

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

CHELABI Barkahoum

KACIMI Hanane

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière: Génie des Procédés

Spécialité : Génie de L'environnement

Etude de l'activité antimicrobienne d'une pâte de
dentifrice naturelle

Soutenu le 21 /09 / 2023

Devant le jury:

Mr LOUNICI	Hakim	Professeur	UAMOB	Président
M ^{me} TALBI	Ouarda	MCB	UAMOB	Examinatrice
M ^{me} GHEBRID	Nassima	MCB	UAMOB	Examinatrice
M ^{me} ARBIA	Leila	MCB	UAMOB	Encadrante

Année Universitaire : 2022/2023



التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية



انا الممضي اسفله،

السيد(ة) شلاي بركام.....الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 118223008 والصادرة بتاريخ 2010.08/05

المسجل(ة) بكلية / معهد العلوم والطب التطبيقية قسم هندسة الطرائق

تخصص: هندسة البيئية

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها: Etude de l'activité antimicrosienne d'une pâte de

dentifrice naturel

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ: 18/09/23

توقيع المعني (ة)

18/09/23 في البويرة

هيئة مراقبة السرقة العلمية:

% 25

النسبة:





التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية

انا الممضي اسفله،

السيد(ة) كاسمي حنان الصفة: طالب (ماستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 12.155.3087. والصادرة بتاريخ 2011/10/13

المسجل(ة) بكلية / معهد العلوم والتكنولوجيا قسم هندسة الطرائف
تخصص: هندسة البيئة

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها: Etude de l'activité antimicrobienne d'une pâte de dentifrice matured

أصح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

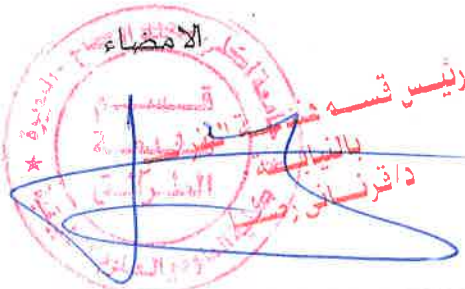
التاريخ: 2023/09/18

توقيع المعني (ة)

Kacimi

هيئة مراقبة السرقة العلمية:

البويرة في 18/09/2023



% 25

النسبة:

Résumé

L'étude expérimentale est consacrée à l'évaluation de l'effet antimicrobien de trois pâtes de dentifrice naturelles préparées durant ce travail. Ces dentifrices sont fabriqués à base de deux plantes médicinales : *O. ficus-indica* et *Artemisia herba-alba*. Le contrôle de qualité de la matière première affirme que toute la matière est conforme aux normes internationales. Aussi, l'étude a montré que toutes les pâtes préparées sont dotées d'une activité antimicrobienne importante contre les bactéries *E. coli* et *S. aureus* et les bactéries de la carie dentaire *S. salivarius* et Entérobactérie. De plus, la pâte à base du cactus possède le pouvoir antimicrobien le plus efficace car elle a donné les meilleures valeurs du diamètre de la zone d'inhibition, ensuite, la pâte à base de l'armoise qui vient en deuxième position .

Mot clés: Pâte de dentifrice naturelles, plantes médicinales, activité antimicrobienne, flore buccale.

Abstract

The experimental study is devoted to evaluating the antimicrobial effect of three natural toothpastes.

The toothpastes prepared during the course of this work. are made from two medicinal plants: *O. ficus-indica* and *Artemisia herba-alba*. Quality control of the raw material confirms that all the material complies with international standards.

The study also showed that all the pastes prepared have significant antimicrobial activity against *E. coli* and *S. aureus* bacteria, as well as *S. salivarius* and Enterobacteriaceae bacteria. What's more, the cactus-based paste is the most effective antimicrobial power, as it gave the best values for zone of inhibition diameter, followed by mugwort-based paste in second place.

Key words: Natural toothpaste, medicinal plants, antimicrobial activity oral flora.

ملخص

خصصت الدراسة التجريبية لتقييم التأثير المضاد للميكروبات لثلاثة من معجون الاسنان الطبيعي تم تحضيره خلال هذا العمل. معاجين الأسنان هذه مصنوعة من اثنين من النباتات الطبية: *O. ficus-indica* و *Artemisiaherba-alba*. مراقبة الجودة للمواد الخام تدعي أن جميع المواد تتوافق مع المعايير الدولية.

كما أظهرت الدراسة أن جميع المعاجين المحضرة لها نشاط مهم مضاد للميكروبات ضد بكتيريا *E. coli* و *S. aures* وبكتيريا تسوس الأسنان، اللعاب والبكتيريا المعوية. بالإضافة إلى ذلك، فإن المعجون المصنوع من الصبار لديه القوة الأكثر فعالية كمضاد للميكروبات لأنه أعطى أفضل قيم لقطر منطقة التثبيط، ثم المعجون المبني على نبات الشيح والذي يأتي في المركز الثاني.

الكلمات المفتاحية: معجون أسنان طبيعي، نباتات طبية، نشاط مضاد للميكروبات، النباتات الفموية.



Remerciements

Tous d'abord, nous tenons à remercier "Allah" clément et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à terme ce modeste travail.

*En premier lieu, nous voudrions exprimer nos remerciements les plus sincères à notre promotrice **Dr. Arbia Leila** pour nous avoir guidé pour la réalisation de cette étude, nous tenons la remercier pour sa grande rigueur scientifique, sa disponibilité, son soutien professionnel et sa compétence.*

*Nous remercions et nos profondes gratitudes s'adressent à notre professeur **Lounici Hakim** qui nous a toujours accueillies avec une grande sympathie, bienveillance et avec ses remarques constructives avec le temps et sa patience tout au long de ces deux années de Master, nous le remercions pour ses conseils et ses encouragements.*

*Nos vifs remerciements s'adressent, aussi, aux examinatrices, **Dr. Talbi Ouarda** et **Dr. Ghebrid Nassima**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nous remercions également tous les professeurs du département génie des procédés de l'université de Bouira.

Nous voudrions, aussi, remercier tous les techniciens des laboratoires pour leurs professionnalismes et leurs encouragements durant notre expérimentation.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet.





Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un grand profond amour

A la mémoire de mon grand-père EL KHIR et mes grands- mères TAIB BARKAHOUM et MATROUH AICHA, du peu de temps que nous avons passé ensemble .Je vous aime

Que vos âmes reposent en paix.

A Mon très cher grand- père Mohamed pour l'aide qu'il n'a cessé de m'apporter et pour les valeurs de courage et de persévérance qu'il nous a inculqué.

A celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoir, à la source d'amour, ma mère AKILA.

A mon support dans ma vie, qui m'a appris, m'a supportée et m'a dirigée, mon père ABD EL KADER.

A mon mari : AHCEN qui est présent tout le temps à côté de moi et m'encourage pour réussir.

A mes chère frères : BELKACEM et Ahmed Yacine

A mes chères sœurs : SARA, ASIA, OUAFA, OUM KALHOUM, AICHA et la princesse ZINEB CHAIMA, je vous adore

A ma belle-famille MERZOUK et toute la famille de mon mari.

A tous mes copines, tous mes proches : KHADIDJA, SOUMIA, SARA, FARIDA

A ma chère binôme HANANE

A toute la famille CHELABI et la famille DJAGHLLLOULI.

A tous qui sont chères pour moi.

Barkahoum.





Dédicace

*Je dédie ce travail avec mes expressions respectueuses de ma
profonde gratitude.*

*A mes chers parents pour leur sacrifice, leur patience et leur confiance en
moi, vous avez tout fait pour mon bonheur et ma réussite. Qu'Allah vous
préserve et vous donne une bonne santé et longue vie.*

A mon mari A.R et sa famille qui est maintenant ma deuxième famille

Que Dieu les protège.

A ma petite sœur Bouchra, ma source de bonheur.

A mes deux frères Nour El Islem et Ahmed.

A mes cousins et mes cousines et surtout Imane et Hadjer.

A mes meilleures amies Manel, samira, farida, sihem et khadidja.

A ma chère binôme Barkahoum.

A mes grands-pères, mes oncles et mes tantes paternelles et maternelles.

A toute ma famille et tous qui sont chères.

Hanane



Liste des abréviations

O. ficus indica *Opuntia ficus indica*

OFI *Opuntia ficus indica*

AFNOR Association française de normalisation

Am Activité moussant

MS Matière sèche

R Rayon

FMAR flore mésophylle aérobie revivifiable

ISO organisation internationale de normalisation

MH Muller Hinton

ATCC A : Américain T : Type C : Culture C : Collection

IG Indice de gonflement

E-coli *Escherichia Coli*

S. Aureus *Staphylococcus Aureus*

DO Densité optique

Mc Farland mac farland

Liste des figures

- Figure 01 : Photo de quelques plantes médicinales.....09**
- Figure 02 : Photo de figuier de Barbarie (Opuntia ficus-indica L(.**
- Figure 03 : Photo de la plante Artemisia herba-alba**
- Figure 04 : cellule bactérienne d'E. coli**
- Figure05 : photo de la plante OFI de la région d'El Hachimi w. Bouira**
- Figure06 : photo de La raquette d'O. Ficus indica après le nettoyage**
- Figure 07 : Photo de l'Artemisia herba alba après le nettoyage**
- Figure 08 : photos de la raquette d'Opuntia ficus indica avant et après séchage**
- Figure 09 : photos de l'Artemisia herba alba avant et après séchage**
- Figure 10 : Etapes d'obtention de la matière première à partir des deux plantes médicinales.**
- Figure 11 : Structure de base des tanins condensés.**
- Figure 12 : Structure chimique générale des flavonoïdes.**
- Figure 13 : Structures chimiques de quelques anthocyanidines**
- Figure 14 : photo représente le mélange homogène des ingrédients solides (poudres(**
- Figure 15 : photos représentent la Préparation de la pâte de dentifrice.**
- Figure 16 : photo représente le test de détermination de pH**
- Figure 17 : photo représente le test de l'activité moussant**
- Figure 18 : photo représente le test d'étalement**
- Figure 19 : photos représente le test de capacité de nettoyage**
- Figure 20 : Photos représentent les trois pâtes de dentifrice après le test de stabilité**
- Figure 21 : Figure 21 : Technique de diffusion par disque**
- Figure 22 : Photos représentent les étapes de préparation de l'inoculum**
- Figure 23 : photos représentent les étapes de l'antibiogramme**
- Figure 24 : Evaluation du pourcentage de la teneur en eau dans les raquettes de figue de barbarie en fonction du temps**
- Figure 25 : Pourcentage de la teneur en eau et de la matière sèche dans les raquettes de figue de barbarie**

Liste des tableaux

- Tableau 01 : Compositions des dentifrices commerciaux.**
- Tableau 02 : Les principales bactéries à Gram négatif de la flore buccal.**
- Tableau 03 : Les principales bactéries à Gram positif de la flore buccal .**
- Tableau04 : Produits chimiques, milieux de culture et les autres matériels utilisés.**
- Tableau 05 : Contrôles de qualité du carbonate de calcium**
- Tableau 06 : Contrôles de qualité de glycérol**
- Tableau 07 : Contrôles de qualité de cactus**
- Tableau 08 : Contrôles de qualité de propolis**
- Tableau 09 : Contrôles de qualité de gomme de xanthane.**
- Tableau 10 : les gélosé et leurs utilisations**
- Tableau 11 : Aspect des raquettes (cladodes) d’*O. Ficus indica* (figue de barbarie)**
- Tableau 12 : Résultats du test de solubilité du gel d’O. ficus-indica**
- Tableau 13 : Les valeurs de la perte à la dessiccation d’O. ficus-indica**
- Tableau 14 : La teneur en eau des raquettes de figue de barbarie**
- Tableau 15 : le taux de matière sèche des raquettes de figue de barbarie**
- Tableau 16 : la teneur en cendres totales de la plante O. ficus-indica**
- Tableau 17 : La teneur en cendres totales de la plante *Artemisia herba-alba***
- Tableau 18 : La teneur en cendres sulfuriques d’O. ficus-indica**
- Tableau 19 : La teneur en cendres sulfuriques d’*Artemisia herba-alba***
- Tableau20 : Indice de gonflement de la plante O. ficus-indica**
- Tableau 21 : Indice de gonflement de la plante *Artemisia herba- alba***
- Tableau 22 : Résultats des tests phytochimique des raquettes du figuier de barbarie**
- Tableau 23 : Contrôle de qualité du carbonate de calcium**
- Tableau 24 : Contrôle de qualité du Glycérine**
- Tableau 25 : Contrôle de qualité de cactus**
- Tableau 26 : Contrôle de qualité d’armoise**
- Tableau 27 : Contrôle de qualité de la pâte de dentifrice**
- Tableau 28 : Les Analyses microbiologiques des trois pâtes de dentifrice préparées**
- Tableau 29 : Résultats de l’activité antimicrobienne des trois pâtes de dentifrices**
- Tableau 30 : Résultats de diamètre des zones d’inhibition obtenues**

Introduction

Introduction

Les substances naturelles connaissent un intérêt croissant dans les domaines cosmétique, pharmaceutique et agroalimentaire qui s'orientent vers l'incorporation des molécules d'origine naturelle dans leurs produits. Sachant que dans le domaine pharmaceutique, 60% à 70% des médicaments antibactériens et anticancéreux sont des substances d'origine naturelle, et près de 25% des prescriptions sont à base de plantes. De même, selon l'OMS (2008), plus de 80% de la population mondiale utilisent les plantes médicinales pour traiter plusieurs maladies. En effet, les substances naturelles d'origine végétale sont douées de plusieurs activités biologiques comme l'activité antioxydante, anti-inflammatoire, anticancéreuse, antimicrobienne, etc. (Kada Seoussen, 2018).

L'utilisation des plantes médicinales par l'homme est une pratique antique que la recherche médicale moderne redécouvre aujourd'hui avec un intérêt grandissant dans différents domaines. L'Algérie est un vaste territoire riche en flore et encore vierge. Toutes ces plantes qu'il recèle représentent une bonne source en principes actifs pour les secteurs médico-pharmaco-cosmétiques (Moussaoui, 2020).

Ce présent travail visera à formuler une pâte de dentifrice naturelle qui a un pouvoir antimicrobien et lutte contre les bactéries responsables de la carie dentaire. Ce mémoire se répartit en quatre (04) chapitres.

- Le premier chapitre se divise en deux parties, la première partie présente des généralités sur les dentifrices et des généralités sur les plantes médicinales dans la deuxième partie.
- Le deuxième chapitre est consacré à décrire les bactéries buccales.
- Le troisième chapitre aborde la partie expérimentale où nous avons entrepris des analyses et des approches physico-chimiques, biochimiques, phytochimiques et microbiologiques.
- Dans le quatrième chapitre, nous avons exposé les résultats et discuté les valeurs obtenues durant ce travail.

En enfin, nous avons terminé le travail par une conclusion.

Chapitre I

Généralités

I. Généralité sur les dentifrices

I.1. Historique

Un manuscrit égyptien du IV^e siècle av. J.-C. mentionne pour la première fois une forme de dentifrice, une mixture à base de sel, de poivre, de feuilles de menthe et de fleurs d'iris. Les formules à base d'urine humaine étaient utilisées par les Romains. Étant donné que l'ammoniac est présent dans l'urine, il est possible que cela ait eu pour effet de rendre les dents blanches. Dans les temps anciens, les Égyptiens utilisaient également un mélange de cendres et d'argile. (VIKIDIA.ORG, 2023)

Une recette américaine au XVIII^e siècle, utilisant du pain brûlé a été introduite, mais les poudres ne sont devenues courantes qu'au XIX^e siècle. Bien que la brosse à dents ait d'abord été utilisée simplement avec de l'eau, les poudres ont rapidement gagné en popularité.

Au XVIII^e siècle, une recette américaine à base de pain brûlé fut introduite, les poudres ne s'est généralisée qu'à partir du XIX^e siècle. La brosse à dents fut d'abord utilisée simplement avec de l'eau, mais les poudres devinrent rapidement populaires. La plupart étaient faites maison, le plus fréquemment à partir de craie, de poudre de brique ou encore de sel. En 1866, l'Encyclopædia Britannica recommanda à ses lecteurs l'emploi de poudre de charbon, les avertissant que la plupart des poudres vendues alors dans le commerce faisaient plus de mal que de bien.

Les premiers dentifrices commercialisés apparurent au XIX^e siècle, mais ils ne parvinrent pas à vaincre la popularité des poudres avant la Première Guerre mondiale. En 1896, à New York, Colgate & Company produisit le premier tube de dentifrice souple que l'on connaît aujourd'hui. (AURELIEN THOMAS, 2017)

Au début du vingtième siècle, on conseillait d'utiliser une pâte à base d'eau oxygénée et de bicarbonate de soude. Ce mélange est encore préconisé actuellement pour prévenir les maladies parodontales.

