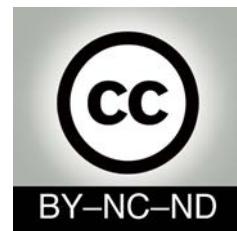


<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2019

THESE N° 2019 LYO 1D 007

THÈSE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 08 mars 2019

par

WAHID Zakarya

Né le 10 novembre 1990, à Rillieux-la-pape (69)

LE BOIS D'ARAQ, DU BATONNET FROTTE-DENTS AUX NOUVELLES APPLICATIONS DENTAIRES
INTERETS CLINIQUES ET PERSPECTIVES

JURY

M. FARGE Pierre	Président
Mme GRITSCH Kerstin	Assesseur
Mme SANTAMARIA Julie	Assesseur
<u>M. VILLAT Cyril</u>	<u>Assesseur</u>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université	M. le Professeur F. FLEURY
Président du Conseil Académique	M. le Professeur H. BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur D. REVEL
Vice-Président de la Commission Recherche du Conseil Académique	M. F. VALLEE
Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire du Conseil Académique	M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur G. RODE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieu	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directrice par intérim: Mme. la Professeure D. SEUX
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directrice : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. X. PERROT, Maître de Conférences
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directrice : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies	Directeur : M. F. DE MARCHI, Maître de Conférences
UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur Agrégé
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
Ecole Polytechnique Universitaire de l'Université Lyon 1	Directeur : M. E. PERRIN
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de Conférences
Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education (ESPE)	Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE
Observatoire de Lyon	Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique	Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyenne par intérim : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités
Vice-Doyen : M. Stéphane VIENNOT, Maître de Conférences

SOUS-SECTION 56-01 :

Professeur des Universités :
Maître de Conférences :
Maître de Conférences Associée

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

M. Jean-Jacques MORRIER
M. Jean-Pierre DUPREZ, Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY,
Mme Claire PERNIER,
Mme Christine KHOURY

SOUS-SECTION 56-02 :

Professeur des Universités
Maître de Conférences
Maître de Conférences Associé

PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE

M. Denis BOURGEOIS
M. Bruno COMTE
M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 :

Professeur des Universités :
Maîtres de Conférences :

CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE ORALE

M. J. Christophe FARGES
Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
Mme Kerstin GRITSCH, M. Arnaud LAFON, M. Philippe RODIER,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 :

Professeurs des Universités :

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences :

M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT,
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET, M. Olivier ROBIN,
Mme Dominique SEUX,
M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe JEANNIN,
M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELLI, Mme Sophie VEYRE-GOULET,
M. Stéphane VIENNOT, M. Gilbert VIGUIE, M. Cyril VILLAT,

Maîtres de Conférences Associés

, M. Hazem ABOUELLEIL,

SECTION 87 : Maître de Conférences

SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES Mme Florence CARROUEL

A Notre président du jury,

Monsieur le Professeur Pierre FARGE

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Docteur de l'Université Lyon I

Docteur en Sciences Cliniques (Ph.D) de l'Université de Montréal

Habilité à Diriger des Recherches

Directeur Adjoint du Département de Formation et Centre de Recherche
en Biologie Humaine

*Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en
ayant accepté de présider cette thèse.*

*Votre gentillesse envers les étudiants restera dans leur souvenir.
Nous avons pu compter sur vous dans les moments difficiles et
nous vous en remercions.*

*Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre immense
gratitude.*

A notre membre du jury,

Madame le Docteur Kerstin GRITSCH

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Responsable de la sous-section Parodontologie

Nous sommes très heureux de vous compter parmi les membres de notre jury.

Nous avons apprécié durant toutes ces années la qualité de votre enseignement.

Nous tenons à vous exprimer nos remerciements et notre profonde estime.

A notre membre du jury,

Madame le Docteur Julie SANTAMARIA

Ancien Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien-Hospitalier Contractuel

Nous sommes très heureux de vous compter parmi les membres de notre jury.

Nous avons apprécié durant toutes ces années votre gentillesse et votre écoute.

Nous tenons à vous exprimer nos remerciements et notre profonde estime.

A notre directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Cyril VILLAT

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Ecole Centrale Paris

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en ayant accepté de diriger cette thèse.

Nous vous remercions d'avoir partagé avec nous votre rigueur et votre savoir, toujours dans la bonne humeur.

Pour tout cela, veuillez trouver dans cette thèse l'expression de nos plus profonds remerciements.

Remerciements :

À Papa, tu as fait de moi l'homme que je suis pourtant je ne t'arrive toujours pas à la cheville. Tu as mené ta vie comme un véritable lion mais tu as toujours été le plus doux des papas. Tu n'es plus parmi nous mais tu es sans cesse dans mon esprit, j'aurai tant aimé partager ce moment avec toi, j'espère te revoir un jour, tu me manques. Que Dieu t'accorde sa miséricorde. Je t'aime plus que tout Papa

À Maman, tu as dédié ta vie entière à tes enfants et tu as toujours été le pilier de notre famille. Tu as toujours été bienveillante, aujourd'hui encore tu te soucies de savoir si j'ai mis mes gants lorsqu'il fait froid. Je t'aime Maman, je t'aime Maman, je t'aime Maman

À ma sœur Bahija, toujours un exemple pour nous : classe et distinguée. Tu es pour moi un exemple de rigueur. Je t'aime Bahija

À ma sœur Nouria, tu as beaucoup sacrifié pour nous, plus que ce que devrait faire une grande sœur ; je t'en remercie. Je t'aime Nounou

À mon frère Younes, l'épouvantail grâce à qui j'ai toujours eu peur de faire des bêtises. Tu m'as remis sur les rails au bon moment. Je t'aime Younes

À ma sœur Bouchra, tu as toujours été ouverte et tolérante. Avec toi, tout est facile et les secrets sont bien gardés. Je t'aime Boubou

À ma sœur Zahra, mon moi féminin. Tu m'as donné goût aux bonnes choses, un peu trop même. Sans toi je ne serai pas là, tu as été jusqu'à enfoncer toutes les portes de la fac pour que j'y parvienne. Tu t'es toujours souciée de moi et je ne l'oublie pas. Je t'aime Biggie

À mon frère Mohamed, tu es exemple pour moi, bien plus que tu ne le penses. Tu as essayé en vain de faire de moi un sportif, et toute notre vie passée dans notre chambre me manque. Je t'aime Moh

À mon épouse Houda, tu es toujours là pour moi dans les bons et mauvais moments ; c'est toi qui me redonne la force et la confiance qui me font défaut. C'est avec toi que je partage mes plus gros fous rires, tu as fait de moi un mari et un père et je t'en remercie. Je t'aime Didou

À ma fille Nour, tu es venu illuminer la période la plus sombre de ma vie. C'est fou à quel point je peux t'aimer. Je respire pour toi ma princesse, tu es ma fierté. Je t'aime ma cacahuète

À mes neveux et nièces, sacrée génération ! Je vous aime

Table des matières

1	Introduction	3
2	Le Siwak – une plante aux multiples potentiels thérapeutiques.....	4
2.1	<i>Le bâtonnet frotte-dents à travers les siècles</i>	4
2.1.1	Préhistoire	4
2.1.2	Antiquité	6
2.1.2.1	L'Égypte antique (3000 av. JC – 526 ap. JC)	6
2.1.2.2	La Chine antique (2700 av. JC)	6
2.1.2.3	Le peuple hébreu	7
2.1.2.4	La Grèce antique	7
2.1.2.5	Les Romains	7
2.1.3	Le moyen Age	8
2.1.3.1	Les Médecins arabes	8
2.1.3.2	En Occident	9
2.1.3.3	En Inde	10
2.1.4	L'ère Edo au Japon, 17 ^{ème} siècle	10
2.2	<i>Description botanique du Siwak – <i>Salvadora persica</i>.....</i>	11
2.3	<i>Usages traditionnels</i>	13
2.4	<i>Activité thérapeutique des molécules présentes dans le Siwak</i>	14
2.4.1	Activité antibactérienne	15
2.4.1.1	L'Isothiocyanate de benzyle, ou BITC	15
2.4.1.2	Lutte contre les bactéries multi-résistantes	16
2.4.2	Activité analgésique	17
2.4.3	Activité antifongique	17
2.4.4	Activité anti-oxydante	18
2.4.5	Activité anti-inflammatoire	19
2.4.6	Activité hypoglycémique et hypolipidémique	20
2.4.7	Activité antiulcéreuse	21
2.4.8	Activité anticonvulsivante et sédatrice.....	21
2.4.9	Anti-ostéoporose	22
2.4.10	Activité anticancéreuse.....	22
2.4.11	Activité anti-hypertensive	23

3 Applications actuelles et perspectives thérapeutiques de <i>Salvadora persica</i>	24
3.1 Prévention des maladies carieuse et parodontale	24
3.1.1 Bâtonnet frotte-dents	24
3.1.1.1 Description	25
3.1.1.2 Intérêt clinique	27
3.1.1.2.1 Comparaison avec la brosse à dent classique.....	27
3.1.1.2.2 Contrôle de plaque	28
3.1.1.2.2.1 La plaque dentaire	28
3.1.1.2.2.2 La salive.....	30
3.1.1.2.2.3 Action mécanique	30
3.1.1.2.3 Gestion de la maladie carieuse	31
3.1.1.2.4 Gestion de la maladie parodontale	32
3.1.2 Formes galéniques commercialisées contenant les principes actifs du Siwak :	34
3.1.2.1 Dentifrice.....	34
3.1.2.2 Bains de bouche.....	36
3.1.2.3 Gommes à mâcher.....	38
3.2 Études expérimentales – Perspectives thérapeutiques	39
3.2.1 Vernis dentaire	39
3.2.2 Solution d'irrigation endodontique	40
3.2.2.1 Réduction du taux bactérien intracanalaire.....	40
3.2.2.2 Élimination de la boue dentinaire	43
3.2.3 Matériaux de restauration.....	44
3.2.4 Prévention et traitement des maladies parodontales.....	45
4 Conclusion	46

1 Introduction :

La dentisterie moderne repose non seulement sur la préservation tissulaire mais aussi sur l'utilisation de matériaux bioactifs. Cette bioactivité repose sur la capacité des matériaux à modifier leur environnement immédiat pour permettre une cicatrisation tissulaire. En outre, certains matériaux ont des propriétés antibactériennes, limitant ainsi l'accumulation de plaque dentaire ou la constitution du biofilm.

Lors de l'élaboration des matériaux, les chercheurs développent des molécules de synthèse ; mais il existe de nombreuses molécules naturelles ayant des propriétés bioactives telles que l'activité antibactérienne. C'est le cas du chitosane (poly-oxide dérivé de la chitine composant l'exosquelette des crustacés), de certaines molécules issues des éponges marines (plus de 4000 molécules bioactives découvertes en 30 ans), de produits synthétisés par les insectes (miel ou propolis) ou encore de principes actifs présents dans les bâtonnets frotte-dents (Siwak, ou bois d'araq). (1) (2)

L'apparition de la maladie carieuse est liée à notre mode de vie, la prévalence de cette pathologie endémique n'a jamais cessé d'augmenter. L'Homme a donc cherché à développer des stratégies de prévention carieuse et d'hygiène bucco-dentaire dès la Préhistoire. Ainsi, il a toujours utilisé les ressources naturelles à sa disposition pour assurer sa survie et son confort de vie y compris pour son hygiène bucco-dentaire.

Bien avant la brosse à dents et le dentifrice, l'un des premiers outils de brossage dentaire adopté par l'homme a été le bâtonnet frotte-dents. Cet instrument a l'avantage d'être écologique, économique, accessible et pratique (il ne nécessite ni eau ni additif).

Après avoir présenté le bâtonnet frotte-dents et son utilisation, nous aborderons ses propriétés pharmacologiques et son action thérapeutique au travers d'une étude de la littérature. Enfin, nous discuterons de ses perspectives d'utilisation en Odontologie.

« Les vrais hommes de progrès sont ceux qui ont pour point de départ un respect profond du passé. »

Ernest RENAN (écrivain et philosophe français, 19^{ème} siècle)

2 Le Siwak – une plante aux multiples potentiels thérapeutiques

2.1 Le bâtonnet frotte-dents à travers les siècles (3)

2.1.1 Préhistoire :

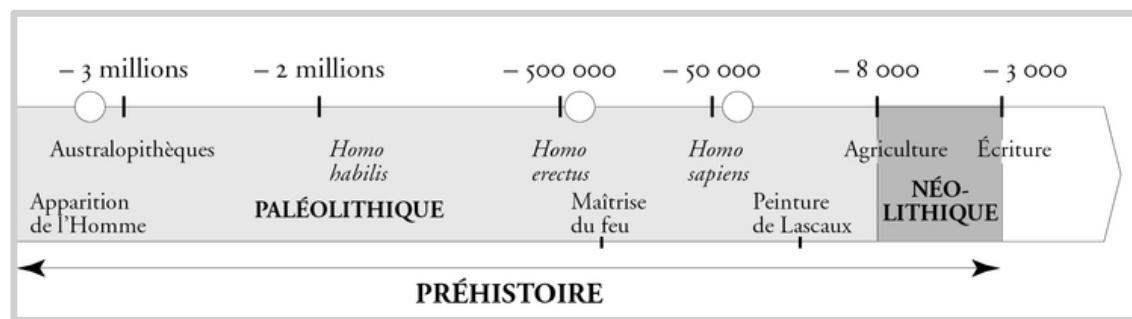


Figure 1 : Frise chronologique de la Préhistoire

L'apparition de la carie dentaire remonterait au Néolithique, il y a environ 7000 ans, avec la consommation des farines produites grâce à la culture des céréales ainsi qu'une alimentation riche en sucres fermentescibles. Les céréales étaient déjà consommées auparavant mais elles étaient écrasées avec des pierres plates, des particules abrasives s'y mêlaient et permettaient d'obtenir un nettoyage mécanique suffisant. L'évolution des techniques pour moudre le grain et les changements de mode de vie, devenu sédentaire, axé sur l'agriculture et non plus sur la prédatation font que la fréquence de la maladie carieuse va augmenter.

