

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE
EN SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**

Filière: Sciences Alimentaires

Spécialité: Nutrition et contrôle des Aliments

Thème:

**UTILISATION DU MUCILAGE ET CAPACITE DE DISPERSION
DANS LES SYSTEMES VISQUEUX CAS D'UN GEL COIFFANT**

Présentée par:

ZAOUI MERIEM

Devant le jury composé de :

M ^{me} . L. BOUTEKRABT	Maitre de conférences A	USDB	Presidente
M ^r . T. HADJ SADOK	Maitre de conférences B	USDB	Promoteur
M ^r . B. KADRI	Maitre de conférences B	USDB	Examineur
M ^{me} Z.ABDELAOUI	Maitre assistante B	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2011 – 2012

Remerciement

Je remercie mon Dieu de nous avoir donné la force et la santé et le courage d'achever ce travail.

A travers ce mémoire, nous tenons à exprimer tous nos remerciements à ceux et celles qui nous ont aidé à mener ce modeste travail à terme.

***A Mr HADJ SADOK T**, mon promoteur que je remercie vivement pour leur disponibilité, leur encadrement, leur encouragements et leur conseils qui ont contribué à mener à terme ce modeste mémoire.*

QU'il trouve ici l'expression de notre sincère gratitude.

***A Mme BOUTEKRAÏT L**, pour nous avoir honorés en acceptant la présidence de ce jury, **a Mme ABDELAOUI Z et Mr KADRI B**, d'avoir honorés et fait partie de ce jury et leur bienveillante contribution quant à l'examen de ce travail.*

Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profond respect.

*Je tiens également à exprimer mes plus vifs remerciements à **Mr AITYAHIA et Mr SBABDJI** pour ses idées et ses conseils durant la réalisation de cette mémoire.*

*Je tiens également à exprimer ma plus vive reconnaissance à **Mme TARABAT DHAOIA** qui m'a donné libre d'accès au laboratoire de l'unité VENUS SAPECO.*

*J'adresse mes remerciements à l'ensemble du personnel technique et administratif de l'unité VENUS SAPECO, en particulier à **Mlle BOURADAI LAMIA et Mlle MAMOU YACMINE** pour leur aide et le courage au cours de la réalisation de ce travail.*

*Je remercie l'ensemble du personnel technique et administratif du Parc National de CHREA en particulier à **Mr DAHEL RAMDANE, Mlle MESSOUDE NASSIMA**, pour leur aide et leur courage au cours de la réalisation de ce travail.*

Mes vifs remerciements vont à tous ceux qui ont collaboré à l'achèvement de ce travail particulièrement à ma famille.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont encouragés tout le long de notre parcours universitaire et académique et que nous n'avons pas pu les citer.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À celle qui ma donné la vie, exemple de douceur et tendresse qui a été toujours avec moi par ses conseils et ses imprécations et qui est toujours présente pour mes études et se soucis de mon avenir. Merci de trimer sans relâche, pour faire note bonheur. Enfin ! Merci tout simplement d'être... ma mère.

A l'homme qui a sacrifié sa vie pour moi et pour muni mes études à termes par leur soutien et leur encouragement, au plus gentil, le plus présent et le plus adorable des pères.

A vous mes chères parents, l'expression de mon amour interminable, mon immense gratitude et mon profond respect.

A mes sœurs KHANSA et ASMA et mes frères HAMZA et DAOUD qui mon énormément soutenu moralement pour leur sagesses, tendresses et compréhension.

A ma chère grand-mère et mon chère grand-père que dieu les préservent

A mes chères oncles et tantes en particulier ma tante FADILA qui ma aidé encouragé et soutenu tout le bonheur et a ma tante HASSIBA que je la souhaite beaucoup de bonheur

A ma chère amie MOUNA que j'ai passé avec elle de très bons moments

A mes adorables amies HAYET , ASSIA, SARAH, IMENE ,MANEL,SOUHILA, AMINA, HANANE,FATIMA,FATIHA, et à tous mes amies je vous remercie pour tous les rires et les délires et pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble .

A tous mes camarades et à toute la promotion 2006/2011.

MERIEM

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

Abs : Abscence
AFNOR : Association française de normalisation
AFSSAPS : Agence française de sécurité sanitaire de produits de santé
°C : **Degrés celsius**
CAM : Crassulacean Acid Métabolism
Cm : Centimètre
CI : Color index
COFRAC : Comité Français d'Accréditation
D/E : Neutralizing Broth
DGCCRF : Direction générale de laconcurence, de la consommation et de la répression des fraudes
E :Echantillon
ETD : Easy to disperse
F0 :Essai témoin.
F1 :Essai 0.5% de mucilage.
F2:Essai 0.75% de mucilage.
FDA : Food and drug administration
g : Gramme
H :Humidité
Ha : Hectar
HC : hair color
INCI : International Nomenclature of Cosmetic Ingredients
ISO : International Organization for Standardization
IUPAC : International Union of Pure and Applied Chemistery
J : Jours
Kg : Kilogramme
L : Litre
LDL : Lipoprotéines Low Density
MAT : Matière azoté totale
Mg :Miligramme
µg : Microgramme
MS :Matière sèche
mm : Milimètre
min : Minute
mL : Mililitre
NA : Norme algérienne
NOAEL : No adverse effect level
PCA :
pH : potentiel d'hydrogène
PSM : Postes de Sécurité Microbiologiques
PVP : polyvinylpyrrolidone
r : Tours
TEA : Trithanolamine
UFC : Unité Formant Colonie

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure N°1.1: Répartition géographique de <i>l'Opuntia ficus-indica</i> dans le monde....	06
Figure N° 1.2: Systématique de <i>l'Opuntia</i>	07
Figure N°1.3: La fleur de figue de barbarie.....	08
Figure N° 1.4: les raquettes et le fruit de figue de barbarie.....	09
Figure N°1.5: Exemple de produits de valorisation de fruits et de cladodes de figuier de barbarie.....	24
Figure N°1.6 : Représentation schématique d'un cheveu.....	28
Figure N°1.7: Les liaisons de cohésion de la kératine.....	29
Figure N°1.8 : les différentes formes de la kératine.....	30
Figure N° 2.1: Netoyage et découpage des jeunes cladodes.....	45
Figure N° 2.2: Extraction du jus.....	46
Figure N° 2.3: Centrifugation et séparation des deux phase du jus.....	46
Figure N°2.4 : Filtration sous vide	47
Figure N°2.5 : Pesage du carbomère et dissolution.....	50
Figure N° 2.6: Neutralisation par TEA.....	50
Figure N° 2.7: Pesage et agitation du PVP.....	51
Figure N°2.8 : Produit semi-fini.....	51
Figure N°2.9 : Pesage des échantillons.....	56
Figure N°2.10: Dillution par D/E.....	56
Figure N°2.11 : Homogénéisation et repos.....	57
Figure N°2.12 : Ensemencement des boites de petri.....	58
Figure N°2.13 : Etuve d'incubation.....	58
Figure N°2.14 : Comtage des colonies.....	59

Figure N°2.15 : Recherche des levures et moisissures.....	60
Figure N°2.16 :Schéma de protocole expérimentale.....	61
Figure N°2.17 : Les caractéristiques des utilisateurs.....	67
Figure N°2.18 :Illustration des données du tableau 2.11.....	69
Figure N°2.19 : Illustration des données du tableau2.12.....	70
Figure N°2.20 : Illustration des donnée du tableau 2.13.....	72
Figure N°2.21 : Illustration des donnée du tableau 2.13.....	73
Figure N°2.22 : Illustration des donnée du tableau 2.13.....	74
Figure N°2.23 : Illustration du tableau 2.14.....	76
Figure N°2.24 : Illustration du tableau 2.14.....	77
Figure N°2.25 : Illustration du tableau 2.14.....	77
Figure N°2.26 : Illustration du tableau 2.14.....	78
Tableau 1.1 : Constituants chimiques des cladodes et de la pulpe de fruit d' <i>Opuntia spp</i>	10
Tableau 1.2 : Composition minérale de l'opuntia (cas des cladodes et fruits).....	11
Tableau 1.3 : composition de l'extractif non azoté des cladodes de l'opuntia.....	15
Tableau 1.4 : Composition chimique des Nopalitos (jeunes cladodes), laitue et l'épinard.....	19
Tableau N°2.1 :Les formulations finales du gel coiffant.....	49
Tableau N° 2.2 : Conditions et caractéristiques des prélèvements réalisés.....	55
Tableau N°2.3 : Les milieux de culture, le temps et la température d'incubation pour le produit fini.....	55
Tableau N°2.4 : Résultats des étapes de formulations.....	63
Tableau N°2.5 : Résultats des paramètres physico-chimiques du mucilage.....	64
Tableau N°2.6 : Résultats des analyses physicochimiques des produits finis.....	64
Tableau N°2.7 : Résultats du controle microbiologiques l'essai témoin.....	66
Tableau N°2.8 : Résultats du controle microbiologiques essai F1 à 0,5% de	

mucilage.....	66
Tableau N°2.9 : Résultats des analyses microbiologiques essai F2 à 0,75% de mucilage.....	67
Tableau N°2.10 : Les résultats des informations personnelles.....	68
Tableau N°2.11 : Les résultats du gout personnel.....	70
Tableau N°2.12 : Les résultats du gel coiffant après une vue approfondie.....	71
Tableaux N°2.13 : Caractérisation du gel après application.....	75

Résumé

Le figuier de barbarie est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau. C'est ainsi qu'elle a de multiples utilisations notamment dans zones semi aride et aride ou beaucoup d'espèces ne subsistent (fourrage, protection du sol, utilisation médicinale et même pour l'alimentation humaine). L'actuel sujet s'intéresse à une autre utilisation de cette plante, qui n'est pas moins importante. Il s'agit de la propriété cosmétique.

Ce travail a été consacré à l'étude de l'utilisation de mucilage des jeunes cladodes visant les possibilités d'exploitation dans la fabrication d'un gel coiffant à différentes taux d'incorporations (0% de mucilage, 0.5% de mucilage, 0.75% de mucilage) ; ainsi qu'estimant sa capacité de dispersion, son pouvoir gélifiant et épaississant.

Les résultats obtenus confirment la possibilité de cette incorporation du fait que l'aspect gel est maintenu pour les trois formulations proposées.

L'étude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques à montré que nos produits finis sont conforme.

Les résultats du test organoleptique satisfait les espérances des d'utilisateurs et remplissent nos conditions ainsi que les deux formulation aux mucilage ont donnés des gels possédant à la fois une consistance et une fluidité qui permettent un bon étalement et une répartition uniforme sur les mains et les cheveux à l'encontre du l'essai témoin.

Ces essais ont montré l'intérêt de l'incorporation du mucilage à savoir ses propriétés gélifiantes et épaississantes , et son intérêt technologique et économique.

Mots clés : Fiquier de barbarie , Mucilage, utilisation cosmétique, Propriétés gélifiantes et épaississantes , Gel coiffant , Test organoleptique, Intérêt technologique.

Abstract

The prickly pear cactus is a succulent plant xerophytic capable of storing a large amount of water. Thus it has many uses including in semi arid and arid or many species remain (forage, soil conservation, medicinal use and even for human consumption). The current issue focuses on another use of this plant, which is no less important. It is the cosmetic property.

This work has been devoted to the study of the use of mucilage young cladodes opportunities for exploitation in the manufacture of a styling gel at different rates incorporations (0% mucilage, 0.5% mucilage, 075 % mucilage) and qu'estimant its dispersal ability, gelling and thickening power.

The results confirm the possibility of incorporating this aspect because gel is maintained for the three proposed formulations.

The study of the physicochemical and microbiological shown that our finished products are compliant.

The results of organoleptic test meets the expectations of our users and meet the two conditions and the mucilage have given formulation gels with both consistency and fluidity that allow good flow and a uniform distribution on the hands and hair against the trial witness.

These tests have shown the interest of the incorporation of mucilage namely thickening and gelling properties and its technological and economic interest.

Keywords: Prickly Pear Cactus, Mucilage, cosmetic, gelling and thickening properties, Styling Gel, Test organoleptic, technological interest.

ملخص

ان الصبار الشوكي نبات عصاري قادر على تخزين كمية كبيرة من المياه. وبالتالي لديها العديد من الاستخدامات خاصة في المناطق شبه القاحلة والقاحلة أين لا تقاوم العديد من النباتات مثل (العلف، حفظ التربة، وحتى استخدامات في مجال الادوية و للاستهلاك البشري). العدد الحالي يركز على استخدام آخر لهذا النبات، الذي لا يقل أهمية و نخص بالذكر الخاصية التجميلية.

وقد كرس هذا العمل لدراسة فرص استخدام صمغ أوراق الصبار الفقية في صناعة هلام بنسب مزج مختلفة (0% صمغ، 0.5% صمغ، 0.75% صمغ) وكذا تحسس قدرة تحلله، قوته التكتيفية و الهلامية.

هذه النتائج تؤكد إمكانية إدراج هذا الجانب لأن الصيغ الثلاث المقترحة حافظت على الخاصية الهلامية كما أن هذه المنتجات أبدت خصائص فيزيوكيميائية. ميكروبيولوجية جيدة.

ان نتائج الاختبارات الحسية تلبية توقعات المستخدمين و شروط التركيبة كما أن الصيغتين المقترحتين بالصمغ أعطت هلام له قوام وسيولة في نفس الوقت التي تسمح له بتدفق جيد وتوزيع موحد على اليدين و الشعر بعكس الهلام الشاهد.

وقد أكدت هذه التجارب جدوى دمج صمغ أوراق الصبار في صناعة هلام الشعر لجودة خصائصه التكتيفية و الهلامية و قيمته التكنولوجية و الاقتصادية.

كلمات الجوهرية: الصبار الشوكي، الصمغ، مستحضرات التجميل، وخصائص التكتيفية و الهلامية ، هلام الشعر، اختبار الحسية والفوائد التكنولوجية

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	01
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	
CHAPITRE I : OPUNTIA FICUS-INDICA	
I-Historique et origine.....	04
II- Répartition géographique.....	04
III-Biologie de l' <i>opuntia</i>	06
IV - Composition chimique de l' <i>opuntia</i>	09
V- Valeur nutritionnelle de l' <i>opuntia</i> dans l'alimentation humaine.....	18
VI - Utilisation et valorisation de figue de barbarie.....	19
VII- Importance économique et écologique des <i>Opuntias</i>	25
CHAPITRE II : Produits cosmétiques	
I- STRUCTURE DU CHEVEU.....	27
II-Généralité sur les produits cosmétiques.....	30
III- Critères de qualité d'un produit cosmétiques.....	32
IV - Sécurité des produits cosmétique et cosmétovégilence.....	33
V- Définition d'un « produit cosmétique biologique ».....	37
VI.Les produits aqueux.....	37
PARTIE II :ETUDE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES	
I -Protocol expérimentals.....	43
II.2-Détermination de la formulations.....	47
III-3- Contrôles organoleptiques.....	52
IV.- Analyses physico-chimiques.....	54
V -Analyses microbiologiques.....	57
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUCIONS	
CONCLUSION.....	80

INTRODUCTION

Nopal est le nom mexicain, d'origine aztèque de notre Figuier de Barbarie. C'est une plante riche, belle, originale et très utile. Sa sobriété et son incroyable vitalité permettent à ce cactus, de prospérer jusque dans des contrées désertiques souvent inhospitalières où il offre à l'homme et aux animaux domestiques ses vertus nourricières et thérapeutiques (**Schweizer, 1997**).

L'importance agro-économique de cette culture réside dans le fait qu'elle est utilisée comme plante ornementale, fourragère, protectrice des sols contre l'érosion, et surtout par la production de fruits (**Garcia de Cortazar et Nobel, 1992**).

Au fil des âges, forte de sa puissance de l'observation, l'Homme a appris à discerner les propriétés des plantes, aujourd'hui encore, les grandes sociétés cosmétiques et pharmaceutiques dans la recherche d'une nouvelle molécule s'orientent vers les substances végétales (**Iserin ;2001**).

Les plantes médicinales et les produits biologiques constituent un véritable trésor d'utilisation et de beauté pour l'organisme de l'être humain. Ces produits naturels sont très demandés dans le monde, il est alors nécessaire de multiplier les efforts pour faire évoluer ce domaine « plantes médicinales » par application des résultats des recherches scientifiques (**Messaoudi ;2008**).

Les propriétés des constituants de l'Opuntia sont également valorisées dans l'industrie cosmétique (**Pimienta –Barrios, 1994**).

Au Indes, le mucilage des Nopalitos et le jus de tuna ont servi à la préparation des savons et des onguents pour le soin des mains et du visage (**Schweizer, 1997**).

Aux Mexique, les sucs ou mucilage des Nopalitos sont utilisés principalement dans la fabrication cosmétiques, comme additifs dans la fabrication de shampooing. Lotions astringentes, savon humectant, anti-transpirant assouplissant de cheveux... (**Barbera, 1995**).

En en Palestine occupée, les graines sont écrasées pour en extrait une crème pour la peau
(Araba et *al*, 2000)

les objectifs de notre travail, visent les possibilités d'exploitation dans la fabrication des cosmétiques donc l'étude doit respecter les étapes suivantes :

- Une connaissance sur le mucilage extrait des nopalitas, portant sur son pouvoir gélifiant et épaississant, leur importance technologique et économique.

- Une mise au point de la technologie de fabrication du gel coiffant à partir du mucilage extrait des jeunes cladodes, par le biais d'expériences effectuées en laboratoire ;
- Détermination des paramètres physico_chimiques et microbiologiques des produits finis.
- Réalisation d'un test organoleptique.

I Historique et origine

Le Nopal est une plante originaire d'Amérique tropicale (Mexique et sud des Etats Unis), sa culture remonte environ 5000 ans (**Yousfi, 2000**).

Il est introduit dans la région méditerranéenne notamment en Espagne par Christoph Colomb à la fin du 15^{ème} siècle (**Schweizer, 1997**), où à été appelé figue de diable à cause de ses épines. Les Musulmans d'Espagne repèrent sa culture et l'appellent figue de chrétiens et ensuite figue des Indes ou « Hendi » (**Yousfi, 2000**). Il arrive plus tard en Afrique du Nord vers la fin du 16^{ème} siècle (**Monjouze et lehouerou, 1965**).

C'est entre les 16ème et 17ème siècles qu'il se propage dans les régions du bassin méditerranéen, il gagna l'Italie, la Dalmatie, la Grèce, les archipels méditerranéens, et avait pris une extension considérable en Sicile au 18^{ème} siècle (**Mahmoudi, 2000**).

Au 19^{ème} siècle aux îles canaris, sa culture est essentiellement pratiquée pour ses parasites « les cochenilles », qui sont la source d'une colorant rouge carmin (**Yousfi, 2000**).

L'*Opuntia* est actuellement présent dans les différentes continents et régions grâce à son adaptation et sa résistance aux rigueurs des climats arides, et peut donc être rencontré pratiquement dans toutes les conditions climatiques (**FLORIAN, et al., 2005**).

De nos jours, des plantes d'*Opuntia* sont cultivées dans plus de 30 pays sur environ 1000000 ha (**Inglese et al., 2002 ; Nobel et Bobich, 2002**), notamment au Mexique, le méditerranéen le Moyen-Orient et Afrique (**Felker et al., 1997; Singh, 2003**). Un rendement moyen en cladodes de 30-80 tonnes à l'hectare peut être réalisé annuellement (**Mizrahi et al., 1997 ; Pimienta-Barrios, 1993**).

II- Répartition géographique

L'*Opuntia* se développe dans diverses régions et sous divers climats, il est doté de différenciations lui permettant de résister aux rigueurs de l'aridité. Il est présent en général dans les régions tropicales et subtropicales à faible pluviométrie. Ses capacités d'emmagasiner des réserves d'eau et de réduction de la transpiration expliquent sa résistance à la sècheresse et sa répartition dans toutes les régions du monde (**Rose, 1958**).

Le figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est une plante xérophytique succulente, produisant environ 200-300 espèces et se développe principalement dans les zones arides

(moins que 250 millimètres de précipitations annuelle) et semi arides (250-450 millimètres de précipitations annuelle) (**Florian et al, 2005**).

Il est originaire des régions arides et semi arides d'Amérique latine. Sa culture s'est propagée vers les autres continents aux rythmes des civilisations (**Maataoui et al, 2002**).

II -1-En Amérique

Au Etats Unis (Texas, Arizona, et même Californie du sud) et en Brésil, les *Opuntias* sont surtout cultivées à des fins fourragères (**Yousfi, 2000**).

Au Mexique, la culture des *Opuntias* est pratiquée à des fins fruitières et fourragères, elle joue un rôle notable dans le développement de la civilisation mexicaine et constitue une des plus importantes spéculations agricoles des hauts plateaux Mexicaines (**Khouri ,1970**).

II-2- Au bassin Méditerranéen

Les *Opuntias* sont repartis tout autour de la Méditerranée, en Afrique du Nord, en Espagne, en Sicile, en Grèce.

En Sicile, la culture des *Opuntias* est pratiquée à des fins surtout fruitières, la production fourragère est considérée comme un sous produit de la culture fruitière (**Khouri ,1970**).

II-3- En Afrique du Nord

▪ En Algérie

En Algérie, le figuier de barbarie présent dans les régions côtières et à l'intérieur (Tébessa, Batna), est utilisé pour la consommation fruitière, et comme fourrage (**Barbera, 1995**), au sud du pays, les raquettes de cactus inerme sont utilisées pour l'alimentation des camélins, ovins et caprins pendant les saisons sèches. En plus de leur culture à double fin : fourragère et fruitière, ils sont cultivés dans les zones steppiques contre l'érosion et la désertification (**Yousfi, 2000**).

Les *Opuntias* sont très connus dans le milieu rural où il joue un double rôle: de protection (haies) et d'alimentation (fruits comestibles) (**Kadik ,1974**).

▪ En Tunisie

Le cactus a été connu au 17^{ème} siècle. les Tunisiens l'utilisent comme fourrage et consomment le fruit aussi.

Actuellement, ils favorisent son extension dans les zones steppiques (Yousfi ,2000).

II-4-En Australie

Le cactus inerme à prospéré avec une grande vigueur en raison de la grande similitude des conditions avec le pays origine (rapporté par Hadj sadok, 2010).