Aujourd'hui, le dentifrice est le plus souvent vendu sous forme de tubes souples, mais on peut également trouver des tubes rigides. Ces derniers se posent verticalement, permettant ainsi de gagner de la place. (AURELIEN THOMAS, 2017)

2. Définition de dentifrice

L'American Dental Association a donné une autre définition du terme en 1977 : « Un dentifrice est une substance utilisée avec une brosse à dent pour nettoyer les surfaces accessibles des dents ». (ASSOCIATION DES DENTISTES AMERICAINS, 1977)

La plus des dentifrices sont classés comme « produit cosmétiques ». Un produit cosmétique est une substance ou préparation autre que les médicaments, destinée à être mise en œuvre dans le cadre de la législation européenne. Un produit cosmétique est une substance ou préparation autre que les médicaments, destinée à être mise en contact avec les différentes parties superficielle du corps humain telles que les dents, les muqueuses buccales dans le but exclusif ou essentiel de les nettoyer, parfumer, protéger, ou maintenir en bon état. (DIRECTIVES EUROPEENNES, 1995)

A l'inverse des produits pharmaceutique, les cosmétique ne sont pas soumis à l'autorisation de mise sur le marché (AMM) mais dépendent de la Directive Européenne pour les produits cosmétiques. (CHAPUSOT, 2006)

L'arrêté du 6 février 2001, J.O n046 du 23/02/2001, fixe la liste des substances n'entrant pas dans la composition des produits cosmétiques, ou ne pouvant être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cet arrêté. Par exemple, le monofluorophosphate de sodium doit être présent au maximum à 0.15% dans le produit fini. La concentration maximale en chlorure de strontium doit être de 3.5% et l'usage de ce composé est déconseillé chez les enfants. (CHAPUSOT, 2006)

I.3. Rôles des dentifrices

La fonction première d'un dentifrice est suppléer l'action mécanique du brossage dans l'élimination de plaque dentaire, des débris et des taches. Les objectifs que doivent remplir un dentifrice sont multiples. Le dentifrice se doit d'avoir les propriétés suivantes. (ROUHAUD W, 2010)

- **Actions thérapeutiques** : il doit éliminer la plaque dentaire et inhiber sa formation, diminuer les dépôts de tartre, polir et nettoyer les dents en éliminant les colorations extrinsèques et réduire les odeurs buccales. Lorsqu'il contient des agents actifs spécifiques, il peut avoir une action anti-inflammatoire ou désensibilisante et ainsi augmenter la résistance des tissus, aider au traitement des parodontopathies, traiter les hypersensibilités dentinaires et reminéraliser les caries superficielles. (ROUHAUD W, 2010)

- **Action cosmétiques** : il doit procurer une sensation de propreté et de fraîcheur après utilisation. Cela a une incidence directe sur la psychologie du consommateur (TERBOSC, 2015)

Une étude publiée en 2004, menée dans 56 pays et comprenant 75 % de la population mondiale, a évalué la vente des produits d'hygiène à travers le monde et plus particulièrement ce qui nous concerne les produits d'hygiène bucco-dentaire. Entre 2002 et 2003, la consommation de ces derniers avait augmenté de 2% dans le monde et de 12% dans les pays d'Amérique latine, actuellement considérés comme "en voie de développement"

Au niveau mondial, l'utilisation de dentifrices fluorés est un des moyens reconnus pour prévenir la carie dentaire, au même titre que la fluoration de l'eau de boisson. En 2003, un rapport de l'OMS rapportait que 500 millions de personnes utilisaient des dentifrices fluorés à travers le monde. Cette publication rappelait d'ailleurs qu'en raison de la grande efficacité des dentifrices fluorés dans le traitement de la carie dentaire, tous les efforts doivent être faits pour encourager leur utilisation dans les pays en voie de développement. (FAUSSIÉ, 2013)

I.4. les différents formes de dentifrice

De nos jours, l'essentiel des dentifrices mis au point par les laboratoires se présentent sous la forme d'une pâte. Cependant d'autres formes sont également sur marché (HESCOT, 2002) :

I. 4. 1. Les gels

L'eau et le glycérol qui servent de solvant sont gélifiés avec des agents gélifiants tels que des dérivés de cellulose et des silicates. Les principes actifs sont les même que ceux décrits dans les pâtes.

I. 4. 2. Les poudres

Elles sont composées à base d'une ou deux poudres abrasives et détersives comme de la craie, de la ponce, du corail, du charbon, de la magnésie, de la poudre de racine d'iris.

Des éléments astringents, calmants et alcalins comme du quinquina pulvérisé, de la poudre d'alun, du camphre, du romarin, du thym, de la myrrhe, de la cochenille, parfois de l'opium peuvent également y être ajoutés.

Les poudres sont parfumées par des essences de menthe, de citron, de bergamote, de roses, etc. Les poudres proposées de nos jours ralentissent la formation de la plaque, neutralisent l'acidité et possèdent des propriétés antitaches. Il est cependant recommandé de ne pas les utiliser quotidiennement.

I. 4. 3. Les dentifrices liquides

Ils sont appelés aussi «dentifrices et solutions dentaires 2 en 1 ». Ils ne contiennent pas d'abrasifs et n'agissent donc pas par action mécanique. Ce sont pour la plupart des solutions hydro-alcooliques formulées avec des huiles essentielles, des colorants... Leur utilisation est relativement limitée. (VREVEN, 1989)

Les pâtes représentant la forme la plus usitée des dentifrices seront par conséquent les seules prises en compte dans cette étude.

Certains auteurs distinguent plusieurs catégories de dentifrices en fonction de leur objectif (VREVEN, 1989):

- a) **les dentifrices cosmétiques:** ils facilitent mécaniquement ou chimiquement l'élimination des résidus colorés en blanchissant les surfaces dentaires.
- b) **les dentifrices préventifs, thérapeutiques ou pharmaceutiques :** ils sont caractérisés par l'addition de principes actifs spécifiques pour éradiquer ou prévenir certaines pathologies buccales (caries, maladies parodontales ...).

Cependant cette définition semble moins appropriée de nos jours dans la mesure où les quasi-totalité des dentifrices présents sur le marché contiennent du fluor, un des principaux principes actifs (molécules possédant des effets thérapeutiques). Il convient donc de définir les termes « cosmétiques » et « pharmaceutiques » tels qu'ils le sont dans la réglementation. (VREVEN, 1989)

I.5. les composantes des pâtes de dentifrice

Les pâtes dentifrices sont composées de l'eau et des certains agents dont les proportions sont relativement constantes. Ces agents donnent aux produits sa consistance, sa stabilité lors du stockage ou son goût. En revanche, les principes actifs, additifs qui confèrent au dentifrice ses propriétés thérapeutiques ou préventives, sont présents en concentration variable (VREVEN, 1992).

I. 5. 1. Les agents abrasifs (CHAPUSOT, 2006)

Les abrasifs ou agents polissant sont des charges minérales insolubles dans l'eau. Elles représentent 20 à 60 % de la composition globale d'un dentifrice et en sont donc les principaux éléments constitutifs.

Les agents abrasifs sont destinés à éliminer la plaque bactérienne et les colorations des surfaces dentaires. Ils agissent par polissage et ne doivent pas endommager les tissus dentaires. Actuellement, la plupart des abrasifs contenus dans les dentifrices n'ont pas d'effets négatifs.

Les principaux agents abrasifs :

- carbonate de calcium précipité,
- Phosphate de calcium: dicalcique (sous forme hydratée, moins abrasif que
- Carbonate de calcium), ou tricalcique (possède une faible abrasivité),
- Métaphosphate de sodium,
- Pyrophosphate de calcium,
- Alumine,
- Silices synthétiques et silicate de zirconium
- Bicarbonate de sodium

I. 5. 2. Les agents moussants

Présents à 1 ou 2 % dans les dentifrices, ces agents ont pour objectif de favoriser le nettoyage des dents par émulsion de la salive et de la plaque. La présence de ces agents se manifeste par la mousse qui se forme au cours du brossage. Les agents moussants ont des propriétés:

- émulsifiantes (ils mettent en suspension les débris détachés des surfaces dentaires),

- mouillantes (en diminuant la tension superficielle),
- moussantes,
- détersives.

Ce sont aussi des solvants, ils permettent de solubiliser les arômes souvent insolubles dans un milieu aqueux. (CHAPUSOT, 2006)

❖ **Les principaux agents moussants :**

- Les agents moussants sont classés selon leurs caractéristiques chimiques:
 - les agents moussants non ioniques.
 - les agents moussants ioniques: anioniques (se dissocient en particules chargées négativement), cationiques (se dissocient en particules chargées positivement)
 - amphotères (se dissocient en particules chargées positivement et négativement)
- (CHAPUSOT, 2006)

I. 5. 3. Les agents humectant

Utilisés pour garder à la pâte sa consistance fluide, et éviter son durcissement au contact de l'air, ces agents humectant sont le plus souvent issus de la famille des polyols: sorbitol, glycérol, xylitol ou encore l'eau. Ces agents, par leur goût sucré, corrigent l'amertume due aux abrasifs tout en étant non cariogènes. (CHAPUSOT, 2006)

I. 5. 4. Les agents épaississants

Les agents épaississants ont pour fonction d'ajuster la viscosité du dentifrice. Ils sont également utiles à la cohésion des différents composants et à la stabilisation de la formulation au stockage en prévenant la séparation des phases liquide et solide (CARRUBBA, 2017).

Solubles dans l'eau, ils influent sur les propriétés moussantes du dentifrice, sa dispersion et sa facilité à être rincé (MITSUI, 1997).

Sont utilisés comme agents épaississants des liants et gélifiants extraits de plantes et des dérivés hémisynthétiques de cellulose. (CHAPUSOT, 2006)

I. 5. 5. Les agents conservateurs

Les dentifrices font l'objet d'un stockage et ne sont pas utilisés de manière extemporanée ; l'emploi d'un conservateur est indiqué pour assurer la sécurité microbiologique du produit. De plus, la contamination en cours d'utilisation est pratiquement inévitable puisque l'on prélève le dentifrice dans le même contenant à chaque fois et la prolifération de microorganismes est favorisée par les environnements chauds et humides tels que ceux des salles de bain (DEBACKER, 2018).

On utilise le plus souvent des acides benzoïques ou leurs sels pour leurs propriétés antibactériennes ou encore certaines molécules comme le sorbet de potassium, les parabènes ou le phénoxyéthanol. (CARRUBBA, 2017)

I. 5. 6. Les arômes

Les arômes visent à améliorer les propriétés organoleptiques du dentifrice et jouent un rôle important sur l'attrait qu'aura le consommateur pour un dentifrice donné.

La sensation généralement recherchée par le consommateur est un goût sucré et rafraîchissant persistant en bouche après le brossage. (CHAPUSOT, 2006)

Les arômes utilisés peuvent être naturelle ou synthétique. L'usage de l'huile essentielle de menthe est largement répandu mais reste incompatible avec les traitements homéopathiques. Il est par contre évité dans les dentifrices pour enfants car peu apprécié de ceux-ci. (CARRUBBA, 2017)

I. 5. 7. Les colorants

La seule fonction des colorants est d'améliorer l'aspect esthétique du dentifrice, ce qui influence sur le choix du consommateur entre un dentifrice et un autre (CARRUBBA, 2017).

Le colorant ne doit tâcher ni les dents, ni les matériaux ; les particules colorantes sont donc parfois associées à un vecteur ou encapsulées. Leur emploi est alors conjoint à celui de cires naturelles ou synthétiques, agents gélifiants, polymères, épaississants, etc. (ROBERTS et STEINKE, 1976)

I. 6. Formulation de dentifrice

Tous les dentifrices commercialisés ont presque la même formulation commune comme nous montre dans le tableau 01.

Tableau 01 : Compositions des dentifrices commerciaux. (Wilkins, E. M.2009):

Composants	Taux en %	Exemples
Agents de nettoyage et de polissage	20 à 40	pyrophosphate de calcium, silice, etc.
Humectant	20 à 40	glycérol, sorbitol, etc.
Eau	20 à 40	
Agents de conservation, édulcorant et colorant	2 à 3	
Agents liants	1 à 2	cellulose, gomme naturelle, etc.
Détergent (agent moussant)	1 à 2	Lauryl sulfate de sodium, etc.
Arôme	1 à 1,5	menthe, cannelle, etc.
Agent thérapeutique	1 à 2	

I. 7. Les critères de qualité et les normes liés aux dentifrices

Le dentifrice doit répondre à un certain nombre de critères généralement. Il doit être:

- ✚ **Stérile** : un contrôle bactériologique doit confirmer sa stérilité au moment de la mise en tube.
- ✚ **Biocompatible** : il ne doit pas être irritant et ne doit pas entraîner de dommages locaux ou généraux (abrasion des tissus dentaires et des muqueuses), que son utilisation soit prolongée ou non.
- ✚ **Stable dans le temps** : il doit pouvoir se conserver sans que les différentes phases (solide et liquide) qui le constituent ne se dissocient, même après plusieurs mois de stockage.
- ✚ **Agréable** : par son aspect et son goût. Il doit pouvoir se rincer aisément, et laisser une sensation de fraîcheur et de propreté en bouche. (BREVET, 2017)

I. 7.1. Spécifications de la pâte dentifrice selon les (normes ISO) (ISO11609, 2017)

◆ Fluorure total

La concentration en fluorure total ne doit pas dépasser une fraction massique de 0,15 % lorsqu'elle est déterminée conformément à l'un des modes opératoires spécifiés.

La quantité de fluorure total contenue dans un conditionnement unitaire ne doit pas excéder 300 mg. Cette exigence ne s'applique pas aux conditionnements de dentifrice à distribuer dans des conditions professionnelles surveillées ou dans le cadre de programmes de prévention de la carie à l'échelle de la collectivité, tels que les programmes scolaires de sensibilisation au brossage des dents. (HADJ LARBI.K, 2012)

◆ Métaux lourds

La concentration maximale totale de métaux lourds ne doit pas dépasser 20 mg/kg.

◆ pH

Le pH du dentifrice doit être supérieur à **5.1**, et doit être strictement inférieur à 10,5.

◆ Microbiologie

La contamination microbiologique doit être déterminée conformément aux ou à toute autre méthode validée de sensibilité, d'exactitude et de spécificité équivalentes.

◆ Abrasivité

L'abrasivité du dentifrice ne doit pas dépasser la limite suivante pour la dentine:

2,5 fois celle du matériau primaire de référence, si elle est déterminée conformément au mode opératoire spécifié. L'abrasivité du dentifrice ne doit pas dépasser la limite suivante pour l'émail:

Quatre fois celle du matériau primaire de référence, si elle est déterminée conformément au mode opératoire spécifié.

Effectuer l'essai conformément à 5.2 ou 5.3, ou selon toute autre méthode validée de sensibilité et d'exactitude similaires.

◆ Stabilité

Après avoir été soumis à l'un des modes opératoires de vieillissement spécifiés en 5.4 ou à l'issue de 30 mois de stockage à température ambiante, le dentifrice ne doit présenter aucun signe de détérioration susceptible de compromettre sa conformité au présent document ou d'entraîner des risques toxicologiques. Si une détérioration est décelée, le dentifrice doit porter une étiquette indiquant une date de péremption.

◆ Hydrates de carbone aisément fermentescibles

Le dentifrice ne doit pas contenir d'hydrates de carbone aisément fermentescibles. La conformité à cette exigence doit être établie par l'absence de tels constituants dans la formule complète ou par l'intermédiaire d'essais réalisés en conformité avec des méthodes d'analyse courantes.

I.7.2. Spécifications de la pâte dentifrice selon les (normes AFNOR)

Ces spécifications précisent que la pâte ne doit pas s'agréger, fermenter ou se détériorer physiquement dans les conditions normales de stockage et d'utilisation. Lorsque la température est de $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 28 jours, la pâte ne doit pas subir de séparation de phase, se gazéifier, fermenter ou subir toutes autres détériorations esthétiques, Après une exposition à 5°C pendant 1 heure, la pâte doit pouvoir être extraite du tube en exerçant une pression sur le tube. (HADJ LARBI.K, 2012)

II. Généralités sur les plantes médicinales

La preuve de l'utilisation des plantes en Chine dès 5 000 av. J.-C. Le recours aux plantes est documenté sur des tablettes cunéiformes et des papyrus en Mésopotamie et en Égypte. Les observations cliniques des effets des plantes par Hippocrate ont suscité l'intérêt pour ces remèdes en Occident. De génération en génération, Théophraste, Aristote, Pline l'Ancien et Dioscoride ont approfondi leur compréhension des plantes et de leurs qualités. (MOREAU *et al.*, 2008)

Aujourd'hui, les inventaires systématiques, les enquêtes ethnobotaniques, l'extension de la recherche aux champignons, ainsi que des moyens puissants (criblage à haut débit), permettent de sélectionner des substances qui, pour certaines, deviennent (ou deviendront) des médicaments, révèlent des mécanismes d'action originaux, ouvrent de nouvelles voies de synthèse. L'évaluation clinique de leurs effets permet de mieux comprendre ce qu'elles peuvent apporter à l'arsenal thérapeutique, au prix d'un risque généralement limité. (MOREAU *et al.*, 2008)

II.1.Définition des plantes médicinales

Il n'y a pas de définition légale d'une plante médicinale dans le code de la Santé publique, mais en France, une plante est considérée comme médicinale lorsqu'elle est incluse dans la pharmacopée et que son utilisation est exclusivement médicale. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (SANAGO, 2006).

Environ 35 000 espèces de plantes sont utilisées à des fins médicales dans le monde, ce qui représente la plus grande variété de plantes utilisées par les humains. Malgré l'influence croissante du système sanitaire contemporain, les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important. (ELQAJ *et al.*, 2007)



Figure 01 : Photo de quelques plantes médicinales (<https://www.auparadisduthe.com>)

II.2.Principe actif

C'est une molécule qui a un effet thérapeutique curatif ou préventif sur l'homme ou l'animal. Une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale contient le principe actif. (PELT, 1980)

Un certain nombre de composés sont produits par le métabolisme d'une plante verte, dont certains sont appelés primaires car nécessaires à la vie de la plante et d'autres secondaires, utilisés par la plante comme moyens de protection, etc., et que l'homme utilise dans son arsenal thérapeutique. (MERAD ET MAHIOUT, 2019)

II. 3. Avantages des plantes médicinales

Malgré les énormes avancées de la médecine contemporaine, la phytothérapie présente de nombreux avantages. Il convient de se rappeler que, à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont utilisé que les plantes pour se soigner, que ce soit pour des maladies légères telles que le rhume ou la toux, ou pour des maladies plus graves telles que la tuberculose ou la malaria.

L'opium, extrait des graines de pavot, contient des alcaloïdes tels que : la morphine et la codéine, qui sont des analgésiques puissants et largement utilisés dans la médecine contemporaine. (CHEVALLIER, 2011)

Actuellement, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Peu à peu, les bactéries et les virus se sont adaptés aux médicaments et deviennent de plus en plus résistants à eux. L'absinthe chinoise (*Artemisia annua*) est à nouveau utilisée pour traiter la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie ne résistent pas aux médicaments. Les traitements classiques sont souvent associés à la phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme. En Occident, elle a connu un renouveau remarquable dans le traitement des maladies chroniques telles que l'asthme et l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des traitements moins agressifs pour leur corps. On estime que 10 à 20 % des hospitalisations sont causées par les effets secondaires des médicaments chimiques. (CHEVALLIER, 2001)

Les plantes médicinales sont cruciales pour la recherche pharmacologique et l'élaboration de médicaments, non seulement lorsque les constitutions des plantes sont utilisées directement comme agent thérapeutique, mais aussi comme matière première pour la synthèse de médicaments ou comme modèle pour les composés pharmacologiquement actifs.

