylallyl (DMAPP), avec près de 40 milles structures moléculaires (**Yu et Utsumi, 2009**). Ils constituent une importante classe de produits secondaires, hydrophobes quelquefois volatils et unis par une origine Commune (**Seaman, 1982**).

**Chapitre 2 :**  
**Présentation de la plante**  
**étudiée : Cactus**



### 2-1-Définition de cactus :

Les cactus appartiennent à l'immense groupe des plantes grasses (succulentes). Ils sont effectivement presque tous des plantes grasses ou plantes succulentes, c'est-à-dire des plantes qui stockent dans leurs tissus des réserves de "suc" pour faire face aux longues périodes de sécheresse.

La fonction de stockage explique aussi l'apparition des côtes ou une disposition des mamelons en spirale, qui permettent, un peu comme sur un accordéon, la dilatation et la rétraction du corps de la plante au gré des périodes de pluies et de sécheresse, sans déchirure de l'épiderme.

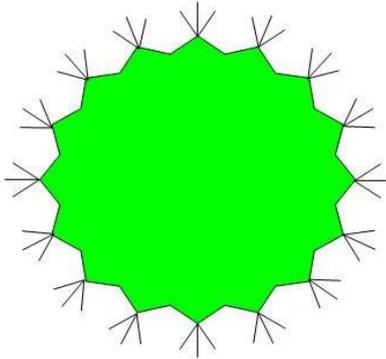
Leurs racines ont un pouvoir d'absorption colossale, un système sophistiqué de radicelles leur permet de pomper l'humidité dans leur substrat.

Quant aux épines, leur fonction est multiple: protection contre les animaux, mais aussi captation de la rosée, protection de l'épiderme contre les ardeurs du soleil, le vent desséchant ou le froid d'altitude. Certains cactus sont inermes, c'est-à-dire qu'ils ne possèdent ni aiguillons, ni poils, rien qui puisse les protéger, ni du soleil, ni des rongeurs prédateurs. Ce sont des plantes qui n'apprécient pas l'exposition directe et qui aiment l'ombrage. Quant à leur défense vis-à-vis des prédateurs, elle n'est pas extérieure mais intérieure, c'est-à-dire que leurs sucs renferment souvent un alcaloïde toxique qui rendra malade l'animal malchanceux ou lui laissera dans la bouche un goût tellement infâme qu'il ne sera pas près de revenir les grignoter. C'est le cas par exemple des Ariocarpus et des Lophophora.

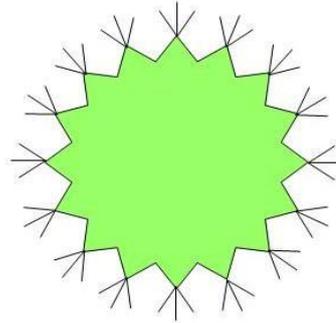
Les racines ont, elles aussi, subi d'importantes modifications : certaines sont devenues très grosses et constituent les réserves de la plante (caudex), d'autres au contraire sont restées très fines et forment juste sous la surface du sol des ramifications d'une

surface de plusieurs mètres carrés autour de la plante, capables de piéger la moindre trace d'humidité environnante (brouillard, rosée).

**- Coupe de cactus en période humide et en période sèche -**



Période humide : la plante est dilatée



Période sèche : la plante se contracte et s'expose moins au soleil

**Figure 1 : Coupe de cactus en période humide et en période sèche**

### 2-2- Origine et diffusion :

Les cactus sont presque tous originaires du Nouveau Monde, certaines espèces allant jusqu'au Nord de l'Alberta au Canada, d'autres poussant une pointe au Sud jusqu'en Patagonie

Les seules exceptions sont quelques espèces présentes en Afrique orientale et à Madagascar ou il se peut qu'elles aient été apportées par des oiseaux migrateurs et qu'elles y aient continué leur évolution (**Ahmad F. A, 1995**).

La culture du cactus est originaire des plateaux du Mexique qui sont caractérisés par un climat chaud et sec. L'utilisation alimentaire de l'espèce date de l'époque préhistorique grâce à la découverte de graines fossiles datant du septième millénaire av. J.-C (**Elqaj M, Ahami A, et Belghyti D, 2007**).

Ces régions semi-arides du Mexique présentent une grande diversité génétique de variétés cultivées et variétés sauvages du cactus. Plusieurs espèces ont été introduites dans d'autres régions du monde ayant un climat semi-aride, telles que l'Australie, l'Afrique du Sud, le Madagascar ou la région méditerranéenne.

Le cactus a été introduit en Europe méditerranéenne vers la fin du 15ème et le début du 16ème siècle pour l'alimentation des populations indigènes. Il a été aussi introduit, au 16ème siècle, au Nord et au Sud de l'Afrique et tout au long du bassin méditerranéen. Actuellement, il est cultivé dans les régions arides et semi-arides de plusieurs pays.

Le cactus, comme culture, était inconnu en Europe avant les voyages de Christophe Colomb. Il fut décrit de façon précise pour la première fois en 1535 par l'espagnol Gonzalo Fernandez de Oviedo y Valdés dans son histoire des Indes occidentales. Sa morphologie insolite marqua les esprits des premiers conquistadors. Outre les fruits, c'est l'élevage de la cochenille qui attira surtout leur attention ; mais l'élevage de cette dernière aux îles Canaries ne fut réussi qu'au 19ème siècle. Son fruit constituait depuis longtemps un aliment important dans le régime alimentaire des Indiens (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc, 2010).

Le genre *Opuntia* a été utilisé au Mexique depuis l'époque préhispanique, en association avec le maïs et l'agave, constituant ensemble la pièce maîtresse de l'économie agricole de la civilisation aztèque. Au cours des dernières années il y'a eu un intérêt accru pour diverses espèces d'*Opuntia*, en raison du rôle qu'elles sont supposées jouer dans le succès des systèmes d'agriculture durable dans les zones marginales ; notamment les zones arides et semi- arides ( Gurib-Fakim A, 2006).