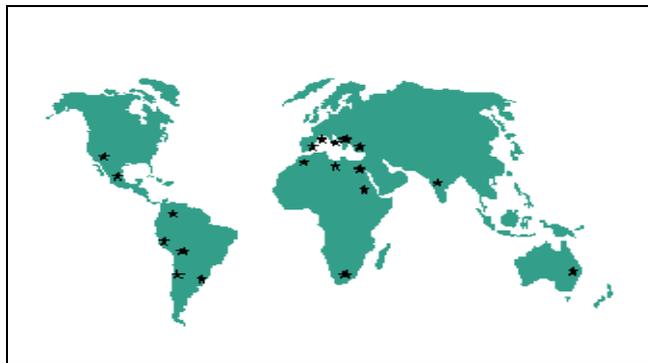


Figure N°1.1: Répartition géographique de *l'Opuntia ficus-indica* dans le monde. (Saenz, 2006)

III-Biologie de l'opuntia

III-1-Systematique de l'Opuntia

Le cactus se rapporte à un groupe d'approximativement 1.600 espèces dont 130 genres subdivisé dans les trois subfamilies *Pereskioideae*, *Opuntioideae* et *Cactoideae*. Le genre d'*Opuntia* le plus commun et le plus répandu regroupe plus de 300 espèces, parmi lesquelles plus de 100 ont été trouvés dans les habitats sauvages au Mexique, 60 d'entre eux étant l'endémique (Feugang et al. 2006)

D'après Britton et Rose, le genre opuntia appartient à la famille des cactacées qui sont des angiospermes dialypétale.

- **Famille** —→ **cactaceae**
- **Tribu** —→ **opuntieae**
- **Genre** —→ **opuntia**
- **Sous genre**—→ **platyopuntia**
- **Serie** —→ **ficus-indica**
- **Espèce** —→ **opuntia ficus-indica**

Figure 1.2: Systématique de l'*Opuntia* (Britton et Rose In Khouri, 1970).

III-2-Description et morphologie de la plante

Le figuier de barbarie est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau (Kenny, 1998).

Les *Opuntias* sont des angiospermes dialypétales caliciformes, de l'ordre des Opuntiales ou cactale, de la famille des Cactaceae regroupant les genres *Opuntia* (Kaanane, 2000).

III-2-1- Les raquettes

Ce sont des tiges aplaties remplissant la fonction chlorophyllienne (anonyme, 1994). Elles sont appelées cladodes, et ont une longueur de 30 à 50 Cm et une largeur de 15 à 30 Cm. La couleur des cladodes est vert mat (Kenny, 1998).

Les cladodes sont menées d'aréoles d'où partent les épines, qui sont les feuilles, les fleurs et les nouvelles pousses. Ces aréoles jouent donc le rôle de bourgeon (Etienne, 2002). Ce sont des tiges aplaties de forme ovale et couleur verte matte (Paccalet, 1981)

parsemées de petites épines, aisément détachables et fragiles pour la variété inerme, et d'épines blanchâtres de 2 à 5 cm pour la variété épineuse (**Mahmoudi, 2000**).

L'épiderme contient des stomates en nombre réduit et enfoncés dans ses tissus (**Kadik, 1974**).

Les aréoles se trouvent sur toute la surface de la cladode ; environ 150 par raquette (**Sudzuki, 1995**) peuvent être considérées comme des rameaux latéraux atrophiés (**Michel, 1998**).

Les cladodes ont une grande capacité d'emmagasiner l'eau, surtout au niveau des tissus parenchymateux, qui peuvent accumuler à eux seuls 82% de l'eau retenue par la plante (**Paccalet, 1981**).

III-2-2-Les fleurs

Les fleurs sont hermaphrodites avec une corolle de couleur jaune ou orange (**Mulas, 2004**). Elles sont grandes (5-6 Cm), solitaires en huppées au dessus d'un réceptacle charnu devenant un grand fruit cylindrique (**Baba aissa, 2000**).



Figure N°1.3: La fleur de figue de barbarie (**Mimouni et al, 2009**).

III-2-3-Les fruits

Les figues de Barbarie sont des fruits arrondis ou pyriformes, de couleur pourpre plus ou moins foncée, ou parfois jaunâtre avec des nuances de rouge. Ces fruits contiennent une pulpe juteuse et sucrée, rouge ou jaune, qui contient de nombreuses petites graines (**Mulas, 2004**). Les graines, présentes dans le fruit sont nombreux. Elles sont libres ou adhérentes à la pulpe peuvent représenter jusqu'à 15% du poids du fruit (**LOPEZ et BURGOS, 1973**). C'est la présence des graines et des glochides

sur la peau qui réduit leur acceptabilité par les consommateurs occidentaux non habitués (HADJ SADOK, 2010).



Figure N° 1.4: les raquettes et le fruit de figue de barbarie (Saenz et Sepulveda, 2001).

III-2-4-Le système racinaire

L'enracinement de l'*Opuntia* est généralement de type fasciculé mais lorsque le sol est meuble les racines peuvent aller à plusieurs mètres de profondeur (Kadik, 1974).

Le système racinaire superficielle est particulièrement dense et semble se renouveler chaque année ; les racines mortes laissent dans le sol d'importante quantité de matière organique au point de changer la couleur des horizons superficielles dans les vieilles plantations (Anonyme, 1994).

IV - Composition chimique de l'opuntia :

Les cladodes et les fruits de l'opuntia sont connus en tant que source d'un nombre varié des composés nutritionnels (tableau 1). Leurs concentrations sont tributaires à la fois de la culture, le sol, le climat et l'espèce (Saenz, 1995 et Felker et al, 2005).

En règle générale, les cladodes sont riches en pectine, mucilage et minéraux, tandis que les fruits sont de bonnes sources de vitamines, acides aminés et betalains. En plus de lipides, les graines accumulent les proanthocyanidines (Bittrich et al, 1991)

Les fleurs, accumuler principalement le betalains et les polyphénols non colorés (Shabir et al, 1968).

De nombreux résultats ont été publiés concernant la composition chimique de l'*O. ficus-indica*, mais ils sont difficilement comparables, en raison du manque de précisions sur l'âge des plantes et la variété analysée (**Nefzaoui et Ben Salem, 1995**).

Le tableaux suivant représente les constituants chimiques des cladodes de *l'Opuntia*

Tableau N° 1.1 : Les constituants chimiques des cladodes de *l'Opuntia*

Constituants	Poids frais des cladodes (g /100g)
Eau	88-95%
Carbohydrates	3-7%
Cendres	1-2%
Fibres	1-2%
Protéines	0,5-1%
Lipides	0,2%

D'après Fengang et al (2006)

IV - 1 Eau et matière sèche :

L'opuntia est une plante connue par sa richesse en eau avec un taux d'humidité très élevé (plus de 82%), ce qui en fait une source importante d'eau pour les animaux (**Flachowski et Yami, 1985**).

Par ailleurs la richesse des raquettes en eau (**Felker, 1995**), leur procure une faible teneur en matière sèche d'environ 6 – 7% (**Ghol, 1995**) ; signalons que cette teneur dépend des facteurs externes et du stade végétatif, elle diminue notamment lorsque l'intensité lumineuse et la température sont élevées, elle varie ainsi du simple au triple selon la période de récolte.

IV - 2 Matière minérale :

Dans les tissus végétaux les éléments minéraux se trouvent dissous dans les cellules, soit à l'état de sels d'acides minéraux ou organique.

La teneur en matière minérale des cladodes est proche de celle de la carotte variété ordinaire et de la betterave fourragère. Les cendres brutes peuvent représenter environ 20% de la matière sèche des cladodes d'opuntia (**Nefzaoui et Chermitti, 1991**).

Pour sa part, **Rodriguez-Felix et Cantwell (1988)** montrent que la composition chimique des frais Nopalitos est le plus souvent de 1,3% des cendres, dont 90 % de calcium.

Le tableau suivant représente la Composition minérale de l'opuntia (cas des cladodes et fruits)

Tableau 1.2: Composition minérale de l'opuntia (cas des cladodes et fruits)

(**Kader, 2002 et Piga, 2004**).

Constituants	Cladodes en (g/100g MS)	Pulpe des fruits (mg/100g de poids frais)
Calcium (Ca)	5.64	12.8 – 59
Magnésium (Mg)	0.19	16.1 – 98.4
Potassium (K)	2.35	90 – 220
Phosphore (P)	0.15	15 – 32.8
Sodium (Na)	0.4	.6 – 1.1
Ferre (Fe)	0.14 (µg) trace	0.4 – 1.5

IV -3 Matière grasse :

L'opuntia a une faible teneur en matière grasses sa teneur décroît d'une façon importante et régulière avec l'âge des raquettes (MAHMOUDI, 2000).

Selon MANDJOUZE et LEHOUEIROU, 1966 ; le taux de matière grasse représente environ 1.3% de la MS.

Toutefois RETAMEL et al, 1987 ; rapportent que les plus fortes teneurs du cactus en lipides sont enregistrées au début de la fructification.

D'après les études menées par MAATAOUI et al, 2002 ; il est à noter que les acides gras, largement rencontrés dans les graines d'opuntia sont insaturés avec la présence des mono, di, et triglycérides (NIEDDU et SCHIRRA, 1997).

IV - 4 Matière azotée totale et acide aminé :

Les raquettes inermes sont pauvres en matière azotées totales, elles ne renferment moyennement que 2% à 4,6% de la matière sèche (Nefzaoui et Chermitti, 1991) et même plus ; pour atteindre jusqu'à 10,5% (Barbera, 1995).

La teneur en protéines varie du simple au triple dans des raquettes brutes de même âge et elle est de 1 à 8 fois supérieures quand elle est ramenée à la matière sèche ; selon NEFZAOUI ET BEN SALEM (1996), la teneur en protéines serait beaucoup plus déséquilibrée sur un sol que dans des bonnes terres ou celle ayant reçu une fumure.

Une étude conduite par NEFZAOUI et BENSALÉM (1995) a montré que la composition des raquettes en acides aminés est assez satisfaisante et proche de celles des grains d'orge et de celle de grain de soja (annexe).

D'après les données de (Askar et al, 1981 ; Stintzing, 2001 et Tesoriere et al, 2005) concernant la composition en acide aminé des fruits et cladodes d'*opuntia ficus indica* représentés dans le tableau (voir annexe01)

- Les acides aminés les mieux pourvus dans la composition des cladodes et les fruits d'*opuntia ficus indica* sont la Glutamine, Valine, Sérine, Thréonine, Glutamine acide, Acide asparaginic, Arginine, Histidine, Lysine, Leucine.

IV -5 Les fibres alimentaires :

Les fibres alimentaires sont composées de différents composants résistants aux enzymes digestive, et compris la cellulose, hémicellulose et la lignine (**Spiller, 1992, periage et al, 1993**).

Selon leur solubilité dans l'eau les fibres sont classées en

- Fibre soluble : mucilage, gomme, pectine ;
- Fibre insoluble : cellulose, hémicellulose, lignine.

Ces fibres alimentaires ont des effets physiologiques: les fibres solubles sont associées à la réduction des niveaux de glucose, de cholestérol et de la stabilisation de la vidange gastrique ; les fibres insolubles ont un effet sur la rétention d'eau (augmentation de poids fèces), l'échange d'ions, l'absorption des acides biliaires, des minéraux, des vitamines.

La teneur du cactus en cellulose brute varie de 9,42 à 12% de la MS, sa teneur augmente de façon importante avec l'âge des raquettes et selon les facteurs agro climatiques, en particulier les températures élevées (**Nefzaoui et Ben salem, 1995**).

Et selon **MAHMOUDI, 2000** ; Elle augmente de 9 à 20% par rapport à la matière sèche dans les cladodes de 1 à 5 ans. La poudre des cladodes contient environ 43% de fibre, dont 28.5% sont insoluble.

IV -6 -Les sucres :

Les principaux glucides sont le sucre simples, l'amidon, les dextrines, la cellulose. Ces substances constituent une part importante de l'alimentation de l'homme et de nombreux animaux.

Selon (**Muiioz dechavez, 1995**) la teneur en sucre des cladodes peut atteindre 0,32 g/100 g de poids frais.

La teneur en sucre des cladodes peut atteindre 0,32 g/100g de poids frais. Dans une autre étude, la fraction des sucres réducteurs est comprise entre 0.64 et 0.88g pour 100g de MS, augmentant avec le développement, mais variant aussi avec les espèces (**Rodriguez-Felix et Cantwell, 1988**). Les fruits sont caractérisés par une teneur assez élevée, de 10 à 17% de pulpe (**Joubert et al., 1993 ; Sepulveda et Saenz, 1990**).

Ces sucres sont très simples, et constitués de glucose, de fructose à pourcentage presque égal (Sepulveda et Saenz, 1990 ; Sawaya et al., 1983 et Kuti et al., 1994).

Les fruits caractérisés par une teneur en sucre assez élevée (10 à 17 % de pulpe) et de faible acidité (Joubert et al, 1993 et Sepulveda et al, 1990) ce qui rend les fruits délicieux, doux mais parfois avec un goût fade. Les sucres de fruit sont très simple constitué de glucose et de fructose avec des quantités presque égaux (Sepulveda et al, 1990 ; .Sawaya et al, 1983 et Kuti et al, 1994).

IV.7-mucilage :

Les mucilages sont extraits des fruits et des cladodes

IV.7.1-Généralité :

Le mucilage de poire de cactus *ficus d'opuntia indica* est un ingrédient intéressant pour l'industrie alimentaire en raison de ses propriétés de viscosité.

Le genre *l'opuntia* (figuier de Barbarie) est caractérisé par la production d'un hydrocolloïde généralement connu sous le nom de mucilage (Fluxá, 1991), qui forme les réseaux moléculaires qui peuvent maintenir de grandes quantités de l'eau (Saag et autres, 1975) qui forme les réseaux moléculaires qui peuvent maintenir de grandes quantités de l'eau (Saag et al, 1975).

Le tableau ci-après représente la composition de l'extractif non azoté des cladodes de l'opuntia.

Tableau 1.4: composition de l'extractif non azoté des cladodes de l'opuntia
(LAMARE in MONDJOUZE, 1964).

Substance sèche en %	<i>Opuntia ficus - indica</i> Var. <i>inermis</i>	
	Cladodes d'un an	Cladodes de deux ans
Sucres réducteurs (en fructose)	1.90	5.10
Sucres totaux (en glucose)	2.45	6.30
Furfural	5.32	7.66
Acide polygalacturonique	22.60	32.60
Fructosanes	9.10	13.10
Glucosanes	2.2	3.64
Acide mucique	5.55	6.16
Galactoses	6.66	7.39
Extractif non azoté	58.11	64.47

Les mucilages sont les substances polymères complexes de la nature d'hydrate de carbone, avec une structure fortement embranchée (Mc Garvie et Parolis, 1981 ; Medina-Torres et al, 2003), qui contient des proportions variables DE L - l'arabinose, D - le galactose, L - rhamnose et D - xylose, aussi bien que l'acide galacturonique dans différentes proportions. On propose la structure de mucilage en tant que deux fractions hydrosolubles distinctives. On est une pectine avec les propriétés de gélification avec Ca^{2+} , et l'autre est un mucilage sans propriétés de gélification (Goycoolea et Cárdenas, 2004).

La biosynthèse du mucilage a lieu dans des cellules spécialisées qui l'excrètent dans l'apoplaste. Ce composé synthétisé règle l'échange de l'eau dans la cellule et assure un rôle prédominant dans la mise en réserve du Ca^{2+} dans la plante (TRANCHTENBERG et MEYER, 1982).

Les mucilages ont la propriété d'absorber une grande quantité d'eau et de gonfler au contact avec l'eau. Ils forment des masses gélatineuses ou des solutions colloïdales visqueuses (**BARBERA, 1995**).

(**Majdoubé et al, 2001**) ont rapporté que, dans l'*Opuntia ficus indica* la fraction polysaccharidique soluble dans l'eau avec des propriétés épaississantes, ne représente que 10% de matière hydrosoluble.

Selon **TRACHTENBERG et MAYER, (1982)** le mucilage est constitué de polysaccharides complexes qui représentent 24.7%.

En particulier, le mucilage de l'*Opuntia ficus indica* se compose d'arabinose, galactose, rhamnose, xylose et acide galacturonique (**Trachtenberg et Mayer, 1981**). Il y a d'autres minéraux actuels, comme Ca^{2+} et K^{+} , hydrates de carbone et fibre diététique. Ca^{2+} et K^{+} sont de grand intérêt en ce qui concerne la nutrition humaine (**Sáenz et Montoya, 1999**).

Les cladodes plus succulents et fibreux avec l'âge, ont plus d'intérêt, pour l'alimentation animale et les IAA en tant que source d'épaississant ou comme source de fibre alimentaire (**Trachtenberg et Mayer, 1981 ; Sepúlveda et al, 2007**) (**Sáenz et al., 1992 ; Cardenas et al., 1997**). Elles peuvent aussi être incorporées comme matière première pour la fabrication des aliments du bétail (**HADJ SADOK .T ;2010**).

II- Valeur nutritionnelle de l'opuntia dans l'alimentation humaine :

➤ Cas des cladodes :

Sur le plan nutritionnel l'*opuntia ficus indica* var. *inermis*, se rapproche sensiblement de celle de la carotte ordinaire, (**LECQ et RIVIERE, 1990**), tandis que **LEHOUEIROU (1965)** confirme qu'elle se rapproche de celle de la betterave fourragère.

La consommation des raquettes contribue à l'alimentation de contrôler le taux de sucre du sang et l'augmentation de la sécrétion de l'insuline chez les personnes diabétiques. D'autres parts, l'alimentation à base de raquettes diminue le niveau des graisses (lipides) dans le sang grâce aux matières pectiques considérées parmi les fibres nutritionnelles utiles pour la santé.

La valeur nutritive des Nopalitos est proche de celles de la laitue et des épinards comme le montre le tableau 6, ils sont riches en vitamine C et en calcium selon **DEKOCK**

(1965) avec une saveur de pomme reflétant le niveau élevé d'acide malique contenu dans les pommes et les Nopalitos.

IV -8 Les polyphénols :

Les polyphénols constituent l'une des principales classes des métabolites secondaires chez les végétaux. Ils sont présents dans toutes les plantes mais leur nature et teneur varient largement d'une espèce à l'autre, et donc d'un aliment à l'autre (**Grolier et al, 2001**).

Les principales sources alimentaires des polyphénols sont les fruits et les légumes, les huiles et les plantes aromatiques ainsi que les boissons comme le thé, le café, la bière et le vin (**Socynska-Kordala et al, 2001**).

Les composés phénoliques sont en effet des éléments importants des qualités sensorielles (couleurs, astringences..) et nutritionnelles des végétaux que consomme l'homme et leur intervention dans la santé est maintenant reconnue dans des domaines variés : lutte contre l'athérosclérose, action anticancérogène pour certains d'entre eux action antioxydant permettant de lutter contre le vieillissement cellulaires par ailleurs, leur implication dans les phénomènes de brunissement enzymatique en fait un paramètre incontournable à maîtriser au cours des processus technologiques permettant la transformation des produits d'origine végétale (**Jean jacques et al, 2006**). Les principales classes des poly phénols (**voir annexe 01**)

IV -9 La vitamine C :

Les vitamines sont des molécules organiques sans valeur énergétique propre, indispensables à la croissance et au développement de l'organisme, mais non synthétisables par lui et qui doivent être apportées de façon exogène.

La vitamine C, quant à elle, est un composé solide. Son nom chimique est l'acide-L-ascorbique, elle est sous la forme lévogyre, sa formule moléculaire $C_6H_8O_6$.

La vitamine C, est un excellent antioxydant, elle prévient donc les maladies cardiovasculaires.

La vitamine C est également un élément primordial pour la formation de collagène. Ce dernier est un amas de grosses protéines qui forment l'essentiel du tissu conjonctif.

L'opuntia présente une teneur importante en vitamine C notamment chez les jeunes pousses de 7 à 22 mg/100g de poids frais (**Rodriguez-Felix, 1988 et Pimienta-Barrios, 1993**). Les fruits sont aussi très riches en vitamine C, avec une teneur de 180 à 300 mg/kg (**Cantwell, 1995; Piga et al, 1996; Sáenz, 1995**), cette teneur est plus élevée que les autres fruits communs, tels que les pommes, les poires, le raisin, et les bananes (**Cheftel, 1983**).

IV -10 Les pigments :

Le rôle biologique des pigments dans l'écologie des espèces est évident. En donnant leur couleur aux fleurs et fruits, ils participent aux processus de pollinisation et de dispersion (**Guignard, 1996**).

V- Valeur nutritionnelle de l'opuntia dans l'alimentation humaine :

➤ Cas des cladodes :

Sur le plan nutritionnel *l'opuntia ficus indica* var. inermis, se rapproche sensiblement de celle de la carotte ordinaire, (**LECQ et RIVIERE, 1990**), tandis que **LEHOUEIROU (1965)** confirme qu'elle se rapproche de celle de la betterave fourragère.

De nombreux travaux se sont intéressés à la composition chimique des cladodes de cactus inerme et ont montré leur pauvreté en protéines, lipides et un rapport ca/p trop élevé. Ils ont mis en relief leur richesse en glucides (glucose, fructose et très peu de saccharose) en eau et en vitamines tels que vitamine A, B, C en fer et en pectine sollicitée dans les industries agro-alimentaires et cosmétiques.

La consommation des raquettes contribue à l'alimentation de contrôler le taux de sucre du sang et l'augmentation de la sécrétion de l'insuline chez les personnes diabétiques. D'autres parts, l'alimentation à base de raquettes diminue le niveau des graisses (lipides) dans le sang grâce aux matières pectiques considérées parmi les fibres nutritionnelles utiles pour la santé.

La valeur nutritive des Nopalitos est proche de celles de la laitue et des épinards comme le montre le tableau 6, ils sont riches en vitamine C et en calcium selon **DEKOCK (1965)** avec une saveur de pomme reflétant le niveau élevé d'acide malique contenu dans les pommes et les Nopalitos.