En l'absence d'un système médical moderne, les plantes médicinales demeurent une source de soins médicaux dans les pays en voie de développement. (AMENAH, 2006)

II.4. Les plantes médicinales utilisées

II.4.1. *Opuntia ficus-indica* (Cactus)

Le figuier de Barbarie, également connu sous le nom de cactus, est une plante grasse de la famille des cactées, plus précisément du genre *Opuntia*. Il est cultivé dans des régions arides, telles que la Méditerranée et l'Amérique centrale. (GINESTRA *et al.*, 2009)

La plus grande variété de cactus du monde se trouve dans les régions semi-arides du Mexique. (PIMIANTA-BARRIOS, 1994)

Environ 300 espèces du genre *Opuntia* produisent des tiges et des fruits bien tendres et comestibles. (HEGWOOD, 1994).

Nous avons étudié les espèces *Opuntia ficus-indica* (inerte ou sans épines), également appelées figuier de Barbarie (figure 02).



Figure 02: Photo de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*). (BENATTIA, 2013)

II.4.1.1. Origine et distribution géographique

Le figuier de Barbarie (*OFI*) est une plante tropicale qui pousse dans des climats arides et semi-arides. (GINESTRA *et al.*, 2009)

Originnaire du Mexique, cette espèce ayant la plus grande importance économique dans le monde a été introduite dans le reste du monde, d'abord en Espagne et plus tard au 16ème siècle au nord et au sud de l'Afrique. (ISAAC, 2016)

Le cactus est largement répandu au Mexique et sur tout le continent sud-américain, ainsi qu'en Afrique, en Australie et en Méditerranée. (PIGA, 2004)

La distribution de *l'Opuntia* en Algérie n'est pas précise, elle se trouve partout sous forme sauvage ou cultivée, depuis les régions côtières jusqu'aux régions arides et semi-arides, y compris les zones humides et humides. (Bouayad, 2012)

La cueillette des figues de Barbarie est la plus efficace sur les hauteurs des montagnes, en particulier dans les zones rocailleuses, à l'exception des montagnes et des régions sahariennes. (BENATTIA, 2017)

II.4.1.2. Nom vernaculaires

Selon FOUQUE (1972), les noms communs sont :

Français : Chardon d'Inde, Figue de Barbarie, Figuier de Barbarie

Anglais : Barbary fig, Indian fig, Prickly-pear

Allemand : Frucht des feigenkactus, Indianischefeige

Espagnol : Cardon de Mejico, Chumbera

Portugais : Figo da India, Figo de pitoira, Figueira da India, Tabaido

Arabe : Hindia : Indienne, originaire des Indes occidentales. Karmous ennsara : figue des chrétiens, attestant son introduction via l'Europe. Aknari : signifiant les canaries. Teen- hendi, amlas en berbère (Beloued, 2009).

II.4.1.3. Description botanique

Opuntia ficus indica est une plante xérophile érigée, arborescente, rameuse, qui peut atteindre une hauteur de 2 à 5 mètres. Son tronc ligneux et ses tiges perdent progressivement leur forme discoïde pour devenir cylindriques.

Les troncs, souvent appelés raquettes, portent des fleurs au-dessous de leurs extrémités. Ils mesurent 7 à 10 cm de diamètre et ont des ovaires de 5 cm de long. Ils sont tuberculés et de couleur jaune vif dans les aréoles. Des fruits bacciformes oblongs ou piriformes, de couleur pourpre foncé ou rouge, avec des aréoles et des glochides, une pulpe molle, blanchâtre, juteuse et de nombreuses petites graines noires ont une longueur de 4 à 9 cm. (FOUQUE, 1972)

II.4.1.4. Utilisation alimentaire et pharmaceutiques

L'aspect le plus recherché et le plus développé reste la production de fruits. Ces fruits sont vendus à l'état frais ou transformés en différentes formes : en jus, en nectar, en jus concentré, en conserve, en miel, en marmelade. La bétalaine, qui peut être utilisée principalement comme colorant pour les aliments qui ne nécessitent pas de traitement thermique, comme les glaces, les yaourts et les desserts, est contenue dans les fruits de cactus rouges ou pourpres. (RMMAPM, 2010)

Les cladodes âgées sont le plus souvent consommées comme nourriture de bétail, mais les cladodes jeunes sont consommées en tant que légume car elles sont tendres et fibreuses. (STINTZING AND CARLE, 2005)

Cette plante permet la production d'aliments naturels à fonctions thérapeutiques ou alicaments sous forme de gélules ou de capsules pour la régulation du transit intestinal et le traitement de maladies telles que l'obésité, l'hypercholestérolémie, la constipation et les coliques. (ARBA M, 2009)

En plus de ses propriétés amincissantes et anti-glycémiques, la poudre de nopal a un effet sur le taux de cholestérol et de sucre dans le sang. (FRATI ET AL., 1988).

Les fleurs sont utilisées comme médicament contre les maux des reins, le dysfonctionnement de la prostate, les douleurs gastro-intestinales, les coups de soleil et les brûlures. Ils sont également utilisés comme régulateur de la diurèse. Les graines sont également utilisées pour faire des crèmes dermiques et fournissent une source d'une huile végétale antiride très intéressante pour les cosmétiques. (ARBA M, 2009)

II.4.1.5. Autres utilisations

- ✚ **Produits cosmétiques** : Le mucilage des cladodes est utilisé pour fabriquer des shampoings, des assouplissants pour les cheveux, des crèmes dermiques et des laits hydratants, car il réduit le taux de cholestérol dans le sang. (Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 2010)
- ✚ **Engrais naturels** : Les résidus des raquettes ou des fruits et d'autres parties de la plante sont un excellent fertilisant. (Revue nature et santé, 2011)
- ✚ **Protection** : Les haies vives de cette plante stabilisent les terrains sablonneux et permettent la fixation des terrains ravinés par les pluies. Elles sont également infranchissables aux animaux sauvages. Tout en offrant la richesse de leurs fruits et de leurs raquettes, elles nécessitent peu d'entretien. Néanmoins, le caractère invasif de cette plante. (Revue nature et santé, 2011)
- ✚ **Combustible** : Cette plante produit un bois de chauffage et une flamme éclairante de qualité supérieure. (Revue nature et santé, 2011)

II.4.1.6. Activité antimicrobienne des extraits de cladodes d'OFI

Plusieurs travaux de recherche ont étudié la composition phytochimique et les activités antimicrobiennes de l'OFI ; Welegerima et al, qui ont présenté cette richesse en 2018 par leur étude des extraits de cladodes d'OFI contre des isolats bactériens spécifiques (*Escherichia coli*, *Streptococcus pneumonia*, *Salmonella typhi* et *Bacillus subtilis*).

Les résultats de ces études ont démontré que les composants photochimiques des extraits de cladodes comprenaient des substances phénoliques, des tanins, des glycosides, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des saponines, des stéroïdes, des alcaloïdes et des acides aminés. L'activité antibactérienne des extraits de cladodes a été confirmée contre *Streptococcus pneumonia*, *Bacillus subtilis* et *Salmonella typhi*.

II.4.2. *Artemisia herba alba*

La famille des Astracées (Compositae) compte *Artemisia* comme l'un des genres les plus grands et les plus répandus. Plus de 500 espèces différentes font partie de ce genre hétérogène qui se trouve principalement dans les régions tempérées d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. Ces variétés comprennent des petits arbustes, des herbes bisannuelles et des herbes pérennes. (Watson *et al.*, 2002; Mehrdad *et al.*, 2007)

11 espèces spontanées de *Artemisia campestris*, communément appelées "dgouft", représentent ce genre dans la flore algérienne. (QUEZEL et SANTA, 1963).

Les espèces de l'*Artemisia* ont des propriétés thérapeutiques et sont utilisées non seulement dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique.

(MIRJALILI *et al.*, 2007)



Figure 03: Photo de la plante *Artemisia herba-alba*

II.4.2.1. Nom vernaculaires et répartition géographique

Taguq, tguft, degoufet, tadjouq, tedjok, alala, hellala, tamemmayt, um nefsa (Boudjelal *et al.*, 2013).

En Algérie, l'*Artemisia herba-alba*, connue sous le nom de « Chih » ou encore appelé semen-contra de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés. (BOUTEKJENET. C, 1987)

- **Local:** les Hauts plateaux et le Sahara septentrional

- **Régional:** Afrique du Nord

- **Mondial:** Espagne, Afrique du Nord et Asie occidentale L'*Artemisia herba-alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (Hurabielle. M ; *et al.*, 1981).

En Algérie, l'armoise blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, environ 4 millions d'hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables. Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humide. Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification. (AYAD *et al.*, 2013)

II.4.2.2. Description botanique

L'*Artemisia herba-alba* est une plante herbacée avec une souche épaisse et des tiges ligneuses et ramifiées de 30 à 50 cm. Les feuilles sont de petite taille, sessiles, pubescentes et présentent une teinte argentée. Les fleurs sont regroupées en grappes, avec des capitules ovoïdes de taille très mince (3/1,5 mm). Les bractées de l'involucre sont imbriquées, les bractées externes sont orbiculaires et pubescentes. Le capitule floral est orné de deux à cinq fleurs jaunâtres, tous hermaphrodites. (POTTIER, 1981).

II.4.2.3. Propriétés biologiques et pharmacologiques

Les propriétés pharmacologiques de l'armoise blanche la rendent très convoitée. En médecine traditionnelle, elle est utilisée pour traiter les troubles gastriques et hépatiques, ainsi que des maux divers et contre certaines formes d'empoisonnement. Il est probable que ses propriétés anti-tumorales, antispasmodiques et antiseptiques sont à l'origine de sa grande popularité.

(SEGAL *et al.*, 1973 ; GOMIS *et al.*, 1979 ; YASHPHE *et al.*, 1979 ; GORDON *et al.*, 1981).

Les feuilles de cette espèce sont utilisées pour soigner le diabète, bronchite, abcès, diarrhée et comme vermifuge. Elle possède des vertus purgatives évidentes jouant un grand rôle dans le contrôle des vers intestinaux, en particulier des ovins, mais pouvant également entraîner la mort de jeunes agneaux (Le FLOC'H, 1983).

II.4.2.4. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des extraits méthanoliques de cette plante a été démontrée par des études sur deux espèces bactériennes à Gram positif (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), deux espèces bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), deux espèces de levures (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*) et une moisissure (*Aspergillus niger*). (GHLISSI Z. *et al.*,).

II.4.2.5. Toxicité

La toxicité de certaines populations de l'armoise serait liée à la concentration élevée en thuyone. (GHRABI *et al.*, 2005).

A forte dose, l'armoise blanche est abortive, neurotoxique et hémorragique. (LAHSISSENE *et al.*, 2009)

Chapitre II

Les bactéries buccales

Chaque individu est conscient de l'importance de la bouche dans les relations interpersonnelles. La transmission de la première flore bactérienne capable de s'implanter en fonction des défenses immunitaires issues de la mère, qui resteront présentes 6 mois après la naissance, prolonge le passage de la naissance entre la mère et l'enfant. Ensuite, le sujet créera ses propres personnalités en fonction de son environnement. (HADJ LARBI.K,2012)

1. Définition

Les bactéries sont des organismes cellulaires simples, appelés procaryotes, qui ne contiennent pas de noyaux et sont généralement trouvés en grande quantité car elles peuvent se multiplier rapidement. Il existe de nombreux types de bactéries, et chaque groupe a ses propres caractéristiques. Les bactéries sont des cellules simples et indépendantes de 1 à 2 μm de taille. La bactérie E. Coli est un exemple de cellule bactérienne commune.

La bactérie E. Coli est un exemple d'une cellule bactérienne typique (figure 04). (HADJ LARBI.K ,2012)

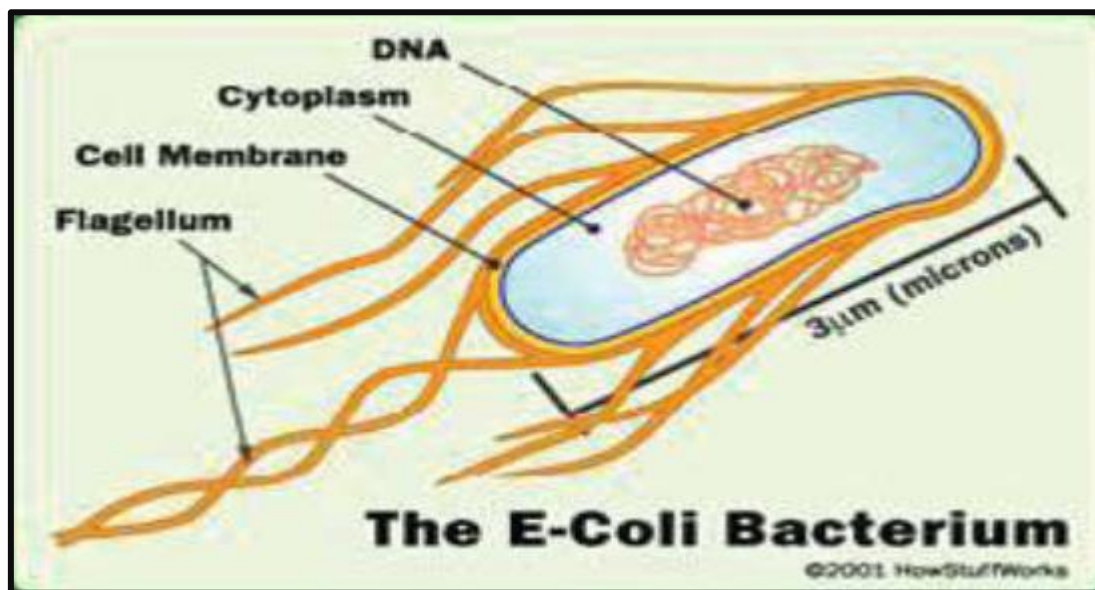


Figure04: cellule bactérienne d'*E.Coli*(HADJ LARBI.K,2012)

2. Flore buccale et microbiologie des maladies parodontales

L'un des microbiomes les plus complexes de l'organisme se trouve dans la cavité buccale. Dans l'environnement buccal, il existe plusieurs centaines d'espèces de micro-organismes, y compris des bactéries, des levures, Des protozoaires et des virus, dont la quantité et la virulence varient selon les individus, les conditions et l'état général des sujets. La flore buccale est un écosystème riche en bactéries et complexe. Il existe plus de 700 espèces connues. (Inserm, 1996)

Cette flore est commensale, varie en fonction de l'âge et du site de collecte et ses composants cohabitent dans un équilibre physicochimique parfait. Un simple déséquilibre peut entraîner l'installation de pathogènes. Le colon et la cavité buccale sont les parties les plus sceptiques de l'organisme humain. (ROBERTS, 2005)

Dans la littérature, il y a environ 100 millions de bactéries dans un milligramme de plaque dentaire, tandis qu'en moyenne, il y a 750 millions de bactéries dans un millilitre de salive. Pour survivre et se développer dans cet environnement, cette diversité bactérienne a besoin de surfaces d'adhésion favorables, de conditions nutritives et respiratoires variées et riches, de facteurs physicochimiques compatibles avec cette flore de facteurs inhibiteurs maîtrisables.

(ROBERT, 2005)

3. Distribution des bactéries dans la cavité buccale

La bouche est unique car elle est un habitat complexe avec des dents, de la salive et un fluide gingival. La dispersion des streptocoques dans la cavité buccale montre la variété de chaque bactérie. Les habitats favoris des espèces de ce groupe. (ROBERT, 2012)

La charge bactérienne totale d'un site à l'autre est très variable. 5 à 50 bactéries par cellule épithéliale de la joue, tandis que les cellules épithéliales de la langue peuvent en avoir jusqu'à 100 par cellule. L'épithélium buccal peut être kératinisé (gencive) et les kératinocytes aident à éliminer ou non les bactéries (gingivales-alvéolaires), les bactéries peuvent adhérer et y pénétrer (ROBERT, 2012)

L'arrière de la langue, du fait de sa morphologie et du passage des aliments, constitue un bon approvisionnement en aérobies et anaérobies. Ainsi, les bactéries y sont plus nombreuses que sur les autres muqueuses (100/cellule). (ROBERT, 2012)

4. Caractérisation de la flore microbienne buccale

Les bactéries de la flore buccale sont classiquement classées en deux grands groupes en fonction de la structure de leurs parois : bactéries à Gram positif et bactéries à Gram négatif. Les bactéries à Gram positif sont les plus nombreuses dans la flore d'un sujet sain. À l'inverse, les bactéries à Gram négatif sont les plus importantes quantitativement et qualitativement chez les sujets atteints de maladies parodontales. (HULLIN PM, 2004)

Les bactéries à Gram négatif sont principalement localisées dans le sillon gingival où la modification pathologique de ce site constitue la poche parodontale. (NORSKOV, 2006).

La plupart des bactéries à Gram négatif, anaérobies stricts, non mobiles font partie de la famille des *Bacteroidaceae*. Cette famille comprend les genres *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Prevotella*. Les principaux Gram négatif, mobiles, sont représentés par les genres *Selenomonas*, *Centipeda* et *Campylobacter*. (NORSKOV, 2006).

Certaines autres bactéries, bacilles à Gram négatif peuvent cohabiter avec les bactéries à métabolisme anaérobie strict mais possèdent un métabolisme respiratoire *capnophile* donc plus tolérant à l'oxygène. Les principaux genres correspondants sont: *Aggregatibacter* (ancien *Actinobacillus*), *Capnocytophaga*, *Cardiobacterium*, *Eikenella*, *Haemophilus*. Descoccià Gram négatif seront aussi retrouvées de façon habituelle dans la cavité buccale : *Neisseria* et *Veillonella*. (Norskov, 2006)

Tableau 02: les principales bactéries à Gram négatif de la flore buccal (RAJABALY A ,2015).