Toutefois, des fouilles récentes réalisées près du village de Taforalt au Maroc, sur des chasseurs-cueilleurs morts depuis 13.700 à 15.000 ans, ont révélé un très mauvais état dentaire de cette population. Cette étude anglo-marocaine montre que 51,2 % des dents retrouvées étaient touchées par des caries. Ces hommes consommaient des fruits à coque, tous riches en glucides fermentescibles et favorisant le développement de *Streptococcus mutans*, une bactérie cariogène. Mais à cette époque (le paléolithique), on ne parle pas encore d'agriculture, les traces les plus anciennes remontant à environ 11.000 ans.



Le seul fossile humain antérieur à cette date présentant une carie dentaire est « l'Homme de Kabwe », dont le crâne découvert en 1921 dans l'actuelle Zambie a été estimé à un âge compris entre 125 000 et 300 000 ans. (Figures 2 et 3)

Figure 2 : Arcade dentaire cariée de l'homme de Kabwe

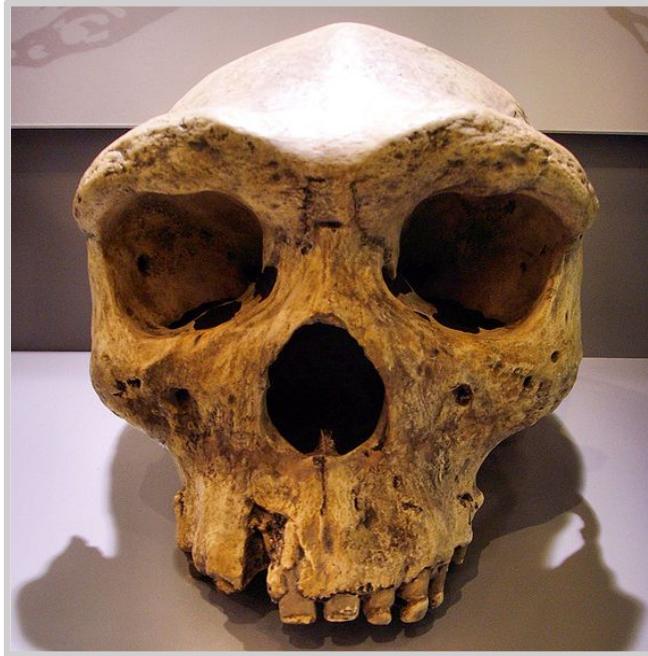


Figure 3 : Réplique du crâne de l'homme de Kabwe

Des abrasions cervicales similaires à celles produites par des bâtonnets frotte-dents ont été décrites sur des dents anciennes mais aucun objet destiné à cet usage n'a été identifié par les préhistoriens. Si de tels instruments ont été utilisés pendant cette période, ils étaient composés de matière végétale donc biodégradables.

2.1.2 Antiquité :

2.1.2.1 *L'Égypte antique (3000 av. JC – 526 ap. JC) :*

La première preuve nous vient de l'Égypte antique. L'hygiène dentaire occupait une place importante chez les Égyptiens car ces derniers craignaient l'existence d'un « ver dentaire » ; des bâtonnets frotte-dents effilochés à l'extrémité en forme de brosse ont été retrouvés dans des tombeaux datés de plus de 3000 ans avant JC. Ces bâtonnets étaient fabriqués en bois de lentisque et servaient aussi à appliquer l'opiat-dentifrice ; ce bois étant abondant dans cette région, le bâtonnet n'était utilisé qu'une seule fois. Certains enseignements pour l'hygiène buccale ont été identifiés dans des papyrus médicaux antiques constituant une encyclopédie des plantes médicinales datant d'environ 4000 ans (mise à jour par Edwin Smith et Ebers, égyptologues du 19^{ème} siècle). Ces textes traitaient aussi de diverses pathologies dentaires comme la carie et la parodontite. (Figure 4)

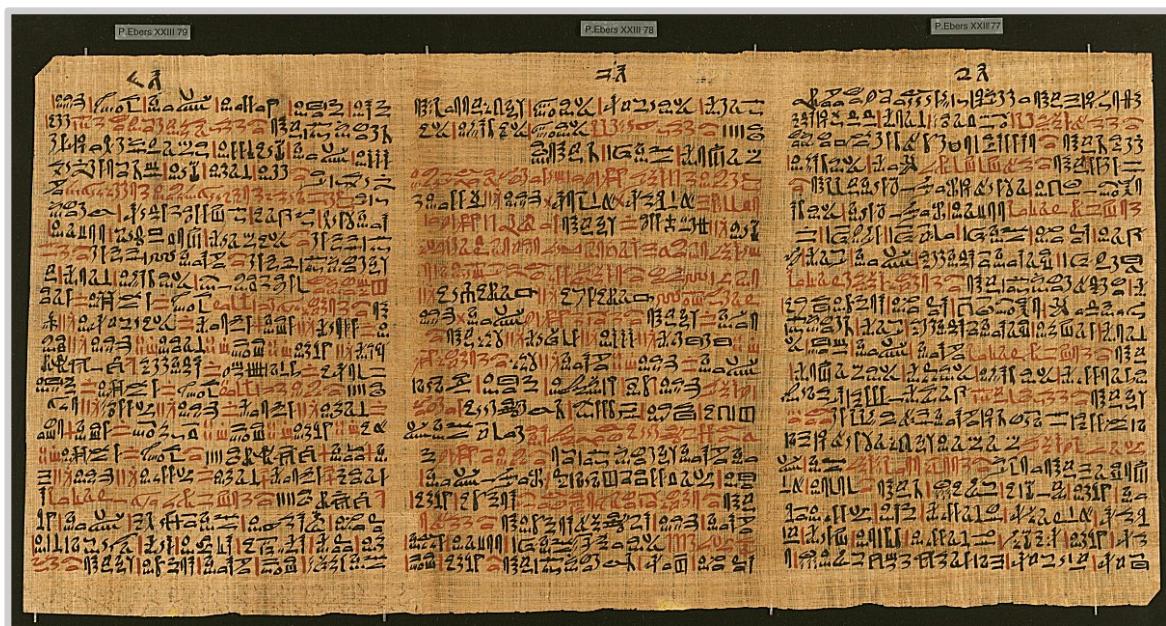


Figure 4 - Papyrus d'Ebers entreposé au musée de Berlin, en Allemagne

2.1.2.2 *La Chine antique (2700 av. JC) :*

Comme les Égyptiens, les bouddhistes utilisaient des tiges de bois frais nommées bâton à mâcher. Ces tiges provenaient d'un arbrisseau dédié religieusement à cet usage et

étaient renouvelées quotidiennement. L'extrémité de la tige était mâchée pour obtenir une brosse, l'autre taillée en pointe servait de cure-dents.

Vers le 5^{ème} siècle avant JC, des ouvrages religieux mentionnent que Bouddha se servait de bâtonnet frotte-dents. Il promulgua une loi (sutra) dans « L'Évangile bouddhiste et le Bouddha » invitant la population à s'en servir.

2.1.2.3 *Le peuple hébreu :*

Cette civilisation va subir l'influence égyptienne jusqu'en 1250 avant JC, puis va suivre l'influence gréco-romaine.

Pour le peuple hébreu, l'hygiène dentaire était très importante et gage de longévité ; le Talmud proscrit à ce titre toute avulsion dentaire.

Nous trouvons dans ce livre saint de nombreuses références aux bâtonnets frotte-dents, le quesem, utilisé dès le 4^{ème} siècle.

2.1.2.4 *La Grèce antique :*

La Grèce a servi de pivot dans le passage des connaissances de l'Orient vers l'Occident.

Hippocrate fit le premier savant à affirmer que la carie n'est pas causée par le « ver dentaire » mais par la salive et les aliments.

2.1.2.5 *Les Romains :*

La civilisation romaine, représentant une certaine élite, est très axée sur l'esthétique et accorde une grande place au sourire. Apulée disait que la bouche était le « vestibule de l'âme, la porte des discours et le portique de la pensée ».

La médecine romaine est très influencée par la médecine grecque. Galien (131-201 après JC) est un médecin grec qui exerça dans son pays natal puis à Rome vers 170 après JC. Il conseilla l'utilisation de *Salvadora Persica* (bois d'Araq) comme bâtonnet frotte-dents et de *Pistacia Lentiscus* comme cure-dents.

Même si la bibliothèque d'Alexandrie a permis de rassembler les œuvres majeures de cette époque, nous constatons maintes divergences entre les recherches et les découvertes d'une part, et la pratique de la médecine et de l'art dentaire d'autre part. Ceci est dû à la multiplicité des langues et l'éloignement géographique de ces civilisations. L'arrivée des musulmans va permettre d'unifier les rapports médicaux grâce à un recouvrement de tout le bassin méditerranéen et à un travail de traductions des anciens textes.

2.1.3 Le moyen Age :

La chute de l'Empire Romain entraîne l'Occident dans une période difficile défavorable au développement de l'hygiène. Durant cette longue période (500 à 1500), la transmission des connaissances est assurée par les médecins musulmans qui ont traduit tous les écrits de l'Antiquité.

2.1.3.1 *Les Médecins arabes :*

Durant cette période, les Arabes sont à la tête des arts et des sciences, notamment grâce à la récupération de divers parchemins sauvés des nombreux incendies de la bibliothèque d'Alexandrie.

Les trois grands noms de cette époque sont Abu Bakr Mohammad Ibn Zakariya Al-Raziou (connu sous le nom de Rhazes), Abū Alī al-Ḥusayn ibn ‘Abd Allāh ibn Sīnā (ou Avicenne, auteur du Canon de la médecine) et Abū al-Qāsim Khalaf ibn Abbās al-Zahrāwī (ou Abulcasis).

Rhazes (860-923), était un médecin et encyclopédiste né en Perse. Il étudia à Bagdad et fut le premier médecin musulman à accorder une grande place à l'hygiène dentaire.

Il conseille l'utilisation après chaque repas du siwak et déconseille la consommation de sucre, d'acide, de boissons trop chaudes ou trop froides.

Les médecins arabes ont été des pionniers en odontologie, notamment en chirurgie dentaire et en odontologie conservatrice. Le premier texte médical décrivant la chirurgie dentaire en détail est « Al-Tasrif » d'Abulcasis, rédigé aux alentours de l'an 1000 après JC et comprenant 30 volumes. (Figure 5)



Figure 5 : "Kitab al-Tasrif" ou Traité de la chirurgie

Utilisé et connu depuis des siècles, c'est à partir du Moyen Age arabe que l'usage du bâtonnet frotte-dents va connaître un essor considérable avec l'avènement de l'Islam. La religion musulmane met l'accent sur l'importance d'avoir un esprit et un corps sains ; ce qui inclut l'hygiène corporelle et donc l'hygiène bucco-dentaire. Le prophète Muhammad (pbсл) utilisait quotidiennement le siwak et l'a fortement recommandé à sa communauté : « *Si je ne craignais pas de trop charger ma communauté je leur ordonnerais le siwak avant chaque prière* ».

2.1.3.2 En Occident :

La période est difficile et les progrès sont lents. De nombreux ouvrages ont été perdus et on se contente alors de lire les textes arabes traduits en latin. Cependant on constate un regain d'intérêt, grâce à la transmission du savoir arabe et aux croisades qui ont facilité les échanges. On voit naître des écoles brillantes telles que celles de Salerne, Bologne, Montpellier et Paris.

Giovanni Arcolani, professeur de médecine à Bologne pendant le 15^{ème} siècle donna dix règles à suivre pour préserver les dents dont l'utilisation de bâtonnet frotte-dents après chaque repas.

2.1.3.3 En Inde :

On retrouve dans l'écriture ancienne (3000 ans avant JC) le mot « Sanskrit » désignant des bâtonnets frotte-dents utilisés pour le brossage dentaire. Les Hindous se sont préoccupés très tôt de l'hygiène dentaire, notamment grâce à la religion. Les bâtonnets, « sivak », sont des branches de Margousier (*Azadirachta indica*, plus connu sous le nom de Neem) et sont utilisés après chaque ablution.