Le tableau suivant représente la composition chimique des Nopalitos (jeunes cladodes), laitue et l'épinard

Tableau 1.4: Composition chimique des Nopalitos (jeunes cladodes), laitue et l'épinard

Constituants en % de la MS	Nopalitos		laitue	Epinard
	DEKOCK 1965	CHERIET, HADJ SADOK 2002		
Auteurs	DEKOCK 1965	CHERIET, HADJ SADOK 2002	RODRIGUEZ et CANTWEL 1988	RODRIGUEZ et CANTWEL 1988
Eau	91.8	94.3	95.5	90.7
Protéines	2.5	3.88	1.0	3.2
Lipides	0.2	/	0.1	0.3
Fibres	8.65	8.1	0.5	0.9
Sucres	4.5	4.35	2.1	4.3
Vitamine C (mg/100g)	20	13.06	30	28
Vitamine A (µg/100g)	30	/	30	55

VI - Utilisation et valorisation de figue de barbarie

VI -1-Utilisation fourragère

Le cactus est utilisé depuis longtemps dans l'alimentation des bétails des régions arides (**Arba, 2009**), il est cultivé comme espèce fourragère dans plusieurs pays (**Pimienta et al, 2003**).

Les raquettes de cactus sont particulièrement appréciées par l'éleveur comme complément alimentaire durant la saison sèche en raison de leur richesse en eau. En plus, les fruits de cactus non commercialisables pour la consommation humaine peuvent être utilisés dans l'alimentation des ruminants sous forme des blocs nutritionnels, et plus intéressant encore sous forme d'ensilage (**Araba et al, 2009**).

VI -2- Utilisation médicinale

Le figuier de barbarie constitue pour certaines populations non seulement une source de fruit comestible mais aussi une plante à usage médicinale. Les parties utilisées pour les besoins médicaux sont : les fleurs, les fruits et le suc des cladodes (**Aldo, 1982**).

Les fleurs sont utilisées sous forme d'infusion ou de poudre diluée dans du lait (**Baba aissa, 2000**). Elles sont astringentes et réduisent les saignements; elles sont utilisées pour soigner les troubles de l'appareil digestif tel que : diarrhée, colites et irritation intestinales chroniques, ainsi que pour traiter les affections de la prostate (**Anonyme, 1997**).

En Australie, la partie interne des raquettes d'*Opuntia* est appliquée sur les blessures pour arrêter les saignements et éviter l'infection (excellent hémostatique).

En Algérie, les raquettes chauffées appliquées en cataplasme sont efficaces comme calmant et résolutif contre la goutte (**Schweizer, 1997**).

VI -2-1- Propriétés médicinales

VI-2-1-1- Effet anti-cancer

Des études récentes suggèrent que l'extrait de fruit de poire de cactus empêche la prolifération des variétés de cellules cervicales, ovariennes et de réservoir souple le cancer *in vitro*, et supprime la croissance de tumeur du model nu de cancer ovarien de souris *in vivo* (**Zou et al, 2005**).

L'inhibition de croissance de tumeur était comparable au rétinoïde N (4-hydroxyphernyl), retinamide (4-HPR) synthétiques actuellement employés comme agents chémopréventifs dans la chémoprévention du cancer ovarien (**Supino et al, 1996; De Palo et al, 2002**).

VI -2-1-2- Effet antioxydant

L'action antioxydante est l'un de beaucoup de mécanismes par lesquels les substances de fruits et légumes pourraient exercer leurs effets bénéfiques sur la santé (**Lee et al, 1999**).

La présence de plusieurs antioxydants (acide ascorbique, caroténoïdes, glutathion réduit, taurine et flavonoïdes) a été détectée dans les fruits et cladodes de différentes variétés de figue de Barbarie (**Tesoriere et al, 2005; kuti, 2004**).

De nombreuses études *in vitro* ont démontré l'effet bénéfique des composés phénoliques et des bétalaines sans couleur, qui attribuent à la capacité antioxydante par neutralisation des espèces réactives de l'oxygène telles que le peroxyde d'hydrogène H₂O₂ (**Tesoriere et al, 2005**).

Les polyphénols sont des antioxydants avec les propriétés cardioprotectives, anticancéreuses, antivirales bien connues (**Jean jaques et al, 2006**). Particulièrement avec des polyphénols de thé vert, leurs effets bénéfiques ont été rapportés dans plusieurs types des cancers ou de tumeurs (**Yang et Wang, 1993**).

VI -2-1-3- Effet antidiabétique, anti-hypérlipidémique et anti-hypéroléostérolémique

Des études scientifiques démontrent qu'absorbé avant le repas, le Nopal est un antidiabétique efficace dans des cas d'hyperlipidémie, ainsi par sa forte teneur en fibres et son action dissolvante, il régularise et freine l'assimilation de sucre et des graisses ce qui induit une diminution du taux de sucre dans le sang, et une régularisation du poids (Schweizer, 1997).

L'évidence expérimentale suggère que la poire de cactus réduise des niveaux de cholestérol dans le sang humain et modifie la composition en lipoprotéine de faible densité (LDL) (Stintzing et Carle, 2005). Galati *et al* (2003) ont constaté que le cholestérol, les LDL et les niveaux de triglycéride de plasma des rats ont été fortement réduits après 30 jours d'une administration quotidienne (1 g/kg) des cladodes lyophilisés d'*Opuntia ficus-indica* L

VI -2-1- 4- Effet anti-ulcère, anti-inflammatoires

Des études menées par Galati *et al* (2003) ont montrées une réduction des lésions gastriques des rats après un traitement avec le mucilage extrait des cladodes d'*Opuntia*. D'autre étude menée par Lee *et al* (2001) a montré l'effet anti-inflammatoire de l'*Opuntia* en employant l'extrait des fruits et des tiges, les cladodes lyophilisés, et la poudre des fruits et des cladodes.

VI -2-1-5- Effet hémostatique

D'après Schweizer (1997), le pectate calcomagnésien extrait des tiges d'*Opuntia* et à cause de sa teneur notable en Ca et en Mg, accélère nettement le temps de coagulation du sang et abrège les temps de saignement

VI - 3- Utilisation alimentaire et industrielle

Les cactus ont été longtemps considérés comme source alimentaire importante en Amérique latine, parmi lesquels l'*Opuntia* a gagné dans le monde entier l'importance économique la plus élevée (Lee *et al*, 2005).

Selon Boujghagh (2007), la valeur nutritive des fruits est comparable à celle des pommes, poires, abricot et des oranges. Ils constituent une bonne source de vitamine C

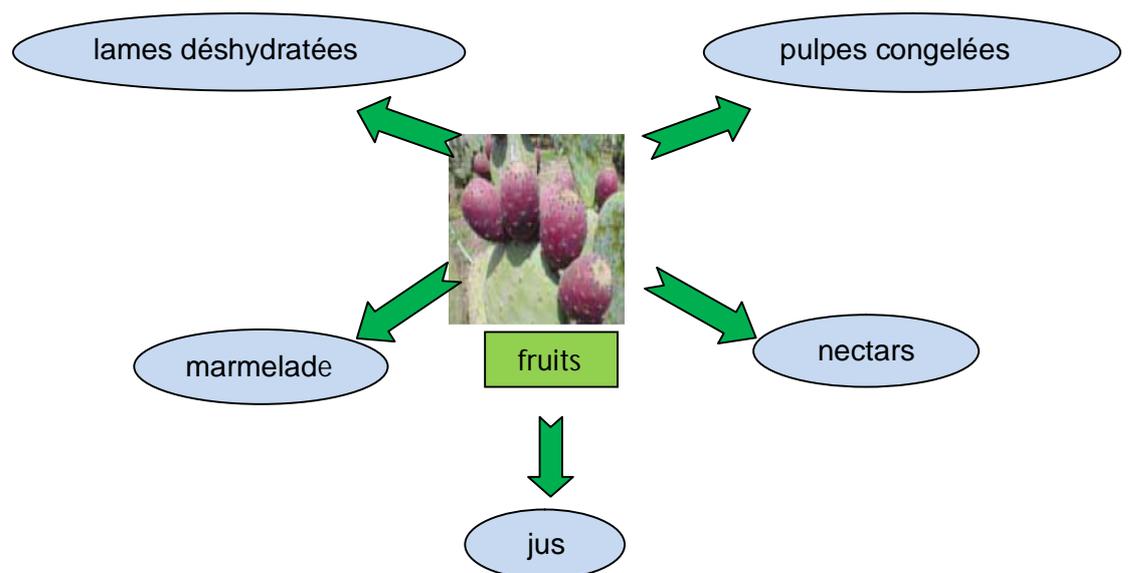
avec un apport énergétique important. La teneur en sucres de la plupart des variétés est relativement élevée (12-17%). Ces fruits sont consommés à l'état frais, congelé, confit, séché, ou transformé en jus, confiture et en huiles alimentaires de la graine.

Au Mexique, les nopalitas coupées en petits morceaux ou en tant que jeunes cladodes frais de 3 à 4 semaines d'âge sont utilisés sous forme de légumes ou de salade semblables au haricot vert (Stintzing et Carle, 2005). Leur valeur nutritive est similaire à celle de la laitue et des épinards (Boujghagh, 2007).

Les fleurs peuvent être utilisées comme gélifiant des confitures et par conséquent peuvent être considérées comme des produits de remplacement de la pectine. Elles peuvent également être utilisées comme produits épaississant des soupes. En plus, les fleurs constituent une source de minéraux et de fibres de bonne valeur alimentaire (Mimouni et al, 2009).

La valorisation de différentes parties de la plante d'*Opuntia* a mis sur le marché de beaucoup de pays une gamme de sous produits avec des délais de conservation prolongés (Saenz, 2006).

La figure N° 06, illustre quelques sous produits à base de fruits et de cladodes



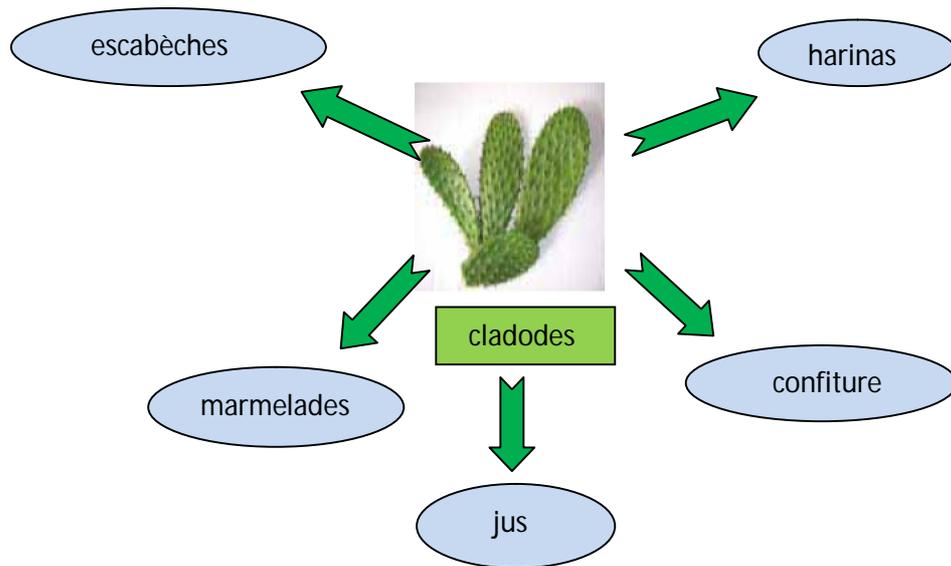


Figure N°1.5: Exemple de produits de valorisation de fruits et de cladodes de figuier de barbarie (Sepulveda, 2005).

L'utilisation principale de la culture de *l'Opuntia ficus indica* en industrie se manifeste par la production d'une teinte rouge nommée « le carmin », à partir des femelles des cochenilles qui prolifèrent sur des raquettes saines. Ce colorant est utilisé par les industries alimentaires, cosmétiques et médicinales (Anonyme, 2000).

VI -4- Autres utilisations

VI -4-1- Utilisation cosmétique

Les propriétés des constituants de l'*Opuntia* sont également valorisées dans l'industrie cosmétique (Pimienta –Barrios, 1994. in HADJ SADOK.T)

Au Indes, le mucilage des Nopalitos et le jus de tuna ont servi à la préparation des savons et des onguents pour le soin des mains et du visage (Schweizer, 1997).

Les sucs ou mucilage des Nopalitos sont utilisés principalement aux Mexique dans la fabrication cosmétiques, comme additifs dans la fabrication de shampooing.

Lotions astringentes, savon humectant, anti-transpirant assouplissant de cheveux...
(Barbera ; 1995).

Au Mexique, les Nopalitos sont utilisés pour la fabrication de shampoings, d'assouplissants de cheveux, de crème et de lait hydratant pour le visage. En Palestine occupée, les graines sont écrasées pour en extraire une crème pour la peau **(Araba et al, 2000).**

En Palestine occupée, les graines sont écrasées pour extraire une crème pour la peau **(Mizhari et al, 1997 in Anonyme, 2000).**

La sève du mucilage se dessèche au contact de l'air, elle est utilisée comme gomme masticatoire, mastic ou adhésif **(Trachtenberg et Mayer, 1982).**

VI -4-2- Protection

L'*Opuntia* a été anciennement utilisée comme haies vives de cactées épineuses infranchissables aux animaux sauvages, ces haies présentent aussi l'avantage de dresser un obstacle naturel et efficace à la propagation des incendies **(Schweizer, 1997).**

VI -4-3-Fertilisation

Dans le figuier de barbarie rien n'est à jeter. Que ce soient les résidus des raquettes ou des fruits, chaque partie de la plante constitue un excellent fertilisant.

L'*Opuntia* aide à la régénération des sols épuisés par la culture, et stabilise les sols sableux et les dunes des rivages maritimes. Au Maghreb, aux temps de colonie, les vieilles raquettes desséchées sont utilisées comme fumure des vergers **(Schweizer, 1997).**

VII- Importance économique et écologique des Opuntias

L'importance du figuier de barbarie est liée aux nombreuses utilisations économiques de l'espèce tant comme culture extensive qu'à l'état spontané. La plante a des exigences culturelles réduites ; en effet, elle n'exige que des travaux peu profonds et une taille peu importante, elle n'a pas besoin d'apport importants en eau ni de traitement antiparasitaires et par conséquent, elle présente de faibles coûts énergétiques pour la culture en importations spécialisées **(BARBERA, 1995).**

Selon **HADJ SADOK**, Nos voisins de l'Est et de l'Ouest n'ont pas de pétrole et essayent d'exploiter toutes autres richesses naturelles pouvant donner un plus à leur économie. Au Maroc à titre d'exemple, les revenus des agricultures qui exploitent la plante du cactus sont de 3000 dollars hectares annuellement. Dans le même pays et dans certaines zones, la céréaliculture a été carrément délaissée au profit du figuier de barbarie. Les échanges d'expériences entre ces deux pays dans ce domaine sont importants. Chez nous, on reste encore indifférent, alors que c'est tout le monde qui est conscient de « l'enjeux du cactus ».

Le développement du marché des fruits bio et exotiques en Europe et aux états unis d'Amérique ne cesse d'ouvrir des perspectives commerciales pour cette plante. Chez nous, la production du fruit ne constitue pas encore une activité économique qui présente un intérêt majeur. En dehors de son fruit, c'est toute la plante qui est intéressante. Il ne faut oublier toutefois de rendre hommage au travail que fait le Haut-commissariat pour le développement de la steppe. Cette dernière a planté, durant la fin des années 1970, le cactus pour stopper désertification. Il y a quelques années, la wilaya de Tébessa a connu la plantation de 10 000 hectares de cactus. On peut dire que cette expérience a bel et bien réussi puisque les agriculteurs de cette région frontalière avec la Tunisie, maîtrisent cette culture, grâce notamment au savoir-faire apporté par les Tunisiens.

Par contre, d'autres expériences similaires n'ont pas réussi. En 2005, le Haut-commissariat au développement de la steppe a avancé un taux de destruction de 44% des nouvelles plantations par les gelées. Le rôle des chercheurs dans ce cas est plus que primordial afin de mettre en place des variétés résistantes et qui répondent aux spécificités de chaque région. Tout cela dépendra de la volonté politique (**ANONYME, 2010**).

I- STRUCTURE DU CHEVEU

I.1- Définition des cheveux

Le cheveu est composé principalement de kératine, molécule fibreuse très dure donnant au cheveu sa résistance. C'est cette même kératine qui constitue nos ongles, les cellules de la surface de notre peau et même les sabots des animaux.

A l'extérieur, des cellules plates en écaille forment la cuticule. A l'intérieur, le cortex est constitué de cellules allongées, elles mêmes constituées d'un amalgame organisé de protéines riches en soufre et dont la structure est celle d'une hélice α . La protéine qui donne au cheveu sa forme et sa résistance est la kératine (50% des protéines du cheveu)(Saïd brrada ;2007).

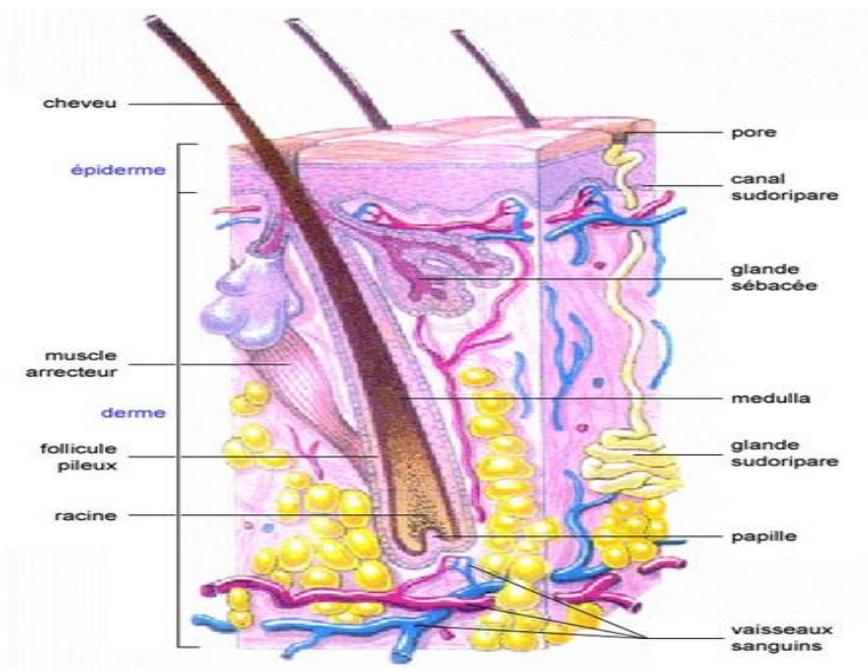


Figure N°1.6 : Représentation schématique d'un cheveu

La kératine est essentiellement constituée de glycine, de leucine et de cystéine. Quand le cheveu est non étiré, l'hélice α est stabilisée par des liaisons hydrogène intracaténaïres entre l'oxygène d'une fonction carboxyle et l'hydrogène lié à un azote d'une fonction amide. Dans une protofibrille, les chaînes de kératine sont liées entre elles par des liaisons intercaténaïres (liaisons disulfures, ioniques et hydrophobes). (Saïd brrada ;2007).

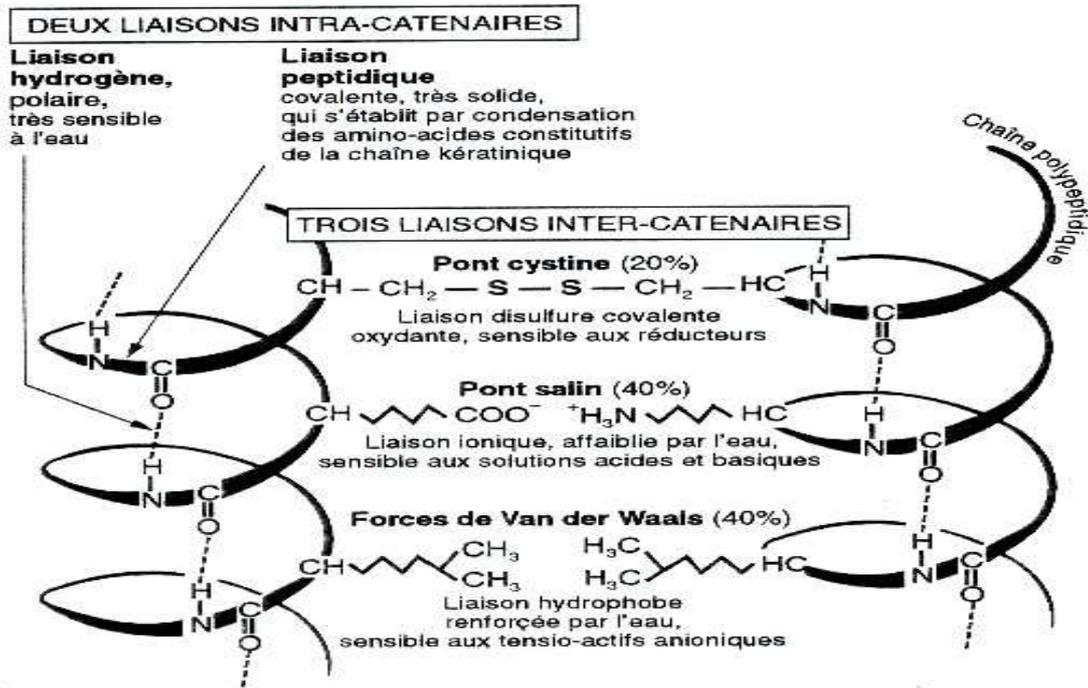


Figure N°1.7: Les liaisons de cohésion de la kératine

La formation des ponts disulfures est assurée par oxydation des groupements thiols de 2 cystéines appartenant à 2 chaînes de kératine.

De part leurs propriétés physico-chimiques, ces forces de cohésion entre les chaînes polypeptidiques (ponts cystines, ioniques et hydrophobes) vont être exploitées lors de différentes applications professionnelles pour donner aux cheveux la forme et/ou la couleur choisies. Par exemple, les ponts cystines sont mis en jeu lors de la permanente et le défrisage, les liaisons hydrogène intracaténares lors du brushing et la mise en pli, les liaisons ioniques lors de la permanente, la coloration d'oxydation et la décoloration.)(Saïd brrada ;2007).