Gram négatif	
<i>Cocci</i>	<i>Bacilles</i>
<p>Genre <i>Neisseria</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Au niveau de la plaque et à la surface des muqueuses. • Aucun rôle pathogène connu. • Ex : <i>N. sicca</i>, <i>N. flava</i> ... 	<p>Genre <i>Haemophilus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hôtes normaux de la cavité buccale. • Pathogènes opportunistes à l'origine d'infections. • Ex : <i>H. aphrophilus</i>, <i>H. influenzae</i>, <i>H. parahaemolyticus</i>, ...
<p>Genre <i>Veillonella</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Représente 5 à 10 % de la flore de la salive. • Au niveau de la muqueuse jugale et dans la flore supra et sous-gingivale. • Aucun rôle pathogène connu 	<p>Genre <i>Eikenella</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Commensal de la cavité buccale. • La plaque dentaire est leur habitat principal. • Impliqué dans les parodontites. • Ex : <i>E. corrodens</i>

	<p>Genre bactéroïde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au niveau des lésions parodontales en destruction active. • Ex : <i>B. forsythus</i>, <i>B. gracilis</i>.
	<p>Genre <i>Porphyromonas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pathogène majeur des parodontites. Intervient dans les infections de la pulpe dentaire. • Ex : <i>P. endodontalis</i>, <i>P. gingivalis</i>
	<p>Genre <i>Prevotella</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anaérobie strict. • Important dans les abcès, les parodontites, alvéolites et autres infections. • Ex : <i>P. denticola</i>, <i>P. intermedia</i>, <i>P. loeshii</i>
	<p>Genre <i>Fusobacterium</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anaérobie strict. • Au niveau sous-gingival et au dos de la langue. • Ex : <i>F. mortiferum</i>, <i>F. naviforme</i>, <i>F. necrophorum</i>,
	<p>Genre <i>Capnocytophaga</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Au niveau du sillon gingival. • Pathogène opportuniste dans les parodontites. • Ex : <i>C. gingivalis</i>, <i>C. ochracea</i>, <i>C. sputigena</i>
	<p>Genre <i>Actinobacillus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rôle dans les parodontites. • Ex : <i>A. actinomycetemcomitans</i>

Tableau 03: Les principales bactéries à Gram positif de la flore buccal (RAJABALY A ,2015).

Gram positif	
Cocci	Bacilles et filaments
<p>Genre Streptococcus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intervient dans la formation de la plaque et de son métabolisme. • <i>S. mutans</i>, <i>S. sanguis</i> et <i>S. mitis</i> sont responsables d'endocardites chez l'homme. • <i>S. salivarius</i> très présent, situé principalement sur la langue produit des levanes dont les bactéries de la plaque sont friandes 	<p>Genre Actinomycese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Présent sur l'ensemble de la surface buccale. • Commensal oral. • Rôle dans la carie dentaire. • Ex : <i>A. georgiae</i>, <i>A. gerencseriae</i>, <i>A. israelii</i>,... <p>Genre Corynebacterium</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rôle important dans la structure de la plaque. • Ex: <i>C. matruchotii</i>
<p>Genre Peptostreptococcus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anaérobie strict. • Rôle dans l'initiation de lésions parodontales. • Ex : <i>P. anaerobius</i>, <i>P. magnus</i>, <i>P. prevotii</i> 	<p>Genre Lactobacilles</p> <ul style="list-style-type: none"> • A caractère acidogène. • Rôle dans la carie. • Ex : <i>L. acidophilus</i>, <i>L. casei</i>, <i>L. fermentum</i>, <i>L. crispatus</i>, ...
<p>Genre Staphylococcus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalement absent de la cavité buccale 	<p>Genre Eubacterium</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fait partie de la flore commensale du tube digestif. • Rôle dans les parodontites. • Ex : <i>E. alactilyticum</i>, <i>E. brachy</i>, <i>E. lentum</i>

5. La prévention des maladies dentaires

Le vieil adage dit qu'il est préférable de prévenir que de guérir. Cela s'applique incontestablement aux soins dentaires adéquats prodigués dès le départ.

Les problèmes dentaires peuvent être causés par un certain nombre de facteurs. Les maladies dentaires peuvent être causées par un manque de connaissances sur les bonnes méthodes de soins bucco-dentaires, leur application négligente, des idées fausses sur les visites chez le

dentiste, des problèmes financiers, une mauvaise nutrition, des habitudes de consommation malsaines et des fausses croyances sur les visites chez le dentiste.

Les problèmes dentaires existent certainement. Cependant, si les enfants, les parents et les enseignants connaissent bien la nature de leurs causes, mettent en pratique les bonnes techniques de prévention et sont conscients de l'importance des soins dentaires réguliers, la plupart d'entre eux peuvent être prévenus.

Grâce aux progrès scientifiques dans le domaine de la dentisterie, les dents et les gencives en santé jouent désormais un rôle important et sont à la portée de chacun d'entre nous (HADJ LARBI.K,2012)

5.1. Brossage des dents

L'une des méthodes les plus efficaces pour éliminer les bactéries qui provoquent la plaque de la surface exposée des dents est de se brosser les dents avec un dentifrice fluoré. Il est conseillé de se brosser les dents deux fois par jour, pendant environ deux à quatre minutes, soit une fois le matin et une autre le soir, avant de se coucher, afin que le brossage soit efficace.

Il est préférable de se brosser les dents avant de se coucher si on ne peut le faire qu'une fois par jour car les aliments laissés sur les dents pendant la nuit peuvent être transformés en aliments utilisables par les bactéries qui sécrètent des acides, diminuant ainsi les niveaux de pH et causant des caries.

De plus, soulignons que la concentration des acides augmente pendant la nuit car la quantité de salive de salive sécrétée diminue. Il est donc conseillé qu'un adulte surveille ou participe au brossage de dents des enfants de moins de six ans.

Lorsque le brossage n'est pas possible, d'autres méthodes, telles que se rincer la bouche avec de l'eau, manger un morceau de fromage ou mâcher de la gomme sans sucre immédiatement après avoir mangé, peuvent aider à protéger les dents. (RAJABALY A, 2015).

5.2. Le meilleur soin dentaire

Bien qu'aucune étude connue n'indique qu'un soin dentaire soit meilleur qu'un autre, nous devons souligner que les caractéristiques bucco-dentaires d'une personne peuvent l'inciter à préférer un type de soin plutôt qu'un autre. Demandez l'avis d'un professionnel dentaire pour déterminer quelle est le soin dentaire qu'il recommande. (HADJ LARBI. K, 2012)

Chapitre III

Matériel et

méthodes

But et objectifs

Le but de ce travail consiste principalement à la préparation des deux pâtes de dentifrice naturelles à partir des plantes médicinales : *Opuntia ficus indica* et *Artemisia herba-alba*. Puis, nous avons préparé une troisième pâte qui contient le mélange des deux plantes « *Opuntia ficus-indica* et *Artemisia herba alba* ».

Après la formulation des pâtes, nous avons effectué une étude microbiologique et antimicrobienne de ces différentes pâtes formulées.

Notre étude expérimentale a été réalisée dans les laboratoires de "Génie des procédés" au niveau de la faculté des Sciences et des sciences appliquées, à l'université Akli Mohand Oulhadj de Bouira, durant une période qui s'étale du 09/04/2018 au 17/07/2023.

Les principaux objectifs sont

- 1- Contrôle de qualité du matériel végétal ;
- 2- Identification de la poudre des raquettes de la plante *Opuntia ficus-indica* ; par une étude phytochimique et une analyse physicochimique ;
- 3- Essai de formulation des pâtes à base de la poudre des raquettes de la plante *Opuntia ficus-indica* et de *Artemisia herba-alba* et leurs analyses physicochimique et microbiologique ;
- 4- Teste de l'activité antimicrobienne, des pâtes préparées, contre des souches de références et des souches cliniques isolées à partir d'une carie dentaire.

I. Matériel et réactifs utilisés

I.1. Matériel végétal

I.1.1. La plante *Opuntia ficus-indica*

Les raquettes de la plante *Opuntia ficus-indica* utilisées dans cette étude ont été récoltées de la région d'El Hachimia et précisément dans la sortie de la commune envers la rue de Ain besem. El Hachimia est une commune de la wilaya de Bouira (Algérie), situé à 36.24071 m d'altitude et de 3.83714 m de longitude, qui se caractérise par un climat tempéré méditerranéen, chaud et sec.



Figure 05 : Photo de la plante OFI de la région d'El Hachimia



Figure06 : Photo de la raquette d'*O. ficus-indica* après le nettoyage.

I.1. 2. La plante *Artemisia herba-alba*

L'autre plante que nous avons utilisé *Artemisia herba-alba* (l'armoise) a été récoltée de la montagne l'khelwa Ouled *Sidi Brahim*, qui est une commune de la wilaya de *M'Sila* en Algérie. Qui se caractérise par un climat semi-aride, sec et froid.

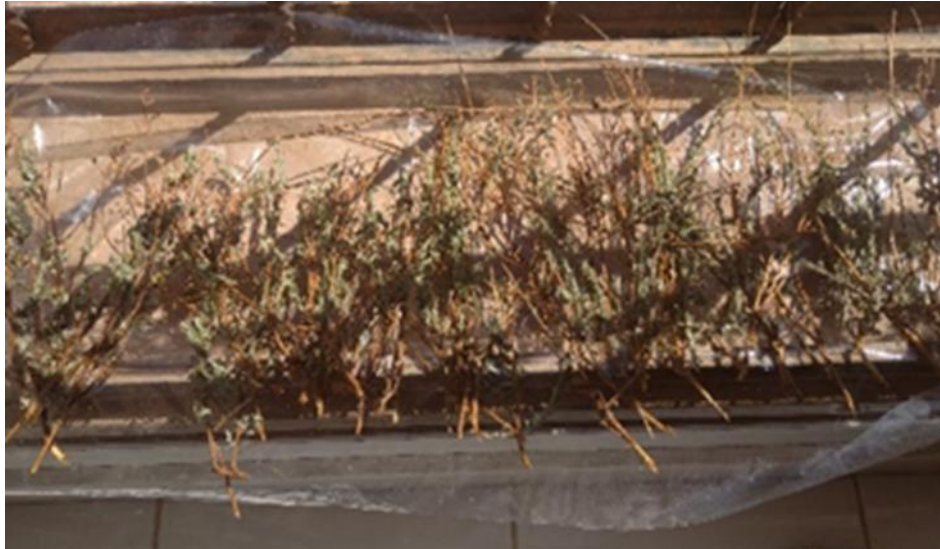


Figure 07 : Photo de la plante *Artemisia herba-alba* après le nettoyage.

- La récolte des deux plantes a été effectuée durant le mois d'avril 2023.

I.2. Matériel biologique

Les souches bactériennes utilisées sont :

- **Les bactéries pathogènes**

- La bactérie à gramme négatif (-) : *Escherichia Coli* ATCC 25922.
- La bactérie à gramme positif (+) : *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923.

- **Les bactéries buccales**

- *Entérobactérie* (souche clinique)
- *Streptococcus* (souche clinique)
- *S. Salivarius* (souche clinique)

I.3. Matériel du laboratoire

I.3.1. Produits chimiques et milieux de culture utilisés

Tableau 04 : Produits chimiques, milieux de culture et autre matériel utilisés

	Produits	Applications
Solvants	Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	Teneur en acide sulfurique
	HCL	Teneur en cendres chlorhydriques
	Alcool (CH ₄ O)	L'indice de gonflement
	Acétone	Solubilité
	Ethanol	Solubilité + mucilage
	Chloroforme	Les dérivés anthracéniques
	L'ammoniac (NH ₄ OH)	Les flavonoïdes
Réactifs	Chlorures de Fer (FeCl ₃)	Les tanins
	Fehling	Les éléments réducteurs
Milieux de culture	Muller-Hinton	Repiquage des souches bactériennes
	Chapman	
	Gélose Hektoen	
	Gélose Nutritive	

Verrerie et autre matériel utilisé	Becher, Fioles, Erlenmeyer, Mortier et pilon, Eprouvettes, Pipette et micropipettes, Supports, Papier Filtre, Entonnoir, Bec Benzène, Ecouvillon stérile, Tube à essai, Pince stérilisée, Boîtes de Pétri, Chronomètre, Seringues a 1ml et 5ml, Tubes à essais stériles.	Les différentes expériences
Matériel électrique	Incubateur, Bain thermostat (+37 ⁰ C), Etuve, Balance de précision, Agitateur, Broyeur électrique, Plaque chauffante, Réfrigérateur.	

II. Préparation des échantillons

II.1. A partir des raquettes d'*Opuntia ficus-indica*

Après la récolte du matériel végétal, l'échantillon a été nettoyé, coupé et séché dans une étuve à une température de 105°C pendant 24 heures.



Figure 08 : Photos de la raquette d'*Opuntia ficus-indica* avant et après séchage

Pulvérisation

Le broyeur électrique a été utilisé pour effectuer cette opération jusqu'à ce que la poudre soit extrêmement fine.

En cas de grosses particules, il est possible de tamiser la poudre avec un tamis très fin ou un tissu.

Conservation

La matière première (poudre des raquettes) est conservée à une température ambiante dans une boîte stérile. Cette poudre fine sera utilisée plus tard pour la fabrication de différentes pâtes de dentifrice.

II.2. A partir de la plante *Artemisia herba-alba*

Après la récolte de la plante *Artemisia herba-alba* (matériel végétal), l'échantillon a été nettoyé, coupé et séché pendant 24 heures dans une étuve à 105°C. Il arrive parfois que le séchage prenne plus de 24 heures.



Figure 09 : Photos de l'armoise avant et après séchage.

- Pour la **pulvérisation** et la **conservation**, nous avons suivi la même méthode que celle utilisée avec les raquettes d'*Opuntia ficus-indica*.

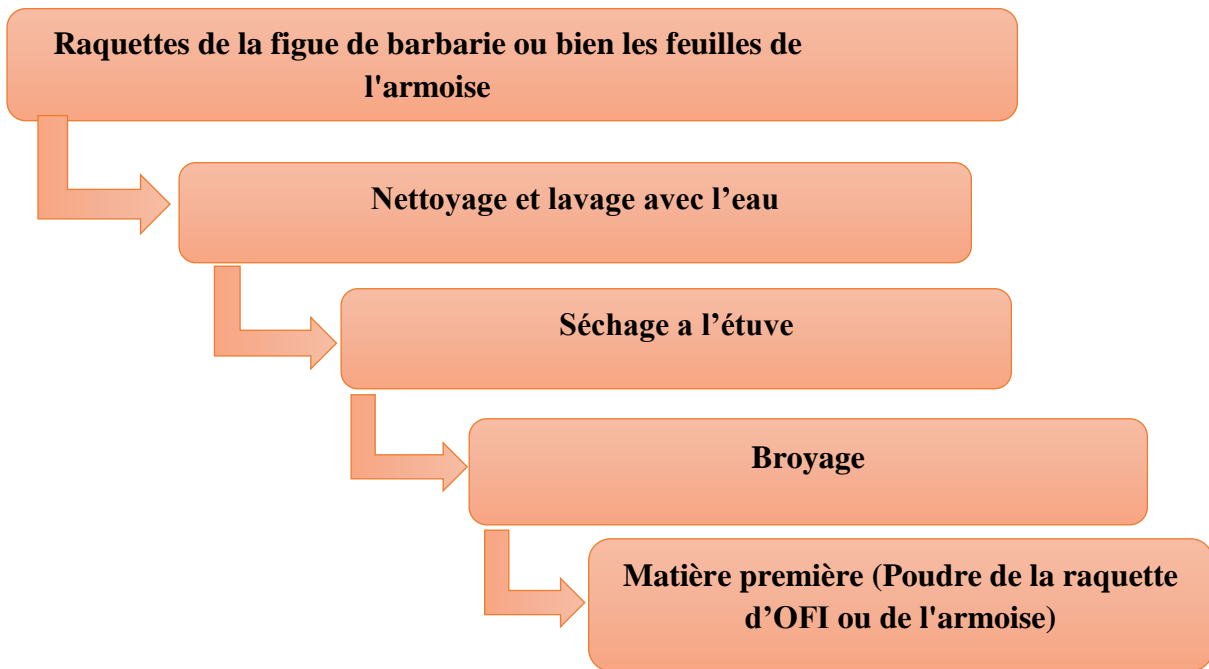


Figure 10 : Etapes d'obtention de la matière première à partir des deux plantes médicinales

III. Analyses physicochimiques de la matière végétale

III.1. Aspect des raquettes (cladodes)

Ovoïdes, aplatis en forme de raquette (cladode), de couleur vert mat, elles sont couvertes de petites aréoles et d'épines.

Dans ce travail, nous avons utilisé un type d'*Opuntia ficus-indica* qui ne contient pas beaucoup d'épines, elle s'appelle "Cirtia".

III.2. Analyses chimiques de la poudre des raquettes d'*O. ficus-indica*

III.2. 1. Détermination du pH

Principe

Le pH exprime la concentration de l'ion hydrogène dans une solution. Cette grandeur chimique mesure le caractère acide ou basique d'une solution aqueuse. (Nerd, 1991)

Cette détermination est réalisée à l'aide d'un pH mètre.

Mode opératoire (pH pour les figues de barbarie)

- Placer le jus de la figue de barbarie dans un bécher.
- Procéder à la détermination du pH en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.
- Lire la valeur affichée.

Mode opératoire (pH pour l'armoise)

- Une solution de la poudre de l'armoise (2% p/v) est préparée.
- Prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.
- Lire la valeur affichée.

III.2. 2. Solubilité

Principe

La solubilité est une caractéristique physique. Il s'agit de la capacité d'une substance à se dissoudre dans un solvant jusqu'à ce qu'une solution homogène soit produite.

Mode opératoire

Les raquettes d'*O. ficus-indica* ont été broyées à l'aide d'un mixeur électrique jusqu'à l'obtention d'un gel. Ensuite, la quantité du gel obtenue a été répartie dans trois (03) béchers. Le premier bécher contient de l'acétone, le deuxième bécher renferme de l'éthanol et de l'eau distillée dans le troisième bécher. Les béchers sont placés, par la suite, sur un agitateur pendant 30 minutes.

III.2. 3. Perte à la dessiccation

Principe

La perte à la dessiccation est la perte de masse exprimée en pourcentage m/m .

Mode opératoire

- Mettre 10 g de feuilles d'*O. ficus- indica* dans l'étuve pendant 2 heures à 115°C ;
- Peser et noter la masse après avoir attendu que cela refroidisse dans un dessiccateur contenant du gel de silice anhydre.

III.2. 4. Détermination de la teneur en eau

La perte de poids, subie lors de la dessiccation des échantillons dans une étuve à une température de 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant, est appelée teneur en eau (Audigié et al., 1978).