**Figure 2 : Carte illustrant l'aire de distribution du cactus à son origine**

Les cactus sont répartis dans des zones géographiques des plus variées :

larges vallées fluviales (humidité et ombre : cactées épiphytes), zones montagneuses de haute altitude (froid), plateaux arides et herbus (un peu d'ombre), déserts et semi-déserts totalement arides, sans autre végétation que nos plantes épineuses, le soleil brûlant et le vent dessicatif étant leurs seuls compagnons.

Le règne des Cactacées est la quasi-exclusivité du continent américain. C'est le continent sud-américain (Pérou, Chili, Bolivie, Brésil), avec le Mexique en tête, qui regroupe la plus large majorité des espèces, mais on en trouve aussi beaucoup dans le sud du continent nord-américain : Arizona, Nevada, Utah, Colorado, Nouveau Mexique, Texas, Californie, Basse-Californie, sans oublier non plus l'Amérique Centrale qui en compte aussi de nombreuses variétés. Les Andes d'Amérique du Sud abritent de nombreuses espèces qui atteignent la limite des glaces éternelles, vers 4 700 m d'altitude (*Opuntias* et

Tephrocactus).

Les aires de distribution tropicales se voient en tête de file : le Brésil, qui abrite les épiphytes (*Rhipsalis* et *Hylocereus*), sans oublier les célèbres « Melocactus » ces magnifiques cactus à « chapeau » (céphalium).

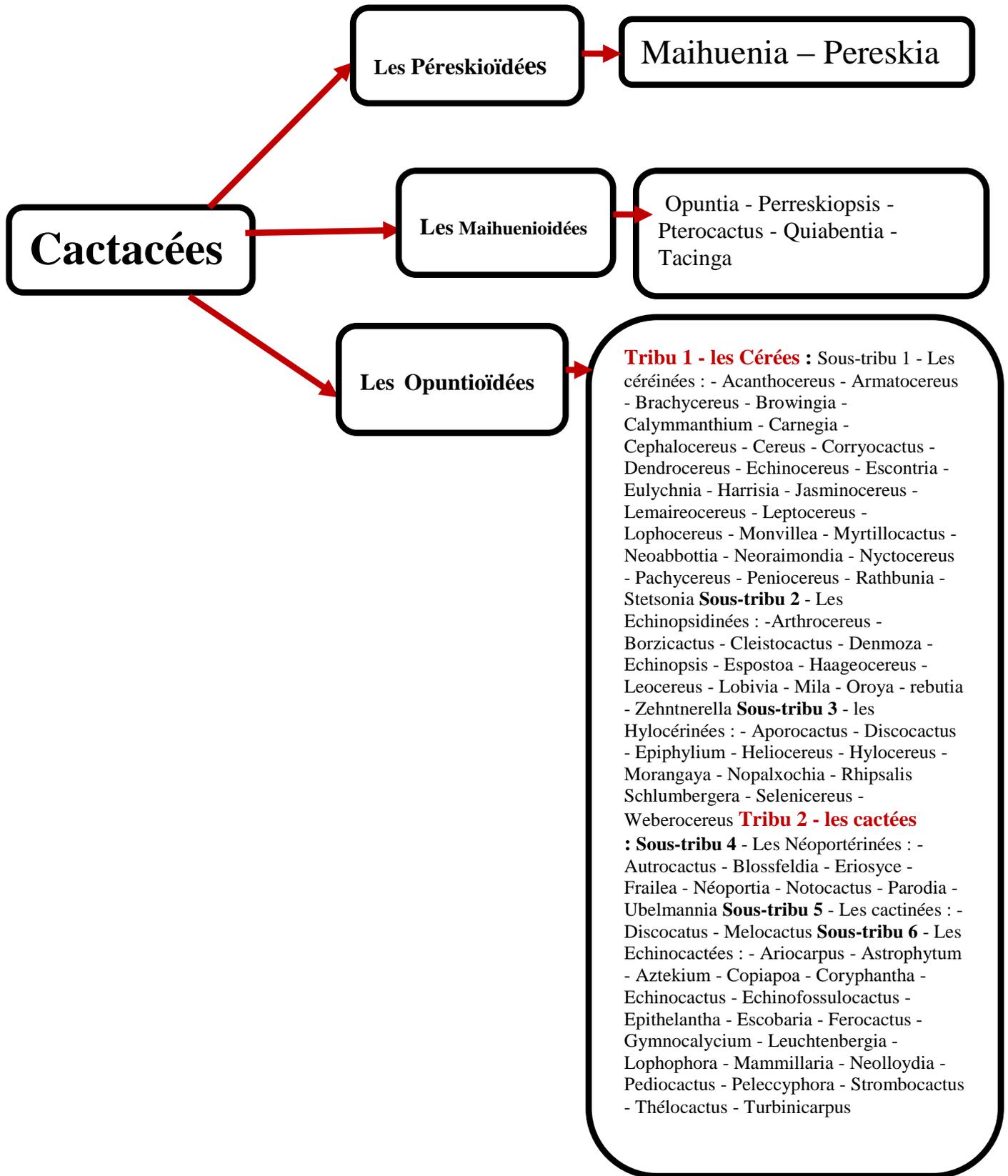
### 2-3-Classification des cactus :

Tous les cactus appartiennent à une seule et même famille, celle des **Cactacées** (**Cactaceas**), qui se divise en plusieurs sous-familles selon la classification de **Nyffler et Egli** en 2010 (basée sur la phylogénie) : les *Péreskioïdées*, les *Maihuenioïdées*, les *Opuntioïdées* et les *Cactoïdées*. Il n'est pas rare, par exemple, de lire que les cactus sont des « cactées », alors que c'est faux, puisque tous les cactus ne sont pas des cactées : les « cactées » font partie de la sous-famille des Cactoïdées.

Ci-dessous, retrouvez la classification des cactacées, avec le plus possible, un lien qui mène vers une fiche détaillée de la variété. Ainsi, vous trouverez tous les noms et sortes de cactus.

Notons néanmoins que la classification des cactus a toujours été **controversée** et qu'il n'en n'existe pas une seule et unique.

Figure 3 : Diagramme de Classification des cactus



## 2.4- Les type de cactus :

## a. Le cactus sphérique :

Dit aussi « cactus globulaire » ou « cactus boule a une », le cactus sphérique forme arrondie et de jolis piquants. Le cactus sphérique peut être isolé (comme le *Ferocactus* ou le *Mammillaria*) ou bien entouré de sujets plus petits autour de son pied (comme l'*Echinopsis*).