2.1.4 L'ère Edo au Japon, 17^{ème} siècle :

Le bâtonnet se nomme « Fusayoji » ou « Hoyoji » (Figure 6). Une extrémité est écrasée et sert de brosse, l'autre sert de grattoir à langue. On suppose que ce sont les prêtres bouddhistes venus d'Inde qui, en passant par la Chine, ont apporté leur coutume d'hygiène et qui sont à l'origine de l'utilisation de ces bâtonnets fabriqués à partir de branche de saule.



Les femmes utilisent l'extrémité souple du fusayoji pour recouvrir leurs dents de « Ohaguro », une laque noire constituée protégeant l'émail dentaire et symbole de fidélité conjugale.

Figure 6 : "Fusayoji", bâtonnet frotte-dents

Méconnu en France, cet ustensile est connu et reconnu à travers le monde. L'usage du siwak (bâtonnet de Salvadora Persica) est recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (Recommandations en 1984 et 1995, et Déclarations de consensus sur l'hygiène bucco-dentaire en 1986 et 2000).

Force est de constater que ce n'est nullement un instrument désuet ; c'est le seul instrument de brossage dentaire utilisé par la majeure partie de l'Afrique noire. De nos jours, il est encore utilisé au Moyen-Orient, en Amérique du Sud et en Asie. On le rencontre de plus en plus en France, notamment grâce à l'essor du marché « bio », touchant de plus en plus de monde.

2.2 Description botanique du Siwak – *Salvadora persica*

Son nom lui a été donné en 1749 par le Dr Laurent Garcin (un collectionneur de végétaux) en l'honneur de Juan Salvador y Bosca, un apothicaire barcelonais. Le terme Persica désignant la Perse et le L est utilisé pour désigner Carl Linnaeus, père de la taxonomie moderne.(1)(4)

Salvadora persica Linn est l'arbre le plus utilisé en tant que bâtonnet frotte-dents. Dans le langage anglo-saxon, le mot arabe miswak désignant ces bâtonnets est aussi utilisé pour désigner l'arbre (Figure 7).



Figure 7 : *Salvadora persica* Linn

C'est un arbuste de petite taille de la famille des Salvadoracées, originaire du Moyen-Orient ; il peut cependant mesurer jusqu'à 7 mètres. Il a un tronc tortueux et des branches qui retombent en désordre formant parfois des buissons touffus dans lesquels il est pratiquement impossible de pénétrer. Son écorce lisse et verte lorsqu'elle est jeune, vire au gris-brun avec le temps. Il donne de petits fruits rouges et des feuilles longues et vertes, tous deux comestibles.

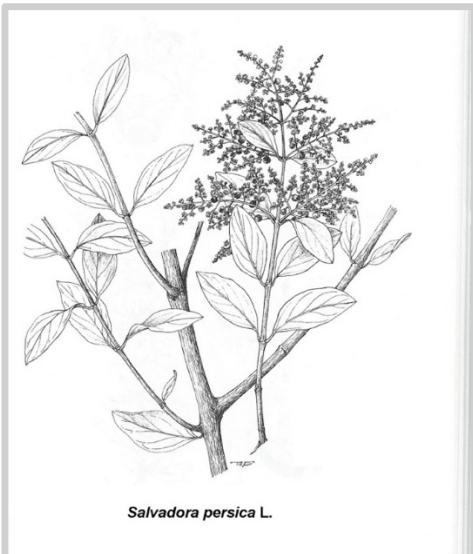


Figure 8 : Dessin de *Salvadora persica* L

On le rencontre partout en Afrique (de l'Afrique sub-saharienne aux massifs montagneux du sud de l'Atlas au Maghreb) et en Asie du sud (de la péninsule arabique jusqu'en Inde) (Figure 9) ; en milieu semi-aride (de préférence où l'eau est disponible) ou aride, sur des dunes, des plaines, des régions côtières riches en sel, voire à 1800 mètres d'altitude.(1) Les graines sont disséminées par les animaux et l'Homme après ingestion des fruits ce qui assure sa reproduction.

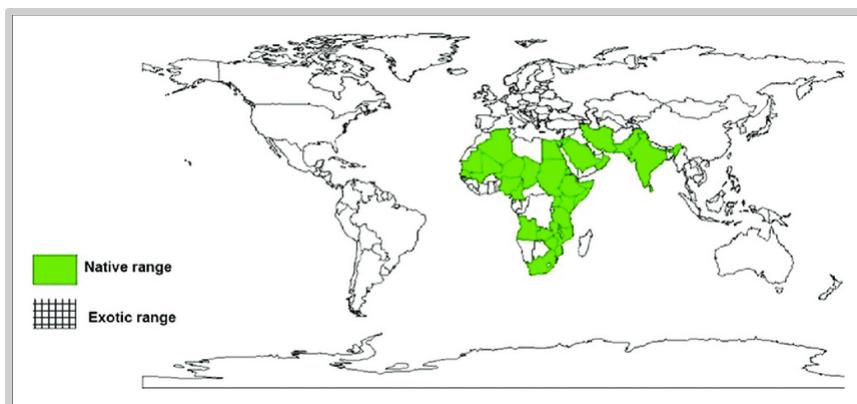


Figure 9 : Distribution de *Salvadora persica*

2.3 Usages traditionnels :

Traditionnellement, *S. persica* a été utilisé à diverses fins ; dans l'alimentation, les carburants, les cosmétiques, l'hygiène buccale et, surtout, les médicaments.

Les feuilles sont cuites en sauce et consommées en salade. Les fruits peuvent être consommés crus, cuits ou séchés (Figure 10). Le bois est parfois utilisé pour le bois de chauffage et le charbon de bois. De plus, la résine qui s'égoutte de l'arbre est utile pour la fabrication de vernis. Les fleurs se sont avérées être une bonne source de nectar pour les abeilles à miel et le miel de *S. persica* a une haute valeur médicinale.



*Figure 10 : Fruits de *Salvadora persica**

Les différentes parties de *S. persica* sont utilisées à des fins médicinales de manières différentes en fonction du pays et/ou du continent. Les principaux pays utilisateurs sont issus du sous-continent indien (Inde et Pakistan), du Moyen-Orient (Jordanie et Arabie saoudite) et de l'Afrique (Kenya, Tanzanie, Éthiopie, Égypte, Érythrée, Soudan, Mali, Sénégal...) (1)

Ainsi, sont utilisés les fruits, les racines, les feuilles, l'écorce, les graines, les tiges pour des pathologies aussi diverses que les douleurs corporelles, rhumatismes, constipations, diabète, douleurs oculaires, douleurs dentaires ou encore pour l'hygiène dentaire....

➤ Feuilles :

- **Décoction** : Rhumatisme, asthme, bronchite, diabète, malaria, tuberculose, paludisme, fièvre.
- **Jus** : Scorbute (ingéré), Douleur (application locale).
- **Pâte** : Constipation (ingéré) / Gale et leucodermie (application locale).
- **Infusion** : diurétique, antiseptique (bain de bouche), infection urinaire.
- **Huile essentielle** : fièvre, gonorrhée, asthme.

➤ Branches : médecine vétérinaire.

➤ Graines (huile essentielle) : inflammation et troubles articulaires.

➤ Fruits :

- **Pâte** : Troubles digestifs (purgatif).
- **Infusion** : analgésique.

➤ Racines :

- **Bâtonnets frotte-dents** : hygiène bucco-dentaire.
- **Décoction** : Infections ophtalmologiques et respiratoires, malaria, douleurs gastriques, constipation, gonorrhée, fièvre, rhume et douleurs articulaires.
- **Pâte** : candidose orale, hépatomégalie causée par la malaria, furoncles, dysménorrhée, diurétique.

Figure 11 : Résumé des différents usages médicinaux traditionnels à travers le monde

2.4 Activité thérapeutique des molécules présentes dans le Siwak

De nombreuses études ont été menées pour identifier les composés retrouvés dans le Siwak. Plus de 20 molécules ont été recensées, allant de la caféine à l'urée en passant par l'eugénol ou l'eucalyptol. (1) (5) (6) (2)

Dans cette partie, nous allons vous présenter les principales molécules et leur action thérapeutique sur la santé orale et générale.

2.4.1 Activité antibactérienne :

2.4.1.1 L'isothiocyanate de benzyle, ou BITC (7)(8) :

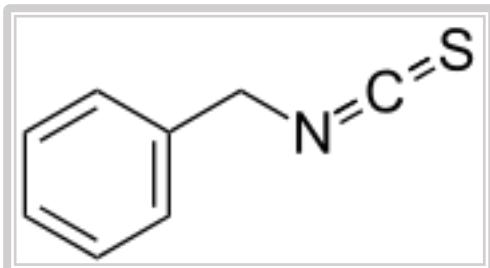


Figure 12 : Structure chimique du BITC

Le principal composant antibactérien des extraits de racines et des matières volatiles de *S. persica* est l'isothiocyanate de benzyle (le BITC). Le BITC (Figure 12) est une molécule effectrice du système de défense de nombreuses plantes, très active contre les

bactéries à Gram négatif. Lors d'une lésion des tissus végétaux, le BITC est libéré par hydrolyse du composé benzyl-glucosinolate par l'action de l'enzyme myrosinase. L'exigence d'un traitement enzymatique pour obtenir un effet antimicrobien est conforme aux observations selon lesquelles les bâtonnets bouillis perdent leur activité antibactérienne. Cette libération de BITC induite par une enzyme se produit également lorsqu'un bâtonnet frotte-dents de *S. persica* est mâché avant le nettoyage des dents. La mastication donne lieu à une structure en forme de brosse, qui est utilisée pour éliminer mécaniquement la plaque. L'action mécanique facilite la pénétration du BITC fraîchement libéré dans des structures plus profondes.

Pour évaluer les propriétés antibactériennes de l'huile essentielle de *S. percica*, les bactéries suivantes ont été utilisées : les agents pathogènes oraux *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *S. mutans* et *L. acidophilus*, l'agent pathogène intestinal *S. typhimurium*, l'agent pathogène acquis dans l'environnement *P. aeruginosa* et les agents pathogènes opportunistes *S. aureus*, *S. pyogenes*, *H. influenzae* ainsi que les commensaux *E. coli*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *L. fermentum*.

La cinétique de la destruction bactérienne était rapide. Un effet bactéricide prononcé était déjà apparent après 5 minutes et une réduction de 1000 fois le taux bactérien initial a été enregistrée après 10 minutes pour les bactéries à Gram – (*A. actinomycetemcomitans* et *P. gingivalis*.). Le temps d'exposition court requis pour que l'effet bactéricide contre les bactéries Gram-négatives se produise soutient la notion

que les bâtonnets à mâcher de *S. persica* peuvent être efficaces pour améliorer la santé parodontale puisque les pathogènes parodontaux principaux sont Gram-négatifs.

La destruction bactérienne rapide implique que l'extrait de racine de *S. persica* pourrait cibler la membrane bactérienne. En effet, en présence de l'huile essentielle, la membrane bactérienne présentait de petites protubérances après deux minutes d'incubation.

L'huile essentielle de racine de *S. persica* a tué les agents pathogènes oraux à Gram négatif *A. actinomycetemcomitans* et *P. gingivalis*. De plus, toutes les autres bactéries à Gram négatif ont également été tuées. Ceci indique que l'activité était spécifique aux bactéries Gram-négatives plutôt que liée au mode de vie acquis par les pathogènes parodontaux.

2.4.1.2 Lutte contre les bactéries multi-résistantes :

L'émergence d'agents pathogènes bactériens humains multirésistants (MDR) au cours des années 1990 et, plus récemment, d'isolats cliniques hautement résistants entrave les efforts de contrôle et de gestion des infections humaines. Le développement d'une résistance aux antimicrobiens due à une mauvaise utilisation des antibiotiques est inquiétant.

De nombreux efforts ont été consacrés à l'étude de l'effet inhibiteur de *Salvadora persica* sur les organismes oraux. Cependant, une étude visait à évaluer les activités antibactériennes *in vitro* des extraits de *Salvadora persica* L. sur 10 isolats cliniques bactériens MDR (autres que des agents pathogènes oraux). (9)

L'extrait, à haute concentration (400mg/ml), s'est avéré efficace contre toutes les souches, surtout contre les bactéries Gram-négatifs (CMI très faibles). La plus forte inhibition a été constaté sur *E. coli*.

2.4.2 Activité analgésique (10) :

Le bois d'araq a des propriétés analgésiques, astringentes et anti-inflammatoires, ce qui le rend efficace contre les maladies parodontales primaires. Les études affirment que le siwak est plus efficace contre les stimulis thermiques par rapport aux stimulis chimiques. En se concentrant sur la physiologie, les réponses des stimulis thermiques se font via les récepteurs de la douleur cutanée. Ainsi, il a été constaté que le siwak agit sur la douleur périphérique et non viscérale. Par conséquent, s'il est appliqué sur la muqueuse buccale, il soulage la douleur buccale.

Des expériences menées sur des souris ont montré que le siwak a un effet analgésique modéré lié à l'interaction avec le système opiacé périphérique.