Principe

L'échantillon à examiner est procédé à une dessiccation dans une étuve réglée à la température de 100 à 105°C sous pression atmosphérique jusqu'à ce qu'il ait une masse presque constante. Il convient d'opérer dans des vases de tare placés dans un dessiccateur pour éviter toute reprise d'humidité.

Mode opératoire

- Mettez 2 grammes du gel de cactus dans un vase ;
- Placez le vase dans une étuve à 105°C pendant 3 heures ;
- Réduisez le temps et répétez la même opération (une heure seulement).

La formule suivante donne la teneur en eau (%) du matériau végétal :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = [(P_2 - P_3) / (P_2 - P_0)] * 100$$

P_0 = la masse du creuset vide.

P_1 = la masse en « g » de la prise d'essai avant dessiccation.

P_2 = la masse en « g » de la prise de (essai + creuset) avant dessiccation.

P_3 = la masse en « g » de la prise de (essai + creuset) après dessiccation.

III.2. 5. Détermination de la teneur en matière sèche

La formule suivante utilisée pour calculer le taux de matière sèche en fonction de la teneur en humidité :

$$\text{Taux de matière sèche \%} = 100 - \text{le taux d'humidité \%}$$

III.2. 6. Détermination de la teneur en cendres totales

Principe

La quantité de substances résiduelles non volatiles obtenues après la calcination totale de l'échantillon dans un four à moufle est connue sous le nom de teneur en cendres totales.

Mode opératoire

- Faites chauffer un creuset pendant trente (30) minutes.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Introduire 1 g de l'échantillon pulvérisé dans le creuset.
- Répartir la prise d'essai uniformément dans le creuset.
- Dessécher pendant une (01) heure à 100-105°C, puis incinérer dans un four à moufle à 600+25°C pendant deux (02) heures. Au cours de l'opération, l'échantillon ne doit pas s'enflammer.
- Poursuivre l'incinération jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Après chaque combustion, laissez le creuset refroidir dans le dessiccateur. Si les cendres contiennent encore des particules noires après incinération, plonger les dans l'eau chaude et filtrer sur un filtre sans cendres.

- Incinérer de nouveau le résidu avec le filtre, combiner le filtrat et les cendres, évaporer prudemment à siccité et incinérer jusqu'à une masse constante.

La formule suivante utilisée pour calculer la teneur en cendres :

$$T = [(M_1 - M_0) / E] * 100\%$$

M_1 : masse final (creuset + cendre totale) en gramme

M_0 : masse du creuset vide en gramme

E : prise de la matière végétale

III.2. 7. Détermination de la teneur en cendres sulfuriques

Le principe

Les substances inorganiques présentes dans l'échantillon végétal peuvent être quantifiées à l'aide de ce paramètre.

Mode opératoire

- Chauffer un creuset de porcelaine à 600 ± 50 °C pendant 30 min.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur sur du gel de silice et peser.
- Mettez 1 gramme de la matière pulvérisée.
- Humecter la matière avec une quantité suffisante de H_2SO_4 dilué et chauffer lentement jusqu'à ce que la matière soit complètement carbonisée.
- Humecter, après refroidissement, le résidu avec un peu de H_2SO_4 dilué au demi.
- Chauffer de la même manière jusqu'à ce que les fumées blanches ne se dégagent plus. Ensuite, calciner à 600 ± 50 °C jusqu'à ce que le résidu soit complètement calciné.
- Laisser le creuset se refroidir dans un dessiccateur puis pesé.
- La masse du creuset d'essai est égale à $S = P_0 - T$.

La teneur en cendres sulfuriques est donnée par la formule suivante :

$$(S * 100 / P_1 (\%))$$

S = masse de cendre sulfurique de la prise d'essai en gramme.

P₁ = masse de la prise d'essai en gramme.

T = tare du creuset en gramme.

P₀ = masse du creuset après calcination en gramme.

III.2. 8. Détermination de la teneur en Cendres chlorhydriques (cendres non solubles dans l'acide chlorhydrique)

Principe

Un résidu obtenu en faisant bouillir les cendres totales dans l'acide chlorhydrique à 10 % est connu sous le nom de cendres chlorhydriques ou cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique. Ils permettent de déterminer la quantité de matières siliceuses, en particulier du sable qui peut souiller les échantillons mal lavés ou mal triés.

Mode opératoire

- Dans un creuset, ajouter au résidu obtenu lors de la détermination des cendres totales 15 ml d'eau et 10 ml d'HCL à 10%.
- Faites bouillir doucement pendant 10 minutes en recouvrant d'un verre de montre.
- Filtrer le résidu et laver à l'eau très chaude.
- Dessécher et incinérer jusqu'à ce qu'il devienne rouge foncé.
- Peser dans le même creuset après avoir laissé refroidir le dessiccateur.

$$T = [(M_1 - M_0) / E] * 100\%$$

M₁ : masse final (creuset + cendre chlorhydrique + papier filtre).

M₀ : masse du creuset vide en gramme.

M : masse de papier filtre

E : prise de métier en gramme.

III.2. 9. Détermination de l'indice de gonflement

Principe

Le volume, en millilitres, qu'occupe 1 gramme d'échantillon gonflé dans l'eau, y compris le mucilage qui y adhère, est connu sous le nom d'indice de gonflement. La présence de polysaccharides (mucilages, gommés) dans l'échantillon végétal est confirmée par ce paramètre.

Mode opératoire

- Introduire 1 g d'échantillon pulvérisé dans une éprouvette graduée à bouchon rodé de 20 cm de hauteur sur 20 mm de diamètre.
- Humectez l'échantillon avec 1 millilitre d'alcool (CH₄O) et ajoutez 25 millilitres d'eau distillée.
- Agiter énergiquement toutes les dix (10) minutes pendant trois heures.
- Filtrer avec du papier filtre et mesurer la masse finale.

$$IG = (m_{\text{initial}} + m_{\text{final}}) / 2$$

IV. Etude phytochimique

Principe

L'étude phytochimique permet de déterminer la présence ou l'absence de composants chimiques, principalement des composés phénoliques tanins et flavonoïdes, en particulier des composés azotés.

Les tests phytochimiques sont effectués sur des extraits déjà préparés (par épuisement à chaud ou macération à froid) ou directement sur la poudre d'échantillon à analyser.

Ils sont basés sur :

- Les essais de solubilité des constituants de la plante, vis-à-vis des solvants organiques de polarité différente ; l'eau, l'éthanol, etc.
- Réaction de coloration et de précipitation.

IV.1. Recherche des polyphénols totaux

Définition

Les composés phénoliques sont une vaste classe de substances organiques cycliques très diverses, d'origine secondaire, qui dérivent du phénol, un monohydroxybenzène (C_6H_5OH). Les composés phénoliques sont largement présents dans les plantes ; ils sont présents dans les racines, les feuilles, les fruits et l'écorce. La concentration et les transformations des phénols déterminent la couleur, l'arôme ou l'astringence des plantes. Ces composés représentent 2 à 3% de la matière organique des plantes, voire 10 % et même plus. Ces composés sont généralement liés dans la nature sous forme d'esters ou d'hétérosides. Ils peuvent également être trouvés sous la forme de polymères naturels appelés tanins.

IV.1.1. Tanins

Les tanins sont de complexes composés phénoliques. Les plantes produisent naturellement des composés qui se combinent facilement aux protéines. Ils sont communs dans toutes les plantes, mais ils sont plus nombreux dans certaines familles telles que les conifères, les fagacées et les rosacées.

Ils peuvent être présents dans une variété d'organes, notamment l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines.

Principe

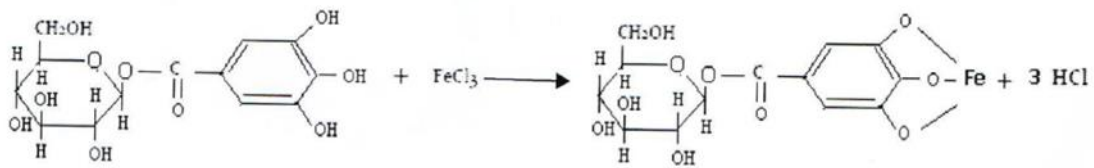
En présence de $FeCl_3$ à 1% ; les extraits aqueux tanniques se colorent en bleu-vert, bleu sombre ; ou vert ou se forme de précipités.

Préparation de l'infusé

Dans une erlenmeyer de 250 ml, introduire 5g de poudre végétale dans 100 ml d'eau distillée bouillante. Fermer avec un verre de montre. Laisser infuser pendant 15 mn puis filtrer sur papier filtre et rincer le résidu avec un peu d'eau distillée chaude, de manière à obtenir 100 ml de filtrat.

Introduire dans un tube à essai 5 ml de l'infusé à 5%, ajouter goutte à goutte environ 1ml de solution aqueuse diluée de $FeCl_3$ à 1% : en présence des tanins, il se développe une coloration verdâtre (tanins catéchiques) ou bleu noirâtre (tanins galliques).

✚ La réaction caractéristique



❖ Tanins condensés (catéchiqes)

Ils sont des proanthocyanidines oligomères et polymères constituées de flavan-3-ol couplés (catéchine) (proanthocyanidines oligomères ou polymères = proanthocyanidines condensées = tanins condensés) (Khanbabaee K, van Ree T).

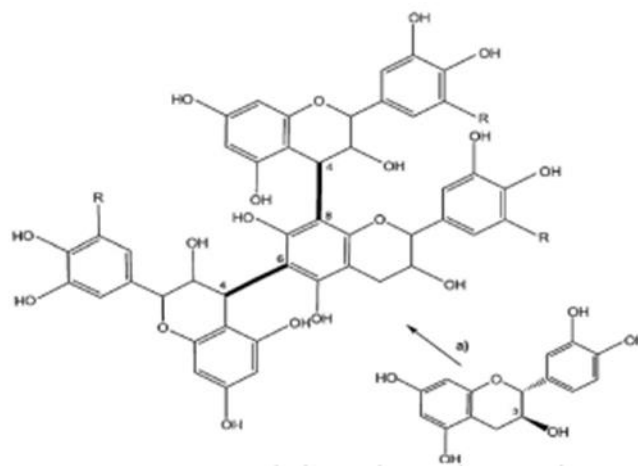


Figure 11 : Structure de base des tanins condensés.

✚ Principe

La condensation des composés polyphénoliques avec la vanilline dans un milieu acide est la base de ce test.

✚ Préparation de l'infusé

Ajouter 1 ml d'acide chlorhydrique concentré à 5 ml de l'infusé et porter à ébullition pendant 15 minutes. La formation d'un précipité rouge confirme la présence de tanins catéchiqes.

IV.2. Les flavonoïdes

✚ Définition

Les flavonoïdes, qui sont des métabolites secondaires ubiquistes des plantes, sont connues sous le nom de flavonoïdes. Les flavonoïdes sont environ 2 % du carbone organique photosynthétisé par les plantes, soit environ 109 tonnes par an.

Ce sont des éléments végétaux qui ont une teinte jaune orangé. Leur appellation provient du mot latin flavus qui signifie "jaune". Ils sont constitués d'un squelette de 15 carbones avec une structure en (C6-C3-C6). Le cycle C est formé en cyclant simultanément.

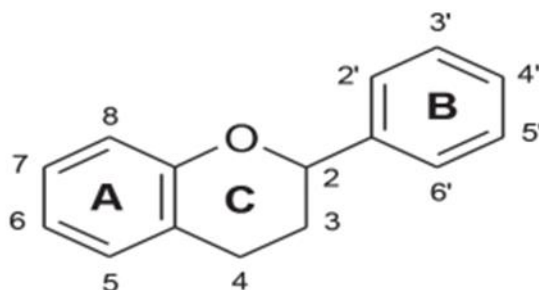


Figure 12 : Structure chimique générale des flavonoïdes (Miramont, 2021).

IV.2.1. Les anthocyanes

✚ Définition

Les anthocyanes, du grec "anthos" = fleur et "cyan" = bleu ; sont des pigments colorés responsables de la pigmentation des fleurs, des fruits et des grains, mais aussi jouent un rôle important dans la physiologie végétale comme attracteurs des insectes dans la dispersion des grains (Valls et al., 2009 ; Shipp et al., 2010). Ils possèdent une structure de base, constituée de trois cycles aromatiques, jouant le rôle du chromophore, et qui porte plusieurs fonctions hydroxyles dont l'une est glycosylée par différents oses (glucose, galactose, rhamnose, arabinose) ou hétérosides (Samouelian et al., 2009).

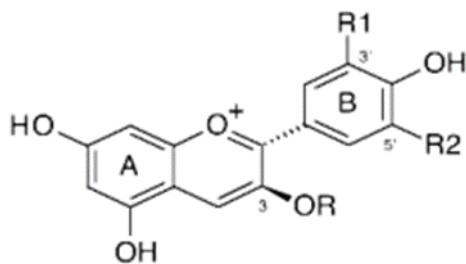


Figure 13 : Structures chimiques de quelques anthocyanidines.

✚ Principe

En présence de NH_4OH , H_2SO_4 les anthocyanes donnent une coloration

✚ Préparation de l'infusé

5ml d'infusé sont ajoutés de 5ml de H_2SO_4 concentré puis 5ml de NH_4OH , si la coloration s'accroît par acidification, puis vire au bleu violacé en milieu basique, on peut conclure la présence d'anthocyanes.

IV.3. Recherche des dérivés anthracéniques

IV.3.1. Détermination des quinones

✚ Principe

La présence d'anthraquinones libres est indiquée par la coloration plus ou moins rouge de l'extrait chloroformique (1 ml) additionné de NH_4OH dilué au demi. Les solutions de quinones présentent une coloration plus ou moins rouge en présence de NH_4OH .

✚ Préparation de l'extrait

Ajouter dix (10) millilitres de chloroforme à un gramme (1 g) de poudre de l'échantillon et laisser chauffer pendant trois minutes au bain marie. Si nécessaire, filtrez à chaud et ajoutez 10 ml de même solvant.

✚ Réaction de borntager

À 1 ml de l'extrait chloroformique obtenu, ajouter 1 ml de NH_4OH diluée puis agiter. Une coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

IV.4. Détermination des Glucosides

✚ Principe

L'acide sulfurique colore la poudre de l'échantillon en rouge violet. Deux gouttes d'acide sulfurique concentré doivent être ajoutées à une masse de poudre végétale. En présence de glucosides, la masse prend une teinte rouge brique puis en violet.

✚ La réaction caractéristique



IV.5. Détermination des saponines

✚ Définition

Le terme saponoside vient du mot latin *sapo*, qui signifie savon, ce qui fait référence au caractère moussant de leur solution aqueuse. Les saponosides sont des composés très polaires qui se trouvent souvent dans les plantes sous forme de mélanges complexes. Ils ont également un large éventail de caractéristiques biologiques et pharmacologiques.

✚ Principe

Par agitation, une mousse persistante dont la hauteur est mesurable apparaît dans les solutions de saponines.

✚ Préparation du décocté

Faites une décoction de 5 g de poudre dans 50 ml d'eau distillée dans une erlenmeyer de 250 ml. Chauffer pendant 15 minutes tout en maintenant une ébullition modérée. Filtrer après refroidissement et ajuster à 50ml.

Formation de la mousse persistante

Introduire dans un tube à essai 10 ml du décocté précédemment préparé. Agiter le tube dans le sens de la longueur pendant 15 secondes, à raison de deux agitations par seconde. Laisser reposer pendant 15 minutes. Noter la présence de mousse et mesurer la hauteur de la mousse dans le tube.

IV.6. Les éléments réducteurs

Principe

En présence du réactif de Fehling, les éléments réducteurs produisent une coloration rouge brique.

Préparation de l'infusé

Verser 5 millilitres du décocté aqueux à 10 % dans une capsule et évaporer au bain marie à sec. Ajouter un millilitre (1 ml) de réactif de Fehling au reste. La présence d'éléments réducteurs est indiquée par la formation d'un précipité rouge brique.

IV.7. Détermination du mucilage

Définition

Les mucilages sont des substances végétales composées de polysaccharides qui gonflent lorsqu'ils sont en contact avec l'eau et prennent une consistance visqueuse, parfois collante, similaire à la gélatine. Le terme peut également être utilisé pour décrire une préparation complexe composée de mucilage ou d'un liquide visqueux créé en dissolvant une gomme végétale dans de l'eau.

Principe

En présence de l'alcool absolu, l'apparition de flocons prouve la présence des mucilages.

Extraction

Introduire 1 ml du décocté à 10 % dans un tube à essai et ajouter 5 ml d'éthanol absolu. Après une dizaine de minutes, l'obtention d'un précipité floconneux par mélange, indique la présence de mucilages.

V. Contrôle de qualité de la matière première**V.1. Contrôle des composants de la pâte de dentifrice (pharmacopée européenne)**

Les différents contrôles de qualité des ingrédients qui constituent la matière première de la pâte de dentifrice sont les suivants : le synonyme et la formule brute, l'apparence, la solubilité et le pH.