**Figure 4 : Le *Ferocactus***

## b. Le cactus raquette :

Les palettes du cactus raquette sont plates et ovales ou cylindriques. Le *Figuier de Barbarie* est l'un des plus connus.



**Figure 5 : *Figuier de Barbarie***

**c. Le cactus plat :**

Les tiges du cactus plat ressemblent à des feuilles. Le *Schlumbergera*, appelé aussi « cactus de Noël » possède des fleurs parmi les plus belles du monde.



**Figure 6 : Le schlumbergera, ou Cactus de Noël**

**d. Le cactus grimpant :**

Il est typique des forêts équatoriales humides et ses tiges entourent les arbres. L'*Hylocereus Undatus* est bien connu pour son fruit appelé « pitaya » ou « fruit du dragon ».



**Figure 7 : L'*Hylocereus Undatus***

### e. Les cactus buissonnants :

Leurs tiges constituent des buissons chargés d'épines, comme le *Cylindropuntia imbricata* qui fait de très jolies fleurs roses.



**Figure 8 : *Cylindropuntia imbricata***

# **Chapitre 3 :**

## **L'Utilisation et Composition de cactus**

---

**3-1 Composition de cactus :**

Au cours de dernières années, les recherches sur le cactus ont démontré ses bienfaits Grâce à l'étude de sa composition, démontrant la présence de vitamines, de fibres, d'acides aminés, de minéraux, ainsi que d'autres composants.

Les composés phénoliques Dans la grande famille des antioxydants, on trouve une variété de composés appelés les polyphénols. Ce sont eux que l'on retrouve en majorité dans les fruits, légumes et plantes qui contribuent à leurs vertus pour la santé.

Les polyphénols sont caractérisés, comme l'indique leurs noms, par la présence d'au moins deux groupes phénoliques associés en structures plus ou moins complexes, généralement de haut poids moléculaire. Ces composés sont les produits du métabolisme secondaire chez les plantes.

Les polyphénols prennent une importance croissante en pharmacologie, notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé. En effet, leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement des maladies inflammatoires, cardiovasculaires, neurodégénératives et aussi du cancer (**Laughton, et coll., 1991**).

Toutes les parties de cette plante sont riches en polyphénols, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques. La distribution de ces composés diffère d'une partie de cactus à une autre. L'acide gallique est majoritaire dans la fleur (4900 mg/100 g), alors qu'il est peu présent dans la raquette de cactus (2,37 mg/100 g). Ce composé connu par son pouvoir antioxydant et pro-oxydant, il est capable aussi de réduire les dommages à l'ADN (**You & Park, 2010**). Il possède aussi une activité anti-tumorale, antibactérienne et antivirale. La nictoflorine est un composé majeur du cladode à raison de 146,5 mg/100 g. La nicotiflorine joue un rôle dans la neuroprotection du système nerveux (**Nakayama et coll., 2011**). Dans la pulpe la teneur totale en polyphénol est de 218,8 mg/ 100 g, par contre dans les graines cette teneur ne dépasse pas 89 mg/100 g. (Tableau 4- (**El-Mostafa et coll., 2014**).

La peau du fruit de cactus est riche en Isorhamnétine ce composé connu par son rôle anticancéreux et anti-inflammatoire par l'inhibition des cytokines inflammatoires, des études ont montré une induction de l'expression de PPAR- $\delta$  (**Kim et coll., 2011; Kim, Choi, & Kim, 2014**).

**Tableau 1: Distribution des composés phénoliques dans les différentes parties du cactus (*Opuntia ficus indica*). La teneur en acides phénoliques est exprimée en mg/100g. D'après (El-Mostafa et coll., 2014)**

| Partie de la plante  | Composant principal identifié  | Quantité en mg / 100g |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Fleur de Cactus      | Acide gallique                 | 1630-4900             |
|                      | Quercétine 3-O Rutinoside      | 709                   |
|                      | Kaempférol 3-O Rutinoside      | 400                   |
|                      | Quercétine 3-O-Glucoside 4     | 447                   |
|                      | Isorhamnetin 3-O Robinobioside | 4269                  |
|                      | Isorhamnetin 3-O-Galactoside   | 979                   |
|                      | Isorhamnetin 3-O-Glucoside     | 724                   |
|                      | Kaempférol 3-O-Arabinoside     | 324                   |
| Pulpe de Cactus      | Acide phénolique total         | 218,8                 |
|                      | Quercétine                     | 9                     |
|                      | Isorhamnetin                   | 4,94                  |
|                      | Kaempferol                     | 0,78                  |
|                      | Lutéoline                      | 0,84                  |
|                      | glycosides d'isorhamnétine     | 50,6                  |
|                      | Kaempferol                     | 2,7                   |
| Graines de cactus    | Acide phénolique total         | 48-89                 |
|                      | Feruloyl-Saccharose Isomère 1  | 7,36-17,62            |
|                      | Feruloyl-Saccharose Isomère 2  | 2,9-17,1              |
|                      | Sinapoyl-diglucoside           | 12,6-23,4             |
|                      | Flavonoïdes totaux             | 1,5-2,6               |
| Tanins Totaux        | 4.1-6 .6                       |                       |
| Peau du fruit cactus | Acide phénolique total         | 45-700                |
|                      | Flavonoïde Total               | 6,95                  |
|                      | Isorhamnetin                   | 0,22                  |
|                      | Kaempferol                     | 4,32                  |
|                      | Quercétine                     | 2,41-91               |
| Cladode de Cactus    | Acide gallique                 | 0,58-3,54             |
|                      | Coumaric                       | 2,29-39,67            |
|                      | 3,4-dihydroxybenzoïque         | 4,59-32,21            |
|                      | 4-hydroxybenzoïque             | 2,89-146,5            |
|                      | Acide férulique                | 2,36-26,17            |
|                      | Acide salicylique              | 0,64-2,37             |
|                      | Isoquercétine                  | 14,08-16,18           |
|                      | Isorhamnetin-3-O-glucoside     | 0,06-5,02             |
|                      | Nicotiflorine                  | 0,5-4,72              |
|                      | Rutin                          | 0,56-34,77            |
| Narcissine           |                                |                       |

### 3-1-1 Les acides gras :

L'analyse des lipides totaux réalisée à partir des extraits des cladodes de cactus montre que l'acide palmitique, l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide linoléique constituent 93% de la teneur des lipides (Tableau 2), (Charrouf et Guillaume, 2007)). L'huile de graine de cactus présente un taux d'environ 62% en moyenne de l'acide linoléique. Ce dernier est connu pour ces propriétés contre les maladies cardiovasculaire, inflammatoire et certaines maladies métaboliques (Ramadan et Mörsel, 2003; Soel, et coll., 2007).