I.2 -Produits de modification temporaire de la forme

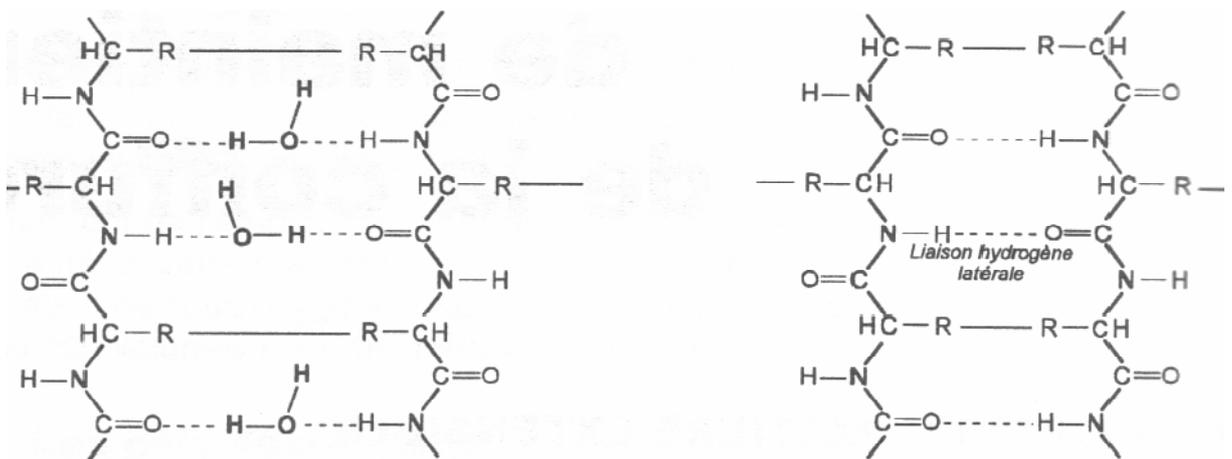
Les propriétés de mise en forme du cheveu résultent de l'architecture remarquable de la kératine. Le cheveu mouillé est plus élastique que le cheveu sec, il offre une amplitude supérieure à la déformation. Celle-ci pourra se maintenir quelque temps pour le cheveu distendu puis séché. L'aptitude à la déformation du cheveu est liée aux transformations physico-chimiques que subit la kératine mouillée, étirée et séchée sous tension. A l'état initial, les chaînes se trouvent sous forme d'hélice α . Les liaisons hydrogène qui

s'établissent entre les spires de l'hélice α (liaisons longitudinales) sont facilement rompues par les molécules d'eau qui se glissent entre les chaînes polypeptidiques et forment de nouvelles liaisons hydrogènes intercaténares.

La rupture des liaisons intracaténares est favorisée par la présence dans l'eau de produits gonflants, comme l'urée, qui déstabilisent la structure hélicoïdale en donnant une structure intermédiaire dite configuration déployée lâche.

Par étirement de cette structure, les chaînes se déploient et acquièrent un arrangement en zigzag (structure en feuillets plissés) : l'étirement du cheveu mouillé provoque alors une transformation partielle de la kératine α en kératine β moins résistante, 2% d'allongement suffisent pour permettre une déformation temporaire .

Lors du séchage, des liaisons hydrogène se reforment **latéralement** entre les chaînes polypeptidiques (liaisons intercaténares), ce qui bloque le retour à la forme α : le cheveu adopte la forme imposée.



Insertion de molécules d'eau :
kératine α lâche latéralement

Les liaisons hydrogène se reforment
donnant la kératine β

Figure N°1.8 : les différentes formes de la kératine.

Cette transformation n'est que temporaire car elle est réversible. Les liaisons latérales créées artificiellement cèdent peu à peu devant de nouvelles liaisons hydrogène qui se reforment longitudinalement : le cheveu finit par reprendre sa forme et sa longueur initiale pour répondre à la configuration thermodynamique stable des chaînes polypeptidiques.

Pour retarder l'effet réversible du retour à la forme α ; pour fixer la coiffure dans la forme désirée et la protéger contre le vent et l'humidité, on dispose de lotions ou de mousses de

coiffage à appliquer sur les cheveux mouillés avant la mise en plis ou le brushing et de laques ou de gels à appliquer sur la coiffure finie (**Saïd brrada ;2007**).

La cosmétique n'est pas uniquement un rêve pour améliorer l'aspect d'un individu. Le témoignage de nombreux services hospitaliers où une gestuelle d'application de produits cosmétique permet aux personnes concernées de mieux supporter le choc de leur état, est une preuve de la réalité de leur intérêt. (**POELMAN M.C ; 1992**)

II-Généralité sur les produits cosmétiques

II.1- L'histoire des produits cosmétiques

Les produits cosmétiques les plus anciens ont été retrouvés dans les sépultures en Egypte et remontent à la première dynastie (vers 3100-2907 avant J-C). Si pendant longtemps, les parfums étaient réservés aux dieux, très vite, dès cette époque, les femmes se mirent à utiliser des onguents parfumés à base d'huiles végétales (huile de palme, huile d'olive...) mélangées à des herbes aromatiques pour protéger leur peau du vieillissement. Puis les femmes et les hommes égyptiens commencèrent à se maquiller, d'abord pour les rites mortuaires, puis pour la vie de tous les jours. L'utilisation de la diffraction des rayons X a par ailleurs permis d'identifier quatre minéraux comme constituants principaux des phases minérales de ces fards : (**V.NARDELLO-RATAJ, F.BONTE ;2008**)

- la galène, sulfure de plomb toxique composant les fards antiques noirs ;
- la cérusite, pigment blanc naturel composé de carbonate de plomb ;
- la phosphogénite, minéral composé de chlorocarbonate de plomb ;
- la laurionite, de formule $PbClOH$.

Les produits cosmétiques doivent leur évolution constante aux apports successifs de la chimie des solutions, de la chimie de synthèse, de la chimie des polymères et plus récemment, de la chimie des colloïdes. Les produits de soin « anti-âge » sont apparus vers la fin des années 80. Ils sont le résultat de l'émergence d'une nouvelle vision de la biologie cutanée combinée à l'utilisation de technologies plus sophistiquées dans le domaine des actifs et de la formulation. Au fil des ans et des découvertes, les cosmétologues ont petit à petit introduit dans les produits de soin des ingrédients qui ont appris à la peau à s'autoréguler. Stimuler son renouvellement, augmenter ses collagènes, son acide hyaluronique, renforcer sa jonction dermo-épidermique ...n'ont plus de secret. Après l'emploi des liposomes, des AHA (a- hydroxyacides), du rétinol, de la vitamine C, des

stimulateurs de la synthèse du collagène, des dérivés du soja et autres actifs végétaux dits « hormone-like », des peptides « botox-like », on voit apparaître aujourd'hui au sein de formes galéniques de plus en plus sensorielles de nouveaux antioxydants, des polyosides à masse moléculaire contrôlée et des ingrédients actifs dans le domaine de la longévité ou de la protection des cellules souches.

Désormais, les femmes, mais aussi les hommes, recherchent dans les produits cosmétiques de soin ou de maquillage du plaisir et des performances, associés à un retour à la nature. Le devoir des industries cosmétiques, est de répondre à leurs attentes dans des contextes réglementaires et environnementaux de plus en plus exigeants et intégrant désormais la notion de « chimie verte » (M.BARDOULAT ;2008).

II-2- Définition des produits cosmétiques et des produits d'hygiène

Cette définition et celle de la directive cosmétique européenne 76/768 modifier 7fois ;le 7^{ème} amendement étant suivi de plusieurs adaptations. La directive européenne est retranscrite en France dans le chapitre VIII du titre III du livre V du code de la santé publique :

« on entend par produit cosmétique toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain (épiderme, système pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue exclusivement ou principalement de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles et/ou de les protéger ou de les maintenir en bon état », (Martini ;2006).

Les produits cosmétiques couvrent un domaine très vaste : ils sont destinés soit à entretenir, protéger ou nettoyer les surfaces cutanées et cutanéomuqueuses, soit à maquiller ou démaquiller le visage, soit encore à traiter d'une manière plus spécifique certains désordres physiologiques des téguments.

Leur composition et par conséquent extrêmement variée, ce qui rend l'interprétation de leur formules complexe (CHAUMEIL ; 1992).

La cosmétologie acquiert sa véritable dimension préventive dans le domaine de l'hygiène quotidienne (POELMAN ;1992).

II .3-Frontière avec le médicament

La frontière entre médicament et produit cosmétique est parfois difficile à définir. La définition nationale du médicament selon le Code de la santé publique article L5111-1, est la suivante :

« On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique » (**Anonyme ;2010**) .

On pourrait dire que le médicament présente une efficacité thérapeutique vis-à-vis d'un individu malade, le produit cosmétique présente une efficacité « physiologique » limitée à l'enveloppe cutanée ou muqueuse d'un individu sain ou présumé tel et ne constitue en aucun cas un traitement pour un individu malade.

La différenciation sera néanmoins toujours délicate, les critères de définition du médicament pouvant s'appuyer sur la présentation, la fonction, la composition, le vocabulaire employé. Selon les revendications, un produit peut donc être cosmétique ou médicament.

Ainsi, un produit anti-acnéique est un médicament, l'acné étant une maladie, la même formule considérée comme « régulatrice de la sécrétion sébacée » est un produit cosmétique. Sur un plan législatif, le produit cosmétique n'est pas soumis à une autorisation de mise sur le marché, l'évaluation du rapport bénéfice-risque étant spécifique au médicament. L'exigence prévue par les textes est l'absence de nocivité pour la santé. Il incombe aux fabricants de garantir que leurs produits satisfont aux exigences législatives, réglementaires et ne présentent aucun danger pour la santé (**MARTINI M-C ;2011**)

III- Critères de qualité d'un produit cosmétiques

Selon **POELMAN (1992)** ;d'une façon générale , quelles que soient les formulations , elles devront répondre à certains critères :

-Respecter l'intégrité de la peau ;

-Maintenir son pH légèrement acide : le film hydrolipidique existant à la surface de la couche cornée est constitué par une emulsion acide mélanger de sueur, de lipide

epidermique provenant de débris cellulaire et de sébum et, de ce fait, la peau normale possède un pH moyen de 5 à 5,5. L'application d'un produit trop acide (pH < 4), ou trop alcalin, risquerait d'entraîner des phénomènes d'intolérance.

-Avoir une bonne acceptabilité cosmétique, tant du point de vue de sa texture que de sa facilité d'emploi.

Ainsi, à l'emprisonnement d'antan, a succédé le recours à des techniques scientifiques permettant d'optimiser acceptabilité cosmétique, stabilité, innocuité et efficacité.

IV - Sécurité des produits cosmétiques et cosmétovigilance

IV.1-Sécurité des ingrédients

Sécurité d'emploi des ingrédients cosmétiques est dévolue au groupe de travail « ingrédients » créé au sein de **AFSSAPS** et officialisé le 9 juillet 2004. Ce groupe est chargé d'examiner les données toxicologiques des nouveaux ingrédients proposés à l'utilisation cosmétique ainsi que celle des ingrédients proposés à l'utilisation cosmétique ainsi que celle des ingrédients classiques ayant posé quelque problème à tort ou à raison au cours des dernières années. Le groupe donne un avis favorable ou défavorable à l'emploi de l'ingrédient, peut préconiser des limites de concentration et/ou d'utilisation. Cet avis est peut être répercuté au niveau européen ou ne faire l'objet que de mesures particulières au niveau français.

Les ingrédients cosmétiques ont des origines très diverses : animale, végétale, minérale, synthétique et pour chaque origine les règles de sécurité seront spécifiques. **(Martini, 2006).**

IV.2-Sécurité des produits finis

La directive cosmétique est peu diserte en ce concerne la façon dont le fabricant peut assurer la sécurité d'un produit dont elle le rend pourtant entièrement responsable. Dans son article 7 bis, elle indique seulement que :

- « Le fabricant doit tenir à la disposition des autorités compétentes les éléments concernant la sécurité pour la santé humaine du produit fini ».
- « A cet effet, le fabricant prend en considération le profil toxicologique général des ingrédients, leur structure chimique et leur niveau d'exposition ».

- « L'évaluation de la sécurité pour la santé humaine est exécutée conformément au principe de bonnes pratiques de laboratoire prévues par la directive 87/18 CEE du conseil applicable aux substances chimiques ».
- L'innocuité du produit fini dépend donc impérativement de celle de l'ingrédient. **(Martini,2006).**

IV.3-Cosmétovigilance

Afin d'aider la surveillance de l'innocuité des produits finis mis sur le marché, il a été créé au sein de l'**AFSSAPS** le **9 juillet 2004** un groupe de travail sur « la sécurité d'emploi des produits cosmétiques » chargé d'assurer la mise en place et le bon fonctionnement d'une cosmétovigilance.

La cosmétovigilance a pour objet la surveillance du risque d'effets indésirables attribués à l'utilisation d'un produit cosmétique dans les conditions normales d'emploi.

Elle comporte notamment :

- Le signalement et l'enregistrement de tout effet indésirable ;
- L'exploitation et l'évaluation de ces informations ;
- La réalisation et la prise d'action corrective. **(Martini,2006).**

IV.4-Evaluation de la qualité du produit cosmétique

IV.4.1- Contrôles physico-chimiques

Avant d'entreprendre la production d'un produit cosmétique, il est important de préciser au mieux l'identité de ses constituants. L'identification d'un ingrédient consiste ainsi à recueillir le maximum de données sur sa qualité. Ces données concernent en particulier : l'origine de l'ingrédient (substance chimique de synthèse, ingrédient complexe d'origine végétale ou animale ...), sa dénomination (nom INCI, dénomination chimique internationale), son mode détaillé d'obtention, ses propriétés organoleptiques et physico-chimiques (viscosité, solubilité, point de fusion...) et surtout son degré de pureté, son profil en impuretés, la présence éventuelle d'ingrédients résiduels ainsi que sa stabilité. Pour certains ingrédients complexes d'origine végétale, marine ou animale, toutes ces données de caractérisation peuvent s'avérer difficiles à obtenir **(ROUSSELLE C, POCHE A ; 2006)**

Par ailleurs, la qualité de chaque ingrédient peut varier d'un fournisseur à l'autre, même si les données de base et les spécifications générales sont identiques. Il est donc important que soit instituée, entre le fabricant, l'importateur ou le responsable de la mise sur le marché et le fournisseur, une relation contractuelle permettant aux premiers d'être avertis de tout changement concernant le mode d'obtention de l'ingrédient susceptible de modifier sa qualité.

IV.4.2-Contrôles de toxicité

Certains tests toxicologiques doivent être mis en oeuvre pour assurer la sécurité d'un ingrédient. Ainsi, en plus des caractères physico-chimiques de la matière première, le fournisseur devra préciser pour sa substance :

- le potentiel génotoxique ;
- la toxicité aiguë ;
- la toxicité subchronique et chronique avec détermination d'un NOAEL (no adverse effect level) et d'une marge de sécurité ;
- les tests de sensibilisation ;
- les tests de phototoxicité ;
- les tests de tolérance locale : oculaire, cutanée, muqueuse.

Les fabricants de matières premières synthétiques et les fournisseurs de substances naturelles devraient donc accompagner leurs produits d'un dossier suffisamment complet pour permettre aux fabricants de produits finis d'en assurer la sécurité (**FOURNIAT J ;2006**)

IV.4.3-Contrôles microbiologiques

Les industriels doivent contrôler la qualité microbiologique et la composition des produits cosmétiques qu'ils fabriquent. En conséquence ils sont amenés à vérifier la contamination des produits, ou l'absence de bactéries pathogènes, ou encore le taux de bactéries commensales. Ces contrôles microbiologiques sont ainsi réalisés tout au long de la chaîne de fabrication, de la matière première au produit fini, en passant par l'environnement de production. Les bactéries sont les agents contaminants les plus fréquemment rencontrés aussitôt après la fabrication des produits. Les champignons inférieurs (moisissures, levures) sont moins fréquents. Bien que la législation n'impose pas

actuellement de normes de contamination minimale, la contamination microbiologique des produits cosmétiques demeure une préoccupation première pour l'industrie cosmétique. Depuis 2006, de nombreuses normes ISO (International Organisation for Standardization) ont été établies et elles décrivent de manière détaillée les protocoles microbiologiques qui doivent être appliqués en vue d'une certification par la COFRAC (Comité Français d'Accréditation) :

- NF ISO 21148 : « instructions générales »
- NF ISO 21149 : « dénombrement et détection des bactéries aérobies mésophiles »
- NF ISO 16212 : « dénombrement des levures et des moisissures »
- NF ISO 18415 : « détection des micro-organismes spécifiés et non spécifiés »

D'une manière générale, on distinguera :

- les bactéries aérobies mésophiles (taux limite < 100 UFC*/g) ;
- les moisissures et les levures (taux limite < 100 UFC/g) ;
- les germes pathogènes (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*) qui devront être absents.

*(UFC : Unité Formant Colonie)

Dans les produits susceptibles d'être employés pour les soins de nourrissons et des patients hospitalisés, absence : d'entérobactériacées et des germes apparentés(*E.coli*) et de clostridies; (**CHAUMEIL ;1992**).

D'autre part, l'industriel devra réaliser des contrôles *in situ* de l'efficacité du système de conservation de son produit cosmétique. Pour cela, il existe diverses méthodes dites de surinfection ou de challenge-test : leur principe général est identique et consiste en la contamination du produit par un inoculum déterminé de micro-organismes tests, et au suivi de l'évolution de la population viable dans le produit contaminé par dénombrement des germes revivifiables dans des échantillons prélevés à intervalles de temps donnés (en général à J2, J7, J14, et J28). Les diverses méthodes diffèrent par les souches préconisées, les temps de prélèvement et les limites de décroissance à observer pour conclure à l'efficacité du système de conservation (**FOURNIAT J ;2006**).

L'essai d'efficacité du système de conservation doit être effectué :

- à la conception du produit pour sélectionner le système le plus efficace ;
- lors de l'étude de stabilité, pour s'assurer de son efficacité à la date de péremption- lors de l'étude de stabilité, pour s'assurer de son efficacité à la date de péremption du produit ;
- à chaque changement d'un élément de la formulation ou du conditionnement.

V-Définition d'un « produit cosmétique biologique »

Il s'agit d'une famille de produits contenant un **maximum d'ingrédients naturels, issus du règne végétal**, comme l'huile d'olive, d'amande ou d'argan, le karité ou les extraits de fruits, les huiles essentielles et les eaux florales. Les fabricants s'interdisent par ailleurs d'utiliser des substances indésirables comme les silicones synthétiques (non biodégradables), les parfums de synthèse, les colorants et pigments de synthèse, les conservateurs trop puissants, les matières premières non renouvelables comme les huiles minérales qui sont des résidus de la pétrochimie, les ingrédients obtenus par des procédés de fabrication non respectueux de l'environnement, et les matières premières supposant la mort d'un animal. Le pourcentage d'ingrédients naturels est très variable en **l'absence de réglementation spécifique**. Les certifications peuvent cependant donner une idée de ce pourcentage. En dehors de cette définition, les cosmétiques biologiques s'entourent de **valeurs éthiques et écologiques telles que le commerce équitable ou encore la sauvegarde des écosystèmes (Annoyme ;2009)**.

Dans ce contexte notre objectif vise à utiliser une substance naturelle épaissante et gélifiante qui est le mucilage d'*opuntia-ficus indica* dans la formulation d'un gel coiffant.

VI. Les produits aqueux

VI.1. Les gels

Ce sont des liquides gélifiés à l'aide d'agents gélifiants appropriés. On distingue :
Les gels hydrophobes et les gels hydrophiles ; ils sont distincts des pommades. Ils constituent une forme très utilisée en dermatopharmacie et en cosmétique pure pour leurs propriétés rafraichissantes, leur caractère non gras, leur agrément d'application :

- Etant totalement aqueux (95% à 99% d'eau), ils ne peuvent contenir que des principes actifs hydrosolubles ou solubilisés par hydrotopie (en présence d'un tiers solvant) ou par solubilisation micellaire ;
- Etant filmogènes, ils ont tendance à maintenir le principe actif à la surface de la peau et le franchissement de la barrière cutanée doit être facilité par la présence de solvants, éthanol ou propylène glycol ;
- Etant transparents, ils permettent la visualisation de cristaux liquides où de microcapsules porteurs des principes actifs.

- Les gélifiants les plus employés pour l'obtention de gels sont les dérivées de cellulose non ioniques, la gomme xanthane, les carbomères et les dérivées acryliques où cyanocrylique (**Martini, 2006**).

VI.2- Formulation

La formulation d'une préparation magistrale topique n'est pas aussi simple qu'il y paraît, d'abord pour le prescripteur, ensuite pour le réalisateur.

Deux cas peuvent se présenter :

- Soit la nécessité de recevoir une **formulation complète** à partir d'un principe actif ou d'un principe actif ou d'un mélange de principes actifs. Le choix de la forme et du ou des excipients est **libre** mais exige une bonne connaissance des propriétés physico-chimiques de l'actif afin de lui associer l'excipient adéquat ;
- Soit la **dilution** d'une spécialité, opération moins aventureuse puisque la forme et l'excipient sont **imposés**. La difficulté réside ici dans le choix de l'excipient de dilution qui ne doit en aucun cas être incompatible avec l'excipient de base de la spécialité.

VI.3. Les ingrédients utilisés dans la formulation d'un gel coiffant

VI.3.1. Introduction

L'inventaire des matières premières utilisables en cosmétiques est infiniment plus riche que celui des matières premières pharmaceutiques inscrites aux pharmacopées, ce qui permet de varier à l'infini les formulations et d'obtenir des qualités d'étalement et de toucher de plus remarquables. Les préparations pharmaceutiques peuvent évidemment faire appel à des matières plus originales mais sous réserve de produire une monographie complète et d'apporter les preuves de leur innocuité et de leur bonne tolérance cutanée ce qui n'est pas nécessaire avec les matières inscrites aux pharmacopées garanties par les règles professionnelles et soumises à des contrôles bien définis.

En cosmétologie et en dermopharmacie on distingue trois types de préparations susceptibles d'être appliquées sur la peau ou les muqueuses que l'on peut classer par ordre d'importance quantitative des formes qu'elles représentent :

- Les produits totalement anhydres (environ 20%)

- Les produits totalement aqueux (environ 20%)
- Les dispersions E/H ou H/E (environ 60%)
- Toute dispersion comporte une phase aqueuse, une phase grasse et un tensio-actif ou un mélange de tensio-actif qui constitue le trait d'union entre les deux phases et permet de la formation de l'émulsion. L'importance quantitative de ses trois parties l'une par rapport à l'autre dépend de la consistance désirée, de la nature des constituants de la phase grasse, de la nature de l'émulsifiant (**Martini, 2006**).