2.4.3 Activité antifongique :

Candida albicans est l'espèce de levure la plus importante et la plus connue du genre *Candida*. C'est un agent opportuniste responsable d'infections locales (candidose ou candidiase) essentiellement au niveau des muqueuses digestive (dont la muqueuse orale) et gynécologique et systémiques (candidémie) chez les personnes prédisposées. Cet organisme est responsable, en plus des candidoses orales, des stomatites liées aux prothèses dentaires amovibles.

Les tanins sont des composés phénoliques actifs contre certains parasites. Leur effet astringent réduit les signes cliniques de la gingivite en réduisant ainsi la plaie. L'acide tannique contenu dans le miswak est actif contre *Candida albicans* et réduit son adhérence aux surfaces dentaires. Le traitement des prothèses amovibles dentaires avec de l'acide tannique réduit la quantité de *C. albicans* y adhérant et permet de lutter contre les stomatites prothétiques.

En prenant l'Amphotéricine B comme témoin (antibiotique antifongique le plus utilisé), les études affirment que le siwak est très efficace contre toutes les souches de *Candida*, en particulier contre *Candida albicans*, à tel point que parfois sa croissance était inhibée sur toute la surface de la gélose (CMI supérieure à 80mm). (11)

L'utilisation d'un bâtonnet frais est primordiale. En effet, un morceau de siwak frais suspendu au-dessus d'une culture de Candida est très efficace ce qui suggère que les composés ayant des propriétés antifongiques sont volatils ; c'est pourquoi il faut privilégier l'utilisation de bâtonnet frais (le conditionnement joue dans ce cas un rôle important). (12)

2.4.4 Activité anti-oxydante :

Deux facteurs importants et interdépendants sont impliqués dans la progression patho-physiologique des maladies parodontales, à savoir l'activation du système immunitaire et la production de radicaux oxygénés et de leurs métabolites apparentés. L'augmentation de la production de radicaux oxygénés peut contribuer au stress oxydatif, qui serait impliqué dans de nombreuses maladies, y compris les maladies parodontales.

Les antioxydants sont des substances qui retardent ou empêchent le stress oxydatif lorsqu'ils sont présents dans les aliments ou dans le corps. Ils sont de deux types : les antioxydants enzymatiques (supéroxyde dismutase, peroxydase ascorbique, polyphénoloxydase et catalase) et les antioxydants non enzymatiques (l'acide ascorbique ou vitamine C, l'a-tocophérol ou vitamine E, le glutathion, les caroténoïdes et les flavonoïdes).

L'extraction de plante par solvant est une méthode couramment utilisée pour obtenir des antioxydants. L'extrait méthanolique de *S. persica* contenait la plus grande quantité de composants antioxydants. (13)

Généralement, la capacité antioxydante des tissus végétaux est étroitement associée aux teneurs en substances antioxydantes, principalement aux composés phénoliques, aux caroténoïdes, au tocophérol et à l'acide ascorbique. Les dérivés du furane provenant de miswak présentent une activité antioxydante élevée. La capacité antioxydante du miswak a également été attribuée à la présence d'enzymes antioxydantes, de peroxydase, de catalase et de polyphénoloxydase. Les actions synergiques des

composés antioxydants et des enzymes antioxydantes font que le miswak est une bonne source d'antioxydants. (13)

Les produits carbonylés, tels que le MDA, formés après l'oxydation des peroxydes lipidiques sont responsables de dommages à l'ADN, de cancer et de maladies liées au vieillissement. Le taux de MDA (malondialdéhyde), diminue au contact d'un extrait de miswak, ce qui confirme l'effet antioxydant du bois d'Araq. (14)

Les bactéries buccales, en particulier les streptocoques, produisent du peroxyde d'hydrogène. Les peroxydases sont des enzymes jouant un rôle dans la défense extracellulaire contre les pathogènes et le stress. Les peroxydases végétales sont induites par le stress (comme une blessure, la chaleur, le froid, les UV). Les personnes utilisant le siwak ont un niveau élevé de peroxydase. La forme liquide a perdu 30% de son activité après 8 semaines de stockage, tandis que la forme en poudre conservait 95% de son activité d'origine en même temps. (15)

La lactoperoxydase salivaire utilise, en présence de peroxyde d'hydrogène, le thiocyanate contenu dans le siwak pour générer de l'hypothiocyanite. Cette dernière molécule élimine les bactéries et augmente le ph de la plaque dentaire, ce qui peut aider à prévenir l'apparition de la carie.

2.4.5 Activité anti-inflammatoire (1) :

L'inflammation ou réaction inflammatoire est la réponse des tissus vivants, vascularisés, à une agression. Ce processus comprend :

- des phénomènes généraux, exprimés biologiquement par le syndrome inflammatoire et cliniquement de façon variable, le plus souvent par de la fièvre et éventuellement une altération de l'état général ;
- des phénomènes locaux : l'inflammation se déroule dans le tissu conjonctif vascularisé.

L'inflammation est un processus habituellement bénéfique : son but est d'éliminer l'agent pathogène et de réparer les lésions tissulaires. Parfois l'inflammation peut être néfaste du fait de l'agressivité de l'agent pathogène, de sa persistance, du siège de l'inflammation, par anomalie des régulations du processus inflammatoire, ou par anomalie quantitative ou qualitative des cellules intervenant dans l'inflammation.

L'activité anti-inflammatoire de *S. persica* peut être attribuée aux flavonoïdes qu'il renferme ; trois flavonoïdes majeurs ont été isolés de l'extrait de siwak et identifiés comme étant l'apigénine rhamnoglucoside, la rutine et le glucoside de lutéoline.

2.4.6 Activité hypoglycémique et hypolipidémique (1) (16) :

Le diabète sucré est une maladie métabolique caractérisée par une hyperglycémie. A long terme, le diabète peut entraîner des complications diverses. En plus d'une glycémie élevée, le diabète s'accompagne généralement d'une anomalie du métabolisme lipidique, appelée dyslipidémie diabétique, augmentant le risque de maladie coronarienne.

Les effets de l'administration prolongée d'une décoction lyophilisée de *Salvadora persica* ont été évalués chez des rats hypercholestérolémiques. Cette décoction, à une dose de 500mg/kg, abaisse significativement les taux plasmatiques de cholestérol, de LDL, de TG, de VLDL et de HDL chez les rats et fournit une protection considérable contre l'insurrection de l'hypercholestérolémie induite par l'alimentation ; le pic d'efficacité étant obtenu à partir de 30 jours de traitement. Une régénération des cellules B du pancréas a aussi été constatée.

L'extrait éthanolique de *S. persica*, à une dose de 2 g/kg, administré oralement, induit une baisse de la glycémie ; l'effet est comparable au médicament standard tolbutamide (à une dose de 0,5 g / kg de poids corporel) après 21 jours.

2.4.7 Activité antiulcéreuse (4) :

La prévalence élevée et la douleur associée à l'ulcère, ainsi que les effets secondaires des médicaments antiulcéreux ont rendu pertinent l'étude de nouveaux antiulcéreux. Les études confirment l'activité antiulcéreuse de la décoction lyophilisée de *S. persica*, la muqueuse gastrique était restaurée chez les rats traités. Une diminution significative de l'indice d'ulcère (0,9) par rapport au groupe témoin (11,4) a été constaté. Histologiquement, l'estomac présentait une régénération considérable du tissu glandulaire : les composants de la muqueuse gastrique réapparaissaient et avaient tendance à se rétablir jusqu'à la distribution normale. On peut conclure que la décoction de *S. persica* semble renforcer la barrière muqueuse qui constitue la première ligne de défense contre les agents ulcérogènes endogènes et exogènes. Il a été suggéré que l'effet protecteur gastrique de *S. persica* est en partie dû à une amélioration de la production de mucus. Par conséquent, la décoction de *S. persica* peut être catégorisée comme un agent cytoprotecteur.

2.4.8 Activité anticonvulsive et sédatrice (1):

La plupart des anticonvulsivants sont associés à des inconvénients tels que l'ataxie, la sédation et un dysfonctionnement cognitif. Par conséquent, l'exploration des plantes médicinales en tant que source de nouveaux médicaments antiépileptiques s'intensifie et *S. persica* a montré des résultats prometteurs à cet égard.

Chez le rat, l'administration orale et systémique de la décoction de *S. persica* (500 mg / kg) a montré une capacité de protection contre les convulsions induites par le pentylènetétrazole (PTZ) en réduisant le nombre et la durée des convulsions et en diminuant la mortalité.

S. persica s'est avéré être une source potentielle alternative de médicaments bioactifs pour soulager l'insomnie. Son utilisation pourrait éliminer les effets secondaires des médicaments sédatifs. En effet, les médicaments prescrits, notamment les benzodiazépines, peuvent facilement entraîner une dépendance et d'autres effets secondaires tels que la confusion, l'agressivité et l'amnésie antérograde.

2.4.9 Anti-ostéoporose (1) :

Une étude récente portait sur l'efficacité de l'extrait de *S. persica* sur l'ostéoporose chez la rate ovariectomisée (c'est-à-dire déficiente en œstrogène). Les résultats ont montré que l'extrait présentait une action protectrice dose-dépendante.

De plus, l'extrait prévenait de façon dose-dépendante la perte urinaire de calcium et de phosphore, indiquant que *S. persica* régulait à la baisse la vitesse de résorption osseuse.

A des doses de 150 et 300 mg / kg / jour, l'extrait de *S. persica* a amélioré la densité minérale osseuse en seize semaines.

2.4.10 Activité anticancéreuse :

Récemment, la recherche sur le cancer s'est orientée vers l'identification de nouveaux médicaments anticancéreux à partir de ressources naturelles et *S. persica* s'est montré prometteur dans ce domaine.

L'apoptose joue un rôle important dans les processus de développement, le maintien de l'homéostasie et l'élimination des cellules gravement endommagées. La mauvaise régulation de l'apoptose a été observée dans de nombreux troubles, notamment le cancer. (17)

Il a été récemment rapporté l'induction d'espèces réactives de l'oxygène intracellulaire par le BITC (principal composant antibactérien décrit précédemment). Par conséquent, il a été suggéré que le stress oxydatif pourrait être impliqué dans l'apoptose induite par les ITC. Dans le cadre d'une étude *in vitro* portant sur le mécanisme de régulation de la mort cellulaire induite par BITC, il a été constaté que la voie de la mort mitochondriale pourrait être impliquée dans l'apoptose induite par BITC.

L'apoptose étant la fin des voies de différenciation cellulaire de certains tissus, un processus aboutissant à une apoptose devrait minimiser le signal de prolifération, un déterminant important du processus de promotion de la tumeur.

L'extrait éthanolique de *S. persica* provoque un ralentissement de la croissance tumorale chez les souris. Un meilleur temps de survie moyen a également été observé. Plusieurs extraits de bâtonnets et d'écorce de *S. persica* (extraits bruts d'éthanol, d'éther de pétrole, de chloroforme et d'acétate d'éthyle) ont été étudié, la fraction d'éther de pétrole était la plus puissante. En outre, deux triterpènes isolés de l'extrait d'éther de pétrole de *S. persica* (acide ursolique et acide oléanolique) ont été également testé et montré un meilleur effet cytotoxique que la fraction d'éther de pétrole.

De plus, les effets cytotoxiques d'extraits aqueux de *S. persica* sur les lignées cellulaires de carcinome épidermoïde oral et de dysplasie épithéliale orale étaient significatifs à une concentration (11,25 mg / ml), ce qui est inférieure à la concentration cytotoxique vis-à-vis de la lignée cellulaire de fibroblastes du ligament parodontal normal (13,50 mg / ml). Ces études suggèrent donc les potentiels thérapeutiques de prévention du cancer de *S. persica*.

2.4.11 Activité anti-hypertensive (1) :

Les extraits de graines de *S. persica* provoquent une inhibition importante de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE). ACE est une métallopeptidase qui joue un rôle important dans la régulation de la pression artérielle dans le système rénine-angiotensine-aldostérone. Les ACE catalysent la conversion de l'Ang-I en l'Ang-II, un puissant vasoconstricteur qui stimule la sécrétion d'aldostérone. Cela améliore la réabsorption de sodium et d'eau dans le néphron et augmente la pression artérielle en augmentant le volume de liquide intravasculaire. L'utilisation d'inhibiteurs de l'ACE s'est révélée être une stratégie efficace dans la prévention et le traitement de l'hypertension, considérée comme l'un des principaux facteurs de risque de maladie cardiovasculaire. *S. persica* peut être une alternative, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour valider son efficacité en tant qu'inhibiteur de l'ACE.

3 Applications actuelles et perspectives thérapeutiques de *Salvadora persica*

3.1 Prévention des maladies carieuse et parodontale

3.1.1 Bâtonnet frotte-dents



Figure 13 : Un bâtonnet frotte-dents

Utilisé depuis des siècles, aucune date précise concernant sa première utilisation ne peut être donnée (il aurait été utilisé il y a plus de 7000 ans à Babylone) car sa nature végétale fait qu'il ne se conserve pas dans le temps. Cependant, une étude sur une dent provenant d'un corps datant de l'époque méroïtique (du 3^{ème} siècle avant JC au 5^{ème} siècle après JC) au Soudan a révélé des marques semblables à celles engendrées par l'usage répété d'un bâtonnet frotte-dents.