**Tableau 2: Composition en acides gras d'Opuntia ficus indica dans la cladode et l'huile de graine de cactus.**

Cette composition est exprimée en g/100g des acides gras totaux. Tableau adapté d'après (El-Mostafa et coll., 2014)

| Acides gras | Cladode de cactus | Graine de cactus |
|-------------|-------------------|------------------|
| C12:0       | 1,33              | *****            |
| C14:0       | 1,96              | *****            |
| C16:0       | 13,87             | 9,32-20,1        |
| C16:1       | 0,24              | 1,42-1,80        |
| C18:0       | 3,33              | 2,72-311         |
| C18:1       | 34,87             | 16,77-18,3       |
| C18:2       | 33,23             | 53,5             |
| C18:3       | *****             | 70,29            |
| C20:0       | *****             | *****            |
| C22:0       | *****             | *****            |
| C22:1       | *****             | *****            |
| C24:0       |                   |                  |

### 3-1-2 Vitamines :

Il existe des composants qui présentent une grande importance sur le plan nutritionnel, tels que les carotènes et les tocophérols (vitamine E) (Psomiadou et Tsimidou, 2001).

Les tocophérols sont les principaux antioxydants liposolubles localisés dans les membranes cellulaires chez l'homme. La carence en ces composés affecte de nombreux tissus chez les mammifères. La carence en vitamine E chez l'homme provoque des anomalies du développement du système nerveux chez l'enfant et une hémolyse chez l'homme. Des études suggèrent que les personnes ayant un apport en vitamine E et autres antioxydants plus faibles pourraient présenter un risque accru de certains types de cancer et d'athérosclérose (Rimm et coll., 1993). Il est également suggéré que la supplémentation en antioxydants pourrait réduire le risque de ces processus dégénératifs (Kallio, et coll.,

2002). Les données sur la composition en vitamines des différentes parties du cactus sont résumées dans le Tableau 6.

Le taux de vitamine E est extrêmement élevé dans la peau du cactus en raison de 2182 mg/100 g de ce tissu. Tandis que la graine contient 106 mg/100 g de la vitamine E mais quasiment absente dans la raquette de cactus.

**Tableau 3: Distribution du contenu vitaminique dans les différentes parties du cactus (*Opuntia ficus indica*).**

La teneur en vitamine est exprimée en mg/100g de tissu. D'après (El-Mostafa et coll., 2014)

| Vitamines               | Pulpe de cactus | Graine de cactus | Peau de cactus | Cladode de cactus |
|-------------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------|
| Vitamine K1             | 53,2            | 52,2             | 109            | *****             |
| Vitamine C              | 34-40           | *****            | *****          | 44743             |
| Vitamine B1             | *****           | *****            | *****          | 0,14              |
| Vitamine B2             | *****           | *****            | *****          | 0,6               |
| Vitamine B3             | *****           | *****            | *****          | 0,46              |
| $\alpha$ -tocophérol    | 84,9            | 56               | 1760           | *****             |
| $\beta$ -tocophérol     | 12,6            | 12               | 222            | *****             |
| $\gamma$ -tocophérol    | 7,9             | 33               | 174            | *****             |
| $\sigma$ -tocophérol    | 422             | 5                | 26             | *****             |
| Totale de la Vitamine E | 527,4           | 106              | 2182           | *****             |

### 3-1-3 Stérols :

Dans une étude menée par l'équipe de Ramadan sur la composition de cactus en stérol a montré que le  $\beta$ -sitostérol présente environ 57% du contenu total en stérol majeur dans la peau de fruit de cactus (Ramadan & Mörsel, 2003). Le deuxième composant majeur est le campestérol constitué avec le  $\beta$ -sitostérol 80% des stérols totaux (Tableau 7). Les autres composants, le stigmastérol et le 5-avénastérol sont présents en quantités approximativement égales (environ 6,0% des stérols totaux). De nombreux effets

bénéfiques ont été mis en évidence pour ces deux stérols (Yang et Kallio, 2001). Le Lanostérol et l'ergostérol sont présents à des concentrations plus faibles. Les phytostérols, en général, présentent un intérêt en raison de leur activité antioxydante et de leur impact sur la santé. Les phytostérols ont été ajoutés aux huiles végétales comme exemple d'un aliment fonctionnel efficace (Ntanios, 2001).

**Tableau 4: Distribution des stérols dans les différentes parties du cactus (*Opuntia ficus indica*).**

La teneur en stérol est exprimée en g/kg. D'après (El-Mostafa et coll., 2014)

| Principaux composants identifiés   | Pulpe de cactus | Graine de cactus | Peau du cactus |
|------------------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Campestérol Stigmastérol           | 8,74            | 1,66             | 2,12           |
| Lanostérol                         | 0,73            | 0,3              | 1,66           |
| $\beta$ -Sitostérol                | 0,76            | 0,28             | 21,1           |
| $\Delta$ 5 Avenastérol, $\Delta$ 7 | 11,2            | 6,75             | 2,71           |
| Avenastérol                        | 1,43            | 0,29             | *****          |
| $\Delta$ 7 Avenastérol Ergostérol  | *****           | 0,05             | ****           |
|                                    | *****           | *****            | 0,68           |

#### 3-1-4 Minéraux et acides aminés :

La graine de cactus est la partie la plus riche en minéraux. Le potassium et le phosphore sont majoritaires avec des quantités respectivement de 170 et 155 mg / 100 g (Tableau 8). La présence de grandes quantités de magnésium est également remarquable (El Kossori, et coll., 1998). Concernant les acides aminés, c'est le glutamate qui se présente comme élément dominant suivi de l'arginine (Tableau 9).