VI.3.2. Eau (constituant de la phase aqueuse hydrophile)

Elle est toujours déminéralisée mais pose alors problèmes de contamination par des micro-organismes divers. C'est pourquoi l'eau déminéralisée doit être décontaminée par filtration sur membrane de porosité 0,45 ou 0,22 µm.

L'eau du circuit urbain est javalisée, « propre bactériologiquement » mais minéralisée et dans quelques endroits inutilisable par suite de l'odeur d'hypochlorite qu'elle dégage. Lorsqu'elle n'a pas cet inconvénient, elle est utilisable sans problème pour les shampooings et produits aqueux rincés mais elle est impropre à la fabrication des émulsions par suite de l'intervention du contenu ionique sur le phénomène d'émulsification. L'eau dans l'industrie pharmaceutique est systématiquement déminéralisée et filtrée.

Certaines industries utilisent de l'eau purifiée par osmose inverse. Ce procédé fournit une eau déminéralisée à 95% seulement mais elle est en principe stérile, apyrogène et sans particules. Son obtention est peu coûteuse (**Martini, 2006**).

VI.3.3. Épaississant et gélifiant

Ils assurent une certaine stabilité aux formulations ou peuvent constituer la majeure partie du produit fini.

- Ils régulent la consistance.
- Ils modifient l'étalement.
- Ils fournissent un caractère filmogène.

➤ Polymères acrylique et vinyliques

Ce sont des produits de synthèse dont les plus courants sont connus sous le nom de **carbomères ou carbopol®**. Les acides carboxypolyvinyliques sont dispersibles dans l'eau.

avec laquelle ils fournissent une solution colloïdale acide (pH= 3,5) et visqueuse. Il est nécessaire de les **neutralisées** par la trithanolamine (TEA) ou par la soude pour obtenir la gélification. Le gel se forme à partir de pH=6,5 et se maintient jusqu'à pH=8. Au delà il ya liquifaction du gel.

Il existe de nombreuses qualité de carbomères les plus anciens synthétisés en présence de solvants telque le benzène (n°934,949,941) sont peu à peu abandonnées au profit de produits dont le procédé de fabrication fait appel à des solvants moins toxiques :acétate d'éthyle ou cyclohexane (n° 980,981,1382).La dernière qualité de carbomère est dite ETD (easy to disperse)(n°2001,2020,2050,2984,5984).

Les carbomères sont très utilisées en cosmétique pour leur effet rafraichissant sur la peau, pour leur toucher doux et agréable, pour leur transparence lorsqu'ils forme des gels.pour leur compatibilité avec beaucoup d'actifs, pour leur stabilité et leur résistance à la contamination.

Ce pendant, ils sont sensibles aux variations de pH et,en particulier ne supportent pas les actifs acides , de plus, ils sont tous plus ou moins sensibles à la présence d'électrolytes qui provoquent une perte de viscosité ou même une liquifaction au-delà d'une concentration d'environ 3%.(**Martini,2006**).

VI.3.4-Un fixateur

Afin de fixer la gélification on ajoute la polyvinylpyrrolidone (**PVP**) est un polymère non ionique associé à l'acétate de vinyle dans les résines pour laque capillaires, mais aussi parfois, utilisé seul comme épississant,étant filmogène ;il augment l'élasticité des films d'émulsion,donc facilite l'étalement, (**Martini,2006**).Disposant d'une bonne hydrocompatibilité(agent antistatique),liant,stabilisateur d'emulsion, fixateur capillaire(**Saïd berrada,2007**).

VI.3.5-Additifs

VI.3.5.1-les conservateurs

La présence de conservateurs et indispensable dans toutes les préparations pour applications topique surtout dès qu'elle contiennent une petite proportion d'eau.les pharmacopiées ne comportent plus de liste positive de conservateurs alors que la directive

à l'annexe **VI**, il s'agit d'une liste de conservateurs antimicrobiens, le choix des antioxydants demeure libre. **(Martini,2006)**.

VI.3.5.2-Les colorants

Ils doivent être choisis en fonction de la législation Européenne,Américaine (**FDA : food and drug administration**) ou japonaise,toutes différentes.

Ils sont reconnaissables dans une formulation par la dénomination **CI**(color *index*),suivie d'un numéro allant de 10 000 à 80 000.

Ex :CI 17 075 ou CI 45 745

Il est nécessaire de veiller :

- A la « pureté » chimique et la productibilité d'un lot à l'autre ;
- A la « pureté » bactériologique ;
- Aux variation de teinte avec pH ;
- A l'incorporation .Elle doit tenir compte de la surface spécifique pour les pigments.Attention à la dispersion et à l'homogénéité de la dispersion ;
- A la productibilité ;
- Aux potentiel sensibilisant **(Martini,2006)**.

VI.3.5.3- Les parfums

On peu définir un parfum comme une association de substance odorantes destinées à être placées sur la peau ou sur les vêtements pour procurer une satisfaction olfactive. Un parfum très élaboré peut comporter plus de 100 composées **(Perrin et Scraff ; 1999)**.

Le parfum inclut des substances ; obtenu par extraction des fleurs,des herbes, des feuilles, des écorces, du bois...Il peut être constitué de parfums synthétiques,une telle matière et souvent accompagn,ée de matériaux de fixation,de stabilisateurs et de dissolvants **(frankenbach ;2006)**

Ils sont incorporés :

- Sous forme d'huiles ou de « composition » :mélange d'origine synthétique et naturelle toujours liposolubles ;
- Sous forme de mélanges solubilisés en présence d'un agent de surface de très haut **HLB**(Hydrophilic-lipophilic balance,équilibre hydrophile- lipophile) **(Martini ;2006)**.

VI.3.5.4- Humectants :

On groupe sous ce terme des substances hygroscopiques employées depuis longtemps comme agents technologiques, en ralentissant la vitesse d'évaporation de l'eau^[3] maintiennent le taux d'humidité des produits cosmétiques et retardent leur déshydratation, Parmi les humectant les plus utilisés : Le glycérol (1,2,3-propanetriol), Le propylène glycol (propane-1,2-diol), L'éthylène glycol (éthane-1,2-diol) et le sorbitol (1,2,3,4,5,6-hexol) (**CHAUMEIL ;1992**).

II -Protocol expérimentals

Notre travail à été réalisé sur des jeunes cladodes *d'opuntia ficus indica* qui ont été récoltés au piément Nord de bouarfa qui est située 3Km à l'Ouest de Blida à une altitude de 203 m. Les mucilages extrait de ses jeunes cladodes ont la propriété d'absorber une grande quantité d'eau et de gonfler au contacte avec l'eau. Ils forment des masses gélatineuses ou des solutions colloïdales visqueuses.

I.1-Objectifs

- ❖ Ce présente mémoire à pour objectif principal de caractérisée le mucilage du cactus et sa capacité de dispersion dans les systèmes visqueux cas des produits cosmétiques, c'est pourquoi nous allons étudier l'effet gélifiant et épaississant d'une substance naturel telque le mucilage dans une formulation capillaire comme un gel coiffant dans lequel on utilise généralement le carbomère « substance synthétique » voir le protocole expérimentale **figure N°2.9**.

Notre suivi expérimentale à été réalisé dans ;

- Le laboratoire d'amélioration des plantes- département d'Agronomie- Université de Blida.
- Le laboratoire de zootéchnie d'Agronomie- Université de Blida.
- Le laboratoire venus sapeco-zone industriel Ouled Yaich Blida, pour la présentation de l'entreprise voir **annexe 10** .

I.2-Matériels utilisées

- **Au niveau du laboratoire d'amélioration des plantes**

❖ Matériels végétaux

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation correspond aux jeunes cladodes de *l'Opuntia ficus-indica* variété inerme qui a été récolté au piément nord de Bouarfa à 3Km de l'Ouest de Blida à une altitude de 203 m.

Notre étude a porté sur les jeunes cladodes récoltés durant le mois de juin d'une façon aléatoire, généralement ce sont les jeunes cladodes fraîches. ces derniers ont été utilisés directement après récolte.

I.2.1- Préparation des échantillons

❖ Les jeunes cladodes

Les jeunes cladodes récoltées ont un poids compris entre 80 et 160 g.

On a fait 2 récoltes :

- La première récolte 6 juin ;
- La deuxième récoltes 14 juin .

I.2.2-Traitements préliminaires des cladodes

Nettoyage et lavage : les cladodes sont soigneusement lavées par l'eau javéalisée afin d'éliminer les impuretés (poussières, insectes) et d'éventuelles contaminations bactériennes.

Découpage : après lavages les cladodes sont pesée puis découpées en petits morceaux (cubes) pour faciliter l'extraction de jus.



Figure N° 2.1: Nettoyage et découpage des jeunes cladodes

I.2.3-l'extraction du jus des cladodes d'opuntia

L'extraction du jus des cladodes a été réalisée au niveau du laboratoire d'amélioration des plantes- département d'Agronomie- Université de Blida.

Le jus frais des cladodes est obtenu par extraction à l'aide d'une centrifugeuse ménagère de marque **robotic**, avec deux vitesses de rotation : V_1 : 5700tr/min – V_2 :

7900tr/min, munie d'un tube d'alimentation (diamètre : 74mm). On recueille ainsi séparément le jus et les résidus solides. Après la récupération du jus dans des bouteilles stériles, la centrifugeuse est convenablement nettoyée .



Figure N° 2.2: Extraction du jus

Le jus extrait a subi ensuite une centrifugation de 700 tours/min pendant 20 à 30 min au niveau du laboratoire de zootechnie- département d'Agronomie- Université de Blida et une filtration sous vide afin de récupérer le maximum de mucilage. Le jus récupéré a été conservé au réfrigérateur à une température de + 4°C pour une utilisation ultérieure.



Figure N° 2.3: Centrifugation et séparation des deux phases du jus



Figure N°2.4 : Filtration sous vide

➤ **Au niveau du laboratoire Venus Sapeco**

Dans le domaine cosmétologique les formulations sont toujours sujettes à un développement perpétuel visant à obtenir la formule parfaite ou plutôt magique. Dans ce contexte nous avons réalisées plusieurs essais afin de caractériser l'effet gélifiant et épaississant de notre solution mucilagineuse et d'obtenir une préparation majestueuse.

II-1- Gel de base

Les gels sont constitués exclusivement d'eau, sous formes semi-fluides, ces dernières sont obtenues généralement grâce au mélange eau / polymères Carbopol. Ceci est dû au fait que les polymères de Carbopol sont des molécules acides; secs et très ramifiées, une fois dispersés dans l'eau, les molécules s'hydratent et se déroulent partiellement.

Pour atteindre l'épaississement maximum à partir des polymères Carbopol il suffit de les convertir en leurs sels correspondants. Ceci est facilement réalisé par neutralisation du polymère avec une base telle que la triéthanolamine (TEA). Une fois le neutralisant ajouté à la dispersion, l'épaississement se produit peu à peu, les dispersions non neutralisées présentent une viscosité très faible. Les rapports neutralisation / viscosité optimale sont obtenus à des pH allant de 6,5 à 7,0. C'est ainsi que la forme Gel est obtenue grâce aux ingrédients de base suivants :

- Eau
- Polymères de Carbopol
- TEA

II.2-Détermination de la formulation

Pour estimer l'effet gélifiant et épississant du mucilage, plusieurs formules de base ont été réalisées comme résumé les essais suivantes :

Essai 1

99 mL d'eau + (0.25 mL carbomère + 0.75 mL mucilage) $\xrightarrow{\text{agitation}}$
neutralisation par TEA jusqu'à pH=7,0

Essai 2

99 mL d'eau + (0.5 mL carbomère + 0.5 mL mucilage) $\xrightarrow{\text{agitation}}$ neutralisation
par TEA jusqu'à pH=7,0

Essai 3

99 mL d'eau + (1 mL mucilage) $\xrightarrow{\text{agitation}}$ neutralisation par TEA jusqu'à
pH=7,0

Essai 4

100 mL de la solution contenant du mucilage $\xrightarrow{\text{agitation}}$ neutralisation par
TEA jusqu'à pH=7,0

Les résultats obtenus à partir de ces formulations de base montrent que seulement trois formulations ont permis de garder l'aspect gélifié du produit.

Dans ce qui suit **Tableau N°2.1** nous allons représenter les trois formulations finales du gel coiffant **F0**, **F1** et **F2** ainsi que :

- La formulation **F0** correspond à la formulation type du laboratoire venus sapeco et l'essai témoin par rapport aux deux autres essais.
- La formulation **F1** correspond à la formulation avec incorporation de 0,5% de mucilage.
- La formulation **F2** correspond à la formulation avec incorporation de 0,75% de mucilage.

Tableau N°2.1 : les formulations finales du gel coiffant.

Formulations			
Ingrédients	F0	F1	F2
Eau %	193.94	193.94	193.94
Carbomère %	1	0,5	0,25
Mucilage %	0	0,5	0,75
Neutralisant (TEA) (goutes)	-	-	-
Fixateur %	3	3	3
Glycérine %	1 à 2	1 à 2	1 à 2
Parfum %	0.1 à 0.2	0.1 à 0.2	0.1 à 0.2
Conservateur %	0.04	0.04	0.04

➤ **Les étapes de préparation du gel**

La réalisation d'un gel nécessite la préparation antérieure de deux phases ;

- **La première phase aqueuse**

Dans un becher (V=200mL) on mélange à froid la quantité du Carbopol (polymère carboxyvinyle) et du mucilage à l'eau nécessaire pour sa dissolution complète à l'aide d'un homogénéisateur électrique afin d'avoir un mélange homogène. La neutralisation de ce polymère par le **TEA** est réalisée pour atteindre le maximum d'épaississement et cela avec contrôle du pH jusqu'à pH=7.0



Figure N°2.5 : Pesage du carbomère et dissolution

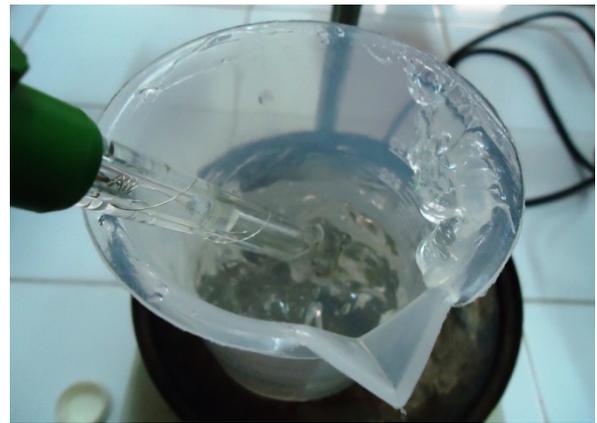


Figure N° 2.6: Neutralisation par TEA

- **La deuxième phase aqueuse**

Dans un autre bécher (V= 200mL) on rajoute à la quantité d'eau qui reste de la première phase le Polyvinyl pyrrolidone (PVP) et on mélange à froid avec l'homogénéisateur électrique afin de faire dissoudre PVP ;



Figure N° 2.7: Pesage et dissolution du PVP

Enfin, on transfère la deuxième phase dans la première phase et on ajoute successivement

- Le glycérol (1,2,3-propanetriol) ;
- Kathon CG ;
- Parfum.

on obtient une troisième phase correspondant au produit semi-fini, dont on relève les deux caractéristiques suivantes : pH et viscosité.



Figure N°2.8 : Produit semi-fini

Le produit fini est obtenu après un jour de repos, on relève les deux caractéristiques suivantes : pH et viscosité.

III-3- Contrôles organoleptiques

Du fait des différences interindividuelles de sensibilité ou d'acceptabilité, l'évaluation sensorielle demande toujours de faire appel à plusieurs sujets. Ces derniers doivent aussi avoir l'habitude d'utilisée le gel coiffant au moins une fois par mois.

Notre contrôle organoleptique a été réalisé sur une population homogène de 30 personnes comportant des adultes, des vieux, et des enfants dont (10% sont de sexe féminin et 90% de sexe masculin) qui remplissent les conditions citer dessus. Nous avons mis en point un questionnaire qu'on a nommé "Questionnaire et avis public du gel coiffant (voir annexe 06).

IV- Analyses physico-chimiques

IV-1-Jus de cladodes

IV-1-1- Détermination de la teneur en matière sèche (AOAC, 1990)

- **Principe**

Le principe est basé sur la dessiccation de la prise d'essai à une température de 105°C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

- **Mode opératoire**

Les échantillons sont pesés (PE= 5g) et séchés dans une étuve réglée à une température de 105 ± 02 °C.

Laisser pendant 24h, refroidir au dessiccateur pendant 30min, peser, remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'à d'un poids pratiquement fixe.

- **Expression des résultats**

La teneur en matière sèche est déterminée par la relation suivante:

$$MS\% = \frac{P_1}{P_0} \times 100$$

Où:

MS : matière sèche en pourcentage.

P₀: poids de l'échantillon humide en g.

P₁ : poids de l'échantillon après séchage en g.

V-1-2- Détermination du taux d'humidité (AOAC, 1990)

La teneur en eau est donnée par la relation suivante:

$$\mathbf{H\% = 100\% - MS\%}$$

H : Le taux d'humidité

IV-1-3 -Détermination du pH

Le pH correspond au logarithme négatif de la concentration en ions H⁺; c'est la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongés dans le produit. Le potentiel d'hydrogène est déterminé selon la méthode de référence (AFNOR NF V 05-108).

- **Principe**

La détermination du pH par la méthode potentiométrique est réalisée grâce un pH-mètre.

- **Mode opératoire**

-Etalonner le pH-mètre, en utilisant des solutions tampons.

-Rincer l'électrode avec de l'eau distillée avant chaque mesure, puis la sécher à l'aide d'un papier.

- Prélever comme prise d'essai un volume V de l'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion de l'électrode, noter ensuite la valeur du pH affichée sur le pH-mètre.

IV-2-Produit fini

IV-2.1-Viscosité

▪ PRINCIPE

Un mobile de géométrie connue est plongé dans la pâte à contrôler. On applique à ce mobile un mouvement hélicoïdal à une vitesse donnée. La mesure consiste à déterminer le couple nécessaire au maintien de ce mouvement malgré la résistance offerte par la pâte. Appareillage et mode opératoire (**voir annexe N°05**).

IV-2.2-Détermination du pH

Par la même méthode citée précédemment

V- Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique est indispensables pour :

- Assurer une bonne qualité et une bonne conservation ;
- Garantir la qualité hygiénique et donc la sécurité du consommateur.

La propreté microbiologique des produits analysés peut prouver indirectement l'hygiène des laboratoires de formulation, ainsi que la compétence et la fiabilité des employés.

Lors de la phase de production du gel coiffant, le respect des règles d'asepsie et l'addition d'agents conservateurs permettent de maîtriser le risque microbiologique

V.1- Prélèvements et échantillonnages

Les conditions et caractéristiques des prélèvements réalisés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° 2.2 : Conditions et caractéristiques des prélèvements réalisés

Nature de prélèvement	Lieu de prélèvement	Technique de prélèvement	Nombre d'échantillon et quantité prélevée
Produit fini	Au niveau de l'atelier de fabrication du gel coiffant	Après nettoyage et désinfection à l'alcool du matériel utilisé lors de la formulation du gel , le prélèvement est effectué à partir de 5 échantillons au hasard dans des Flacons à bouchons à vis de 16×125/ 20×150 mm stériles	5 flacons à bouchons à vis de 16×125/ 20×150 mm stériles

Les milieux de culture, le temps et la température d'incubation, est la même pour le produit fini sont récapitulés dans le tableau suivant

V.2-Germes recherchés

Tableau N°2.3 : Les milieux de culture, le temps et la température d'incubation pour le produit fini.

Germes recherchés	Milieux de culture	Température d'incubation (°C)	Temps d'Incubation	Mode de lecture	Normes
Germes aerobies mesophiles	Agar de SABOURAUD	(32.5±2.5) °C	72±06 h	Comptage des colonies	NA 8287\\Serve nus\labo\G AM NA 8287
Levures et moisissures	Agar Plate-Count	(20-25) °C	5 jours	Comptage des colonies	NA 8285\\Serve nus\labo\LET M NA 8285

V.3- La recherche des germes (aérobie mésophile, levures et moisissures)

Ces analyses ont été réalisées au sein du laboratoire microbiologique de l'entreprise Venus Sapeco.

V.3.1-Le produit fini

En travaillant sur Hotte à flux laminaire PSM (Postes de Sécurité Microbiologiques) sont destinées à la manipulation d'agents biologiques pathogènes (ou potentiellement pathogènes) mais aussi à toute forme de contamination aéroportée sous forme particulaire

- Peser 10 g ou transféré 10 mL à l'aide d'une Seringues de chaque échantillon de gel dans un flacon à bouchon.

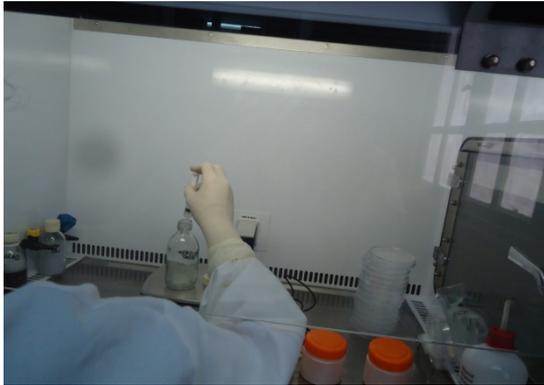


Figure N°2.9 : Pesage des échantillons

- Ajouter 90 mL de diluant D/E
Il est à noter que le rôle du diluant D/E est l'inactivation du conservateur parce que le conservateur cache les charges.

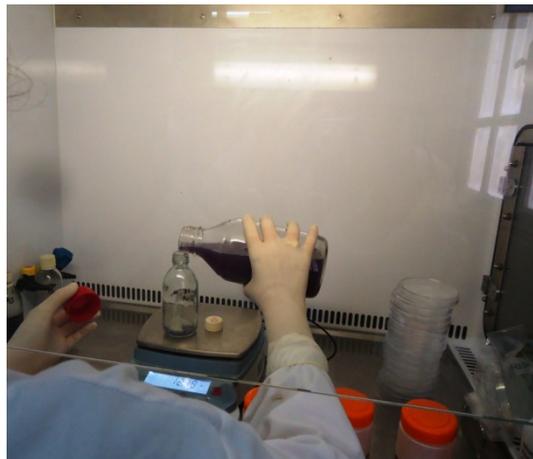


Figure N°2.10 : Dilution par D/E

- Homogénéisation soignée et laisser reposer 15 minutes.