Selon la région du globe où il est employé, le bâtonnet frotte-dents va prendre différentes appellations : Siwak ou Miswak dans les pays musulmans, Quesem pour les hébreux, Peelu ou Sivak en Inde, de nombreux autres noms en Afrique.

L'explorateur allemand du 19^{ème} siècle Gustav Nachtigal racontait que les Soudanaises ne sortaient jamais sans leur « brosse à dents » au coin des lèvres ; morceaux de bois d'Araq rendus fibreux à l'extrémité. Un physicien allemand du 19^{ème} siècle, Eilhard Widemann, rapportait à Von Luschnan (un conseiller privé allemand) que les Nubiens

(la Nubie est une région historique englobant le nord de l'actuel Soudan et le sud de l'Égypte) avaient toujours un morceau de miswak sur eux, ce qui était probablement à l'origine de la blancheur de leurs dents. Ce à quoi ce dernier lui répondit que le miswak était répandu sur l'ensemble du continent, même chez les tribus nomades qui n'emportaient avec eux dans le désert qu'une gourde pour l'eau et un « msuaki ». (18)

3.1.1.1 Description :



Figure 14 : "Souwak" utilisé au Maroc, lanière d'écorce de Noyer

De nombreuses espèces sont utilisées en tant que bâtonnet frotte-dents mais leur efficacité en tant que telle n'est pas prouvée. De plus, le même terme est utilisé en Afrique du Nord pour désigner un autre bois utilisé par les femmes pour l'hygiène dentaire ; le bois en question est le noyer (*Junglans regia*), très cultivé au Maroc (Figure 14). Les femmes l'utilisent pour son effet blanchissant mais en réalité ce n'est qu'une illusion d'optique, qui plus est temporaire ; ce bois a pour effet de colorer les gencives et les lèvres en rouge-orangé assez sombre ce qui augmente le contraste avec les dents et donc de donner un côté éclatant au sourire. (3)

Le bâtonnet est en réalité une racine de *S. persica*. Contrairement aux branches, les racines présentent une forte activité antimicrobienne. (19)

La racine correspond à la partie souterraine de la plante, prolongement de la tige vers le bas. Elle diffère de la partie aérienne de la plante par plusieurs points : sa structure interne, la présence d'une coiffe terminale et de poils absorbants, ainsi que l'absence de feuilles et de bourgeons. Avec une morphologie extrêmement variable en fonction de l'espèce, elle possède néanmoins plusieurs rôles clés au sein de la plante (ancrage, nutrition, stockage et communication). Le rôle intéressant dans le cadre de l'utilisation

de racines en tant que bâtonnet frotte-dents est le rôle de stockage : c'est en effet par la racine que la plante va absorber l'eau et les nutriments nécessaires à son développement et les mettre en réserve, jouant ainsi un véritable rôle de réservoir. C'est ce qui justifie la grande concentration en substances actives des racines.



Le bâtonnet frotte-dents idéal (Figure 15) mesure 15 à 20 centimètres (la taille d'un stylo) pour un diamètre d'environ 1 cm ce qui permet d'avoir un bois assez souple pour ne pas être iatrogène mais assez rigide pour permettre un nettoyage efficace sans se briser. Chaque personne choisira un bois adapté à sa morphologie buccale, la partie travaillante mesure idéalement 1 à 1,5 cm. (6)

Figure 15 : Siwak en main

On définit la dureté comme une qualité physique indiquant la résistance au toucher, à la pression, au choc et à l'usure.

Dans le cadre d'une utilisation en hygiène dentaire, la dureté du bois agit sur l'efficacité du brossage mais aussi sur le risque de lésions parodontales. Un bois trop tendre ne permettra pas de retirer correctement la totalité de la plaque dentaire, tandis qu'un bois trop dur va provoquer des traumatismes au niveau des tissus mous buccaux, en particulier des récessions gingivales. *S. persica* est un bois présentant un bon rapport taille/dureté, totalement approprié pour une utilisation en bâtonnet frotte-dents. (20)

Il est important de noter que le margousier (autrement appelée Neem) est très utilisé en tant que bâtonnet frotte-dents dans certains pays d'Asie ; or les résultats montrent que ce bois n'est pas approprié pour cet usage, sa dureté peut provoquer des lésions parodontales.

Il faut privilégier l'utilisation de bâtonnet frais, plus souple et plus concentré en substances actives. De plus, un bâtonnet frais ne présente aucune cytotoxicité sur les structures parodontales tandis que la même plante peut devenir nocive avec le temps.
(13) Idéalement, on coupera l'extrémité de ces fibres tous les jours.

Environ 1 cm de la couche externe du miswak est pelé pour révéler les poils internes qui sont ensuite mâchés pour le rendre mou et pour libérer ses substances actives. (1)

D'un point de vue mécanique, le principe est le même que celui d'une brosse à dent, les fibres effilochées à l'extrémité servent de brins pour éliminer la plaque dentaire par frottement. Lors du brossage, le bâtonnet est dirigé par la main mais aussi par l'action des muscles linguaux, jugaux et faciaux.

La principale différence avec une brosse à dent est l'orientation de la partie travaillante qui, dans le cas du bâtonnet, est dans le même axe que le manche ce qui induit une méthode de brossage différente.

Comme pour l'usage d'une brosse à dent, il faut connaître la bonne technique d'utilisation et s'exercer.

Le but étant toujours le même : obtenir un mouvement contrôlé éliminant efficacement la plaque tout en préservant les gencives. Le mouvement doit être dirigé de la gencive vers la dent (« du rouge vers le blanc ») et concerne toutes les faces.(6)

3.1.1.2 *Intérêt clinique :*

3.1.1.2.1 Comparaison avec la brosse à dent classique :

La contamination microbienne de la brosse à dents a été suggérée comme un facteur étiologique possible de plusieurs maladies inflammatoires buccales. Après une utilisation, les brosses à dents sont contaminées par des micro-organismes qui colonisent la cavité buccale. Les espèces cariogènes peuvent survivre plus de 48 h sur les brosses à dents, même en entreposage à sec. Si elle n'est pas contrôlée, la rétention et la survie des micro-organismes sur les brosses à dents pourraient représenter une

cause potentielle de réactions inflammatoires dans les tissus buccaux durs et mous. Les pathogènes présumés présents sur les poils de la brosse à dents peuvent provoquer des infections telles que la gingivite, la stomatite et la péri-implantite.

Plusieurs études ont signalé différentes façons de réduire la contamination des brosses à dents après utilisation. Seules les brosses à dents avec des poils enduits de Chlorhexidine n'ont pas montré de contamination. (21)

La racine de *S. persica* présente une forte activité antimicrobienne. Il a été prouvé que ce potentiel est tel que l'emballage souvent présenté dans les formes commerciales actuelles n'est pas indispensable car la couche externe ne permet pas aux bactéries d'y proliférer et que l'absence d'emballage ne modifie pas l'activité du bâtonnet.(19)

Une étude visant à comparer l'effet du miswak en complément de la brosse à dent classique a démontré que la combinaison des deux outils optimisait les résultats. En effet, l'indice de plaque et l'indice gingival étaient fortement réduits. Cependant, lorsque chacun de ces outils est utilisé seul, aucune différence significative n'est notée. Le miswak, du fait de son utilisation plus simple ne nécessitant aucune source d'eau ni aucun dentifrice, peut être un bon complément pour l'hygiène buccale ou une bonne alternative à la brosse à dent classique. D'autres formes galéniques contenant du siwak, comme le dentifrice peuvent permettre de combiner ces outils et d'optimiser leurs résultats. (22)

Le miswak a cependant un effet immédiat supérieur à la brosse à dent sur *S. mutans*, une bactérie cariogène (taux salivaires mesurés *in vivo*). (23)

3.1.1.2.2 Contrôle de plaque (1) :

3.1.1.2.2.1 La plaque dentaire :

La plaque dentaire est une communauté microbienne complexe qui se développe sous forme de biofilm sur les surfaces dentaires. L'étiologie des caries dentaires et de diverses formes de parodontopathie est reconnue depuis longtemps comme étant liée aux

accumulations bactériennes et à la composition de la plaque. Les données les plus récentes suggèrent que les deux maladies ont une étiologie multi-bactérienne. (24)

Le biofilm est un groupe de micro-organismes dans laquelle les cellules se collent les unes aux autres sur une surface. Ces cellules adhérentes sont noyées dans une matrice autoproduite organisée avec des pores permettant la circulation des nutriments essentiels à leur survie.

La relation entre l'état pathogène et le mode de croissance des biofilms a été plus clairement établie avec les streptocoques oraux, connus pour initier des caries dentaires. Le cycle de vie des biofilms de l'isolat de *S. mutans* a révélé son adaptation orale à des stress récurrents tels que la pénurie extrême ou l'excès de nutriments, un faible pH, une osmolarité élevée, l'oxydation et la consommation d'agents antimicrobiens ou d'antibiotiques.

Le comportement des bactéries change en fonction de l'organisation du biofilm ; c'est le quorum sensing (Détection du quorum ou QS). C'est un ensemble de mécanismes régulateurs qui contrôlent l'expression coordonnée de certains gènes bactériens et c'est ainsi que les bactéries communiquent, s'organisent et changent leur comportement en devenant pathogène par exemple. Le QS implique la capacité qu'ont les bactéries à communiquer avec leurs congénères via des signaux moléculaires, et éventuellement, pour certaines espèces, à disposer d'une horloge biologique endogène. Ce système renseigne chaque bactérie sur la densité de la population de sa propre espèce ou d'autres espèces, permettant des comportements symbiotiques ou impliquant différentes espèces. Il joue un rôle majeur dans les comportements coloniaux de populations bactériennes, en permettant des comportements coordonnés, ou certaines actions entre bactéries de la même espèce en fonction de la densité de leur population leur permettant par exemple de former un biofilm. Par conséquent, la formation de biofilms peut être évitée en recherchant des molécules qui interfèrent avec la communication de cellule à cellule. (25)

Plusieurs plantes terrestres sont connues pour produire des « mimétiques QS » capables de contrôler le QS bactérien. Par l'intermédiaire de ses composés phénoliques, *S. persica*

a la capacité d'inhiber la détection du quorum. Une étude indique que *S. persica* contient des agents bioactifs anti-biofilm à double fonctionnalité (inhibition de la croissance bactérienne et interaction avec le QS). *S. persica* peut offrir une nouvelle stratégie pour réduire le développement des caries dentaires en inhibant l'adhésion initiale et la formation ultérieure de biofilm par les bactéries cariogènes. (26)

3.1.1.2.2.2 La salive :

L'extrait aqueux de bâtonnets à mâcher *S. persica* augmente le pH de la plaque dentaire en augmentant la sécrétion salivaire de la glande parotide et peut donc avoir un impact sur le développement des bactéries de la plaque dentaire.(7)

Il a été rapporté que le miswak produisait des augmentations significatives en calcium et en chlorure, et une diminution significative du phosphate et du pH ; la saturation de la salive en calcium inhibe la déminéralisation et favorise la reminéralisation de l'émail dentaire.

3.1.1.2.2.3 Action mécanique :

Le miswak est un outil mécanique efficace pour réduire le niveau d'accumulation quotidienne de la plaque. La silice qu'il contient possède des propriétés mécaniques destructrices pour la plaque et aide à maintenir un pH normal après des attaques chimiques acidogènes. De plus, il a aussi la capacité d'enlever la plaque des sites interproximaux grâce à une meilleure action de nettoyage mécanique de ses fibres par rapport aux fibres des brosses à dents synthétiques conventionnelles. (10)

Le meilleur cas pour illustrer la difficulté à contrôler la plaque dentaire est le patient ayant un traitement orthodontique type multibagues. Chez les utilisateurs de miswak, un effet similaire à celui des brosses à dents souples et des brosses orthodontiques en ce qui concerne le contrôle de la plaque en présence d'appareils orthodontiques fixes a été observé. Chez les utilisateurs de miswak, la condition gingivale est même meilleure. (27)



Un cas clinique démontre qu'après 6 mois de traitement, en ayant le siwak comme outil exclusif pour l'hygiène buccale, le contrôle de plaque était très bon et qu'il était tout à fait possible d'utiliser le siwak en présence d'un traitement orthodontique. (28) (Figures 16 et 17)

Figure 16 : Jeune patiente démontrant comment elle utilise le miswak



Figure 17 : Photographies intra-orales, après 6 mois de traitement orthodontique, montrant un bon contrôle de plaque ainsi qu'un bon état parodontal

3.1.1.2.3 Gestion de la maladie carieuse :

La carie dentaire est l'une des maladies chroniques les plus répandues chez l'homme dans le monde. C'est une maladie multifactorielle dans laquelle, entre autres, les streptocoques (*Streptococcus mutans* et *S. sobrinus*) et les lactobacilles, séparément ou ensemble, jouent un rôle important.

En plus de son effet mécanique, le miswak exerce une activité chimique contre les bactéries et la formation de plaque. Il contient des fluorures, leur efficacité dépend de leur mouillabilité, et de leur capacité à diffuser à travers l'émail dentaire jusque dans les sites les plus propices au développement de la carie dentaire ; or lors du brossage, le miswak libère de la résine (sa sève) qui a cette capacité de diffusion.