Dans la cladode, les principaux minéraux sont le potassium avec une quantité de 55,20 mg/100 g et le calcium avec un taux de 235 mg/100 g (Tableau 9 (Feugang, et coll., 2006). Le principal acide aminé présent dans cette partie est la glutamine. Dans la pulpe, le potassium est majoritairement présent à 161 mg/100 g (Tableau 9) (Medina, et coll., 2007; Sawaya, et coll., 1983). Dans l'ensemble, le fruit est enrichi en acide aminé proline et un autre dérivé d'acide aminé, la taurine, Il représente à eux deux 61,78% de la teneur totale en acides aminés (Tableau9).

**Tableau 5: Composition minérale des différentes parties du cactus (*Opuntia ficus indica*).**

La teneur en minéraux est exprimée en mg/100g. D'après (El-Mostafa et coll., 2014)

| Principaux composants identifiés | Pulpe de cactus | Graine de cactus | Cladode du cactus |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Calcium                          | 27,6            | 16,2             | 5,64-17,95        |
| Oxalate de calcium               | *****           | *****            | 4,3-11,5          |
| Magnésium Sodium                 | 27,7            | 74,8             | 8,8               |
| Potassium                        | 0,8             | 67,6             | 0,3-0,4           |
| Fer                              | 161             | 163              | 2,53-55,20        |
| Phosphore                        | 1,5             | 9,45             | 0,09              |
| Zinc                             | *****           | 152              | 0,15-2,59         |
| Cuivre                           | *****           | 1,45             | 0,08              |
| Manganèse                        | *****           | 0,32             | *****             |
|                                  | *****           | Trace            | 0,19-0,29         |

**Tableau 6: Composition et distribution des acides aminés dans les différentes parties du cactus (*Opuntia ficus indica*).**

La teneur en minéraux est exprimée en g/100g. D'après (El-Mostafa et coll., 2014)

| Principaux composants identifiés | Cladode du cactus | Fruit de cactus | Graine de cactus |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Alanine                          | 1,25              | 3,17            | 4,75             |
| Arginine                         | 5,01              | 1,11            | 6,63             |
| Asparagine                       | 3,13              | 1,51            | Trace            |
| Acide asparginique               | 4,38              | Trace           | 10,42            |
| Acide glutamique                 | 5,43              | 2,4             | 21,68            |
| Glutamine                        | 36,12             | 12,59           | Trace            |
| Cystine                          | 1,04              | 0,41            | 0,37             |
| Histidine                        | 4,18              | 1,64            | 3,11             |
| Isoleucine                       | 3,97              | 1,13            | 6,2              |
| Leucine                          | 2,71              | 0,75            | 9,94             |
| Lysine                           | 5,22              | 0,63            | 6,79             |
| Méthionine                       | 2,92              | 2,01            | 0,7              |
| Phénylalanine                    | 3,55              | 0,85            | 5,25             |
| Sérine                           | 6,68              | 6,34            | 8,46             |
| Thréonine                        | 4,18              | 0,48            | 1,53             |
| Tyrosine                         | 1,46              | 0,45            | 3,09             |
| Tryptophane                      | 1,04              | 0,46            | Trace            |
| Valine                           | 7,72              | 1,43            | 6,02             |
| Acide $\alpha$ -aminobutyrique   | Trace             | 0,04            | Trace            |
| Carnosine                        | Trace             | 0,21            | Trace            |

|            |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|
| Citrillune | Trace | 0,59  | Trace |
| Ornithine  | Trace | Trace | Trace |
| Proline    | Trace | Trace | 46    |
| Taurine    | Trace | 15,79 | Trace |
| Glycine    | Trace | Trace | 5,06  |

### 3-2 Utilisations de cactus :

#### 3-2 -1 Alimentation humaine :

##### a. Fruit :

Une tasse de nopales crus contient environ:

- ✓ **13,8** calories
- ✓ **1,14 gramme (g)** de protéines
- ✓ **0,08 g** de matières grasses
- ✓ **2,86 g** de glucides
- ✓ **1,89 g** de fibres
- ✓ **0,99 g** de sucre
- ✓ **19,8 microgrammes (mcg)** de vitamine A
- ✓ **8 milligrammes (mg)** de vitamine C
- ✓ **141 mg** de calcium
- ✓ **4,56 mcg** de vitamine K

Le fruit de figue de Barbarie contient les flavonoïdes kaempférol et quercétine. Les flavonoïdes sont des composés végétaux qui offrent des avantages supplémentaires dans le corps car ils ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

Il existe près de 200 espèces d'Opuntia, mais seuls les fruits d'une vingtaine d'espèces sont exploités. Les fruits sont connus par leurs teneurs élevées en sucre, minéraux et vitamines. Ils sont produits et vendus en été et en automne, selon la précocité de la variété. Au Mexique, par exemple, ces fruits comestibles appelés « tuna », sont commercialisés à l'état frais ou transformé : séchés, congelés, sous forme<sup>38</sup> de confit, de jus et d'alcool (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la **Pêche maritime, 2010**).

##### b. Cladode :

Les jeunes cladodes sont consommées en tant que légume car elles sont tendres et fibreuses. Leur valeur nutritive est similaire à celle d'un grand nombre de légumes et feuilles. Elles sont riches en eau, en hydrates de carbone, en protéines, en

vitamine C et  $\beta$ -carotène qui est un précurseur de la vitamine A. Ces jeunes cladodes sont appelés « Napolitos » au Mexique où elles sont considérées comme un légume traditionnel depuis des siècles. Elles sont consommées à l'état frais ou après cuisson en tant que légume vert. Elles sont conseillées pour les diabètes à diabétisme indépendant de l'insuline, car leur consommation peut améliorer le contrôle du sucre chez ces patients et peut réduire le taux du cholestérol dans le sang (Arba, 2009).

Il existe d'autres produits dérivés à partir des cladodes : confiture, cornichon et cladodes confits. Alors que les cladodes ont été traditionnellement utilisés comme un substitut de viande pendant les périodes de jeûne, elles sont aujourd'hui servies avec un repas semblable à des haricots verts (Stintzing and Carle, 2005).