V.1.1. Carbonate de calcium

Les différents contrôles effectués sur le carbonate de calcium sont présentés dans le tableau 05:

Tableau 05 : Contrôles de qualité du carbonate de calcium

Test	Spécificité	Résultats
Synonymes	L'autre appellation	Conforme / pas conforme
La Formule brute	Symboles atomiques	Conforme / pas conforme
Apparence	La couleur, texture, odeur, etc.	Conforme / pas conforme
Solubilité	Soluble ou non dans les solvants.	Conforme / pas conforme
pH	Son pH	Conforme / pas conforme

V.1 .2. Glycérol ou glycérine

Les différents contrôles effectués sur glycérol ou glycérine sont présentés dans le tableau 06 :

Tableau 06 : Contrôles de qualité du glycérol

Test	Spécificité	Résultats
Synonymes	L'autre appellation	Conforme / pas conforme
La Formule brute	Symboles atomiques	Conforme / pas conforme
Apparence	La couleur, texture, odeur, etc.	Conforme / pas conforme
Solubilité	Soluble ou non dans les solvants	Conforme / pas conforme
pH	Son pH	Conforme / pas conforme
T° fusion	La T° à laquelle les états Liquide et solide de cette substance peuvent coexister à l'équilibre.	Conforme / pas conforme

V.1.3. Cactus

Les différents contrôles effectués sur le cactus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 07 : Contrôles de qualité du cactus

Test	Spécificité	Résultats
Synonymes	L'autre appellation	Conforme / pas conforme
Apparence	La couleur, texture, l'odeur, etc.	Conforme / pas conforme
Solubilité	Soluble ou non dans les solvants	Conforme / pas conforme

V.1.4. Conservateur

Les différents contrôles effectués sur le conservateur sont présentés dans le tableau 08:

Tableau 08 : Contrôles de qualité du conservateur

Test	Spécificité	Résultats
Synonymes	Symboles atomiques	Conforme / pas conforme
Apparence	La couleur, texture, odeur, etc.	Conforme / pas conforme
Solubilité	Soluble ou non dans les solvants	Conforme / pas conforme
Point de fusion	La T° à laquelle les états Liquide et solide de cette substance peuvent coexister à l'équilibre.	Conforme / pas conforme

V.1.5. Liant

Les différents contrôles effectués sur glycérol ou glycérine sont présentés dans le tableau 09 suivant :

Tableau 09 : Contrôles de qualité du liant

Test	Spécificité	Résultats
Synonymes	L'autre appellation	Conforme / pas conforme
Formule brute	Symboles atomiques	Conforme / pas conforme
Apparence	La couleur, la texture l'odeur...ect	Conforme / pas conforme
Solubilité	Soluble ou non dans les solvants	Conforme / pas conforme
T° de fusion	La T° à laquelle les états Liquide et solide de cette substance peuvent coexister à l'équilibre.	Conforme / pas conforme

VI. Formulation de la pâte de dentifrice

VI.1. Compositions de la pâte

- Eau.
- Carbonate de calcium.
- Glycérol ou glycérine.
- Agent thérapeutique.
- Agent moussant.
- Conservateur.
- Liant.
- Colorant.
- Huile essentielle.

Mode opératoire

- Chauffer le mortier dans une étuve à 45°C pendant 30 min.
- Stériliser la verrerie, la paillasse et tout le matériel utilisé avec de l'éthanol diluée à 70 % (préparé précédemment).
- Avec un pilon, pulvériser en poudre fine l'ensemble de carbonate de calcium ; agent thérapeutique, agent moussant, conservateur, colorant et liant qui sont ajoutés un par un pour avoir un mélange homogène.
- Ajouter les ingrédients liquides (Eau ; Glycérol ou glycérine) et mélanger bien jusqu'à l'obtention d'une pâte.
- Conserver la pâte dans une boîte fermée et propre.



Figure 14 : Photo représente le mélange homogène des ingrédients solides (poudres)



Figure 15 : Photos représentent la préparation de la pâte de dentifrice

VI.2. Contrôle de qualité de la pâte de dentifrice

VI.2.1. Evaluation physico-chimique de la pâte de dentifrice (Shaik Shaheena et al.)

Le contrôle de qualité de la pâte de dentifrice est effectué par la détermination de sa consistance, son pH, son abrasivité, son pouvoir moussant, sa capacité d'étalement, sa capacité de nettoyage et sa stabilité. Ces contrôles ont été comparés aux normes exigées par la pharmacopée européenne. Les résultats obtenus sont donnés

A / Détermination de pH

La mesure de la valeur du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre, en introduisant l'électrode dans une solution préparée par mélange de la pâte de dentifrice avec de l'eau distillée à raison de 2% (p/v).



Figure 16 : Photo représente le test de détermination du pH

B / Détermination de l'abrasivité

- Une noisette de dentifrice de la taille d'un petit poids a été placée sur une lame plastique propre, sur laquelle nous avons ajouté quelques gouttes d'eau distillée.
- L'échantillon de dentifrice a, ensuite, été frotté dans un mouvement de vas et vient pendant 25 fois sur une distance de 1 cm à l'aide d'un Cotton tige frais.
- La lame a été soigneusement rincée et séchée avec de papier de soie et examinée à l'aide d'un microscope pour déterminée le nombre de rayures.

- Le degré de rayures a été évalué de 0 (pas de rayures) à 5 (degré élevée de rayures).

C / Détermination de l'activité moussante

- 1 g de dentifrice a été mélangé à de l'eau distillée (15 ml) dans une éprouvette graduée.
- Agité vigoureusement pendant 1min ;
- Msurer la hauteur de la mousse au-dessus du niveau d'eau

La capacité de moussage du dentifrice a été déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Capacité de moussage (\%)} = \frac{\text{la hauteur de la mousse au dessus de l'eau}}{2 \text{ la hauteur totale}} (\text{Cm}) * 100$$

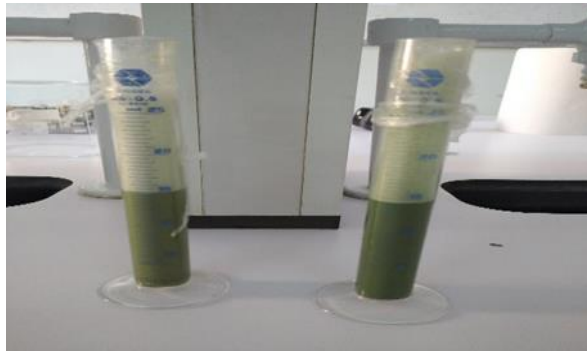


Figure 17 : Photo représente le test de l'activité moussante

D / Test d'étalement

- 1 g de dentifrice a été déposé au centre d'une lame de verre et recouverte d'une autre lame de verre.
- Un poids connu (1 kg) a été placé avec précaution sur ces lames pendant 10 min pour permettre à la pâte de s'étaler puis le diamètre de la pâte a été mesuré.

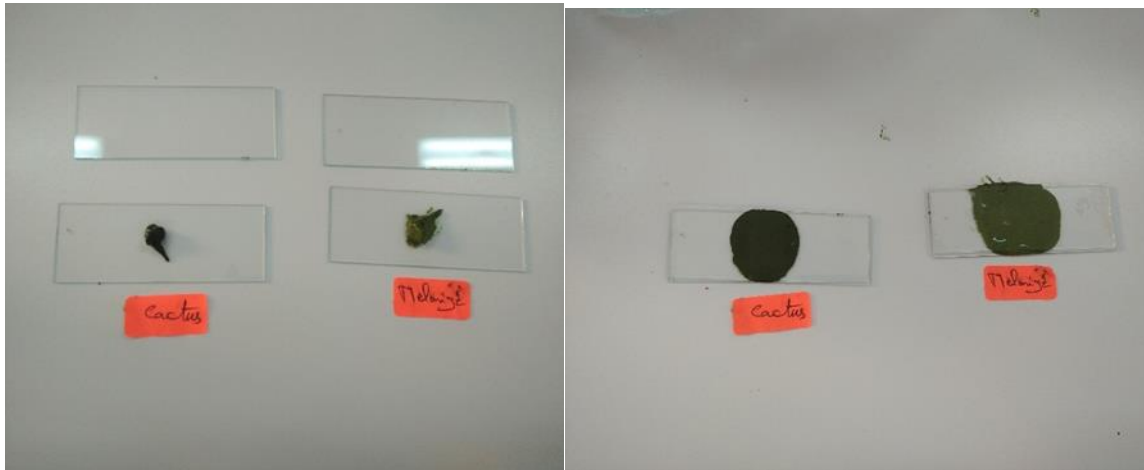


Figure 18 : Photos représentent le test d'étalement

E / Test de capacité de nettoyage

La composition de la coquille d'œuf est similaire à celle de l'émail des dents, le calcium étant le composé principal. Pour cette raison, des œufs durs ont été utilisés pour tester la capacité de nettoyage des pâtes dentaires formulées.

Mode opératoire

- Faire bouillir de l'eau avec du vinaigre et quelques gouttes de colorant rouge alimentaire ;
- Après refroidissement de l'eau colorée, les œufs durs sont immergés et colorés pendant 5 min à 25°C ;
- Les œufs ont été retirés de la solution de colorant alimentaire et placés sur une serviette en papier pour éliminer l'eau excédentaire, ensuite la coquille de l'œuf a été lavée à l'aide d'une brosse à dents contenant une quantité connue de dentifrice.
- Selon le nombre de coups donnés par la brosse à dent (05 à 10 coups) pour enlever la couleur de la coquille, on peut estimer la capacité de nettoyage du dentifrice.
- Le même type de pression et de mouvement a été utilisé dans la procédure de brossage pour les trois pâtes de dentifrice formulées.
- La capacité de nettoyage des trois formulations de dentifrice a été observée et les résultats ont été interprétés comme étant :

« + + + » : c'est-à-dire une capacité de nettoyage très élevée.

« + + » : c'est-à-dire une capacité de nettoyage élevée.

« + » : c'est-à-dire une capacité de nettoyage modérée.

« - » c'est-à-dire une capacité de nettoyage mauvaise.



Figure 19 : Photos représentent le test de capacité de nettoyage

F / Test de stabilité

La pâte obtenue ne doit pas s'agréger, fermenter ou se détériorer physiquement dans les conditions normales de stockage et d'utilisation.

Lorsque la $T^{\circ} = 45 \pm 2^{\circ}\text{C} / 28\text{j}$, la pâte ne doit pas subir de séparation de phase, se gazéifier, se fermenter ou subir toutes autres détériorations esthétiques.



Figure 20 : Photos représentent les trois pâtes de dentifrice après le test de stabilité

VII. Analyses microbiologiques

L'utilisation du dentifrice nécessite le contrôle de sa qualité microbiologique. Ce test a été réalisé au laboratoire de génie des procédés de la faculté des sciences et des sciences appliquées. Nous avons effectué la recherche des germes suivants : *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Neisseria* et *Moraxella* et la flore mésophile aérobie revivifiable.

❖ Les milieux utilisés**Tableau 10 : les gélosés et leurs utilisations**

Le gélose	L'utilisation
Chapman	La recherche de <i>Staphylococcus</i>
Hektoen	La recherche de <i>Salmonella</i>
Muller-Hinton	La recherche de <i>Neisseria</i> et <i>Moraxella</i>
Gélose Nutritive	La recherche de FMAR (flore mésophile aérobie revivifiable)

❖ Mode opératoire

- Liquéfié le milieu de culture au bain-marie à 95°C, puis verser simultanément le milieu dans les boîtes de Pétri à raison de 20 ml par boîte.
- Laissez-le se solidifier
- Préparer une suspension de l'échantillon à analyser en mélangeant une certaine quantité de dentifrice avec 1 ml d'eau physiologique stérile.
- Prélever une certaine quantité de suspension de dentifrice avec un écouvillon et l'ensemencer à la surface d'une boîte de Pétri.
- Étalez la boîte de Pétri sur la paillasse pendant 1 heure.
- Placer les boîtes de Pétri préparées dans l'incubateur et incubé pendant 24 heures à la température optimale (37 ± 0 C) pour la croissance des bactéries à étudier.

VIII. Etude de l'activité antimicrobienne

VIII.1. Microorganismes étudiés

Les bactéries étudiées dans ce travail sont les souches de référence *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923, afin de vérifier la capacité des trois pâtes de dentifrice à inhiber leur croissance.

Des souches cliniques de *Streptococcus salivarius*, *Entérobactérie* ont été isolées à partir d'un patient atteint d'une carie dentaire, puis identifiées par galerie biochimique et conservées. Ces souches ont été cultivées et isolées sur gélose Columbia ANC additionnée de 5% de sang de mouton. La croissance est effectuée à 37°C en anaérobiose pendant 5 jours (**Chardin et al., 2006**).

VIII.2. Méthode de disque

Le test de l'activité antibactérienne a été évalué par la méthode de diffusion sur gélose Mueller-Hinton pour les bactéries *E. coli* et *S. aureus*, et sur gélose Columbia au sang pour les souches *S. salivatus* et *Entérobactérie*. (**Chardin et al., 2006 ; Falleh et al., 2008**). Le principe est la détermination de la sensibilité ou la résistance des souches microbiennes testées *vis-à-vis* des pâtes de dentifrice préparées.

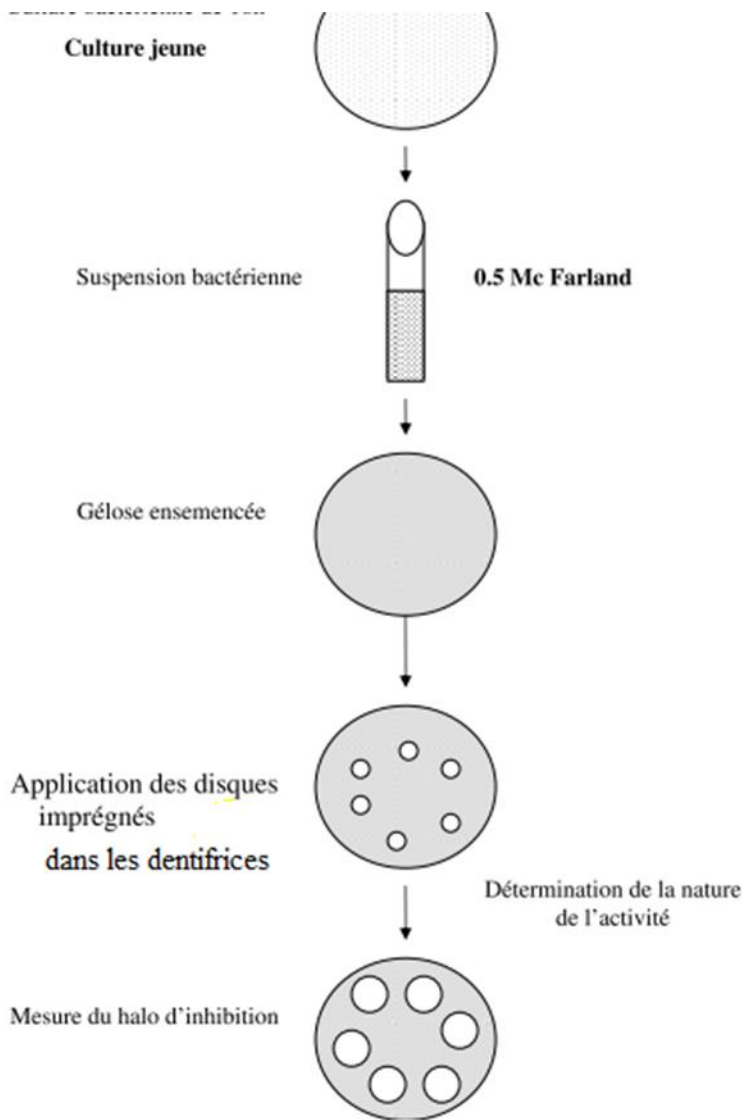


Figure 21 : Technique de diffusion par disque

VIII.3. Repiquage des souches

- Liquéfier la gélose par ébullition, puis, placer les flacons dans un bain marie à une température de 45 °C jusqu'au moment de l'emploi.
- Réaliser un prélèvement de quelques colonies à partir des milieux de conservation.
- Procéder à l'ensemencement des boites par une pipette pasteur inclinée.
- Incuber les boites ensemencées à 37 °C pendant 24 h pour les bactéries *E. coli* et *S. aureus* et 5 jours pour *S. salivarius* et *Entérobactérie* dans l'incubateur.

VIII.4. Préparation de l'inoculum

- À partir d'une culture pure de 18 à 24 h ou culture jeune sur milieu d'isolement approprié, racler à l'aide d'une pipette pasteur inclinée (ou bien anse de platine flambée et refroidie) quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- Bien décharger la pipette pasteur dans 2 ml d'eau physiologique stérile.
- Bien homogénéiser la suspension bactérienne à l'aide d'une tige ou bien une autre pipette pasteur stérilisée, son opacité doit être équivalente à 0.5 Mc Farland ou à une DO de 0.08 à 0.10 lue à 600 nm.

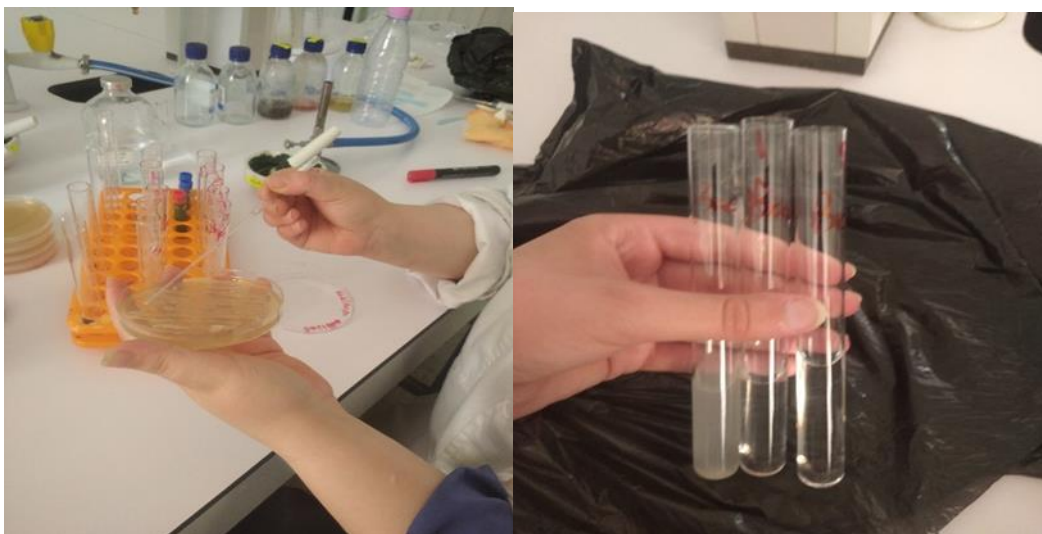


Figure 22 : Photos représentent les étapes de préparation de l'inoculum

VIII.5. Antibiogramme

On utilise l'inoculum fraîchement préparé. Il consiste à tremper un écouvillon dans la suspension puis l'ensemencer, après l'avoir essoré à l'intérieur du tube, à trois reprises sur la totalité de la surface gélosée de façon à former des stries serrées, en tournant la boîte à environ 60° après chaque application pour obtenir une distribution égale de l'inoculum. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

Ensuite, des disques de papier Whatman de 6 à 9 mm de diamètre stériles sont imbibés de la solution préparée par mélange d'une quantité de dentifrice avec de l'eau distillée. Après, ces disques sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur la surface du milieu Mueller- Hinton et Columbia au sang. Les cultures sont pré incubées 30 minutes sur paillasse à température ambiante puis incubé à 37°C pendant 24h et 5 jours.