Les résines végétales sont des substances naturelles sécrétées par certains végétaux. A l'usage de bâtonnets frottes-dents, la résine est capable de former une couche protectrice sur l'émail dentaire et de jouer ainsi un rôle de barrière contre les lésions carieuses.

L'extrait brut de miswak (sans extraction, et donc sans perte potentielle de substance active) présente un fort effet antibactérien contre la plupart des bactéries cariogènes. Lorsque l'extrait est suspendu au-dessus des plaques d'agar inoculées, les effets sont similaires sur les bactéries à Gram-négatif laissant suggérer la présence de composés actifs volatils efficaces contre ce type de pathogènes. (24)

L'huile extraite à partir du miswak présente un effet immédiat sur les bactéries cariogènes, en particulier les streptocoques (*S. mutans*, *S. Sanguis* et *S. Salivarius*). Les tests ont été menés en prenant comme référence la Chlorhexidine et les résultats sont très proches. (29)

3.1.1.2.4 Gestion de la maladie parodontale :

La plaque dentaire est composée de plus de 700 espèces microbiennes différentes, certaines d'entre elles sont des agents étiologiques de la maladie parodontale.

La parodontite est différente des autres infections : elle est causée par un groupe de bactéries, un microbiote (ensemble de micro-organismes vivant dans un environnement spécifique chez un hôte ou une matière). C'est une maladie complexe dans laquelle les réponses inflammatoires dues aux bactéries et aux interactions de l'hôte jouent un rôle majeur dans l'expression et la progression de la maladie.

Bien que la génétique de l'hôte, les facteurs environnementaux et acquis soient essentiels au développement de la maladie parodontale, l'accumulation bactérienne est le principal facteur déclenchant.

Le passage de la santé parodontale au stade de la parodontite se caractérise par un passage d'une microflore à Gram positif à une flore à Gram négatif. Les extraits de siwak (riche en BITC) ont montré un effet bactéricide rapide et puissant contre les pathogènes buccaux impliqués dans la maladie parodontale ainsi que contre d'autres bactéries Gram-négatives, tandis que les bactéries Gram-positives présentaient principalement une inhibition de la croissance.

Les bactéries à Gram négatif telles que *Tannerella forsythia* (*Bacteroides forsythus*), *Porphyromonas gingivalis* et *Treponema denticola* se trouvent à des niveaux significativement plus élevés chez les patients atteints de parodontite chronique et agressive et sont donc souvent appelées les bactéries complexes rouges (Atelier mondial sur la parodontie). Ces bactéries à Gram négatif, avec *Aggregibacter* (*Actinobacillus actinomycetemcomitans*), colonisent les poches gingivales ; ces pathogènes sont de puissants inducteurs de l'inflammation et de la destruction des tissus et possèdent une capacité très développée à échapper aux réponses immunitaires de l'hôte et à résister au traitement antimicrobien. (7)

La plaque sous-gingivale représente un nid idéal pour ces agents pathogènes car elle se trouve dans une zone difficilement accessible pour le nettoyage. L'analyse de la plaque sous gingivale des utilisateurs de miswak révèle que la microflore y est identique à celle des utilisateurs de brosse à dents. Cependant, on note une meilleure diminution du taux de *A. actinomycetemcomitans* pour les utilisateurs de miswak. (30)

Aggregatibacter actinomycetemcomitans est l'agent étiologique principal de la parodontite agressive localisée (LAP). Toutes les souches de cette bactérie peuvent causer une maladie parodontale. Elle produit une leucotoxine, un facteur de virulence important, capable de détruire les PMN (polynucléaire neutrophile). Le miswak a un effet protecteur sur les cellules cibles de ce pathogène (plutôt qu'un effet direct sur cette toxine). (30)

E. faecalis fait aussi partie de cette microflore, c'est un agent étiologique principal dans la parodontite chronique. Il se trouve que l'extrait de miswak inhibe de manière significative la croissance de cette bactérie en comparaison avec la vancomycine (qui est l'antibiotique le plus efficace face à cette agent pathogène). (31)

Les utilisateurs de miswak ont une meilleure santé parodontale, moins de saignements gingivaux et perte osseuse interproximale moindre par rapport aux utilisateurs de brosses à dents. (10)

3.1.2 Formes galéniques commercialisées contenant les principes actifs du Siwak :

À la suite des résultats encourageants obtenus avec les bâtonnets de *S. persica*, différentes formes galéniques ont été utilisées pour délivrer ses extraits, tels que les bains de bouche et les dentifrices.

3.1.2.1 *Dentifrice :*

i.



Figures 18 et 19 : Dentifrices Colgate et Signal contenant du Miswak

Un dentifrice est une suspension homogène d'un abrasif solide, insoluble dans l'eau, dans un milieu suffisamment visqueux pour assurer la stabilité de l'ensemble. Le dentifrice améliore l'élimination de la plaque, évite l'halitose et contient des substances actives diverses. Leur composition peut varier mais ils contiennent tous une grande quantité d'eau à laquelle on ajoute des excipients et des principes actifs.

Parmi les excipients, on peut trouver des agents moussants, des agents polissants, des agents détergents, des conservateurs, des épaississants, des colorants ou encore des arômes.

En plus des excipients, le dentifrice comporte, un ou plusieurs principes actifs qui lui confèrent des propriétés spécifiques. Le principe actif le plus répandu est le fluor, qui peut être présent sous différentes formes (fluorure de sodium, fluorure d'amine, etc.) et qui a pour effet d'améliorer la résistance de l'email dentaire aux attaques acides.

Historiquement, la première forme galénique était la poudre dentifrice ; c'est pendant la période de la Première Guerre Mondiale que les dentifrices sous forme de pâte ont connu un essor. Aujourd'hui, les fabricants répondent de plus en plus aux exigences des patients. On peut trouver des dentifrices luttant contre la carie, l'hyperesthésie dentaire, la maladie parodontale, la mauvaise haleine...

Une étude en triple aveugle sur un total de 350 sujets visant à évaluer l'efficacité d'un dentifrice à base de miswak dans le contrôle de plaque démontre que la réduction de la plaque est de 37 %, alors qu'elle est de 31 % pour un dentifrice conventionnel (dentifrice Colgate fluoré classique). (32)

La plupart des études cliniques *in vivo* portaient sur la santé gingivale ; en raison de la possibilité de mesurer les indices gingivaux dans des intervalles de temps relativement courts. Les études de miswak sur les caries dentaires et les bactéries cariogènes ont été principalement menées *in vitro*. Une étude menée *in vivo* démontre que la pâte miswak a un effet significatif immédiat et après deux semaines d'utilisation sur les lactobacilles ; tandis que pour *Streptococcus mutans*, une diminution significative a été obtenue seulement après 2 semaines d'utilisation. La pâte fluorée ordinaire (Dentifrice Dr Toothpaste) a montré un effet non significatif sur les deux bactéries aux deux intervalles de temps. (33)

3.1.2.2 Bains de bouche :

Le bain de bouche est l'opération consistant à baigner la cavité buccale avec une solution, aussi appelée rince-bouche, de manière à améliorer l'hygiène bucco-dentaire et d'exercer une action curative notamment en soin post-opératoire (à la suite d'une extraction par exemple) ou en situation d'infection dentaire, d'inflammation gingivale ou de parodontie.

Autrefois, les antiseptiques utilisés étaient l'eau salée, les infusions de plantes, ou même une solution alcaline (comme le bicarbonate de soude). De nouvelles molécules puissantes sont utilisées à présent, la plus courante est la Chlorhexidine.

La Chlorhexidine (CHX) est le rince-bouche standard utilisé pour le contrôle de la plaque chimique. Malheureusement, la CHX a des effets indésirables tels qu'une coloration extrinsèque sur les dents et les restaurations, ou le goût amer interférant avec la fonction gustative. Les bains de bouche CHX contenant des agents anti-décoloration n'ont aucun effet bénéfique constant sur la plaque et la gingivite. Cela encourage de nombreux chercheurs à trouver des solutions de rechange pour la CHX.



Figure 20 : Bain de bouche Listerine contenant du Miswak

Un rinçage avec un bain de bouche à base de miswak, deux fois par jour, a permis de réduire de manière significative l'accumulation de la plaque après 24 heures. Ce résultat vient à l'appui des effets antibactériens et anti-adhérence rapportés précédemment, ce qui pourrait expliquer son effet anti-plaque important.

Cette même solution (à haute concentration) présentait une activité antibactérienne comparable à la CHX à 12% contre des colonisateurs de plaque primaires, c'est-à-dire *S. mutis*, *S. sanguinis* et *A. viscosus*. Elle a également réduit de manière significative l'adhérence de ces bactéries à des billes de verre recouvertes de salive qui agissaient comme des surfaces dentaires.

Les tanins et le fluorure ont été identifiés dans des extraits aqueux de *S. persica* et ils peuvent lier les protéines salivaires de la pellicule recouvrant les surfaces dentaires, modifier la surface de la pellicule et donc interférer avec l'adhérence des colonisateurs primaires de la plaque. (34)

Une autre étude compare l'utilisation d'une pâte dentifrice seule, combinée avec un rince-bouche à base de miswak et une solution saline. L'objectif est d'évaluer l'efficacité contre *S. mutans* et deux lactobacilles immédiatement après utilisation et après deux semaines de traitement. Le rinçage salin utilisé autrefois n'avait aucun effet immédiat ; cependant une diminution significative du taux des deux types bactéries a été constatée après deux semaines.

L'utilisation d'un dentifrice classique seul ne démontrait aucun effet immédiat mais lorsqu'il était combiné au rince-bouche *S. persica*, une diminution très significative de la croissance bactérienne à la fois immédiatement et après 2 semaines après l'intervention pour les deux Lactobacilles et *S. mutans* a été observée.

Les rince-bouches contenant du miswak sont très efficaces pour réduire la croissance des bactéries cariogènes. (33)

3.1.2.3 Gommes à mâcher :

La gomme à mâcher, ou chewing-gum, est une gomme à laquelle sont ajoutés des arômes et parfums alimentaires. C'est un complément au brossage de dents recommandé par l'UFSBD (Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire) : "Se rincer la bouche à l'eau ou mastiquer un chewing-gum sans sucre après chaque prise alimentaire, s'il n'est pas possible de se brosser les dents avec un dentifrice fluoré après chaque repas." Certaines contiennent des principes actifs comme la Nicotine ou le Xylitol. Souvent utilisées pour lutter contre la mauvaise haleine, ces gommes diminuent le taux de caries (lorsqu'elles sont sans sucre) en stimulant la sécrétion salivaire.

En chimie, le pouvoir tampon est la capacité d'absorber, de neutraliser, de tamponner des chocs ou des changements, comme les variations de ph. Le pouvoir tampon de la salive protège la cavité buccale des attaques acides grâce au bicarbonate, au phosphate et à l'urée qu'elle contient. Le bicarbonate, en diffusant dans la plaque et en neutralisant les acides, joue le rôle tampon le plus important.

Le flux salivaire peut être augmenté par différents stimuli tels que l'utilisation d'aliments acides (bonbon sans sucre acidulé), la fréquence de la mastication (chewing-gum) et le fait de mastiquer réellement les aliments. De plus, le léger goût amer de *S. persica* stimule la sécrétion salivaire, ce qui se traduit par une augmentation du pH de la plaque et donc une baisse du taux de carie.

Un essai randomisé en double aveugle (35) (les gommes testées et les gommes placebo étaient visuellement identiques) a été mené dans le but d'évaluer l'effet d'une gomme à mâcher contenant un extrait de *S. persica* (0,6% de bain de bouche *S. persica*) sur la santé parodontale. Trois critères ont été évalués : l'indice de plaque (Pi), l'indice gingival (Gi), et l'indice de saignement (Bi).

Dans tous les groupes, une diminution des trois indices a été observée. Ceci peut être attribué à l'*effet Hawthorne* : les participants à un essai clinique améliorent leur santé indépendamment de la modalité du traitement car le fait d'être inclus dans une étude augmente la motivation.

Cependant, pour Gi et Bi, une diminution significative par rapport au placebo a été noté chez les patients souffrant de gingivite.

Même incluse dans une gomme, la solution rince-bouche de S. persica garde ses propriétés bénéfiques pour la santé parodontale.



Figure 21 : Gomme à mâcher contenant du miswak

3.2 Études expérimentales – Perspectives thérapeutiques

3.2.1 Vernis dentaire

Les vernis dentaires peuvent être appliqués facilement et rapidement, et peuvent délivrer un principe actif comme le fluor ou la chlorhexidine aux dents en toute sécurité et à haute concentration.

Bien que le fluor demeure le pilier de la prévention des caries dentaires, des approches supplémentaires sont nécessaires pour améliorer son efficacité.

L'effet anti-carie le plus important du fluor résulte de son action locale sur l'interface dent / plaque, à travers la promotion de la reminéralisation et l'inhibition de la déminéralisation. Il empêche également la production d'acide par S. mutans. Cependant, le fluor en lui-même n'est pas un agent antimicrobien puissant.