### 3-2 -2 Production de fourrage pour le bétail :

Elle représente la deuxième importance économique du cactus dans le monde. L'utilisation du figuier de Barbarie dans l'alimentation du bétail représente également la deuxième importance de cette plante au Maroc. Le cactus est utilisé depuis longtemps dans l'alimentation du bétail des zones arides et sa production dans ces zones est plus rentable que celle d'autres espèces fourragères comme le maïs et le sorgho. Il est cultivé comme espèce fourragère dans plusieurs pays dans le but d'assurer un stock alimentaire pour le bétail dans le cas d'une situation critique de sécheresse. Un certain nombre de pays : Mexique, USA, Brésil, Pérou, etc. produisent des quantités importantes de cladodes en tant qu'aliment pour le bétail. Les cladodes sont appréciées par le bétail, car elles sont riches en eau, en fibre, en protéine et en éléments minéraux. Leur consommation permet d'améliorer la saveur du lait et la couleur du beurre (Arba, 2009).

Les cladodes sont broutées directement sur le champ par le bétail de pâturage comme ce qui se fait dans le Mexique et aux Etats-Unis où il y'a de grands ranchs de cactus pour le pâturage, ou bien elles sont récoltées et coupées pour les distribuer au bétail domestique comme ce qui se fait dans certains pays de l'Afrique du Nord comme le Maroc et la Tunisie où les plantations de cactus qui sont destinées à la production de fruits sont utilisées dans l'alimentation du bétail. En comparaison avec d'autres éléments fourragers, la valeur énergétique des raquettes est proche de celle de la luzerne avec 0,12 unité fourragère/kg. Avant de les donner au bétail, les cladodes sont déshydratées pour quelques jours afin d'éviter les diarrhées aux animaux et qui sont dues à la consommation de cladodes gorgées d'eau.

Les espèces épineuses peuvent passer sous un coup de feu afin de les débarrasser des épines (Arba, 2009). En raison de leur effet laxatif attribué à la forte teneur en acide oxalique, une combinaison avec de la paille, l'atriplex, le foin de luzerne ou les tiges de maïs est recommandée. D'une autre part la faible teneur phénolique et tannin dans les cladodes facilite la digestion et améliore la production de viande (Stintzing and Carle, 2005).

### 3-2 -3 Apiculture :

Le cactus est une plante à floraison abondante et son cycle de floraison peut s'étendre de 3 à 6 mois selon la région et la variété. Sa floraison attire les abeilles en masses par leurs grandes fleurs de couleur jaune, leur pollen abondant et leur nectar. Elle assure l'activité des abeilles pour une certaine période et les autres espèces mellifères assurent leur activité pour les autres périodes de l'année (Arba, 2009).

### 3-2-4- Produits :

#### 3-2-4 -1- Production des huiles :

L'huile extraite des graines du fruit du figuier de Barbarie appartient à la famille des huiles polyinsaturées comme la plupart des huiles végétales. La valeur commerciale de cette huile est intéressante en raison de ses particularités cosmétiques recherchées. Elle est riche en acide gras insaturé comme l'acide linoléique (64,43%) et l'acide oléique (18,46%). Parmi les acides gras saturés, le plus important est l'acide palmitique (12,60%) et l'acide stéarique (2,82%). Par contre, sa particularité réside dans sa richesse en matière insaponifiable (stérols et tocophérols). Cette caractéristique pourrait être un levier pour son exploitation dans le domaine de la cosmétologie ; étant donné les effets bénéfiques de ces substances sur l'élasticité de la peau, le métabolisme cellulaire et la restauration de la structure cutanée. Elle possède des particularités cosmétiques remarquables, car elle prévient le vieillissement et les rides de la peau. Les graines servent également pour la préparation de crème à usage dermique (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 2010).



**Figure 9 : huile de figue de barbarie**

**3-2-4 -2- Production en agroalimentaire :**

La transformation des raquettes et des fruits concerne

➤ La conservation des cladodes : Les jeunes cladodes sont conservées en petits morceaux dans des boîtes en conserves. Des usines modernes de mise en boîte des 40 « Napolitos » existent au Mexique et aux Etats Unis (Arba, 2009). Les principaux produits élaborés sont : les cladodes au vinaigre, les cladodes en saumure, la confiture de cladodes, les cladodes confites et les frites de cladodes. On utilise également les cladodes comme matière première pour la production du biogaz par fermentation naturelle (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 2010).

Des essais de conservation des jeunes cladodes sont également en cours de réalisation au sud du Maroc par des ONG (Arba, 2009).

➤ La Transformation technologique des fruits : Les fruits sont transformés en jus, en nectar, en jus concentré, en conserve, en miel, en marmelade, etc. La teneur en sucre qui est relativement élevée chez les fruits de la plupart des variétés leur permet de se transformer favorablement en produits agroalimentaires. Les fruits fermentés sont utilisés pour produire des boissons alcooliques ou l'eau de vie (Arba, 2009). Récemment, il a été démontré qu'il y'a une possibilité de produire du vinaigre à partir du jus de fruit du cactus (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 2010). Au Maroc, des essais de transformation des fruits en confiture sont actuellement en cours de réalisation par ses ONG du Sud qui font l'exportation de leurs produits. Le séchage des fruits au soleil est utilisé au Sud du Maroc pour la conservation de la production qui n'est pas vendue à l'état frais et de celle qui n'est pas autoconsommée (Arba, 2009).

**3-2-4 -3- Production de colorants :**

Les deux colorants extraits à partir de la figue de barbarie sont le carmin et la bêta laine :

➤ Carmin : c'est un colorant naturel de couleur rouge carmin (acide carminique). Actuellement il est de nouveau très recherché par les industries alimentaires et cosmétiques pour ses caractères biochimiques. Il est produit par l'élevage des cochenilles *Dactylopius coccus* et *Dactylopius opuntiae* qui sont des insectes hôtes du cactus. Les cochenilles sont collectées sur le cactus et sont séchées à l'air libre pour obtenir un produit brut qui est appelé Grana à partir duquel on peut extraire 10 à 26% de carmin. Il a été très demandé sur le marché international au début du 19ème siècle, moment où l'élevage de la cochenille à carmin était pratiqué au Sud du Maroc par la colonisation espagnole. Il a disparu par la suite à cause des colorants synthétiques et il est actuellement de nouveau recherché sur le marché international à cause de ses qualités naturelles et biochimiques (Arba , 2009).