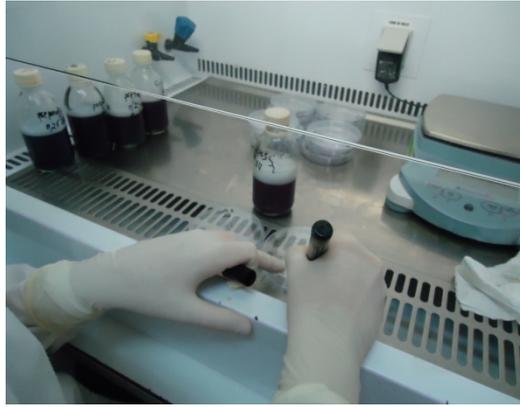


Figure N°2.11 :Homogénéisation et repos

Ce qui constitue la dilution au 1/10.

1 V.3.2- Préparation de milieu de culture

➤ Liquéfaction :

C'est une opération qui consiste à mettre les milieux de culture nécessaires pour l'ensemencement en profondeur dans un bain marie à une température égale à 100°C pendant 30min afin de les liquéfier, puis surfusion jusqu'à une température de 45°C.

V.3.3- Ensemencement

Prendre des boîtes de pétri stériles. À l'aide d'une pipette stérile, transférer, dans chacune des boîtes 1mL de chaque dilution ; couler dans chaque boîte de pétri environ 12 à 15 mL de la gélose ; c'est un ensemencement en masse, pour dénombrement entre 44 et 47 °C.

Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture en faisant tourner les boîtes de pétri et laisser le mélange solidifier en posant les boîtes de pétri sur une surface fraîche et horizontale (AFNOR, 1986).

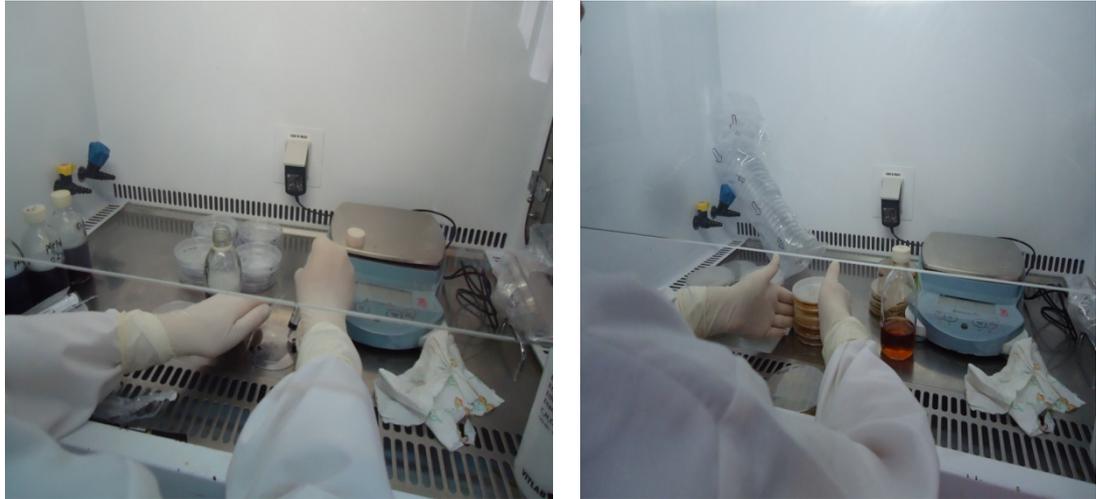


Figure N°2.12 :Ensemencement des boites de petri

2 V.3.4- Incubation

Après solidification complète, retourner les boites ainsi préparer et les placer à l'étuve à la température appropriée, ne pas empiler plus de 6 boites, les piles des boites doivent être séparées les unes des autres, ainsi que des parois de l'étuve (**Iso4833**).



Figure N°2.13: Etuve d'incubation

3 V.3.5- Comptage des colonies

Après la période d'inoculation spécifiée, procéder, à l'aide de l'appareil de comptage, un comptage de colonies. Il est important d'inclure dans le comptage, les colonies en tête d'épingle, examiner avec attention des éléments douteux, en utilisant un fort grossissement si nécessaire, afin de distinguer les colonies des particules étrangères (**Iso4833**).

Le nombre de colonies /gramme ou millilitres est égale au nombre de colonies comptées multiplier par le facteur de dilution correspondant.



Figure N°2.14 : Comtage des colonies

V.4. Recherche des germes aerobies mesophiles

V.4.1- Ensemencement et incubation

- ✓ Ensemencement dans un milieu SABOURAUD.
- ✓ Incubation des boites de pétries à 32°C pendant 72±06h.

V.4.2. Lecture

Enumérer les différents types de colonies apparues à la surface des boites

4 V.5. Recherche des levures et moisissures

V.5.1. Levure

Micro-organismes aérobies mésophiles qui, à 25°C en utilisant un milieu gélosé, dans les conditions décrites dans la présente norme international, qui se développent à la surface du milieu en formant des colonies mates ou brillantes présentant le plus souvent un contour régulier et une surface plus ou moins convexe ou bien se développe en profondeur en formant des colonies ronde et lenticulaire

V.5.2. Moisissure

Micro-organismes mésophiles, aérobies filamenteux, qui à la surface d'un milieu gélosé et dans les conditions décrites dans la présente norme internationale, développent des colonies étendues plates ou duveteuses présentant souvent des fructifications colorées et des formes de sporulation (AFNOR, 1986).

V.5.3- Ensemencement et incubation

- ✓ Ensemencement dans un milieu PCA.
- ✓ Incubation des boîtes de pétries à 20-25°C durant 5 jours.



Figure N°2.15 : Recherche des levures et moisissures

Dans ce qui suit nous résumons les différentes analyses

VI -Schema du protocole expérimentale

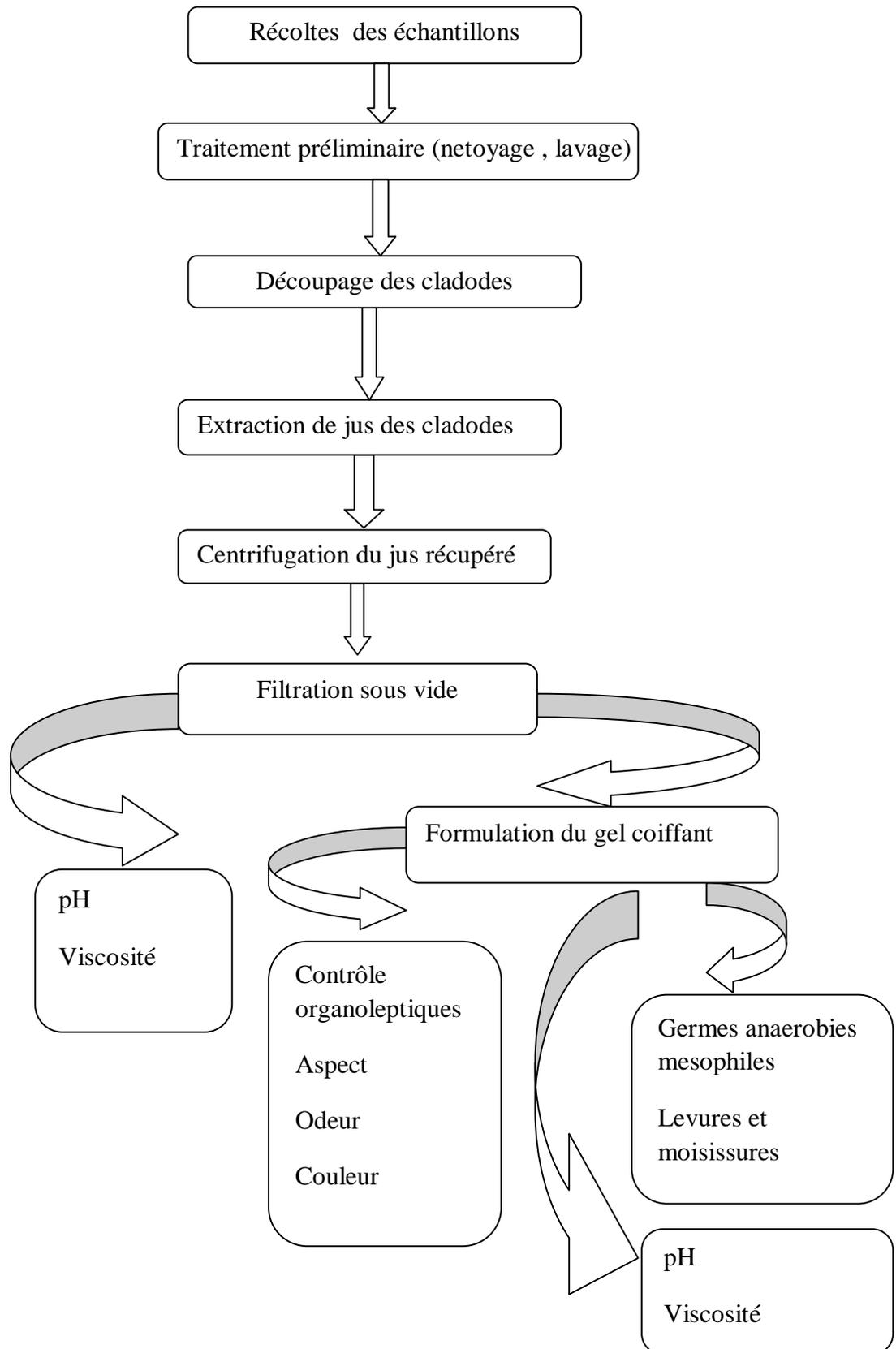


Figure N°2.16: Schema du protocole expérimentale

I – Résultats et interprétation

I-1- Détermination de formulations

Les résultats montrent que le mucilage possède un effet gélifiant et épaississant (Tableau 2.4).

Tableau N°2.4 : résultats des étapes de formulations

Essais	Type de contrôle	Lecture et Observations
Essai 1 à 0.75% mucilage	Contrôle visuel	Gel de viscosité et de consistance moyenne
Essai 2 à 0.5% mucilage	Contrôle visuel	Gel de très bonne viscosité et de bonne consistance
Essai 3 à 1% mucilage	Contrôle visuel	Pas de formation de gel parce que TEA est insoluble dans le mucilage seul
Essai 4 à 100% mucilage	Contrôle visuel	Pas de formation de gel et la viscosité de l'émulsion à augmenté.

D'après les résultats des essais préliminaire on observe que pour :

- **L'essai 1 et essai 2 :** Les résultats montrent que la fraction polysaccharide qui constitue le mucilage a absorbé une quantité d'eau et a formé une masse gélatineuse. Ces résultats sont similaires à ce qui a été cité par (Fluxá, 1991) et (Saag et autres, 1975); le mucilage est caractérisé par la production d'un hydrocolloïde généralement connu sous le nom de mucilage, qui forme des réseaux moléculaires qui peuvent maintenir de grandes quantités d'eau.
- **L'essai 3 et l'essai 4 :** On n'a pas observé la formation du gel lors de l'utilisation de la solution mucilagineuse seule, tandis que la viscosité de l'émulsion a augmenté, cela peut être expliqué par l'insolubilisation de TEA dans cette solution.

II -Caractéristiques physicochimiques

II .1-Mucilage

La matière sèche de l'extrait du jus des jeunes cladodes est faible. Ceci est due principalement à l'élimination des fibres non soluble dans l'eau après la centrifugation .

L'humidité du jus extrait à partir des jeunes cladodes *d'Opuntia ficus indica* est très élevée (Tableau 2.5), les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus par **Rhol (1982)**. **Curasson (1952)** signale à ce propos que le taux d'humidité varie selon le climat, la période de récolte et les techniques culturales. Il est à déduire donc que l'eau constitue l'élément majeur de l'extrait des jeunes cladodes.

En ce qui concerne le pH qui est un facteur déterminant pour la qualité du produit, les résultats montrent que le mucilage utilisé se caractérise par un pH moyen (**4,01**) plus élevé que d'autres ceux obtenus sur d'autres jus. En effet, (**Khelouia, 2002**) indique un pH de l'ordre de 3,93 à 4,3 pour le jus de tomate et de 3,3 et 3,36 pour le jus d'orange.

Tableau N°2.5 : Résultats des paramètres physico-chimiques du mucilage

Analyses	Résultats
MS (%)	3,23± 0,03
H (%)	96,77± 0,03
pH	4.01± 0,02

II-2- Produits finis

Le tableau suivant montre les caractéristiques physicochimiques des produits finis

Tableau N°2.6: Résultats des analyses physicochimiques des produits finis

Concentration Analyses	Méthode utilisé	F0	F1	F2
Taux d'incorporation du mucilage	Pesage	0%	0,5%	0,75%
pH à 20°C	pH-mètre	7,71	7,7	7,1
Viscosité à 20°C	Viscosimètre brookfield	180000 cps	160800cps	110830 cps

➤ **Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Pour les trois essais le pH varie entre 7,0- 7,71. et selon (**Martini ;2006**), le gel se forme à partir de pH=6,5 et se maintient jusqu'à pH=8. Au delà il y a liquifaction donc les résultats montrent que le pH des trois formulations est acceptable et répond à la norme.

➤ **La viscosité**

Les résultats montrent que la viscosité des deux essais (**F0 et F1**), est supérieure à celle du troisième essai (**Tableau2.6**). Cette différence s'explique par le pourcentage élevé du carbomère dans les deux premiers essais.

D'après l'approche du service clients, le critère d'étalement du gel lors de son application par l'utilisateur est l'un des plus importants paramètres de qualité à satisfaire. Car, un bon étalement donne une répartition uniforme du gel sur les mains et sur les cheveux, ce qui emmènera à la diminution de la chute des cheveux due à l'étouffement de ces derniers, comme on peut limiter la quantité du gel utilisé quotidiennement. Ceci a l'encontre des gels solides.

Il est à déduire donc que les deux essais aux mucilage donnent des gels possédant à la fois une consistance et une fluidité qui permettent un bon étalement et une répartition uniforme sur les mains et les cheveux alors que l'essai témoin possède une consistance élevée et une très faible fluidité.

➤ **La couleur**

Les résultats montrent que les gels obtenus à partir des deux essais F1 et F2 sont relativement transparents et ce par rapport au gel témoin.

➤ **L'odeur**

Les produits obtenus ont une odeur identique. Elle correspond à celle du parfum utilisé.

Il est à préciser dans ce contexte que l'addition d'un parfum sans solubilisant à une formulation, modifie considérablement l'aspect du Gel en le rendant laiteux (Gel trouble) et ce même si on respecte la dose requise (quantité n'excédant pas 0.5% suivant l'avis de différents industries cosmétique). Sachant que les parfums sont hydrophobes, le remède consiste en les solubilisant dans des solutions de tensioactifs non ioniques miscibles à notre préparation.

Signalons que pour notre cas on a utilisée un parfum hydrosoluble spécifique aux gels, ce qui a confirmé que l'aspect opaque de l'essai témoin est due essentiellement au carbopol.

- Il n'était pas possible d'effectuer d'autre analyse plus poussée concernant la rhéologie du gel coiffant à part la viscosité et cela est due au manque du matériel au niveau du laboratoire .

III–Contrôle microbiologiques des produits finis

Les résultats d'analyses microbiologiques portant sur la recherche des Levures et moisissures et les Aérobie mésophiles, sont représentés par les tableaux ci-après.

III .1-Essai témoin

Le tableau suivant montre des analyses microbiologiques de l'essai témoin

Tableau N°2.7 : Résultats du contrôle microbiologiques l'essai témoin

Résultats Germes recherchés	E1	E2	E3	E4	E5	Normes	Discucion
GAM	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^3$	Conforme
Lévures et Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^2$	Conforme

II .2-Essai F1 à 0,5% de mucilage

Le tableau suivant montre des analyses microbiologiques de l'essai F1

Tableau N°2.8 : Résultats du contrôle microbiologiques essai F1 à 0,5% de mucilage

Résultats Germes recherchés	E1	E2	E3	E4	E5	Normes	Discucion
GAM	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^3$	Conforme
Lévures et Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^2$	Conforme

III .3-Essai F2 à 0,75% de mucilage

Le tableau suivant montre des analyses microbiologiques de l'essai F2

Tableau N°2.9 : Résultats des analyses microbiologiques essai F2 à 0,75% de mucilage

Résultats Germes recherchés	E1	E2	E3	E4	E5	Normes	Discucion
GAM	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^3$	Conforme
Lévures et Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$<10^2$	Conforme

D'après les résultats des analyses microbiologiques des produits finis, on remarque pour les trois préparations, une absence totale des germes pathogènes, de contamination et altération, cela peut être expliqué par le respect des conditions d'aseptiques et d'hygiène au cours de prélèvement des échantillons et à la qualité microbiologique des matières premières utilisées ; la fiche technique des résultats du laboratoire microbiologique venus sapeco (**voir annexe 07**).

IV- Contrôle organoleptique

Notre analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse.

Les catégories des utilisateurs sont représentées dans la figure suivante :

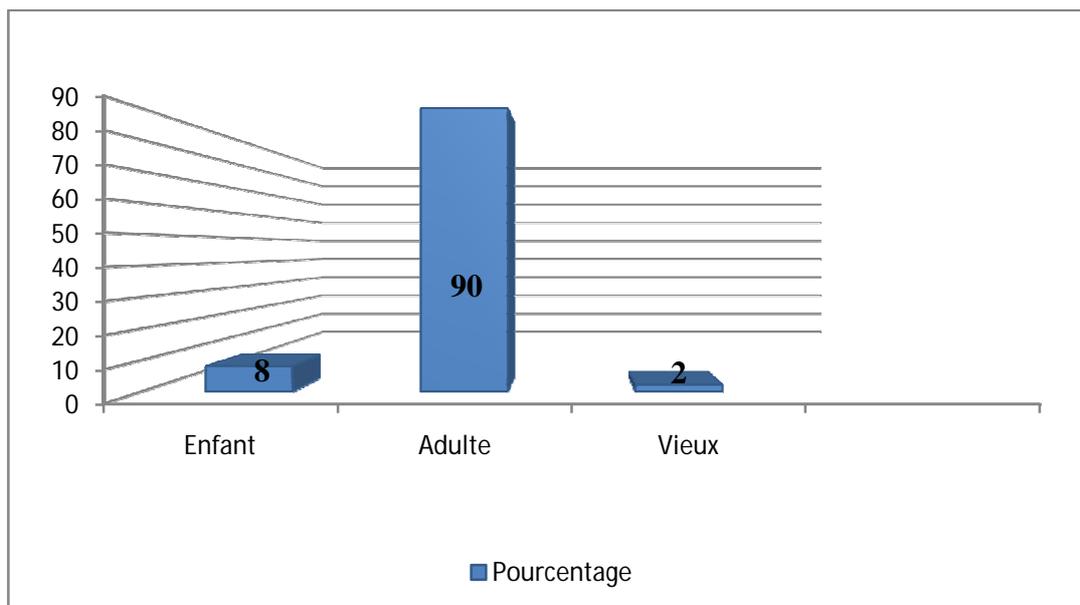


Figure N°2.17 : Les catégories des utilisateurs

IV-1- Caracteristiques des utilisateurs

Du fait des différences interindividuelles de sensibilité ou d'acceptabilité, l'évaluation sensorielle demande toujours de faire appel à plusieurs sujets. Ces derniers doivent aussi avoir l'habitude d'utilisée le gel coiffant au moins une fois par mois.

Le nombre des utilisateurs est de 30 personne, parmi eux les professionnels du laboratoire venus sapeco. (**Tableau 2.11**),

Tableau N°2.10 : caractéristiques des échantillons

Questions	Caractéristiques		
	sexe	Masculin 25	Feminin 05
cheveux	Longs 5	Mi -longs 15	Courts 10
	Coiffage de cheveux	Facile 12	Normale 15
Mouillage des cheveux	Facile 12	Normale 16	Difficile 02
	Utilisation des gels coiffants	Souvent 20	Parfois 08
Etat de cheveux avant application du gel	Cheveux secs 08	Cheveux humides 22	/
			/

IV-2- Espérances des utilisateurs

Les résultats du gout personnel sont représentés dans le tableau ci-après

Tableau N°2.11 : les résultats du gout personnel

Gout personnel			
Aspect du gel coiffant à première vue			
Le gel coiffant doit être parfumé	Très parfumé	Moyennement parfumé	Faiblement parfumé
	02	21	07
Le gel coiffant doit avoir des bulles d'air	Beaucoup	Un peu	Pas de bulles d'air
	08	18	04
Le gel coiffant doit être transparent	Transparent	Un peu trouble	Trouble
	22	06	02

➤ **Aspect du gel coiffant après une vue approfondie**

Les résultats de Aspect du gel coiffant après une vue approfondie pour les trois formulations sont représentés dans le tableau ci-après. le coefficient de réponse est calculé comme suite :

$$\text{note de réponse} (1 \text{ à } 5) * 30 (\text{nombre des testeurs}) / 100$$

Tableau N°2.12 : les résultats du gel coiffant après une vue approfondie

L'aspect du gel coiffant	Très visqueux	Mi solide/mi liquide	Liquide
F 1	0.78	0.66	0.18
F2	0.56	0.80	0.20
F 3	0.14	0.66	0.54
L'étalement sur les mains et les cheveux	Facile	Normale	/
F 1	0.52	0.75	/
F2	0.83	0.31	/
F 3	0.94	0.22	/
La consistance du gel coiffant	Très consistant	Assez consistant	Pas trop consistant
F 1	0.82	0.32	0.32
F2	0.40	0.76	0.26
F 3	0.23	0.94	0.30
Odeur du gel coiffant			
F 0	Spécifique du parfum		
F 1			
F 2			
Couleur du gel coiffant			
F 0	Trouble		
F 1	Un peu trouble		
F 2	Transparent		

➤ **Aspect du gel coiffant après une vue approfondie**

Les résultats montrent que la viscosité et la consistance de l'essai témoin est supérieur à celle des deux autres de 0.5% et 0.75% aux mucilage qui ont l'aspect Mi solide/mi liquide et cela est due à la présence du mucilage qui a augmenté la dispersion dans ces deux formulations et diminué la consistance, ce qui a donné un bon étalement et une répartition uniforme du gel coiffant sur les mains et les cheveux ; Ceci a l'encontre du gel coiffant témoin.