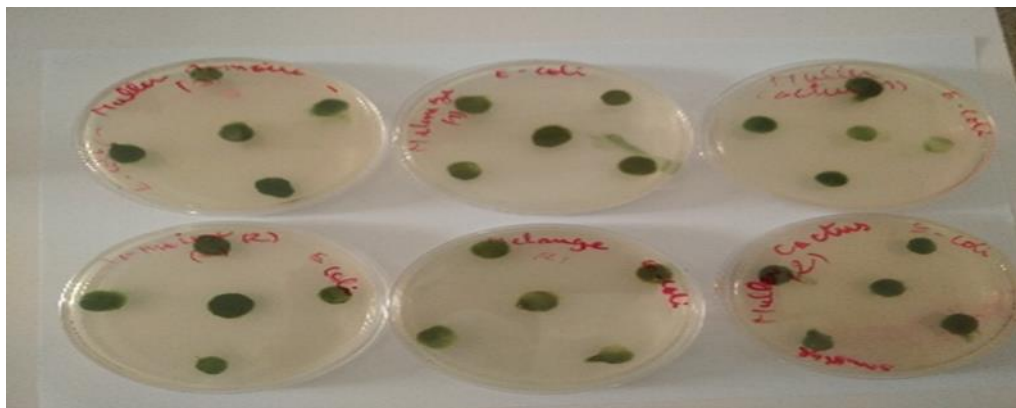
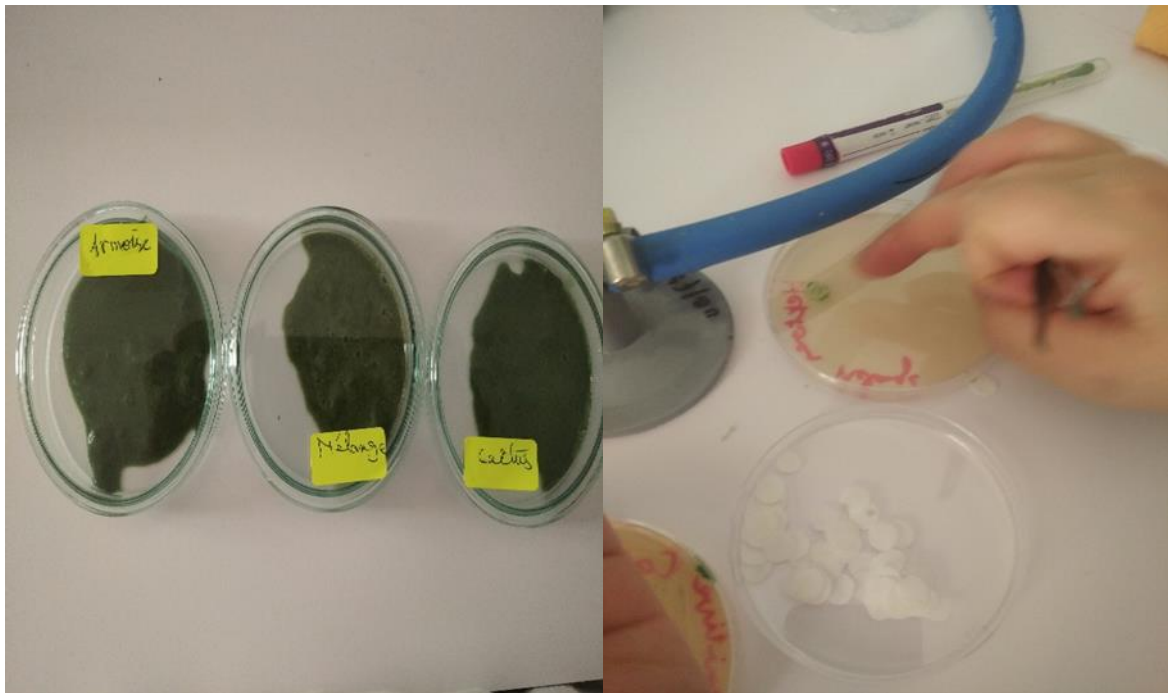


Figure 23 : Photos représentent les étapes de l'antibiogramme

VIII.6. Lecture des résultats

A la sortie de l'étuve les résultats correspondants aux diamètres des zones d'inhibition produites autour des disques sont exprimés en millimètre mesuré à l'aide d'un pied coulisse.

Chapitre IV

Résultats et discussions

I. Résultats de l'étude des matières végétales

I.1. Analyses physicochimiques des matières végétales

I.1.1. Aspect des raquettes (cladodes)

Les analyses physiques de la raquette d'*Opuntia ficus - indica* regroupe l'ensemble d'informations suivantes : sa forme, sa couleur, sa longueur et son diamètre. Ces caractéristiques nous a informé sur le stade de développement de cette plante. Le tableau suivant résume l'ensemble des résultats de ces caractéristiques :

Tableau 11 : Aspect des raquettes (cladodes) d'*O. ficus- indica* (figue de barbarie)

Epines	Forme	Couleur	Longueur (Cm)	Diamètre (Cm)
Une très petite quantité des épines fines blanches	Ovoïde ; larges et Gras	Vert- vert grasse Ou bien vert-mat	25 – 30 cm	13 – 15 cm

Discussion

D'après les résultats de tableau 11, on remarque que les raquettes de figue de barbarie ont une couleur vert-vert grasse ou bien vert-mat avec des épines blanches et une forme ovoïde large et grasse. La longueur est entre 25 - 30 cm et le diamètre est de 13 - 15 cm. Selon ces dimensions, les cladodes sont âgés de moins d'un an. A ce stade de croissance, les cladodes présentent un grand intérêt nutritionnel, équilibre minéral, richesse en polyphénols et fibres.

I.1.2. Analyses chimiques de la poudre des raquettes d'*O. ficus- indica*

La caractérisation chimique des cladodes d'*O. ficus-indica* désigne la détermination de leur pH, leur solubilité, leur matière sèche, leur taux d'humidité, leur indice de gonflement, leur teneur en cendres, leurs cendres chlorhydriques et leurs cendres sulfuriques.




1.1.2.1. Détermination du pH (Le potentiel d'hydrogène)

Le pH de jus des raquettes de figue de barbarie a donné une valeur légèrement acide égale à 4.39.

1.1.2.2. Solubilité

Les résultats du test de solubilité du gel préparé à partir des raquettes d'*O. ficus-indica* sont mentionnés dans le tableau 12.

Tableau 12: Résultats du test de solubilité du gel d'*O. ficus-indica*

Solubilité	Acétone	Ethanol	Eau
Photo de l'expérience			
Gel des raquettes	Très soluble	Peu soluble	Insoluble

Discussion

D'après le tableau qui représente les résultats du test de solubilité de gel de figue de barbarie, on remarque que le gel est soluble dans l'acétone, peu soluble dans l'éthanol et non soluble dans l'eau.

1.1.2.3. Perte à la dessiccation

La perte à la dessiccation est la détermination de la perte de poids par dessiccation à l'étuve. Le tableau 13, illustre les résultats obtenus:

Tableau 13 : Les valeurs De La perte à La dessiccation d'*O. ficus-indica*

Le poids en (g)	P ₀ (g)	P ₁ (g)	P ₂ (g)	P _D (%)
Les valeurs	50.05	60.05	51.63	14.03%

Discussion

Les résultats obtenus montrent que les raquettes de figue de barbarie perdent presque **14.03%** de son poids massique lors de la dessiccation. Donc on peut conclure que la plante contient un taux très élevé en eau.

1.1.2.4. Détermination de la teneur en eau et de la matière sèche

L'appréciation de la teneur en eau des raquettes de figue de barbarie par rapport à sa matière sèche repose sur la détermination du taux d'humidité contenant dans l'échantillon à analyser. Les résultats de cette analyse sont représentés dans le tableau 14:

Tableau 14 : La teneur en eau des raquettes de figue de barbarie

Temps	P ₀	P _E	0 (min)	30 (min)	1 (h)	2(h)	2 :15(h)	2 :30(h)	3(h)
P(g)	158,237	2,007	160,244	160,183	159,754	158,012	158,408	158,347	158,347
H (%)	/			3,039	24,41	61,38	91,48	93,37	93,37

A partir de la teneur en humidité, on peut déterminer Le taux de matière sèche qui est détaillé dans le tableau 15:

Tableau 15: le taux de matière sèche des raquettes de figue de barbarie

Temps	P ₀	P _E	P _{1 a 0} (min)	30 (min)	1 (h)	2(h)	2 ,15(h)	2 ,30(h)	3(h)
P(g)	158,237	2,007	160,244	160,183	159,754	159,012	158,408	158,347	158,347
H (%)	/			3,039	24,41	61,38	91,48	93,37	93,37
MS	/			96,961	75,41	38,62	8,52	6,63	6,63

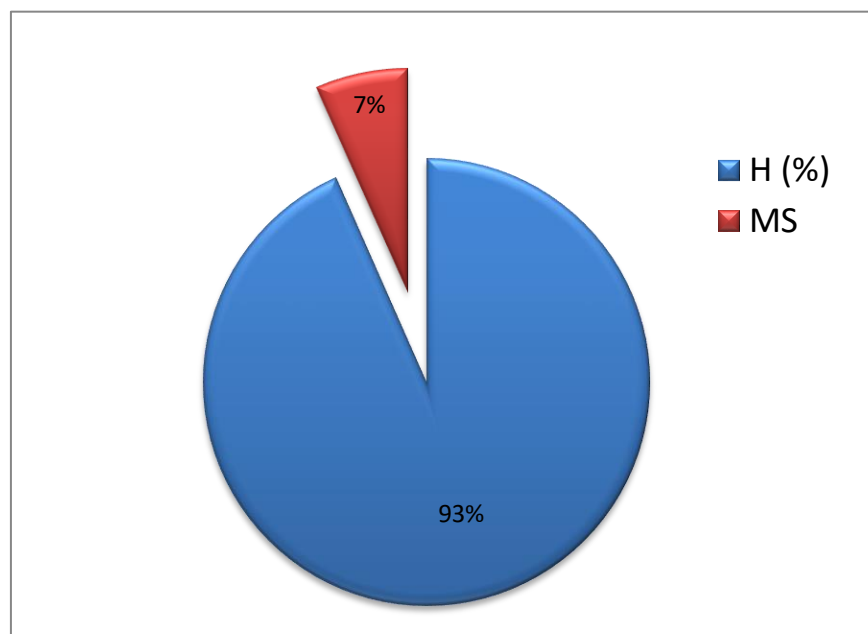


Figure 24: Pourcentage de la teneur en eau et de la matière sèche dans les raquettes de figue de barbarie

Discussion

L'évaluation du pourcentage de la teneur en eau dans les raquettes de figue de barbarie en fonction du temps, montre une augmentation de sa teneur jusqu'à l'obtention d'une valeur fixe égale à 93,37% dans une période de 3h sous une température de 105°C.

La teneur en eau des cladodes d'*O. ficus-indica* est de 93,37 %, quant à la matière sèche, elle présente un faible taux de 6,63%. D'après les résultats cités ci-dessus. Ces valeurs sont conformes avec la valeur d'humidité donnée par **Murillo-Amador et al** en 2002 qui est de 88 à 95%.

1.1.2.5. Détermination de la teneur en cendres

a- Cendres totales

La teneur en cendres totales est la quantité de substance résiduelle non volatile obtenue après la calcination totale d'échantillon. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau 16:

Tableau 16 : la teneur en cendres totales de la plante *O. ficus-indica*

Le poids	P ₀	P ₁	E	CT (%)	Normes
La valeur (g)	37,926	38.5098	1,0006	58,344	< 6%

Tableau17 : La teneur en cendres totales de la plante *Artemisia herba-alba*

Le poids	P ₀	P ₁	E	CT (%)	Normes
La valeur (g)	40,331	40.712	1,0004	42,71	< 6%

b- Cendres sulfuriques (%)

Ce sont des substances résiduelles non volatilisées recueillies lorsque l'échantillon est calciné avec de l'acide sulfurique concentré. Cette analyse détermine la quantité de substances inorganiques contenues dans l'échantillon. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau18: La teneur en cendres sulfuriques d'*O. ficus-indica*

Le poids	P ₀	P ₁	T	S	%	Normes
La valeur (%)	40,439	1,0011	40,553	0,114	11,4	< 6%

Tableau19: La teneur en cendres sulfuriques d'*Artemisia herba-alba*

Le poids	P ₀	P ₁	T	S	%	Normes
La valeur (%)	39,461	1,004	38.509	0,952	94,82%	< 6%

Discussion

La recherche des cendres sulfuriques a pour but de déterminer la qualité totale des minéraux étrangers présents dans les composés organiques. Les résultats montrent un pourcentage élevé de cendres sulfuriques dans les raquettes du cactus et la plante d'armoise. Ceci est dû à une contamination des plantes, par la poussière et le sable, qui nécessite un bon lavage de la matière végétale avant utilisation.

1.1.2. 6. Indice de gonflement

Ce paramètre nous permet de déceler la présence des polysaccharides (mucilages, gommés) dans l'échantillon végétale. En effet, les plantes à mucilages possèdent un indice de gonflement supérieur ou égal à 10. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau20 : Indice de gonflement de la plante *O. ficus-indica*

Essais	01	02	IG
Poids (g)	1,000	3.7029	2.35

Tableau 21 : Indice de gonflement de la plante *Artemisia herba-alba*

Essais	01	02	IG
Poids (g)	1,006	2,465	1.735

Discussion

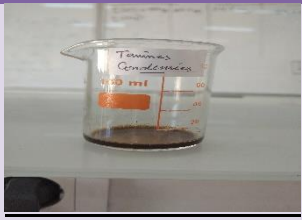
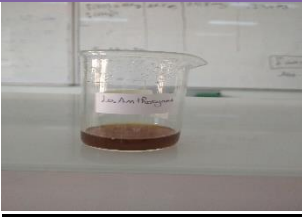

L'indice de gonflement de la plante *O. ficus-indica* donne une valeur de 2,35 et une valeur de 1,73 pour la plante *Artemisia herba-alba*. Les deux valeurs sont très inférieures à 10, ce qui montre la présence d'une faible quantité de mucilages dans les raquettes de figue de barbarie et les feuilles d'*Artemisia herba-alba*.

I.2. Examen phytochimique des raquettes de figue de barbarie

Les tests phytochimiques des raquettes de cactus permettent de détecter la présence de différentes substances dans les plantes étudiées. Ces composants sont : les tanins condensés (catéchiques), les anthocyanes flavonoïdes, les cyanhydriques, les quinones, les hétérosides cardiotoniques, les éléments réducteurs et les mucilages.

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 22 :

Tableau 22: Résultats des tests phytochimiques des raquettes du figuier de barbarie

Groupe	Résultats	Images
Tanins condensée (catéchiques).	- négatif Pas de formation d'un précipité rouge d'ou L'absencedes tanins condensés (catéchiques)	
Les flavonoïdes Anthocyane	+positif coloration bleu violacé	
Quinones (deriver Anthracéniques libre)	- négatif Absence d'une coloration plus ou moins rouge	

Les Glucosides	- négatif Coloration violette et Absence d'une coloration rouge brique.	
Les saponines	+ Positif Présence d'une mousse persistante	
Les éléments réducteurs	- négatif Absence d'un précipité rouge brique	
Le mucilage	+ Positif Présence des mucilages par l'obtention d'un précipité floconneux par mélange	

Discussion

Les résultats des tests phytochimiques résumés dans le tableau ci-dessus a pour but la détection des différentes familles de composés existants dans les raquettes frais ou dans la poudre obtenue après séchage et broyage de figue de barbarie. Ces tests s'effectuent par des réactions de coloration ou de précipitation en utilisant des réactifs spécifiques à chaque composé.

D'après les résultats obtenus, la poudre des raquettes de la figue de barbarie riche en composés chimiques tels que: Les flavonoïdes, les saponines et les anthocyanes.

L'identification effectuée sur la poudre des raquettes de la figue de barbarie montre des résultats négatifs pour quelques composés chimiques tels que: les tanins condensés (Catéchiqes), les quinones (dérivés anthracéniques libres), les éléments réducteurs et les glucosides.

En effet, des chercheurs ont montré que le cactus est riche en composés nutritionnels tels que l'acide ascorbique, les saponines, les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins composés, la vitamine C, les polypeptides, les acides gras, le glutathion et les huiles essentielles. Cette composition confère à cette plante des propriétés curative et thérapeutiques importantes telles que: des propriétés anti-inflammatoire, hypoglycémiant, cicatrisant, antioxydant, anticancéreuse, neuroprotectrice, hépatoprotective, antiproliférative, analgésique, antivirale et antimicrobienne, etc.

II. Contrôle de qualité de la matière première

II.1. Contrôle des composants de la pâte de dentifrice :(pharmacopée européenne)

Les diverses analyses de contrôle de qualité de la matière première de la pâte de dentifrice sont basées sur la détermination de sa formule brute, de son apparence, sa solubilité et son pH. Les résultats obtenus sont répertoriés dans les tableaux ci-dessous.

II.1.1. Carbonate de calcium

Tableau 23 : Contrôle de qualité du carbonate de calcium

Test	Spécificité
Synonymes	Carbonate de chaux, précipité
La formule brute	CaCO ₃
Apparence	- poudre blanche inodore - Inodore - sans goût
Solubilité	Dans l'eau : 14mg*L ⁻¹ à 20 °C

II.1.2. Glycérol ou glycérine

Tableau 24 : Contrôle de qualité du Glycérine

Test	Spécificité
Synonymes	<i>Glycérine</i>
La formule brute	<i>C₃H₈O₃</i>
Apparence	<i>Liquide sirupeux, clair et transparent</i>
Solubilité	<i>Dans l'eau et l'alcool</i>

II.1.3. Cactus

Tableau25: Contrôle de qualité de cactus

Test	Spécificité
Synonyme	<i>Opuntia ficus-indica</i>
Apparence	Une poudre verte
Solubilité	Soluble dans l'eau
pH	4,39

II.1.4. armoise

Tableau 26 : Contrôle de qualité d'armoise

Test	Spécificité
Synonyme	<i>Artemisia herba alba</i>
Apparence	Une poudre verte
Solubilité	Soluble dans l'eau
pH	5,74



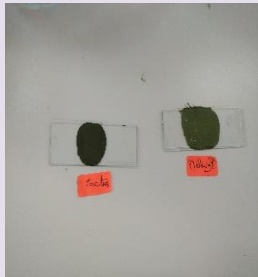


Discussion

D'après les contrôles de qualité effectués sur les composants de la pâte de dentifrice, nous remarquons que les résultats sont conformes aux normes exigées par la pharmacopée européenne.

III. Contrôle de qualité de la pâte de dentifrice

Le contrôle de qualité de la pâte de dentifrice est effectué par la détermination de sa consistance, son pH, son abrasivité, son pouvoir moussant, sa capacité d'étalement, sa capacité de nettoyage et sa stabilité. Ces contrôles ont été comparés aux normes exigées par la pharmacopée européenne. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 27 suivant :

Tableau 27: Contrôle de qualité de la pâte de dentifrice

Test	Image	La pâte1 (cactus)	La pâte 2 (armoise)	La pâte 3 (Mélange cactus + armoise)	Résultats
pH		7	7.55	7.64	Conforme
Abrasivité		0 (pas de rayures)	1 (une seule rayure)	1 (une seule rayure)	Conforme
L'activité moussant		Am = 76.47 %	Am = 50.4%	Am = 50%	Conforme
Capacité d'étalements		R= 3 cm	R= 3cm	R= 4cm	Conforme
Capacité de nettoyage		+++ Une capacité de nettoyage très élevée	+++ Une capacité de nettoyage très élevée	+++ Une capacité de nettoyage très élevée	Conforme
La stabilité		Stable 28 jours	Stable 28 jours	Stable 28 jours	Conforme

Discussion

Le tableau précédent montre que tous les résultats obtenus pour les trois pâtes de dentifrice naturelles sont conformes aux normes exigées par AFNOR et les normes ISO.

Les pâtes sont stables pendant 28 jours, et ont une capacité de nettoyage élevée, avec une activité de moussage moyenne pour la pâte à base d'armoise et la pâte qui contient le mélange (cactus et armoise). Par contre, nous remarquons une activité moussante élevée pour la pâte à base du cactus.

Concernant le pH, nous constatons que la pâte à base du cactus a un pH neutre (7) et les deux autres pâtes, leurs valeurs de pH sont un peu élevées (7,55) pour la pâte à base d'armoise et (7,67) pour la pâte du mélange. Ces valeurs expliquent l'absence de l'abrasivité de la première pâte et la faible abrasivité des deux dernières pâtes.

IV. Analyses microbiologiques

Dans ce travail, la qualité microbiologique des différentes pâtes préparées est basée sur la recherche des germes de *Staphylocoques*, des *salmonelles*, de *Neisseria* et *Moraxella* et en fin de la flore mésophile aérobie revivifiable.

Les résultats de ces analyses microbiologiques sont présentés dans le tableau 28 :

Tableau 28: Les Analyses microbiologiques des trois pâtes de dentifrice préparées

	<i>Neisseria et Moraxella</i>	<i>Staphylocoques</i>	<i>Salmonelles</i>	FMAR	Résultats
La pâte1 (cactus)					Conforme

<p>La pâte 2 (armoise)</p>					<p>Conforme</p>
<p>La pâte 3 (Mélange cactus + armoise)</p>					<p>Conforme</p>
	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>+</p>	

(+) Présence de germe

(-) Absence de germe

Discussion



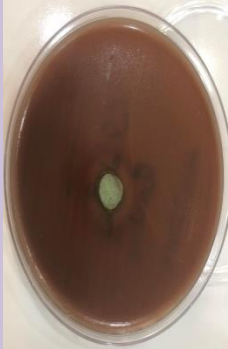

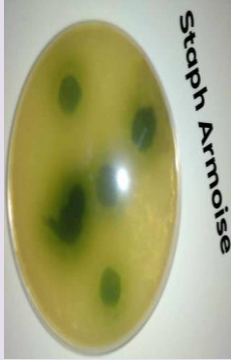




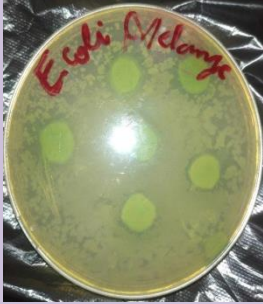
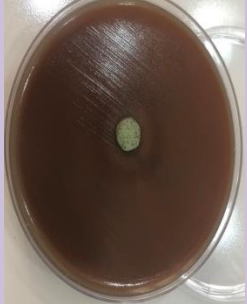
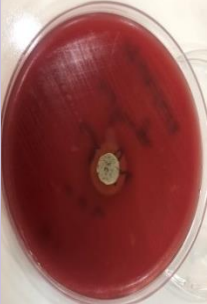
Les résultats obtenus illustrés dans le tableau ci-dessus montrent une absence totale des germes pathogènes *Neisseria et Moraxella*, *Staphylocoques et les Salmonelles* dans les différentes pâtes de dentifrice. Nous constatons, aussi, la présence de la flore mésophile aérobie revivifiable (FMAR) à un nombre de colonies faible dans la pâte de dentifrices du mélange.

D'après les normes AFNOR et les normes ISO la qualité microbienne des trois pâtes préparées sont conformes aux normes.

V. L'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne a été évaluée par la méthode des disques, sur deux souches de référence *Escherichia Coli* ATCC 25922, *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923 et deux autres souches cliniques: *Entérobactérie*, *Streptococcus Salivarius*. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant:

Tableau 29: Résultats de l'activité antimicrobienne des trois pâtes de dentifrices

	<i>Staphylocoques</i>	<i>E-coli</i>	<i>Entérobactérie</i>	<i>S. Salivarius</i>
La pâte 1 (cactus)				
La pâte 2 (armoise)				
La pâte 3 (Mélange cactus + armoise)				
	+	+	+	+

(+) Présence d'une zone d'inhibition

Discussion

Nos résultats de l'antibiogramme par diffusion sur gélose Mueller Hinton et sur gélose Columbia au sang illustrent l'apparition des zones d'inhibition autour des disques imbibés de solutions des trois pâtes de dentifrice.

Les valeurs des diamètres des zones d'inhibition obtenues sont données dans le tableau 30.

Tableau 30: Résultats de la valeur du diamètre des zones d'inhibition obtenues

	<i>Staphylocoques</i>	<i>E-coli</i>	<i>Entérobactérie</i>	<i>S. Salivarius</i>
La pâte1 (cactus)	15,5mm	15,5mm	20mm	26mm
La pâte 2 (armoise)	14,5mm	14mm	19mm	23mm
La pâte 3 (Mélange cactus + armoise)	14,5mm	13mm	19mm	17mm

Discussion

D'après le tableau 29, nous constatons que toutes les pâtes ont donné des zones d'inhibition. Ce qui signifie qu'elles sont dotées d'un pouvoir antimicrobien. En effet, la pâte de dentifrice à base du cactus donne les valeurs du diamètre de la zone d'inhibition les plus élevées. Elles sont de 15,5mm pour les souches *E.coli* et *S.aureus*, 20 mm pour les *Entérobactéries* et 26 mm pour *S. salivarius*. Quant à la pâte à base d'armoise, les valeurs sont : 14,5 mm, 14 mm, 19 mm et 23 mm pour *S. aureus*, *E. coli*, *Entérobactérie* et *S. salivarius*, respectivement.

La pâte à base du mélange a donnée des valeurs plus inférieures qui sont : 14,5 mm pour la souche *S. aureus*, 13mm pour *E.coli*, 19mm pour les *Entérobactéries* et 17mm pour *S. salivarius*.

Ces résultats montrent que toutes les souches étudiées sont sensibles aux trois pâtes préparées. Nous remarquons, aussi, que la pâte à base du cactus est la plus efficace, ensuite, la pâte à base de l'armoise qui est en deuxième position.

Les résultats obtenus pour la pâte du mélange nous permettent de conclure que le mélange des deux plantes dans la pâte de dentifrice est moins efficace par rapport à l'utilisation des deux plantes séparément. Ceci pourrait être expliqué par un effet antagoniste entre les plantes.

Conclusion

Conclusion

L'utilisation principale des dentifrices est la prévention contre les pathologies buccales comme la carie dentaire et les maladies parodontales. De plus, il existe d'autres utilisations cosmétiques.

Aujourd'hui, la majorité des travaux de recherche se focalisent sur les molécules bios et naturelles non toxiques pour l'environnement. Aussi, ce sont des substances disponibles, non coûteuses avec une efficacité thérapeutique importante, telles que les molécules bioactives extraites à partir des plantes médicinales.

Cette étude s'effectue pour vérifier l'effet antimicrobien de trois pâtes de dentifrice naturelles préparées à partir des plantes médicinales : *Opuntia ficus indica* et *Artemisia herba-alba*.

La qualité des différentes pâtes de dentifrices est vérifiée par des contrôles de la matière première jusqu'aux produits finis suivants des méthodes et des réglementations internationales.

Les résultats montrent que les matières utilisées sont conformes aux exigences imposées par les normes AFNOR et ISO.

De plus, la qualité microbiologique des différentes pâtes préparées basée sur la recherche des germes de *Staphylocoques*, des *salmonelles*, de *Neisseria*, *Moraxella* et de la flore mésophile aérobie revivifiable confirme que les pâtes obtenues sont de bonne qualité.

L'activité antimicrobienne a été évaluée par la méthode des disques, sur deux souches de référence *Escherichia Coli ATCC 25922*, *Staphylococcus Aureus ATCC 25923* et sur deux souches cliniques issues d'une carie dentaire: *Entérobactérie* et *Streptococcus Salivarius*. Les résultats affirment que les pâtes possèdent une activité antimicrobienne importante contre toutes les souches testées.

La sensibilité des souches microbiennes *vis-à-vis* des trois dentifrices est un peu variable et selon les valeurs des diamètres de la zone d'inhibition, nous pouvons conclure que la pâte produite à base du cactus contient la meilleure composition pour éliminer les microorganismes responsables de la carie dentaire.

*Références
bibliographiques*

Références

- ✚ Aïaz RAJABALY, Rôle et intérêt des différents produits conseils liés à l'hygiène et aux soins bucco-dentaire à l'officine. UNIVERSITÉ DE LIMOGES, Faculté de Pharmacie ,2015.
- ✚ AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, Prescribing fluoride supplements. In: Accepted Dental Therapeutics, 3ih ed. Chicago: American Dental Association, 1977.
- ✚ ARBA M. Le cactus opuntia, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. Symposium International « Agriculture durable en régionMéditerranéenne (AGDUMED) », (2009).
- ✚ Audigie. C, Figarella. J et Zonszain .F , Manipulation d'analyse biochimique. Doin Edition, Paris, 1978. P 247.
- ✚ Aurélien Thomas BREVET, Université de Bordeaux, Collège des Sciences de la Santé, (l'histoire du dentifrice : de ses débuts à nos jours), 2017, p28.
- ✚ Aurélien Thomas, BREVET, L'histoire du dentifrice : de ses débuts à nos jours, Université de Bordeaux, Collège des Sciences de la Santé, 2017
- ✚ Bouchard F. Parodontologie & dentisterie implantaire volume1-médecine parodontale. Paris: Lavoisier; 2015.
- ✚ Carruba G. Les dentifrices commercialisés en grandes et moyennes surfaces : aide au choix du patient [thèse]. Lille : Université du droit et de la santéLille 2. Faculté d'odontologie de Lille; 2017.
- ✚ Debacker M. Conservation des produits cosmétiques : évolution, risquesassociés et stratégies d'optimisation [Thèse]. Lille : Université de Lille. Faculté de pharmacie.
- ✚ Directives Européennes pour les Produits Cosmétiques, (The Cosmetic Directives of the European union, the EuropeanCosmeticToiletry andPerfumery Association (COLIPA), Dir.76 /768/EEC, 1995
- ✚ Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. 2007. La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc

- ✚ FAUSSIER Aurélie. Les ingrédients entrant dans la composition des dentifrices. Bilan des connaissances en matière de tolérance. Création d'une base de données. Université de Nantes faculté de pharmacie ; juillet 2013.
- ✚ HADJ LARBI Khadîdja. Etude rhéologique et bactéricide d'une pâte dentifrice à base de siwak. Université M'HAMED BOUGARA-Boumerdes. Faculté des hydrocarbures et de la chimie. 2012. P27, P39-40, P41.
- ✚ HadojSadok T. 1, Aid F. 2, Bellal M. 3, Maria Stela Abdul Hussain⁴ Composition chimique des jeunes cladodes d'opuntia ficus indica et possibilité de valorisation alimentaire. Agricultura – StiinŃă si practică. P 39-48. 2008.
- ✚ HESCOTP. Les produits buccodentaires. Clinic, 2002, vol. 23, num. Spécial.
- ✚ Hullin PM. Evolution des classifications des maladies parodontales de 1982 à nos jours [Thèse]. Nantes : Unité de Formation et de Recherche d'ODONTOLOGIE ; 2004.
- ✚ Jan A. Classification Des Maladies Parodontales : Analyse de leur évolution. Nantes : Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie, 2012.
- ✚ KADA Seoussen, Recherche des plantes médicinales douées d'activités biologique, Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2018.
- ✚ Khanbabae K, van Ree T. Tannins: classification and definition. Natural product reports. 2001;18(6):641-9.
- ✚ Latamene Idinarene, Influence du tabagisme sur le parodonte profond chez la population de la région de Tizi-Ouzou Etude Cas –Témoins, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté de médecine, 2022.
- ✚ Mattout C, Houvenaeghel B, Rachlin G, Mattout P. Nouvelle classification des conditions saines et pathologiques des tissus parodontaux et péri-implantaires. JPIO. 01 Jul 2018.
- ✚ Merad. F et Mahiout.T, Contribution à l'étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines. 2019.
- ✚ Miramont, C. (2021). Appréciation des tanins, de la couleur et de l'astringence des raisins, moûts et vins par technologies analytiques IRTF et UV-visible couplées à l'analyse de régression multivariée (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

- ✚ Mitsui T. *New Cosmetic Science*. Amsterdam: Elsevier; 1997. Chapitre 6, OralCare Cosmetics, partie 1, Dentifrices; p. 479-489.
- ✚ Moreau Buronzo A, *Le Grand Guide des Huiles Essentielles: Santé, Beauté, bien être*; Ed: HACHETTE PRATIQUE, 2008.
- ✚ Mouflette C. *Le traitement des maladies parodontales: de la thérapeutique mécanique à lathérapeutique chimique*. Paris : Faculté de chirurgie dentaire, 2018.
- ✚ MOUSSAOUI BADREDDINE, *Les Propriétés Biologiques d'Extraits des Cladodes d'Opuntia ficus indica (L.)*, université Abdelhamid ibn badismostaganemfaculte des sciences de la nature & de la vie departement de biologie, 2020.
- ✚ Nerd A., (1991). In. Habibi Y., (2004). *Contribution à l'étude morphologique, ultrastructurale chimique de la figue de Babarie, les polysaccharides pariétaux: caractérisation et modifications chimique*. Thèse de Doctorat. Université Josph Fourier. Faculté Sciences et Géographie (Grenoble 1) et Univesité cadi Ayyad. Faculté des Sciences (Semlalia.Marrakech).
- ✚ Norme internationale ISO116, *Médecine bucco-dentaire - Dentifrices - Exigences, méthodesd'essai et marquage*, Troisième édition, 06-2017.
- ✚ Norkov-Lauritsen N, kilian M. *Reclassification of Actinobacillusactinomycetemcomitans, Haemophilus aphroliphus, Haemophilus paraphroliphus and Haemophilus segnis as Aggregatibacteractinomycetemcomitansgen. Nov., comb. Nov., Aggregatibacteraphroliphuscomb. Nov. and Aggregatibactersegniscomb. Nov. and emended description of Aggregatibacteraphrophilus to include V factor-dependent and V factor-independentisolates*. *Int J SystEvolMicrobiol* 2006.
- ✚ PELT J. M, *Les drogues, leur histoire et leurs effets*. Édition Doin, Paris, 1980.
- ✚ Robert (2012). *Bacteria in the mouth*. *Dent Update* 2005.
- ✚ Robert P. Langlais, Craig S. Miller, Jill S. NieldGehrig. *Color Atlas of common oral diseases,Fourthedition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2005
- ✚ Roberts FD, Steinke JJ. *Toothpaste formulations*. United States Patent n° :3,935,306. 27 janvier 1976.
- ✚ ROUAG Abdellah e KIMOUCHE Wissal, *Étude bibliographique sur l'écosystème buccal et sa flore bactérienne*,Université des Frères Mentouri

Constantine, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département : Microbiologie, 2021.

- ✚ Rouhaud W. Le point sur les dentifrices [Thèse]. Université de Nantes. Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie; 2010.
- ✚ Samouelian, F., Gaudin, V., & Boccara, M. (2009). Génétique moléculaire des plantes. Edition Quae, p 21, 22.
- ✚ SANAGO R, Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako (Mali): 2006.
- ✚ ShaikShaheena, AnjaniDeviChintagunta, Vijaya Ramu Dirisala and N. S. Sampath Kumar. Extraction of bioactive compounds from Psidium guajava and their application in dentistry. P 3 et 4. Published online 28 December 2019.
- ✚ Shipp, J., & Abdel-Aal, E. S. M. (2010). Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. The Open Food Science Journal, 44, 7 – 22
- ✚ Trebosc Rouch E. Amélioration de l'hygiène buccodentaire par le conseil en officine. Université Paul Sabatier (Toulouse). Faculté des sciences pharmaceutiques; 2015.
- ✚ Valls, J., Millan, S., Marti, M. P., Borrás, E., & Arola, L. (2009). Advanced separation methods of food anthocyanins, isoflavones and flavanols. Journal of Chromatography A, 1216 (43), 7143 – 7172.
- ✚ VREVEN J. Les dentifrices. In: La dentisterie préventive/ ed. par KANDELMANN D. Paris: Masson, 1989.
- ✚ Wilkins, E. M., Clinical Practice of the Dental Hygienist, LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, 10th Edition, 2009
- ✚ <https://fr.wikidiana.org/wiki/Dentifrice>, consulté le 26-05-2023.
- ✚ <https://www.auparadisduthe.com/blog/fabriquer-son-the-soi-meme/>, consulté le 03-06-2023