Peut être utilisée principalement comme colorant d'aliments qui ne requièrent pas de traitement thermique tels que les glaces alimentaires, les yaourts, les friandises, les desserts, les sirops et les sauces. Ces colorants naturels n'ont pas un E-numéro ; ce qui permet au produit alimentaire coloré par ces substances naturelles de garder un label Bio. Ces colorants extraits de légumes et fruits fournissent des substances supplémentaires nécessaires à l'augmentation de la valeur nutritionnelle du produit concerné.

Ce qui constitue une spécificité de la bétalaine du jus de fruit de cactus c'est de préserver leur couleur à un pH situé entre 3 et 7, là où la majorité des anthocyanes communément utilisées perdent leur performance et se dégradent (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 2010).

#### 3-2-4 -4- Production cosmétique :

Le mucilage des cladodes est utilisé dans la fabrication des shampoings, des assouplissants des cheveux, des crèmes dermiques et des laits hydratants. Il est également utilisé depuis longtemps par les femmes rurales au Maroc pour assouplir leurs cheveux. Ce mucilage permet également de réduire le taux de cholestérol dans le sang.

Le bouilli des fleurs séchées utilisée comme antiride naturel et pour la fabrication des crèmes dermiques antirides.

Les marques de soins de la peau se concentrent sur l'eau de cactus comme ingrédient star nourrissant

Implications - En élargissant la gamme d'ingrédients cosmétiques à base de plantes captivant l'attention des consommateurs, les marques avant-gardistes cherchent à utiliser l'eau de cactus pour ses bienfaits réparateurs et hydratants. La popularité de ces produits axés sur les ingrédients témoigne de l'intérêt d'explorer les avantages des ressources biologiques pour améliorer naturellement la qualité et l'efficacité des remèdes pour la peau.



**Figure 10 : Sia Botanics Le soin de la peau de figue de Barbarie pour les adultes matures est riche en antioxydants**

**3-2-4 -5- Production pharmaceutique :****3-2-4 -3-1- C'est un antiviral :**

La prévention est la meilleure ligne de défense pour contracter un virus. Le cactus Nopal a des propriétés antivirales et certaines recherches préliminaires ont montré qu'il avait une activité antivirale contre le virus de l'herpès simplex (HSV), le virus respiratoire syncytial (RSV) et le VIH.

**3-2-4 -3-2- Il protège les cellules nerveuses :**

Les cellules nerveuses peuvent être endommagées comme toutes les autres cellules. Cela peut entraîner une perte ou une douleur sensorielle. Le cactus Nopal peut protéger contre ces dommages. Par exemple, une étude de confiance de 2014 a révélé qu'elle contient des propriétés neuroprotectrices. Cela peut aider à empêcher les cellules nerveuses d'être endommagées ou de perdre leur fonction.

**3-2-4 -3-3- Il est riche en antioxydants :**

Les antioxydants peuvent protéger nos cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Le cactus Nopal est plein d'antioxydants, et une étude de confiance de 2013 a révélé que le cactus est capable de réduire le stress oxydatif. Les antioxydants peuvent bénéficier à tous, indépendamment de l'âge et des conditions préexistantes.

**3-2-4 -3-4- IL peut réguler la glycémie :**

La régulation de la glycémie peut être une lutte énorme pour les personnes atteintes de diabète. Le cactus Nopal peut apporter une solution complémentaire. Certaines recherches indiquent que le cactus nopal peut diminuer et la glycémie régulière. Une étude de 2012, Trusted Source, par exemple, recommande de prendre du cactus nopal avec d'autres médicaments contre le diabète pour aider à réguler la glycémie.

**3-2-4 -3-5- Peut traiter une hypertrophie de la prostate :**

Une hypertrophie de la prostate peut être un problème inconfortable pour les hommes, entraînant un besoin d'uriner plus fréquemment. Les premières recherches ont montré que le cactus nopal peut aider à traiter l'hypertrophie de la prostate et peut même être efficace pour aider à traiter le cancer de la prostate. Bonus: il peut être en mesure de le faire avec moins d'effets secondaires que les médicaments d'ordonnance traditionnels.

**3-2-4 -3-6- Il peut réduire le cholestérol :**

Une première étude a trouvé des preuves fiables selon lesquelles le cactus nopal était capable de réduire le cholestérol. Alors que les niveaux globaux de cholestérol ont chuté, le cholestérol LDL (ou «mauvais» cholestérol) a chuté de façon significative. Le

cactus Nopal peut réduire le cholestérol avec beaucoup moins d'effets secondaires que les médicaments traditionnels contre le cholestérol.

### **3-2-4 -3-7- Il peut éliminer les gueules de bois :**

Le cactus Nopal peut effectivement aider à soulager les symptômes de la gueule de bois. Il y a un hic - il est plus efficace lorsque vous prenez l'extrait de cactus avant de commencer à boire, empêchant le problème au lieu de le traiter plus tard. Une étude de 2004 a trouvé des preuves solides que l'extrait de cactus nopal réduit considérablement la gravité des gueules de bois lorsqu'il est pris avant de boire.

### **3-2-4 -6- Production d'alicaments :**

Les technologies mises au point récemment ont démontré la possibilité de production des alicaments sous forme de gélules ou capsules. Ce sont des aliments naturels qui ont des fonctions thérapeutiques pour le traitement des maladies comme l'obésité, le cholestérol, la constipation et les coliques. Ils contribuent à la régulation du transit de l'intestin (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche).

### **3-3- Formes et doses :**

Les bienfaits pour la santé du cactus Nopal peuvent être obtenus de plusieurs manières différentes. La façon la plus évidente - qui offre également les meilleurs avantages pour la santé - est de manger directement le cactus. Vous pouvez également prendre des suppléments sous forme de gélules, de poudre, d'extrait et même sous forme liquide.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les doses sûres et efficaces de chaque forme de cactus. La plupart des suppléments recommandent généralement de prendre au moins une dose de 500 à 650 milligrammes par jour.