➤ **Aspect du gel coiffant sur les cheveux**

Les résultats de Aspect du gel coiffant sur les cheveux pour les trois formulations sont représentés dans le tableau ci-après

Tableaux N°2.13: Caractérisation du gel après application

La fixation du gel	Très fixant	Fixation moyenne	Fixation assez faible (effet mouillé)
F 1	0.95	0.22	0.26
F2	0.94	0.32	0.30
F 3	0.92	0.26	0.20
L'efficacité du gel	Environ 2 heures	Environ 6 heures	Plus de 6 heures
F 1	0.32	0.48	0.85
F2	0.26	0.51	0.95
F 3	0.24	0.54	0.98
La brillance du gel coiffant	Très brillant	Moyennement brillant	Naturellement brillant
F 1	0.2	0.5	0.89
F2	0.33	0.63	0.95
F 3	0.23	0.62	0.92
Le volume des cheveux	Un volume élevé (Alourdis)	Un volume naturel (Peu alourdis)	Pas de volume (pas alourdis)
F 1	0.82	0.4	0.23
F2	0.32	0.56	0.30
F 3	0.26	0.87	0.25
L'élimination du gel au brosseage	Facilement	Normale	Déficilement
F 1	0.83	0.57	0.11
F2	0.88	0.49	0.15
F 3	0.94	0.39	0.12
Mousse aux mains	Moussant	Pas moussant	/
F 1	0.14	0.92	/
F2	0.13	0.95	/
F 3	0.11	0.96	/
Le gel coiffant est	Gras	Non gras	/
...			
F 1	0.12	0.96	/
F2	0.10	0.92	/
F 3	0.08	0.94	/

➤ **La fixation du gel coiffant**

Les résultats montrent que l'aspect fixation du gel coiffant pour les trois formulations satisfaire les espérances des utilisateurs.

➤ **L'efficacité du gel coiffant**

D'après les résultats l'aspect efficacité du gel coiffant pour les trois formulations répond aux besoins des utilisateurs avec un temps max de fixation qui dépasse les 6 heures et cela prouve la qualité ,l'efficacité du fixateur utilisée :Polyvinyl pyrrolidone (**PVP**).

➤ **La brillance du gel coiffant**

Il est à signaler que pour les trois formulation du gel coiffant les résultats du test de brillance satisfère les espérance des utilisateurs avec une brillance naturel et cela est due à la présence de la la glycérine (l'hemectant) dans la formulation qui maintiennent le taux d'humidité de notre produit et retardent sa déshydratation.

De plus les humectants, introduits dans les gels coiffants, maintiennent l'hydratation des cheveux pendant plus de six heures.

➤ **L'élimination du gel coiffant au brossage**

Selon les réponses des utilisateurs les trois formulations du gel sont éliminées facilement au brossage.

➤ **L'aspect moussant et gras du gel coiffant**

Les résultats montrent que les trois formulations du gel coiffant sont ni moussantes,et non grasses.

Donc les résultats du test organoleptique satisfaisant nos espérances et remplissent nos conditions.

Il est à signaler que malgrès que nous n'avions pas la possibilité de donner une appréciation sur l'oportunité socio-economique de cette ébauche,ceci est en mesure de contribuer significativement aux économie rural.

CONCLUSION

Notre étude a permis d'apporter quelques confirmations sur les propriétés et l'opportunité d'une exploitation de cette plante *Opuntia*, son utilisation dans les systèmes visqueux tel que le gel coiffant en tant qu'agent épaississant, gélifiant et viscosifiant, en remplaçant une substance synthétique qui est le Carbopol par une substance d'origine végétale qui est le mucilage peut être envisagé.

La solution mucilagineuse obtenue après extraction par centrifugeuse est caractérisée par une teneur très importante en eau estimée à **96,77%** dans laquelle se trouvent sous forme dissoute les autres éléments et un pH moyen de **4,01**.

Trois formules ont été étudiées F0, F1, F2 à des taux d'incorporation successivement comme suite 0%, 0,5% et 0,75% de mucilage; des résultats probants ont été obtenus ce qui a prouvé la possibilité de cette incorporation.

L'étude des caractéristiques des trois formulations obtenues montre que :

- **Les paramètres physico-chimiques :** le pH, l'odeur, la couleur et l'aspect sont conformes.
- **Le contrôle microbiologique :** Les analyses microbiologiques n'ont révélées aucune contamination notable et conforme à la norme Algérienne ; cela peut être expliqué par le respect des conditions d'aseptiques et d'hygiène au cours de prélèvement des échantillons et à la qualité microbiologique des matières premières utilisées.
- **Acceptabilité par les utilisateurs :** Les résultats du test organoleptique satisfont les espérances de jury d'utilisateurs et remplissent nos conditions ainsi que les préparations les plus espérées correspondent aux formulations **0,5% et 0,75%**.

De plus les deux formulations aux mucilages ont donné des gels possédant à la fois une consistance et une fluidité qui permettent un bon étalement et une répartition uniforme sur

les mains et les cheveux à l'encontre de l'essai témoin. Les responsables du laboratoire venus constate que ce produit mérite d'être examiné en vue de sa commercialisation.

Pour compléter cette étude, il serait intéressant d'élargir les perspectives du projet et de s'intéresser aux volets suivants :

- ✓ Etude d'autre taux d'incorporation du mucilage/carbopol.
- ✓ Caractérisation du mucilage extrait à partir des cladodes de 2 ans et plus et comparer le résultats avec ceux des jeunes cladodes.
- ✓ Etude de la faisabilité technoéconomique de ce produit.
- ✓ L'incorporation du mucilage dans d'autres produits cosmétiques telques les shampooing, lotions ,sanvon humectants.

REFERENCES

- 1- **Schweizer M., 1997** , Docteur NOPAL, le médecin Du Bon Dieu. Ed. APB (Aloe Plantes et Beauté). F-75008, Paris, France. PP: 1-81.
- 2- **ISERIN .P ;2001** ,Encyclopedie des plantes médicinales :Identification,Préparation,Soins,larousse,Hong Kong,535p.
- 3- **Messaoudi .S ;2008**,les plantes médicinales,edition Dar El Fikr, tunisie,247p.
- 5- **PIMIANTA –Barrios. E; 1994**, Vegetable cactus (Opuntia), in: Williams, J. T. (Ed.), Pulses and Vegetables, Chapman & Hall, London 1993, pp. 177 –191.
- 5- **BARBERA. G;1995**, History, economic and agro-ecological importance of cactus. In Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Eds FAO plant production and protection, 132p.
- 6- **Araba M. ; El Aich A. ; Sarti B. ; Belbahri LL. ; Boubkraoui A. ; Ait Hammou A. ; Zemmouri A. Et Sbaa H. ; 2000**, Valorisation du figuier de barbarie en élevage. Bull. Mens. Inf. Et de liaison du PNTTA. 68 :1-4.
- 7- **Yousfi S, 2000** : Rapport bibliographique sur les Opuntias et bilan de quelques études effectuées en Algérie. INRAA. Alger. 16p.
- 9- **Monjouze E. A et Lehouerou H. N., 1965**. Le rôle des Opuntia dans l'économie agricole Nord Africaine, Bulletin Ecole National Supérieur d'Agriculture de Tunisie, 77p.
- 10- **Mahmoudi F., 2000**. Détermination de la composition chimique et mesure de la digestibilité des raquettes terminales et sub-terminales de *l'Opuntia ficus indica*. Dans l'alimentation des ruminants. Thèse. Ing. Inst. D'agro. Mostaganem. Dépt. Zootechnie 65p.

- 11- **Florian C., Stintzing F. C., Reinhold C., 2005.** Cactus stems (*Opuntia* spp). A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol. Nutr. Food Res*, 49. PP:175-194.
- 12- **Nobel P. S. et Bobich E., G., 2002.** Environmental Biology, in: Nobel, P. S. (Ed.), *Cacti. Biology and Uses*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, pp. 57–74.
- 13- **Felker P. ; Singh G. et Pareek O. P., 1997.** Opportunities for development of cactus (*Opuntia* spp.) in arid and semi-arid regions. *Ann. Arid Zone* , 36, 267–278.
- 14- **Mizrahi Y. ; Nerd A. et Nobel P. S., 1997.** Cacti as crops. *Hort. Rev*, 18, 291–320.
- 15- **Pimienta-Barrios E., 1993.** Vegetable cactus (*Opuntia*), in: Williams, J. T. (Ed.), *Pulses and Vegetables*, Chapman & Hall, London , pp. 177 –191.
- 16- **Rose, 1958.** Cactacea. Carnegie Inst of Washington pbt N°248
- 17- **Maataoui B.S., Hilali S., 2002.** Caractérisation physico-chimique de jus de deux types de fruits de figue de barbarie (*Opuntia ficus-indica*) de la région de la Chaouia. Congrès de biochimie. Casablanca, 9,10 et 11 Mai 2002. PP : 166-174.
- 18- **Khoury M.S., 1970.** *Opuntia*. Bilan écologique en Algérie. MARA CAREF ALGER 1969. 59p.
- 19- **Kadik B., 1974.** Les plantations semi-forestières et leurs possibilités dans l'aménagement pastoral. *In revue de la recherche agronomique (I.N.R.A.A).*N°03. PP: 83-91.
- 20- **Sudzuki H.F., 1995.** « Anatomy and morphology », In : Barbera. G, Inglese. P, Pimienta. B.E et Arias. J.E. de J, (eds.), « Agro-ecology, cultivation and uses of cactuspear », FAO., plant production and production paper 132, Rome Italy, pp 28-35.

- 21- **HADJSADOK.T.,2010.**Composition chimique des jeunes cladodes D'*opuntia Ficus Indica* et possibilité devalorisation alimentaire.INA.Thèse de doctorat.
- 22- **Saenz C., 1996.** Food products from cactus pear (*Opuntia ficus-indica L.*). *Food Chain* 18, PP:10-11.
- 23- **Feugang J. M.,Konarski P., Zou D., Stintzing F. C., Zou C., 2006.**Nutritionat and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp*) cladodes and fruits. *Frontiers In Bioscience* 11. PP:2574- 2589.
- 24- **Britton et Rose In Khouri M.S., 1970.** *Opuntia*. Bilan écologique en Algérie. MARA CAREF ALGER 1969. 59p
- 25- **Kenny L, 1998.** Le figuier de barbarie, importance économique et conduite technique. Bulletin de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA), institut agronomique et vétérinaire Hassan II Agadir, Maroc
- 26- **Kaanane A., 2000.** Techniques de valorisation des figues de barbarie. Deuxième journée national sur la culture des cactus. El Kelaa des Sraghna-Maroc.
- 27- **Anonyme (HCDS), 1994.** L'opuntia, technique de mise en place et d'exploitation
- 28- **Etienne E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed Tec & Doc 360p.
- 29- **Michel M., 1998.** Encyclopedia of medicinal plants. Librairie du Liban publishers.
- 30- **Mulas M., Mulas G., 2004.** Potentialités d'utilisation stratégique des plantes de genre *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Université des études de Sassari, groupe de recherche sur la désertification. PP:1-112.

- 31- **Baba Aissa F., 2000.** Encyclopédie des plantes utiles. Ed EDAS. 368p.
- 32- **Mimouni A., Ait lhaj A., Wifaya A., Boujghagh M., Sedki M., 2009.** Produit du terroir. L'INRA Leader national de la recherche sur le cactus. *In* revue Agriculture du Maghreb N°35. PP:50-50.
- 33- **LOPEZ,P.OETBURGOS,R,R.,1973.**CamedPricklyPearJuice.Technologiesdesaliments.237p.
- 34- **Saenz C.Y., Sepulveda E., 2001.** Ecotipos coloreados de tuna (*Opuntia ficus-indica*). *ACONEX 72* : 29-32.
- 35- **Felker B., 1995.** Résultats d'un essai sur l'alimentation du mouton en période de disette fourragère au centre d'Oussetta. Tunis, FAO. Projet TUN/ 176 P.
- 36- **SAENZ CARMEN;1995 .** Food Manufacture and by-products. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. Eds: Barbera G, Inglese P, Pimienta-Barrios E, FAO Plant Product and Protection Paper, Rome 132, 137–143
- 37- **Nefzaoui A. et Ben Salem H., 1995.** La complémentation azotée du Cactus inerme pour les ovins. Effet de la source azotée. In annales de Zootechnie. INRAT, pp 425-430.
- 38- **Fengang J. M.,Konarski P., Zou D., Stintzing F. C., Zou C., 2006.**Nutritionat and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp) cladodes and fruits. *Frontiers In Bioscience* 11. PP:2574- 2589.
- 39- **Flachowski G. et Yami A., 1985.** Composition, digestibility and feed intak of *Opuntia ficus indica* by Ogden sheep. *Archives fur tierenhurung* : pp 599-606
- 40- **Ghol B.O., 1996.** Les aliments du bétail sous les tropiques. Données sommaires et valeur nutritive. Acte FAO Rome, pp 265-266.

- 41- **Nefzaoui A., Chermiti A., 1991.** Place et rôle des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-arides de la Tunisie. *In Options méditerranéennes. Série A. Séminaire N°16.* Ed. CIHEAM. PP:119-125.
- 42- **Rodriguez-Félix A. et Cantwell M., 1988.** Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). *Plant Foods Hum. Nutr.* 38, PP: 83-93.
- 43- **KADER. A.** Cactus (prickly) pear: recommendations for maintaining postharvest quality. Available from <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/produce/ProduceFacts/Fruit/cactus.shtml> (2002).
- 44- **PIGA A.** Cactus pear: a fruit of nutraceutical and functional importance. *J Profess Assoc Cactus Dev*, 9-22 (2004).
- 45- **MONDJAUSE A. et LEHOUEIROU H.N. 1966.** le rôle de l'opuntia dans l'économie agricole Nord Africaine. Extrait de bulletin de l'école nationale supérieure d'agriculture de Tunis. N°8-9, Septembre- Décembre 1965 ,PP85-164.
- 46- **Nieddu G. ; De Pau L. et Schirra M., 1997.** Chemical composition of fruits and seeds of cactus pears during early and late induced crop ripening. *Acta Hort.* 438 : 105-111.
- 47- **Nefzaoui A., 1996.** Valeur alimentaire de ration à base de cactus inerme (*Opuntia ficus-indica* var. *Inermis*) et d'Artiplex (*Artiplex nummularia*), annale de Zootechnie. INRA, p 54.
- 48- **Stintzing F.C., R. Carle., 2005.** Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol Nutr Food Res* 49, PP: 175-194.
- 49- **Spiller, G. 1992.** Definition of dietary fiber. pp. 15-18. *In: Dietary Fiber in Human Nutrition.* Ed. by Gene A. Spiller. CRC Handbook. 2nd Ed. Boca Raton, Florida, U.S. A.

- 50- **Periago M.J.; Ros G.; Lopez G. et Martinez M.C., Rincn F., 1993.** The dietary fiber components and their physiological effects. *Revta. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.* 33 (3): 229- 246.
- 51- **Joubert E., 1993.** Processing of the fruit of five prickly pear cultivars grown in South Africa. *Intern J Food Sci Technol* 28, 377-387.
- 52- **SEPULVEDA E. & C. SAEANZ.** Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) pulp. *Revista de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos* 30, 551–555 (1990).
- 53- **CANTWELL M, 1991.** Quality and postharvest physiology of Nopalitos and tunas. Proc. Second annuel Texas prickly pear conferences Mc Allen. Texas; 50- 66p.
- 54- **Kutti J.O. et Galloway C.M., 1994.** Sugar composition and invertase activity in prickly pear. *J Food Sci* 59, 387-393.
- 55- **Sawaya W.N. ; Khatchadourian H.A. ; Safi W.M. et Al Hammad H.M., 1983.** Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J Food Technol* 18, pp 183-193.
- 56- **Fluxa C., 1991.** Extracción y composición química de mucilago de tuna. Tesis optar al TITULO de químico. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. P 50.
- 57- **Saag L., Sanderson G., Moyna P., 1975.** Cactaceae Mucilage Composition, *Journal of the Science of food and Agriculture* 26 pp. 993-1000.
- 58- **Medina-Torres, E. Brito-De La Fuente, B. Torrestiana-Sánchez and S. Alonso, 2003.** Mechanical properties of gels formed by mixtures of mucilage gum (*Opuntia ficus indica*) and carrageenans, *Carbohydrate Polymers* 52, pp. 143–150.

- 59- Goycoolea F. and Cardinas A., 2004.** Chemical characterization of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) 48: 188-192.
- 60- Tranchtenberg S. Et Mayer M., 1982.** Biophysical properties of *Opuntia ficus-indica* Mucilage. Phytochemistry 21 : 28-35p.
- 61- MEYER.C.,PIERREDENIS.J.,1999.**Elevagedelavachelaitièreenzonetropicale.279p.
- 62- Majdoub H., Roudesli S., Picton D., Le Cerf G., Muller and Grissel M.,2001.** Prickly pear nopal pectin from *Opuntia ficus indica* physic-chemical study in dilute and semi-dilute solutions, Carbohydrate Polymers **46**, pp. 69-79. 200.
- 63- Sáenz C.and Montoya L.C., 1999.** Nopalitos: Nueva hortaliza para Chile, *El Campesino* **130** (6), pp. 4–7.
- 64- Saenz C., Sepulveda E. et Matsuhira B., 2004.** Opuntia spp mucilage's : A functional component with industrial perspectives, J. of Arid Environment 57, 275-290.
- 65- GROLIER. P, BOREL. P, SCALBERT. A, REMESY.C, 2001.** Les phytomicronutriments. In: Traite de nutrition clinique de l'adulte, Medecine-Sciences, Flammarion, 165-177.
- 66- SOCYNSKA – KORDALA M., BAKWSKA A., OSZMIANSKY J., Gabrielska J., 2001.** Metal-ion flavonoid associations in bilayer phospholipid membranes. Cell. Mol. Biol. Lett., 6, 277-281.
- 67- JEAN JAQUES et al, 2006.** Les polyphénols en agro alimentaire. Ed Tec Doc
- 68- Cheftel J.C., Cheftel H., Bensaçon P., 1976.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vols 2. Ed Tec & Doc Lavoisier, Paris. 420p.
- 69- GUINARD. J.L.** Biochimie végétale. Ed, paris, 175-192.

- 70- **Lecq M. Et Riviere M., 1990.** Manuel pratique de l'agriculture algérienne. Paris. Augustin. Challamel édition. pp 218-343.
- 71- **Lehouerou H. N., 1965.** Les cultures fourragères en Tunisie. Documents Techniques N°13, Octobre INRA Tunisie publication, pp 35-36.
- 72- **Dekock G.C., 1965.** Manejo y utilizacion del nopal sin espina. En Congreso internacional de pasturas. 90 Anales Sao Paulo. Brasil, 2 : 147p.
- 73- **Abra M.; 2009.** Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. Suposium international « AGDUMED », Rabat, Maroc. PP : 215-223
- 74- **Araba A.; Collado M., Boutoba A., Sahnoun A., 2009.** Nouveaux aliment pour les ruminants à base de fruits de cactus. Bull. Mens.Inf. et de liaison du PNTTA.176.PP : 1-4.
- 75- **Pimienta-Barrios E., 1993.** Vegetable cactus (*Opuntia*), in: Williams, J. T. (Ed.), Pulses and Vegetables, Chapman & Hall, London , pp. 177 –191.
- 76- **ALDOP.,1982.**Fleursetplantesmédicinales.EditionNature.2èmeEditionParis,132p.
- 77- **Anonyme (La rousse), 1997.** Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparation, soins. Ed La rousse-Bardas.
- 78- **Zou D. M. ; Brewer M. ; Garcia F. ; Feugang J. M. Wang J. ; Zang J. ; Liu H. ; et Zou C. P., 2005.** Cactus pear, A Natural Product *In* Cancer Chemoprevention. *Nutr J4.* PP:132-133.
- 79- **Supino R., Crosti M., Clerici M., Walters A., Cleris L., Zunino F., Formelli F., 1996.** Introduction of apoptosis by Fenretinide (4-HPR) in human ovarian carcinoma cells and its association with retinoic acid receptor expression. *Int J cancer 65*, PP : 491-497.
- 80- **De Palo G., Mariani L., Camerini T., Marubini E., Formelli F., Pasini B., Decensi A., Veronesi U., 2002.** Effect of fenretinide on ovarian carcinoma occurrence. *Gynecol Oncol 86*, PP :24-27.
- 81- **Lee Y. C., Hwang, K. H., Han, D. H., Kim, S. D., 1999.** Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 29, 847–853.

- 82- **Tesoriere L., Butera D., Allegra M., Fazzari M., Livrea M. A., 2005.** Distribution of betalain pigments in red blood cells after consumption of cactus pear fruits and increased resistance of the cells to ex vivo induced oxidative hemolysis in humans. *J Agric Food Chem* 53, PP: 1266-1270.
- 83- **Kuti J.O., 2004.** Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. *Food Chem* 85, PP:527-533.
- 84- **Yang C.S., Wang Z.Y., 1993.** Tea and cancer. *J Nat Cancer Inst* 85, PP : 1038-1049.
- 85- **Lee E. B., hyun J. E., Li D. W., Moon Y. I., 2001.** The effect of *Opuntia ficus-indica* var. saboten fruit on gastric lesion and ulcer in rats. *Nat Prod Sci* 7, PP: 90-93.
- 86- **Galati E.M., Tripodo M.M., Trovato A., Aquino A., Monforte M.T., 2003.** Biological activity of *Opuntia ficus-indica* cladodes II : Effect on experimental hypercholesterolemia in rats. *Pharm Biology* 41 (3): PP :175-179.
- 87- **Boujghagh M., 2007.** L'amélioration génétique du cactus; une alternative au développement durable des zones arides et semi-arides marocaines. *In revue Terre et Vie* N°101. Ed INRA Agadir, Inezgane. Maroc. PP : 1-16.
- 88- **Saenz C., 2006.** Utilizacion agro industrial del nopal BOLINTIS AGRICOLAS DE LA FAO N° 162. PP: 1– 203.
- 89- **Mizrahi Y. ; Nerd A. et Nobel P. S., 1997.** Cacti as crops. *Hort. Rev*, 18, 291–320.
- 90- **Saïd brrada ;2007**
- 91- **V.NARDELLO-RATAJ, F.BONTE**
Chimie et cosmétiques. Une longue histoire ponctuée d'innovations.
L'actualité chimique -octobre-novembre 2008- n°323-324, p10-12
- 92- **M.BARDOULAT, Les cosmétiques bio, leur histoire, leur création, leur futur.**
Alpen, Monaco, 2008 : « Les cosmétiques, depuis toujours », 10-20.
- 93- **MARTINI M.C ;Introduction à la dermopharmacie et à la cosmetologie,2^{ème} édition,**
édition Tec & Doc , Paris,2006 :401p.
- 94- **CHAUMEIL ; 1992 In POELMAN M.C ; Inatiation à la cosmethologie pratique**
,Edition Tec & Doc, Paris,1992 :141p.
- 95- **POELMAN M.C ; Inatiation à la cosmethologie pratique ,Edition Tec & Doc,**
Paris,1992 :141p.
- 96- **MARTINI M-C, Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie,3^{ème}**
édition, Lavoisier, Paris, 2011 : Chapitre 1,« Législation », 1-12p.