Dans ce contexte, la combinaison de fluor avec des agents antimicrobiens tels que le Xylitol et la Chlorhexidine a été recommandée pour la prévention des caries dentaires, en particulier chez les individus à haut risque carieux.

Une étude portant sur des vernis à base de produits naturels connus pour leur propriété antibactérienne (propolis, miswak et chitosane) révèle que tous ces vernis ont un effet antibactérien significatif contre *S. mutans* par rapport au vernis fluoré à 5%.

L'ajout d'un agent antimicrobien naturel au vernis fluoré présente un effet additif : le pouvoir reminéralisant du vernis combinant miswak et fluor est supérieur à celui du vernis fluoré classique. (36)

Bien que les vernis à base de propolis et de miswak aient eu des effets antibactériens similaires, le miswak peut être une meilleure option pour un usage clinique, car le vernis à la propolis donne un revêtement brun foncé qui peut ne pas être cliniquement acceptable.

Il vaut la peine de noter que les coûts de préparation des vernis à base de produits naturels comme le miswak étaient minimes puisque tous les constituants sont facilement disponibles, bon marché et que des méthodes simples sont utilisées pour produire leurs extraits. L'utilisation du miswak peut être encouragée dans les pays disposant de ressources financières limitées.

3.2.2 Solution d'irrigation endodontique

3.2.2.1 Réduction du taux bactérien intracanalaire (37) :

Les solutions d'irrigation sont très importantes pendant la préparation du canal radiculaire car elles aident au nettoyage du canal radiculaire, lubrifient les limes, éliminent les débris, ont un effet antimicrobien et dissolvent les tissus sans endommager les tissus périapicaux. La sélection d'un irrigant idéal dépend principalement de son action sur les micro-organismes et les tissus périapicaux avec le

moins d'effets secondaires. L'hypochlorite de sodium et la Chlorhexidine sont des agents antimicrobiens fréquemment utilisés dans le traitement de l'infection endodontique.

L'hypochlorite de sodium s'est avéré être une solution efficace pour la préparation chimiomécanique du canal radiculaire en raison de son activité antimicrobienne et de sa capacité à dissoudre les tissus, mais il provoque des réactions inflammatoires sévères lorsqu'il est en contact avec les tissus vitaux périapicaux. Pour éviter cela, il faut irriguer à une distance de 2mm de la longueur de travail et effectuer une activation pour parfaire la désinfection des 2 derniers mm ; on peut facilement se rendre compte que cette technique est praticien-dépendante et pas forcément toujours bien réalisée dans les conditions réelles d'une pratique en cabinet.

Le gluconate de Chlorhexidine a un large spectre d'activité antimicrobienne, il est unique dans sa capacité à se lier aux tissus buccaux pendant de longues périodes à partir desquelles il est libéré lentement, et il est relativement non toxique. Cependant, il n'a pas la capacité de dissoudre les tissus.

Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer les effets antimicrobiens *in vitro* et *in vivo* d'un extrait alcoolique de solution *Salvadora persica* en tant qu'irrigant du canal radiculaire et de le comparer avec les irrigants actuellement utilisés (hypochlorite de sodium à 5,25% et Chlorhexidine à 0,2%). (37)

In vitro : La meilleure activité antimicrobienne de *Salvadora persica* a été notée à 15%, la Chlorhexidine avait un effet antimicrobien proche de ce dosage. L'hypochlorite de sodium à 5,25% avait l'effet antimicrobien le plus élevé parmi les irrigants utilisés pour le traitement du canal radiculaire, mais les résultats n'étaient pas significativement différents de ceux obtenus avec les autres solutions.

Ces trois irrigants présentaient un plus grand pourcentage de réduction contre les micro-organismes anaérobies que contre les micro-organismes aérobies, mais aucune différence statistiquement significative n'a été noté.

In vivo : Toutes les dents contenaient des bactéries avant traitement (dents avec pulpes nécrotiques), comme indiqué par des résultats de culture obtenus à partir du contenu.

Solution d'irrigation intracanalaire	Réduction du taux bactérien intracanalaire en %	
	Bactéries aérobies	Bactéries anaérobies
S. persica 15%	98,62	98,36
Chlorhexidine 0,2% (Témoin positif)	98,63	98,65
Hypochlorite de sodium 5,25% (Témoin positif)	99,20	99,14
Solution saline normale (Témoin négatif)	51,73	49,39

Figure 22 : Réduction du taux bactérien intracanalaire de différents irrigants canalaire

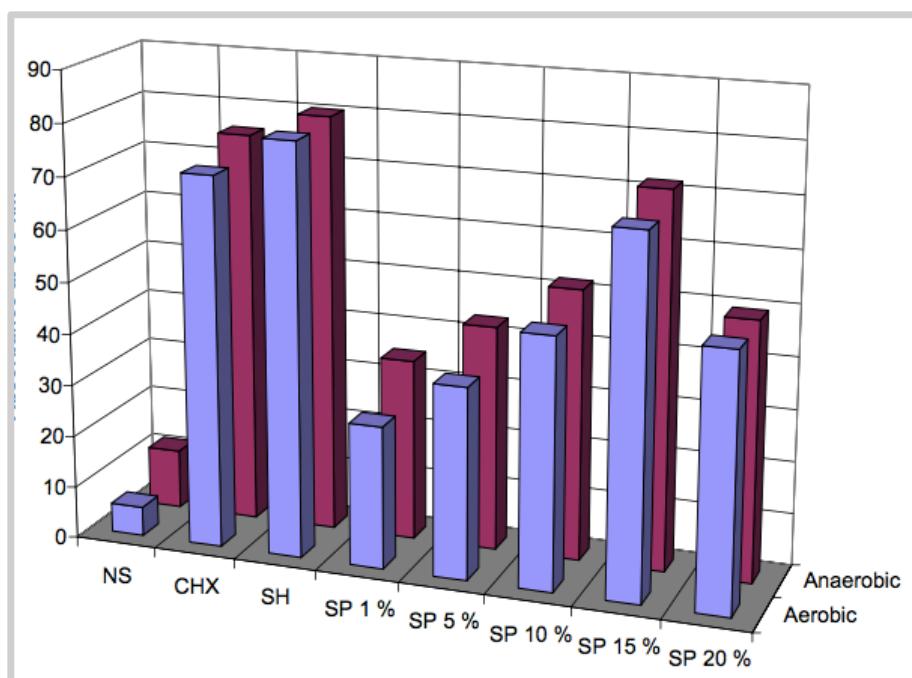


Figure 23 : Histogramme comparant l'effet antimicrobien de S. persica à celui d'autres irrigants canalaire (37)

NS : Solution saline / CHX : Chlorhexidine / SH : Hypochlorite de sodium / SP : *Salvadora persica*

Pour toutes les solutions naturelles il faut, à défaut d'isoler les constituants concernés, de grandes concentrations. La question de la rentabilité devient alors essentielle ; l'extrait alcoolique de *Salvadora persica* a donné 15g pour chaque bâtonnet de 200g, ce qui est considéré comme rentable commercialement.

3.2.2.2 Élimination de la boue dentinaire (38) :

Les procédures d'instrumentation canalaire produisent une couche de matériau organique et inorganique appelée boue dentinaire. Malheureusement, aucune solution d'irrigation n'est capable d'agir simultanément sur les éléments organiques et inorganiques de cette couche. Actuellement, l'hypochlorite de sodium peut être combiné avec l'EDTA (Éthylènediaminetétracétique) pour offrir des actions bactéricides, dissolvantes et chélatantes.

Une solution alcoolique de *S. persica* peut enlever la couche de frottis d'une dentine parodontale.

Une étude compare la dentine humaine instrumentée traitée avec une solution saline et des extraits aqueux et alcooliques de *S. persica* en utilisant différents modes d'application et différents temps d'exposition. Les résultats ont montré qu'irriguer la dentine radiculaire avec une solution saline et un extrait aqueux de *S. persica* éliminait partiellement la boue dentinaire, tandis que l'extrait alcoolique l'éliminait complètement. D'autre part, la Chlorhexidine (CHX) et l'extrait aqueux de *S. persica* avaient un effet similaire sur la dentine saine ; *S. persica* a ouvert plus de tubules dentinaires dans la dentine parodontale.

Les résultats obtenus avec 17% d'EDTA ont révélés que les tubulis dentinaires étaient ouverts et qu'aucune trace de boue dentinaire n'a été retrouvée sur les surfaces des canaux radiculaires.

S. persica a été efficace pour éliminer la boue dentinaire du tiers coronal et du tiers moyen de la paroi du canal radiculaire, le pic d'efficacité a été obtenu avec une solution à 5 mg/ml. De plus, la solution de *S. persica* à 5 mg / ml était aussi efficace que l'EDTA à

17% pour éliminer la boue dentinaire du tiers coronal de la paroi du canal. Au tiers apical *S. persica* était moins efficace que l'EDTA pour éliminer la boue dentinaire.

Ces résultats étaient en accord avec la conclusion générale de la littérature endodontique selon laquelle le tiers apical du canal est plus difficile à nettoyer, ce qui pourrait être dû à la sclérose tubulaire, qui est plus prononcée dans le tiers apical du canal radiculaire.

La capacité de *S. persica* à enlever la boue dentinaire peut être attribuée à sa teneur en acide stéarique qui agit comme un agent chélateur.

Sur la base de ces résultats, l'extrait de *S. persica* peut être utilisé comme solution d'irrigation en raison de sa biocompatibilité, de ses propriétés antibactériennes et de ses effets chélatants. Bien que les données actuelles semblent prometteuses, d'autres études sont recommandées pour fournir des résultats qui pourraient justifier l'application clinique de l'extrait de *S. persica* en endodontie.

3.2.3 Matériaux de restauration (39)

La dentisterie moderne repose sur les traitements mini-invasifs, le but étant d'éviter toute exposition de la pulpe. Après l'élimination de la dentine infectée, une partie de la dentine préservée reste tout de même affectée par les bactéries. Les restaurations antibactériennes augmentent le taux de réussite de ces traitements ce qui permet de préserver un maximum de tissus dentaires.

Un essai clinique randomisé visait à évaluer l'efficacité de l'ajout d'extrait de gluconate de chlorhexidine (CHX) ou d'extrait aqueux de *S. persica* sur les performances cliniques et l'activité antibactérienne *in vivo* du ciment ionomère de verre anhydre (CVI).

Les dents cariées ont été traitées selon la technique ART, puis un 1^{er} prélèvement bactérien a été réalisé au niveau de la dentine conservée.

Après 9 mois, la restauration a été déposé afin de réaliser un 2^{ème} prélèvement bactérien avant de mettre en place une restauration définitive.

L'ajout de *S. persica* ou de CHX dans un CVI améliorait la réduction bactérienne, les résultats obtenus étaient supérieurs à ceux obtenus avec un CVI conventionnel.

De plus, avec *S. persica* le taux de réussite de la restauration était de 100%, tandis que la CHX abaisse les propriétés physico-chimiques du ciment (défaux marginaux et usure accélérée) ce qui diminue le taux de succès de la restauration.

3.2.4 Prévention et traitement des maladies parodontales

Actuellement, plusieurs études sont menées sur *S. persica* afin d'évaluer son efficacité sur différents troubles parodontaux ou sur son utilité en complément des détartrage/surfaçage radiculaire.

4 Conclusion

L'un des premiers outils de brossage dentaire adopté par l'homme a été le bâtonnet frotte-dents, il aurait été utilisé il y a plus de 7000 ans à Babylone. Cet instrument d'hygiène s'est ensuite propagé à travers le monde et a traversé les époques ; il a l'avantage d'être écologique, économique, accessible et pratique (il ne nécessite ni eau ni additif).

Salvadora persica Linn est l'arbre le plus utilisé à cet effet, et a de nombreuses autres vertus médicinales. De nombreuses études ont été menées pour identifier les composés contenus dans le siwak et confirmer son activité thérapeutique.

Initialement utilisé en tant que bâtonnet frotte-dents, S. persica a été décliné sous d'autres formes galéniques pour délivrer ses extraits, tels que les bains de bouches et les dentifrices.

D'autres perspectives cliniques sont à l'étude, il est fort probable de voir arriver d'ici peu d'autres produits contenant des extraits de siwak, comme des vernis dentaires ou des matériaux de comblements dentaires.

« La nature est un beau livre, ouvert aux regards de tout le monde ; malheureusement, il en est peu qui le lisent et encore moins qui le comprennent. »

Jean-Napoléon Vernier (poète et fabuliste du 19^{ème} siècle)

Bibliographie :

1. **Aumeeruddy MZ, Zengin G, Mahomoodally MF.** A review of the traditional and modern uses of *Salvadora persica* L. (Miswak): Toothbrush tree of Prophet Muhammad. *J Ethnopharmacol.* mars 2018;213:409-44.
2. **Haque M, Alsareii S.** A review of the therapeutic effects of using miswak (*Salvadora Persica*) on oral health. *Saudi Med J.* 1 mai 2015;36(5):530-43.
3. **Pasquini A.** Thèse pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
4. **Ahmad H, Rajagopal K.** *Salvadora persica* L. (Meswak) in dental hygiene. *Saudi J Dent Res.* juill 2014;5(2):130-4.
5. **Halawany HS.** A review on miswak (*Salvadora persica*) and its effect on various aspects of oral health. *Saudi Dent J.* avr 2012;24(2):63-9.
6. **Sadhan RIA, Almas K.** Miswak (chewing Stick): A Cultural And Scientific Heritage. :9.
7. **Sofrata A, Santangelo EM, Azeem M, Borg-Karlson A-K, Gustafsson A, Pütsep K.** Benzyl Isothiocyanate, a Major Component from the Roots of *Salvadora Persica* Is Highly Active against Gram-Negative Bacteria. *Heimesaat MM, éditeur. PLoS ONE.* 1 août 2011;6(8):e23045.
8. **Farag MA, Fahmy S, Choucry MA, Wahdan MO, Elsebai MF.** Metabolites profiling reveals for antimicrobial compositional differences and action mechanism in the toothbrushing stick “miswak” *Salvadora persica*. *J Pharm Biomed Anal.* janv 2017;133:32-40.
9. **Al-Ayed MSZ, Asaad AM, Qureshi MA, Attia HG, AlMarrani AH.** Antibacterial Activity of *Salvadora persica* L. (Miswak) Extracts against Multidrug Resistant Bacterial Clinical Isolates. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2016;2016:1-5.
10. **Niazi F, Naseem M, Khurshid Z, Zafar M, Almas K.** Role of *Salvadora persica* chewing stick (miswak): A natural toothbrush for holistic oral health. *Eur J Dent.* 2016;10(2):301.
11. **Noumi E, Snoussi M, Hajlaoui H, Valentin E, Bakhrouf A.** Antifungal properties of *Salvadora persica* and *Juglans regia* L. extracts against oral Candida strains. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* janv 2010;29(1):81-8.
12. **Alili N, Türp JC, Kulik EM, Waltimo T.** Volatile compounds of *Salvadora persica* inhibit the growth of oral Candida species. *Arch Oral Biol.* mai 2014;59(5):441-7.
13. **Mohamed SA, Khan JA.** Antioxidant capacity of chewing stick miswak *Salvadora persica*. *BMC Complement Altern Med.* 2013;13(1):40.

14. **Ibrahim MM, AL Sahli AAA, Alaraidh IA, Al-Homaidan AA, Mostafa EM, EL-Gaaly GA.** Assessment of antioxidant activities in roots of Miswak (*Salvadora persica*) plants grown at two different locations in Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci.* mars 2015;22(2):168-75.
15. **Saleh A. Mohamed.** Properties of peroxidase from chewing stick miswak. *Afr J Pharm Pharmacol [Internet].* 8 mars 2012 [cité 13 mars 2018];6(9). Disponible sur: <http://www.academicjournals.org/ajpp/abstracts/abstract%202012/8%20Mar/Mohamed%20et%20al.htm>
16. **Khatak M, Khatak S, Siddqui A, Vasudeva N, Aggarwal A, Aggarwal P.** *Salvadora persica.* *Pharmacogn Rev.* 2010;4(8):209.
17. **Nakamura Y, Kawakami M, Yoshihiro A, Miyoshi N, Ohigashi H, Kawai K, et al.** Involvement of the Mitochondrial Death Pathway in Chemopreventive Benzyl Isothiocyanate-induced Apoptosis. *J Biol Chem.* 8 mars 2002;277(10):8492-9.
18. **Bos G.** The miswāk, an aspect of dental care in Islam. *Med Hist.* 1993;37(1):68.
19. **Naseem S.** In vitro evaluation of antimicrobial effect of miswak against common oral pathogens. *Pak J Med Sci [Internet].* 30 janv 2014 [cité 29 oct 2017];30(2). Disponible sur: <http://pjms.com.pk/index.php/pjms/article/view/4284>
20. **Janot C.** Thèse pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire 126.
21. **Do Nascimento C, Scarabel TT, Miani PK, Watanabe E, Pedrazzi V.** In vitro evaluation of the microbial contamination on new toothbrushes: A preliminary study. *Microsc Res Tech.* janv 2012;75(1):42-5.
22. **Patel P, Shruthi S, Kumar S.** Clinical effect of miswak as an adjunct to tooth brushing on gingivitis. *J Indian Soc Periodontol.* 2012;16(1):84.
23. **Almas K, Al-Zeid, Zuhair.** The Immediate Antimicrobial Effect of Toothbrush and Miswak on Cariogenic Bacteria : A Clinical Study. *J Contemp Dent Pract.* 15 févr 2004;5(1).
24. **Sofrata AH, Claesson RLK, Lingström PK, Gustafsson AK.** Strong Antibacterial Effect of Miswak Against Oral Microorganisms Associated With Periodontitis and Caries. *J Periodontol.* août 2008;79(8):1474-9.
25. **Noumi E, Snoussi M, Merghni A, Nazzaro F, Quindós G, Akdamar G, et al.** Phytochemical composition, anti-biofilm and anti-quorum sensing potential of fruit, stem and leaves of *Salvadora persica* L. methanolic extracts. *Microb Pathog.* août 2017;109:169-76.
26. **Al-Sohaibani S, Murugan K.** Anti-biofilm activity of *Salvadora persica* on cariogenic isolates of *Streptococcus mutans* : *in vitro* and molecular docking studies. *Biofouling.* janv 2012;28(1):29-38.

27. **Al-Teen RMA, Said KN, Abu Alhaija ESJ.** Siwak as a oral hygiene aid in patients with fixed orthodontic appliances. *Int J Dent Hyg.* 2006;4(4):189–197.
28. **Ismail K.** The Use of Miswak as Toothbrush for Orthodontic Patient. *Case Rep Dent.* 2016;2016:1-3.
29. **Balto H, Al-Sanie I, Al-Beshri S, Aldrees A.** Effectiveness of *Salvadora persica* extracts against common oral pathogens. *Saudi Dent J.* janv 2017;29(1):1-6.
30. **Al-Otaibi M, Al-Harthy M, Gustafsson A, Johansson A, Claesson R, Angmar-Mansson B.** Subgingival plaque microbiota in Saudi Arabians after use of miswak chewing stick and toothbrush. *J Clin Periodontol.* déc 2004;31(12):1048-53.
31. **Amir Alireza RG, Afsaneh R, Seied Hosein MS, Siamak Y, Afshin K, Zeinab K, et al.** Inhibitory activity of *Salvadora persica* extracts against oral bacterial strains associated with periodontitis: An in-vitro study. *J Oral Biol Craniofacial Res.* janv 2014;4(1):19-23.
32. **Gupta P, Anup N, Manujunath B, Bhalla A, Agarwal N.** Evaluating the anti-plaque efficacy of meswak (*Salvadora persica*) containing dentifrice: A triple blind controlled trial. *J Pharm Bioallied Sci.* 2012;4(4):282.
33. **Al-Dabbagh S, Qasim H, Al-Derzi N.** Efficacy of Miswak toothpaste and mouthwash on cariogenic bacteria. *Saudi Med J.* 1 sept 2016;37(9):1009-14.
34. **Abdulbaqi HR, Himratul-Aznita WH, Baharuddin NA.** Evaluation of *Salvadora persica* L. and green tea anti-plaque effect: a randomized controlled crossover clinical trial. *BMC Complement Altern Med [Internet].* déc 2016 [cité 29 oct 2017];16(1). Disponible sur: <http://bmccomplementalternmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-016-1487-0>
35. **Amoian B, Moghadamnia AA, Barzi S, Sheykholeslami S, Rangiani A.** *Salvadora Persica* extract chewing gum and gingival health: Improvement of gingival and probe-bleeding index. *Complement Ther Clin Pract.* août 2010;16(3):121-3.
36. **Wassel MO, Khattab MA.** Antibacterial activity against *Streptococcus mutans* and inhibition of bacterial induced enamel demineralization of propolis, miswak, and chitosan nanoparticles based dental varnishes. *J Adv Res.* juill 2017;8(4):387-92.
37. **Al-Sabawi NAK.** THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF SALVADORA PERSICA SOLUTION (MISWAK-SIWAK) AS ROOT CANAL IRRIGANT (A COMPARATIVE STUDY). 2007;4(3):24.
38. **Balto H, Ghandourah B, Al-Sulaiman H.** The efficacy of *Salvadora persica* extract in the elimination of the intracanal smear layer: A SEM study. *Saudi Dent J.* avr 2012;24(2):71-7.

39. **Kabil NS, Badran AS, Wassel MO.** Effect of the addition of chlorhexidine and miswak extract on the clinical performance and antibacterial properties of conventional glass ionomer: an *in vivo* study. Int J Paediatr Dent. sept 2017;27(5):380-7.

Table des figures

- **Figure 1 :** Frise chronologique de la Préhistoire - Assistancescolaire.com
- **Figure 2 :** Arcade dentaire cariée de l'homme de Kabwe - www.biusante.parisdescartes.fr
- **Figure 3 :** Réplique du crâne de l'homme de Kabwe - www.franceculture.com
- **Figure 4 :** Papyrus d'Ebers entreposé au musée de Berlin, en Allemagne - www.ancientpages.com
- **Figure 5 :** "Kitab al-Tasrif" ou Traité de la chirurgie – Bibliothèque nationale du royaume du Maroc, Rabat
- **Figure 6 :** "Fusayoji", batonnêt frotte-dents japonais - www.hotpepper.jp
- **Figure 7 :** *Salvadora persica Linn* -www.tropical.theferns.info
- **Figure 8 :** Dessin de *Salvadora persica L* - www.ethnopharmacologia.org
- **Figure 9 :** Distribution de *Salvadora persica* – Varma et al. 2018
- **Figure 10 :** Fruits de *Salvadora persica* - www.etsy.com
- **Figure 11 :** Résumé des différents usages médicinaux traditionnels à travers le monde (1)
- **Figure 12 :** Structure chimique du BITC - www.acs.org
- **Figure 13 :** Un batônnet frotte-dents - www.shutterstock.com
- **Figure 14 :** "Souwak" utilisé au Maroc, lanière d'écorce de Noyer – www.dorsetdeja.com
- **Figure 15 :** Siwak en main - thisisatoothbrush.com
- **Figure 16 :** Jeune patiente démontrant comment elle utilise le miswak (28)

- **Figure 17 :** Photographies intra-orales, après 6 mois de traitement orthodontique, montrant un bon contrôle de plaque ainsi qu'un bon état parodontal (28)
- **Figures 18 et 19 :** Dentifrices Colgate et Signal contenant du Miswak – www.signal.com et www.amazon.fr
- **Figure 20 :** Bain de bouche Listerine contenant du Miswak – www.listerine-me.com
- **Figure 21 :** Gomme à manger contenant du miswak – persicamiswak-gum.com
- **Figure 22 :** Réduction du taux bactérien intracanalaire de différents irrigants canalaire
- **Figure 23 :** Histogramme comparant l'effet antimicrobien de *S. persica* à celui d'autres irrigants canalaire (37)

WAHID Zakarya – Le bois d'araq, du bâtonnet frotte-dents aux nouvelles applications dentaires.

Intérêts cliniques et perspectives.

(Thèse : Chir. Dent. : Lyon : 2019.007)
N°2019 LYO 1D 007

La dentisterie moderne repose non seulement sur la préservation tissulaire mais aussi sur l'utilisation de matériaux bioactifs. Lors de l'élaboration des matériaux, les chercheurs développent des molécules de synthèse ; mais, il existe de nombreuses molécules naturelles ayant ces propriétés bioactives. C'est le cas du siwak ou bois d'Araq utilisé en tant que bâtonnet frotte-dents.

L'apparition de la maladie carieuse est liée à notre mode de vie et remonte à l'époque de la Préhistoire.

L'Homme a donc cherché à développer des stratégies de prévention carieuse et d'hygiène bucco-dentaire dès cette époque. Ainsi, il a toujours utilisé les ressources naturelles à sa disposition pour assurer sa survie et son confort de vie y compris pour son hygiène bucco-dentaire.

L'un des premiers outils de brossage dentaire adopté par l'homme a été le bâtonnet frotte-dents, il aurait été utilisé il y a plus de 7000 ans à Babylone. Cet instrument d'hygiène s'est ensuite propagé à travers le monde et a traversé les époques ; il a l'avantage d'être écologique, économique, accessible et pratique (il ne nécessite ni eau ni additif).

Salvadora persica Linn est l'arbre le plus utilisé à cet effet, et a de nombreuses autres vertus médicinales. De nombreuses études ont été menées pour identifier les composés contenus dans le siwak et confirmer son activité thérapeutique.

L'objectif de cette thèse est de faire le panorama de la littérature se rapportant aux propriétés thérapeutiques ainsi qu'aux perspectives cliniques du Siwak.

Mots clés :

- *salvadora persica*
- siwak
- bâtonnet frotte-dents

Mots clés en anglais :

- *salvadora persica*
- miswak
- toothstick

Jury :

Président :

Monsieur le Professeur Pierre FARGE

Assesseurs :

Madame le Docteur GRITSCH Kerstin

Madame le Docteur SANTAMARIA Julie

Monsieur le Docteur VILLAT Cyril

Adresse de l'auteur :

WAHID Zakarya

10 B rue maurice moissonnier, 69120 Vaulx-en-velin