### **3-4-Les risques potentiels :**

Le cactus nopal est considéré comme plus sûr lorsqu'il est consommé comme aliment plutôt que comme complément alimentaire. Cela a le moins d'effets secondaires. Bien que les suppléments soient potentiellement sûrs, davantage de preuves sont nécessaires. Les effets secondaires possibles du supplément d'aloë vera nubien comprennent :

- mal de crâne
- la nausée
- ballonnements
- diarrhée ou augmentation des selles

Les femmes enceintes ou essayant de devenir enceintes ne devraient pas prendre de suppléments de cactus nopal, car il n'y a pas d'informations fiables sur leur innocuité.

Si vous souffrez de diabète, vous devez être particulièrement prudent lorsque vous consommez du cactus nopal ou ses suppléments, car cela peut affecter votre glycémie. Parlez-en à votre médecin avant de le prendre et assurez-vous de vérifier fréquemment votre glycémie lors du test.

### **Production d'alicaments :**

Les technologies mises au point récemment ont démontré la possibilité de production des alicaments sous forme de gélules ou capsules. Ce sont des aliments naturels qui ont des fonctions thérapeutiques pour le traitement des maladies comme l'obésité, le cholestérol, la constipation et les coliques. Ils contribuent à la régulation du transit de l'intestin (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche).

# CONCLUSION

## CONCLUSION

---

### **Conclusion :**

Les bienfaits pour la santé du cactus Nopal peuvent être obtenus de plusieurs manières différentes. La façon la plus évidente - qui offre également les meilleurs avantages pour la santé - est de manger directement le cactus. Vous pouvez également prendre des suppléments sous forme de gélules, de poudre, d'extrait et même sous forme liquide. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les doses sûres et efficaces de chaque forme de cactus. La plupart des suppléments recommandent généralement de prendre au moins une dose de 500 à 650 milligrammes par jour.

## référence bibliographique

**AKROUM Etude Analytique et Biologique** des Flavonoïdes Naturels. 2011  
DOCTORAT EN SCIENCES OPTION.

**Anonyme, 1999. L'ABC des plantes** : Guide pratique de la phytothérapie. Marseille : Romat-édition.

**Najjaa, H., Zouari, N., Máthé, Á., Bouzouita, N** ; Detection of organo-sulphur volatiles in *Allium sativum* by factorial design; *Mediterranean Journal of Chemistry*, 3(4), 947- 956. doi:10.13171/mjc.3.4.2014.09

**1978. Verdrager, J.** [Medicinal plants, *Materia medica*, Vegetable]. 2013/US/US2013\_55.rd text: NOT AVAILABLE. Lookup the document at: google-logo. Medicine we obtain from plants.

**Verdrager, J, 1978 et Anonyme, 1999**, monitoring the therapeutic efficacy of antimalarial drugs against uncomplicated falciparum malaria in Thailand ... Rieckmann, KH, Campbell, GH, Sax, LJ & Mrema, JE (1978)

**Pinto et al .2003 ; Salgueiro et al. 2003 E Pinto, C Pina-Vaz, L Salgueiro...** - Journal of medical ..., 2006 - microbiologyresearch.org

**ThestrupPedersen K, Ellingsen AR, Olesen AB, Lund M, Kaltoft K.** Atopic dermatitis may be a genetically determined dysmaturation of ectodermal tissue, resulting in disturbed T-lymphocyte maturation – A hypothesis. *Acta Derm Venereol [Stockh]* 1997; 77: 20-1.

**Lutge et al. 2002; Abderrazak et Joël, 2007** Étude des activités biologiques de la plante *Artemisia campestris* 017-2018

**Lepoittevin JP, Leblond I. Hapten-peptide-T cell receptor interactions: Molecular basis for the recognition of haptens by T lymphocytes.** *Eur J Dermatol* 1997; 7: 151-4

**Raven et al. 2000 Biotechnologies Inc filed Critical Raven Biotechnologies Inc 2000-04-10**

Norlen L. Skin barrier structure and function. *J Invest Dermatol* 2001

Murata Y, Ogata J, Higaki Y, Kawashima M, Yada Y, Higuchi K, Tsuchiya T, Kawainami S, Imokawa G. Abnormal expression of sphingomyelin acylase in atopic dermatitis: an etiologic factor for ceramide deficiency. *J Invest Dermatol* 1996; 106: 1242-9.

**Bredehorst R, David K. What establish a protein as an allergen.** *J Chromatogr B Biomed Sci Appl* 2001; 756: 33-40.

**El Mostafa Qannari,; Philippe Courcoux,; Hélène Laboure,; Elisabeth Guichard. x.** Published: April 1, 2014;

**Ramadan & Mörsel, 2003 Ramadan & Mörsel, 2003 Abidi et al. 2009 Ortega- Pérez et al. 2010 Ortega- Pérez et al. 2010**

**BAE et coll. 2001, KALLIO et coll. 2001, MCDONOUGH et coll. 2001, ELLAKWA et coll. 2002**

**MF Ramadan, LW Kroh, JT Mörsel - Journal of agricultural and ..., 2003 - ACS Publications**

**Crude vegetable oils are usually oxidatively** more stable than the corresponding refined oils

**Stefano Padulosi , Danna Leaman & P. Quek**, « Challenges and Opportunities in Enhancing the Conservation and Use of Medicinal and Aromatic Plants », *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 9, n° 4, 2002, p. 243-267 (DOI 10.1300/J044v09n04\_01).

**Hanen Najjaa, Sami Zouari**, Ingrid Arnault, Jacques Auger, Emna Ammar & Mohamed Neffati, « Différences et similitudes des métabolites secondaires chez deux espèces du genre *Allium*, *Allium roseum* L. et *Allium ampeloprasum* L », *Acta Botanica Gallica*, vol. 158, n° 1, 2011, p. 112 (DOI 10.1080/12538078.2011.10516259).

**Iserin P, 2001**. *Encyclopedie des plantes médicinales*. Ed: Larousse Bourdesse. Paris .