- 97- ROUSSELLE C, POCHE A.** Evaluation de la sécurité d'un ingrédient cosmétique,
In : MARTINI M-C, SEILLER M. Actifs et additifs en cosmétologie, 3^{ème} édition,
Lavoisier, Paris, 2006 : 35-48p.
- 98- Article L5111-1 du Code de la santé publique**, site Légifrance, consulté le 13/12/10
URL:http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=C94B8EFA6156F0906C505258B5F679E7.tpdjo07v_1?idArticle=LEGIARTI000006689867&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20090625
- 99- FOURNIAT J.** Conservateurs antimicrobiens,
In : MARTINI M-C, SEILLER M. Actifs et additifs en cosmétologie, 3^{ème} édition,
Lavoisier, Paris, 2006 : 763-807p.
- 100- PERRIN.R ; SCHARFF.J-P ;** Chimie industriel, 2^{ème} édition :Dunod masson
sciences, Paris, 1999 :1136p.
- 101- FRANKINBACH G.M ;** United states patent 0089293, 2006, concentrated fabric
softener active compositions.

Annexe 01 :Composition en acide aminé des fruits et cladodes et les principales classes de composés phénoliques

Tableau 1.3 : La composition en acide aminé des fruits et cladodes *d'opuntia ficus indica* (Askar et al, 1981 ; Stintzing, 2001 et Tesoriere et al, 2005).

Acides aminés	Cladodes par rapport au poids frais (g/100g)	Jus des fruits (mg/l)
Alanine	0.6	87.2
Arginine	2.4	30.5
Asparagine	1.5	41.6
Acide asparaginic	2.1	Non valide
Glutamine acide	2.6	66.1
Glutamine	17.3	346.2
Glycine	0.5	11.33
Histidine	2.0	45.2
Isoleucine	1.9	31.2
Leucine	1.3	20.6
Lysine	2.5	17.4
Méthionine	1.4	55.2
Phénylalanine	1.7	23.3
Serine	3.2	174.5
Thréonine	2.0	13.3
Tyrosine	0.7	12.3
Tryptophane	0.5	12.6
Valine	3.7	39.9

d'après (Harbron, 1989 et Macheix et al, 1990).

Squelette carboné	Classe	exemple	Origine (exemple)
C_6	Phénols simples	Catéchol	Nombreuse espèces
C_6-C_1	acide hydroxybenzoïque	Hydroxybenzoïque	Epice, fraise
C_6-C_3	acide hydroxycinnamique coumarines	Acide caféique scoplétine	Pomme de terre, pomme, citrus
C_6-C_4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoïdes isoflavonoïdes	Cyanidines	Fruits, légumes, soja, pois
$(C_6-C_3)_2$	Lignanes	Pinorésinol	Pin
$(C_6-C_3)_n$	Lignines		Bois, fruits à noyau
$(C_6-C_3-C_6)_n$	Tanins condensés		Raisin, kaki

Annexe 02 : REPRESENTATION DES LABORATOIRE

VENUS SAPECO

Nom ou Raison Sociale : Laboratoires VENUS / SAPECO

Adresse : 80 rue du 17 Septembre 1956 Ouled Yaich – BLIDA

Nom du PDG : Mourad MOULA

Statut Juridique : SARL

Capital Social : 603 574 169, 05 DA

Date de Création : 1981

Activités : Fabrication de produits cosmétiques et d'hygiène corporelle :

- Soins Capillaires
 - variété de shampooing à usage familial
 - Crème coiffante
 - Gel coiffant
 - Laque capillaire
- Soins Dermiques
 - 6 variétés Ecran Total
 - Crème anti rides
 - Crème de jour hydratante
 - Crème dépigmentante
 - Gel amincissant
 - Crème dépilatoire
- Soins Bucco dentaires
 - 3 variétés de dentifrice
- Eaux de toilette
 - After shave
 - variété de parfums femmes et Hommes
- Sticks et Déodorants
 - variété de Déo Roll On
 - variété de Déodorant 200 ml femmes
 - variété de Déodorant 75 ml femmes
 - Déodorants hommes

Marchés Actifs :

Couverture de 95 % du territoire national

Capacités de Production :

- 2 sites de production fonctionnels pour une capacité de 7 000 Tonnes / an
- Une unité de fabrication de Plastique en cours de réalisation
- 2 Laboratoires de contrôle de qualité Physico chimie et Microbiologie
- Installation moderne de traitement des eaux de type Osmose avec maîtrise des effluents (rejets)
- Réseau Intranet et Serveur permettant une meilleure fluidité de l' information et de la communication

Effectifs :

- 187 agents permanents dont 31 entre ingénieurs et cadres
- Politique de formation continue du personnel

Adhésion Diverses

- Membre de la chambre algérienne de commerce et d' industrie
- Membre de la chambre de commerce Algéro – française
- Membre du CEIMI
- Membre de l' IANOR

Partenariat

Fabrication sous licence de produits de soins dermique Sofia Cosmétiques France

Source d' Approvisionnement des Matières Premières

- France – Espagne – Italie – Allemagne

Certification ISO 9001 Version 2000

La mise en place d' un système de management de la qualité certifié selon les exigences de la norme ISO 9001 version 2000 dans le courant du mois d' Avril 2003 n' est autre que la concrétisation de la volonté de l' Entreprise à vouloir faire de la satisfaction de ses clients son cheval de bataille .

Le parachèvement de la mise en place des outils d' amélioration s' est concrétisé en mois de Mai 2008 par l' obtention de la certification ISO 14 001 de notre système de management environnemental.

Politique de mis niveau

- 2002 : Diagnostic de l' Entreprise dans le cadre du programme ONUDI
- 2003 : Aide du Fond de Promotion de la Compétitivité Industrielle du Ministère de l' industrie .
- 2004 / 2005 : Programme MEDA dans les volets suivants :
 - Financement d' un projet d' investissement
 - Mise en place d' une stratégie commerciale
 - Grille de compétence et évaluation de la formation
 - Système Informatique

Distinction

Il a été décerné en 2003 à M . Le Directeur Général le Prix Algérien de la Performance .

Perspectives

- Prospection pour la recherche d' autres partenaires
Redynamisation du volet lié à l' exportation de nos produits

ANNEXE 03 : Les milieux de culture , réactifs et additifs

➤ **Composition et préparation des milieux de culture**

Milieu PCA : Plate count agar

- Extrait de levure déshydraté 2,5 g
- Tryptone (ou peptone tryptique de caséine) 5 g
- Glucose 1 g
- Agar 12 à 18 g
- Eau 1000 ml

PH $7,2 \pm 0,2$.

Milieu SABOURAUD :

Dissoudre en chauffant légèrement, stériliser par 5 minutes d'ébullition, ne pas autoclaver

- Peptone pancréatique 30g
- Peptone trypsine 2g
- Gélose 20g
- Agar 20g

pH=6,3

➤ **Réactifs**

- Eau distillé
- Ethanol
- TEA
- Carbopol
- PVP
- Glycérine
- Parfum
- Kathon CG

Annexe 04 : Matériels et Appareils

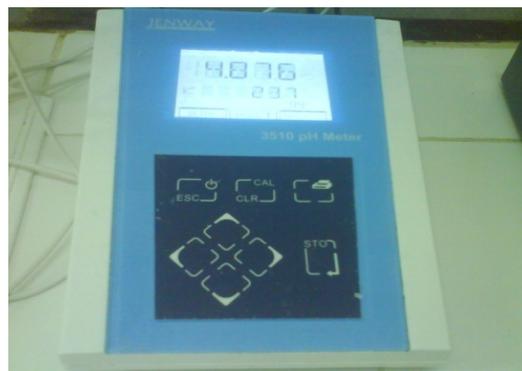
➤ Matériels

- Agitateur électrique
- Agitateur magnétique
- Bain-marie
- Balance de précision
- Bec- benzène
- Centrifugeuse
- Etuves à incubation à 30°C, 37°C, 44°C, 103°C±2°
- pH mètre
- Réfrigérateur
- Spatules
- Distilateur
- Post de sécurité microbiologique
- Centrefugeuse ménagère

b). verreries

- Becher
- Boites de pétri
- Burette
- Eprouvette
- Fiole
- Pipettes graduée
- Flacons à bouchons





Figures de l'appareillages utilisées dans l'analyse

Annexe 05:Viscosimètre brookfield

➤ APPAREILLAGE

Le système comprend le viscosimètre lui-même et les mobiles.

➤ Le viscosimètre

Le viscosimètre est fixé sur le pied HELIPATH qui lui communique le mouvement de translation verticale alternée dont la course est limitée par deux butées réglables.

Le pied HELIPATH doit être utilisé avec un mobile en croix monté sur le viscosimètre. La valeur de la viscosité à un coefficient près (cf. § 5) se lit sur le cadran ou sur un enregistreur.

➤ Les mobiles

Le pied HELIPATH est fourni avec un jeu de 6 mobiles repérés de A à F.

➤ Pot

La pâte est mise dans un pot de diamètre minimal 62 mm. La hauteur de remplissage ne doit pas être inférieure à 70 mm. L'ensemble est maintenu à la température choisie dans un bain thermostaté.

MODE OPERATOIRE

4.1 Initialisation

- Mettre sous tension l'affichage et le chauffage.
- S'assurer que la température est stabilisée ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).
- Assurer les réglages de positionnement (horizontalité du viscosimètre).
- Mettre le moteur en marche et allumer l'enregistreur.
- Sélectionner la vitesse sur 10 tours/minute. Attendre la stabilisation ($\pm 0,1$). Faire le zéro sur le cadran et/ou l'enregistreur.
- Placer le viscosimètre en attente.

4.2 Conditions opératoires

Choisir un couple vitesse de rotation (entre 0,5 et 10 tours / minute) - taille de mobile pour que la valeur lue soit autour de 30.

4.3 Mesures

- Mettre le pot contenant la pâte à contrôler dans le bain thermostaté, en s'assurant de sa bonne fixation.
- Plonger le mobile dans la pâte en évitant la formation de bulles d'air.
- Fixer le mobile à la tige filetée.
- Régler les butées sur le pied HELIPATH pour opérer en zone médiane

(laisser une garde de 20 mm vis-à-vis du fond et de la surface), et procéder à la mesure en consignant le sens de déplacement du mobile.

- Relever la température dans la zone de mesure.

Nota : Si on travaille sur une longue période, il est recommandé de vérifier régulièrement le zéro. Pour repositionner le zéro, enlever le mobile du viscosimètre.

5. RESULTATS

La valeur relevée doit être multipliée par le facteur approprié correspondant à la combinaison mobile - vitesse. Ce facteur correctif (CR) est donné par le constructeur (exemple en Annexe pour appareil modèle HBTD).

La viscosité η en poises est

$$\eta = CR \times K$$

Le résultat est exprimé en Pa.s

Avec : CR : facteur correctif

K : valeur lue

Annexe 06 : Questionnaire et avis public du gel coiffant

NOM :

PRENOM :

CATEGORIE : ENFANT / ADULTE / VIEUX.

Cocher les bonnes réponses

I- Informations personnelles :

	Masculin	Féminin
Sexe		

	Longs	Mi longs	Courts
Cheveux			

	Facile	Normal	Difficile
Coiffage des cheveux			

	Facile	Normal	Difficile
Mouillage des cheveux			

	Souvent	Parfois	Rarement
Utilisation des gels coiffants			

II- Gouts personnelles :

II.1. Aspect du gel coiffant à première vue :

	Très parfumé	Moyennement parfumé	Faiblement parfumé
Le gel coiffant doit être... (parfum)			

	Beaucoup	Un peu	Pas de bulles d'air
Le gel coiffant doit avoir... (bulles d'air)			

	Transparent	Un peu trouble	Trouble
Le gel coiffant doit être... (transparence)			

II.2. Aspect du gel coiffant après une vue approfondie :

	Très visqueux	mi- solide / mi- liquide	Liquide
Le gel coiffant doit être... (viscosité)			

	Étalement facile	Étalement normale	Étalement difficile (viscosité élevée)
Le gel coiffant doit avoir... (l'étalement sur les mains, les cheveux)			

	Très consistant	Assez consistant	Pas trop consistant
Le gel coiffant doit être... (consistance)			

II.3. Aspect du gel coiffant sur les cheveux :

	Très fixant	Fixation moyenne	Fixation assez faible (effet mouillé)
Le gel coiffant doit être... (fixation)			

	Environs 2 heures	Environs 6 heures	Plus de 6 heures
L'effet du gel sur les cheveux doit tenir... (temps)			

	Très brillant	Moyennement brillant	Naturellement brillant
Le gel coiffant doit être... (brillance des cheveux)			

	Un volume élevé	Un volume naturel	Pas de volume
Après application du gel, le cheveu doit avoir... (volume)			

II.4. Elimination du gel coiffant :

	Facilement	Normal	Difficilement
Le gel coiffant doit être éliminé au brossage...			

III- Application et caractérisation du gel opuntia :

III.1. Avant application : veuillez préciser l'état de vos cheveux avant l'application du gel coiffant :

Cheveux secs	Cheveux humides

III.2. Caractérisation avant application :

III.2.a. Caractérisation à première vue :

	Très parfumé	Moyennement parfumé	Faiblement parfumé
Le gel coiffant opuntia est... (parfum)			

	Beaucoup	Un peu	Pas de bulles d'air
Le gel coiffant opuntia contient... (bulles d'air)			

	Transparent	Un peu trouble	Trouble
Le gel coiffant opuntia est... (transparence)			

III.2.b. Caractérisation approfondie :

	Très visqueux	mi- solide / mi- liquide	Liquide
Le gel coiffant opuntia est... (viscosité)			

	Étalement facile	Étalement normale	Étalement difficile (viscosité élevée)
Le gel coiffant opuntia a un... (l'étalement sur les mains, les cheveux)			

	Très consistant	Assez consistant	Pas trop consistant
Le gel coiffant opuntia est... (consistance)			

	Moussant	Pas moussant
Le gel coiffant opuntia est... (mousse aux mains)		

	gras	Non gras
Le gel coiffant opuntia est... (gras)		

III.3. Caractérisation après application :

	Très fixant	Fixation moyenne	Fixation assez faible (effet mouillé)
Le gel coiffant opuntia est... (fixation)			

	Environs 2 heures	Environs 6 heures	Plus de 6 heures
L'effet du gel coiffant opuntia sur les cheveux tenu... (temps)			

	Très brillants	Moyennement brillants	Naturellement brillants
Le gel coiffant opuntia rend les cheveux... (brillance des cheveux)			

	Un volume élevé	Un volume naturel	Pas de volume
Après application du gel coiffant opuntia, le cheveu a... (volume)			

	Alourdis	Peu alourdis	Pas alourdis
Après application du gel coiffant opuntia, les cheveux sont... (volume)			

III.4. Elimination du gel coiffant opuntia :

	Facilement	Normal	Difficilement
Le gel coiffant opuntia est éliminé par le brossage...			

« Merci infiniment pour votre participation et votre aide »

Signature

Table de matière

RESUME

REMERCIEMENT

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES E ET TABLEAUX

SOMMAIRE

INTRODUCTION..... 01

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : OPUNTIA FICUS-INDICA

I-Historique et origine..... **04**

II- Répartition géographique..... **04**

II -1-En Amérique..... **05**

II-2- Au bassin Méditerranéen..... **05**

II-3- En Afrique du Nord..... **05**

II-4-En Australie..... **06**

III-Biologie de l'*Opuntia*..... **06**

III-1-Systématique de l'*Opuntia* **06**

III-2-Description et morphologie de la plante..... **07**

III-2-1- Les raquettes..... **07**

III-2-2-Les fleurs..... **08**

III-2-3-Les fruits..... **08**

III-2-4-Le système racinaire..... **09**

IV - Composition chimique de l'*Opuntia*..... **09**

IV . 1- Eau et matière sèche..... **10**

IV - 2 Matière minérale..... **10**

IV -3 Matière grasse..... **12**

IV - 4 Matière azoté totale et acide aminé..... **12**

IV -5 Les fibres alimentaires..... **13**

IV -6 Les sucres..... **13**

IV -7 mucilage.....	14
IV.7.1-Généralité	14
IV.7.2- Valeur nutritive des cladodes.....	16
IV -8 Les polyphénols.....	17
IV -9 La vitamine C.....	17
IV -10 Les pigments.....	18
V- Valeur nutritionnelle de l’opuntia dans l’alimentation humaine.....	18
V - Utilisation et valorisation de figue de barbarie.....	19
V -1-Utilisation fourragère.....	19
V -2- Utilisation médicinale.....	20
V -2-1- Propriétés médicinales.....	20
V -2-1-1- Effet anti-cancer.....	20
V -2-1-2- Effet antioxydant.....	21
V -2-1-3- Effet antidiabétique, anti-hypérlipidémique et anti- hypérolésterolémique.....	21
V -2-1- 4- Effet anti-ulcère, anti-inflammatoires	21
V -2-1-5- Effet hémostatique.....	22
V - 3- Utilisation alimentaire et industrielle.....	22
V -4- Autres utilisations.....	24
V -4-1- Utilisation cosmétique.....	24
V -4-2- Protection.....	24
V -4-3-Fertilisation.....	25
VI- Importance économique et écologique des Opuntias.....	25

CHAPITRE II : Produits cosmétiques

I- STRUCTURE DU CHEVEU.....	27
I.1- Définition des cheveux	27
I.2 -Produits de modification temporaire de la forme.....	28
II-Généralité sur les produits cosmétiques.....	30
II.1- L’histoire des produits cosmétiques.....	30
II.2- Définition des produits cosmétiques et des produits d’hygiène.....	31
II .3-Frontière avec le médicament.....	32
II.4- Législation de produit d’hygiène et de produit cosmétique.....	32

III- Critères de qualité d'un produit cosmétiques.....	32
IV - Sécurité des produits cosmétique et cosmétovigilence.....	33
IV.1-Sécurité des ingrédients.....	33
IV.2-Sécurité des produits finis.....	33
IV.3-Cosmétovigilance.....	34
IV.4-Evaluation de la qualité du produit cosmétique.....	34
IV.4.1- Contrôles physico-chimiques.....	34
IV.4.2-Contrôles de toxicité.....	35
IV.4.3-Contrôles microbiologiques.....	35
V- Définition d'un « produit cosmétique biologique ».....	37
VI.Les produits aqueux.....	37
VI.1.Les gels.....	37
VI.2- Formulation.....	38
VI.3.Les ingrédients utilisées dans la formulation d'un gel coiffant.....	38
VI.3.1.Introduction.....	38
VI.3.2.Eau (constituant de la phase aqueuse hydrophile).....	39
VI.3.3-Epaississant et gélifiant.....	39
VI.3.4-Un fixateur.....	40
VI.3.5-Additifs.....	41
VI.3.5.1-les conservateurs.....	41
VI.3.5.2-Les colorants.....	41
VI.3.5.3- Les parfums.....	41
VI.3.5.4- Humectants.....	42

PARTIE II :ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

III -Protocol expérimentals.....	43
I.1-Objectifs.....	43
I.2-Matériels utilisées.....	43
I.2.1- Préparation des échantillons.....	44
I.2.2-Traitements préliminaires des cladodes.....	44
I.2.3-l'extraction du jus des cladodes d'opuntia.....	44
II-1- Gel de base.....	46

II.2-Détermination de la formulations.....	47
III-3- Contrôles organoleptiques.....	52
IV -Schema du protocole expérimentale.....	53
I.- Analyses physico-chimiques.....	54
I.1-Jus de cladodes.....	54
I.1-1- Détermination de la teneur en matière sèche.....	54
I.1-4 -Détermination du Ph.....	55
I.2-Produit fini.....	55
I.2.1-Viscosité	55
I.2.2-Détermination du pH.....	55
I –Analyses microbiologiques.....	57
I .1- Prélèvements et échantillonnages.....	57
I.2-Germes recherchées.....	58
1.3- La recherche des germes (aerobie mésophiles, levures et moisissures).....	58
I.3.1-Le produit fini.....	58
I.3.2- Préparation de milieu de culture.....	59
I.3.3- Ensemencement.....	60
I.3.4- Incubation.....	60
I.3.5- Comptage des colonies.....	61
I.4. Recherche des germes aerobies mesophiles.....	61
I.4.1- Ensemencement et incubation.....	61
I.4.2. Lecture.....	61
I.5. Recherche des levures et moisissures.....	61
I.5.1. Levure.....	61
I.5.2. Moisissure.....	62
I.5.3- Ensemencement et incubation.....	62

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUCIONS

I – Résultats et interprétation.....	63
I – Détermination de la formulation de formulations.....	63
II –Caractéristiques physicochimiques.....	63
II .1-Mucilage.....	63

II-2-Produits finis.....	64
III–Contrôle microbiologique.....	66
III .1-Essai témoin.....	66
III .2-Essai F1 à 0,5% de mucilage.....	66
III .3-Essai F2 à 0,75% de mucilage.....	67
IV- Contrôle organoleptique.....	67
IV.1-Caractéristiques des utilisateurs.....	68
IV.1-Espérances des utilisateurs.....	70
CONCLUSION.....	80

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES