HAL open science

Histoire et évolution des pâtes dentifrices : de l'hygiène à la thérapeutique

Armande Mougel

To cite this version:

Armande Mougel. Histoire et évolution des pâtes dentifrices : de l'hygiène à la thérapeutique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2015. hal-01770804

HAL Id: hal-01770804

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01770804

Submitted on 18 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE DE LORRAINE-FACULTE D'ODONTOLOGIE

ANNEE 2015 N°7083

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Par

Armande MOUGEL

Née le 17 mars 1990 à Remiremont (Vosges)

Histoire et évolution des pâtes dentifrices : de l'hygiène à la thérapeutique

Présentée et soutenue publiquement le 12 octobre 2015

Examinateurs de la thèse:

Pr P. AMBROSINI Professeur des universités	Président
Dr E. MORTIER Maître de conférences des Universités	Directeur
Dr S. JAGER Assistante Hospitalo-Universitaire	Co-directrice
Dr C. CLEMENT Maître de conférences des Universités	Juge

A notre président

Monsieur le professeur Pascal Ambrosini

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine

1er Vice-Doyen

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien hospitalier

Responsable de la sous-section : Parodontologie

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de cette thèse.

Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance pour votre enseignement et la qualité de votre encadrement clinique.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre

de notre profonde estime.

A notre Juge et directeur de thèse

Monsieur le Docteur Eric Mortier

Docteur en Chirurgie Dentaire Docteur de l'Université de Lorraine

Maître de conférences des Universités-Praticien Hospitalier

Sous-section : Odontologie Conservatrice-Endodontie.

Nous vous remercions d'avoir accepté de juger ce travail.

Vous nous faites l'honneur de faire partie de ce

Jury.

Nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement que vous nous avez prodigués pendant nos années d'études.

Soyez assuré de notre reconnaissance et de nos

sentiments respectueux

A notre Juge et directeur de thèse

Madame le Docteur Stéphanie Jager

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section : Odontologie Pédiatrique

Vous nous avez fait l'honneur de diriger ce travail.

Nous vous remercions pour vos relectures attentives et vos conseils, qui ont permis de mener à bien ce travail.

Veillez trouver ici le témoignage de notre

de notre gratitude et de nos sentiments respectueux.

A notre juge

Madame le Docteur Céline Clément

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine

Vice-Doyen en charge de la pédagogie

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Responsable de la sous-section : Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale.

Nous vous remercions d'avoir accepté avec beaucoup d'amabilité de juger ce travail.

Nous nous souviendrons tout particulièrement

de votre sympathie et votre bienveillance au cours de nos études.

Soyez assurée de notre reconnaissance.

Nous souhaitons remercier tous les partenaires qui ont accepté avec amabilité de collaborer avec nous à la collecte des informations nécessaires à l'élaboration de ce travail : les commerciaux des sociétés Pierre Fabre Oral care, GSK, Colgate, Oral-B, ainsi que l'institut Iri marketing, l'institut Nielsen, et l'institut IMS Health.

Nous souhaitons remercier particulièrement Pierre-Marie Voisin, responsable des relations professionnelles / chef de projet chez GSK, pour l'aide qu'il nous a apporté tout au long de ce travail.

A mes parents,

A mes frères et sœurs,

A ma famille,

A mes amis d'enfance,

A mes amis rencontrés sur les bancs de la faculté,

A ma belle-mère,

A Maxime.

Table des matières

Table des matières 7

Introduction 12

1ère partie 13

Emergence et développement du concept de pâtes dentifrices 13

1 Durant l'Antiquité 14

1.1 Dans la civilisation égyptienne 15

1.2 Dans la civilisation grecque 16

1.3 Dans la civilisation romaine 16

2 Durant l'époque médiévale 19

2.1 En occident 19

2.2 Dans le monde musulman 20

3 Durant l'époque moderne 21

3.1 A la Renaissance 21

3.2 Au XVIIe siècle 21

3.3 Au XVIIIe siècle 23

3.4 Au XIXe siècle 26

3.4.1 Généralités 26

3.4.2 A la recherche de dentifrices thérapeutiques 28

3.4.3 La publicité au service de l'hygiène 30

4 Conclusion 32

2e partie 33

L'industrie et le commerce des dentifrices 33

1 Petite histoire des grandes marques 34

1.1 Email diamant® (Laboratoire Santé-Beauté) 34

1.2 Colgate®, Elmex®, Meridol® (groupe Colgate-Palmolive) 34
1.3 Signal® (groupe Unilever) 35
1.4 Sensodyne®, Parodontax®, Aquafresh®, (Groupe GlaxoSmithKline) 37
1.5 Fluocaril®, Parogencyl ®, Oral B®, Crest® (Procter & Gamble) 37
1.6 Arthrodont® Elgydium ® (Laboratoire Pierre Fabre) 38
2 Réglementations actuelles 39
2.1 Dentifrices non médicamenteux ou cosmétiques 39
2.2 Dentifrices médicamenteux 39
2.2.1 Autorisation de mise sur le marché 40
2.3 La Marque CE (Communautés Européennes) 44
2.4 La marque NF (Normes Françaises) 44
2.5 Règlementations de la publicité 45
2.5.1 Cas des dentifrices médicamenteux 45
2.5.2 Cas des dentifrices cosmétiques 46
2.5.3 L'autorité de régulation professionnelle de la publicité 47
3 Etat actuel de l'utilisation des pâtes dentifrices 48
3.1 Evolution de la consommation 48
3.2 Distribution du marché 50
3.2.1 Ventes en pharmacie 50
3.2.2 Ventes en moyennes et grandes surfaces (GMS) 51
3e partie 54
La formulation des dentifrices 54
1 Formes galéniques et conditionnement 55
2 Composition générale 56
3 Les principes actifs 58
3.1 Les fluorures : agents reminéralisants 58
3.2 Les autres systèmes reminéralisants 60

3.3 Les agents antibactériens et antiseptiques 66
3.4 Les agents antitartre 69
3.5 Les agents anti-hypersensibilité dentinaire 71
3.5.1 Agents agissant sur la réponse nerveuse 72
3.5.2 Agents induisant l'occlusion des tubules dentinaires exposés 73
3.6 Les agents anti-inflammatoires 76
3.7 Les agents anti-âge 76
3.8 Les agents anti-hyposialie 77
3.9 Les agents anti-halitose 78
3.10 Les agents anti-taches et blanchissants 79
4 Les excipients 82
4.1 Les abrasifs ou agents polissant 82
4.2 Les agents humectants 83
4.3 Les agents épaississants (liants et gélifiants) 84
4.4 Les agents moussants (tensioactifs), détergents, émulsifiants 85
4.5 Les additifs 86
5 Contrôles et méthodes d'évaluation 89
5.1 Indice d'abrasivité 89
5.2 Fluorures totaux 90
5.3 Autres exigences relatives aux propriétés physiques et chimiques des dentifrices 91
4e partie 92
Les dentifrices : acteurs de santé bucco-dentaire 92
1 Rôle des dentifrices dans la prévention de la maladie carieuse 93
1.1 Mécanismes d'action des fluorures 93
1.1.1 La balance déminéralisation-reminéralisation 93
1.1.2 Inhibition du métabolisme bactérien 94
1.1.3 Influence des différents types de fluorures 94

1.1.4 Influence de la concentration en fluorures 95
1.2 Pharmacocinétique des fluorures dans la cavité buccale 97
1.3 Utilisation des pâtes dentifrices 99
1.3.1 Connaissances du patient et du praticien 99
1.3.2 Recommandations d'usage 105
1.4 Prévention spécifique liée à l'âge 106
1.4.1 En pédodontie 106
1.5 En gériatrie 107
1.6 Prévention spécifique liée à la situation du patient 108
2 Rôles du dentifrice dans les thérapies ciblées 109
2.1 Thérapeutiques liées à une pathologie dentaire 109
2.1.1 Pathologies parodontales : gingivite et parodontite 109
2.1.2 Hypersensibilité dentinaire 112
2.1.3 Halitose 116
2.2 Thérapeutiques liées à l'état général du patient 118
2.2.1 Pathologies érosives 118
2.2.2 Xérostomie 122
2.3 Thérapeutiques à visée esthétique : dentifrices anti-tache et blanchissant 124
3 Précautions d'usage clinique 126
3.1 Gestion du risque de fluorose 126
3.2 Cas des dentifrices alternatifs 129
3.3 Autres précautions 130
4 Effets indésirables des dentifrices 131
4.1 Effets indésirables sur les tissus minéralisés : phénomène d'érosion/abrasion ... 131
4.1.1 Généralités sur l'effet des abrasifs 131
4.1.2 Implications en situation érosive 131
4.1.3 Implications dans l'hypersensibilité dentinaire 132

4.2 Effets indésirables sur la muqueuse buccale 133
4.2.1 Généralités sur les effets indésirables des excipients 133
4.2.2 Cas du lauryl sulfate de sodium 133
4.3 Autres effets indésirables des dentifrices 135
4.3.1 Dentifrices contenant du diéthylène glycol (DEG) 135
4.3.2 Nano particules de dioxide de titane 135
4.3.3 Cas du triclosan 136
5 Perspectives d'avenir 137
Conclusion 138
Liste des figures 140
Liste des tableaux 142
Bibliographie 143

Introduction

Le dentifrice est un des produits d'hygiène bucco-dentaire les plus vendus et utilisés dans le monde occidental, puisque chaque personne en consomme normalement de façon journalière. Il est désormais un élément essentiel du rituel quotidien de l'hygiène corporelle. La combinaison appropriée d'un dentifrice et d'une méthode de brossage efficace reste la clé d'une santé bucco-dentaire optimale. Sa composition a énormément évolué à travers les époques ; d'une simple poudre, comme du charbon de bois ou du marbre pilé, jusqu'aux formulations complexes que nous utilisons actuellement. De plus, les sociétés pharmaceutiques proposent des formulations diverses et élaborées, aux actions sans cesse plus spécialisées. Le marché du dentifrice est ainsi dynamique et fructueux.

Comment le dentifrice aide-t-il à maintenir une bonne santé bucco-dentaire ? Comment peut-il participer de façon efficace au traitement de certaines affections et à la gestion de situations à risques ?

Ce travail a pour objectif d'aller plus avant dans la connaissance des dentifrices. Alliés au quotidien du chirurgien-dentiste, leurs caractéristiques et leur mode d'action ne sont pourtant pas réellement connus ni du grand public ni des praticiens qui ignorent beaucoup de ses propriétés.

Nous exposerons tout d'abord les évolutions d'usages et de formulations des pâtes dentifrices à travers le temps, de l'antiquité à l'époque moderne.

Nous détaillerons ensuite la formulation et la production des dentifrices actuels, ainsi que l'état du marché de cette filière. Nous verrons également les réglementations qui s'y appliquent.

Puis nous verrons ce qu'apportent les pâtes dentifrices au praticien et au patient, en termes de prévention et de thérapeutique. Les précautions d'usage et les effets indésirables de ceux-ci seront également décrits.

1ère partie
Emergence et développement du concept de pâtes dentifrices

La notion d'hygiène bucco-dentaire existe depuis les premières grandes civilisations. Et, si les moyens utilisés étaient bien différents des actuels, l'imagination de nos ancêtres en la matière n'en était pas moins remarquable.

1 Durant l'Antiquité

L'époque antique est définie de 3500 avant J-C à environ 600 après J-C. Les savants de cette période ont tenté d'expliquer l'origine des maux dentaires. Deux principales doctrines ont été rapportées.

- Pour l'une, la pathologie dentaire relevait du domaine spirituel. En effet, on pensait qu'un esprit démoniaque s'insinuait dans la cavité buccale, engendrant les caries à la manière d'un ver. De façon à le chasser hors du corps possédé, les soins et l'hygiène bucco-dentaire étaient composés à partir de substances nauséeuses, notamment des plantes fermentées, des carcasses animales, de l'urine ou des excréments d'animaux (Collard et Samana, 2012). Il faut noter que ce schéma de pensée sera perpétué dans une majeure partie de la population jusqu'au XVIIe siècle (Bogopolsky, 2001).
- Pour l'autre, la composition des remèdes dentaires provenait de croyances d'origine animiste. Certains animaux possèdent des dents acérées (comme le loup) ou qui poussent tout au long de leur vie (comme les rongeurs). En se fondant sur ces observations, nos ancêtres pensaient qu'il fallait faire passer à l'homme la « substance » de ces animaux pour le guérir. C'est pourquoi des préparations médicinales à base de ces animaux étaient souvent citées dans les livres de l'époque antique (Embery et Rolla, 1992).

1.1 Dans la civilisation égyptienne

L'Histoire de l'Égypte antique s'étend sur une très longue période (plus de 3000 ans avant J-C jusqu'à 525 ans après J-C). Les renseignements dont nous disposons proviennent de traités médicaux en papyrus datant de 1500 à 1600 ans avant J-C. Les papyri Ebers et Berlin Smith, du nom de leurs découvreurs, sont les plus importants. Le papyrus Ebers (figure 1) contient notamment une recette de dentifrice composée de poudre de fruit de palmier, de terre de plomb verte et de miel. Elle représente la plus ancienne référence historique à un dentifrice.

Figure 1 : une page du papyrus Ebers, musée de l'université de Leipzig[1].

A cette époque, l'hygiène dentaire se pratiquait à l'aide de « masticatoires », (du latin *gumma*, *Kommi* en grec, *Gome* au XIIe siècle), pâtes à mâcher puis à recracher, qui contenaient divers ingrédients : poudre de pierre, pulpe de dattes et plantes. On leur prêtait des qualités nettoyantes, antiseptiques, et de stimulation salivaire (Irsa et Elkabbach, 1986). Le plus connu est le masticatoire à base de cardamome appelé « Pan ». Ces masticatoires sont composés de substances mucilagineuses issues d'arbres, tels que l'acacia et sa gomme arabique ou l'eucalyptus et son eucalyptol. Il est intéressant de noter qu'ils se sont transformés, avec adjonction de divers ingrédients, en nos actuels « chewing-gum » (Bogopolsky, 2001).

[1] Source internet, disponible à partir de : http://www.biusanté.parisdescartes.fr

Les Egyptiennes utilisaient également des poudres à base de charbons d'acacia appliquées au doigt. Un des dentifrices le plus utilisé était le « *Sonabou* », mélange de cendres et de terre à foulon (ou argile smectique, qui possède des actions détergentes et moussantes au contact de l'eau) (Bogopolsky, 2001).

1.2 Dans la civilisation grecque

Hippocrate, (460-377 avant J-C) considéré comme le père de la médecine actuelle, s'est beaucoup intéressé à l'hygiène buccale. Il a transmis dans son œuvre des recettes pour les traitements buccaux, les gargarismes, et contre l'halitose :
« On brûle séparément la tête d'un lièvre et trois souris, après avoir enlevé les intestins sans enlever le foie et les reins, on pile dans un mortier un peu de marbre ou de craie, puis on le passe dans un tamis ; on mélange alors en parties égales ces ingrédients, et avec ce mélange on se brosse les dents et l'intérieur de la bouche, on se les brosse encore avec de la laine brute et on se rince la bouche avec de l'eau. On trempe la laine sale dans le miel et on se brosse les dents et les gencives avec, à l'intérieur et à l'extérieur. On pile de l'aneth, de la graine d'anis et 1,5g de myrrhe que l'on met dans 1/8e de litre de vin blanc pur, on se rince la bouche avec, en le gardant dans la bouche quelques instants. » (Dans *De Morbis Mulierum*, livre II)

Cette recette est aussi préconisée par Pline l'ancien dans « Histoire Naturelle » (Ier siècle après J-C).

Parmi différents auteurs grecs, certains préconisent l'utilisation de l'aconit, la myrte, le cannabis, la menthe poivrée, le serpolet, la jusquiame, afin de parfumer l'haleine (Rozencweig, 1988). Les pâtes dentifrices avaient donc comme but principal de lutter contre l'halitose.

1.3 Dans la civilisation romaine

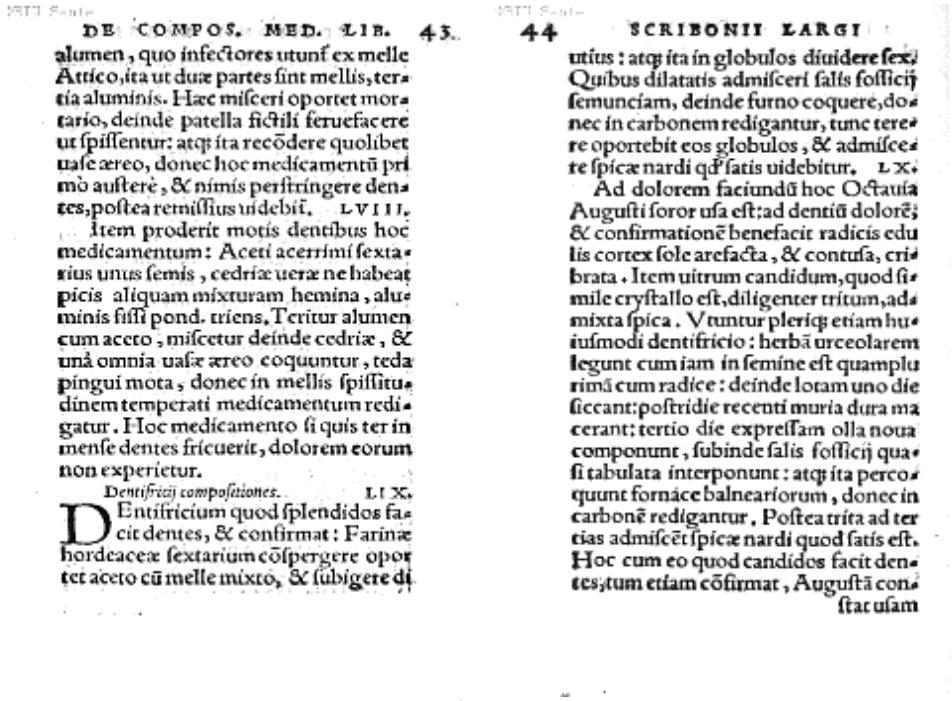
En ce qui concerne l'hygiène bucco-dentaire, la civilisation romaine fut influencée par les connaissances venues des civilisations égyptienne, étrusque et grecque.

Les pratiques d'hygiène de l'époque visaient davantage l'esthétique que des objectifs préventifs ou thérapeutiques. On utilisait de nombreux masticatoires, bains de bouches et poudres dentifrices, qu'on appliquait à l'aide de tiges de bois fibreux (Irsa et Elkabbach, 1986). Les romains avaient une coutume très répandue qui consistait à utiliser des bains de bouche d'urine souvent mélangée à de la pierre ponce pilée.

En effet, on prêtait un pouvoir décapant et astringent aux composants de l'urine (urée, sels de sodium, chlorures, phosphates, sulfates) (Irsa et Elkabbach, 1986 ; Collard et Samana, 2012). Cet usage persistera jusqu'au XVIIe siècle. Cependant, beaucoup préféraient les bains de bouche au vin (à environ 17° à cette époque) ou à l'oxymel (mélange de miel, de vinaigre et de sel marin).Un commerce très lucratif d'urine d'Espagne et de diverses essences importées s'installa, majoritairement réservé à l'usage des plus fortunés, et ce jusqu'au XVIIIe siècle

Scribonius Largus, médecin personnel de l'empereur Claude (qui régna de 41 à 47 après J-C), dans son œuvre « *Compositiones* » (recueil de 271 prescriptions) (figure 2) donne différentes recettes de dentifrices. Ces derniers sont composés soit à base d'un seul ingrédient, qui peut être végétal (peau du radis potager) ou minéral (cristal de roche) ; soit composées de plusieurs ingrédients d'origine minérale, végétale ou animale. Les indications de ces dentifrices sont peu nombreuses sur le plan thérapeutique, car elles ont surtout pour objectif l'éclat et la blancheur des dents.
Scribonius a ainsi livré la recette du dentifrice personnel de Messaline (la mère de l'Empereur) : cendres de cornes de cerf, résine de lentisque (gomme issue de la sève du pistachier lentisque, appelé aussi « arbre à mastic ») et sel d'ammoniaque (Collard et Samana, 2012).

Le dentifrice d'Octavie, sœur d'Auguste (qui règna de 10 avant J-C à 14 après J-C) est censé donner éclat et solidité aux dents, tandis que celui de Livie (la femme d'Auguste) devait redonner la blancheur aux dents tout en les consolidant (verre blanc, poudre de roses séchées et nard d'Inde). Le nard, un des parfums orientaux les plus anciens, est tiré de la tige de *Nardostachys jatamansi.* Cette plante pousse dans les montagnes himalayennes. Très souvent utilisé dans les formules dentifrices de Scribonius, il avait pour fonction d'atténuer la mauvaise haleine, comme on le retrouve aussi dans les œuvres de Pline l'ancien (23-79 après J-C) « Histoires Naturelles » (Collard et Samana, 2012). D'autres variantes de recettes comprenaient de la pierre ponce pilée, des coquilles d'huitres, des os ou encore des coquilles d'œufs dans leurs formules (Rozencweig, 1988).



DE COMPOS. MED. LIB. 43.

alumen, quo infectores utunt ex melle Attico, ita ut duæ partes sint mellis, tertia aluminis. Hæc misceri oportet mortario, deinde patella fictili feruefacere ut spissentur: atq; ita recōdere quolibet uase æreo, donec hoc medicamentū primò austerè, & nimis perstringere dentes, postea remissius uidebit̄. LVIII.

Item proderit motis dentibus hoc medicamentum: Aceti acerrimi sextarius unus semis, cedriæ ueræ ne habeat picis aliquam mixturam hemina, aluminis fissi pond. triens. Teritur alumen cum aceto, miscetur deinde cedriæ, & unà omnia uasæ æreo coquuntur, teda pingui mota, donec in mellis spissitudinem temperati medicamentum redigatur. Hoc medicamento si quis ter in mense dentes fricuerit, dolorem eorum non experietur.

Dentifricij compositiones. LIX.

DEntifricium quod splendidos facit dentes, & confirmat: Farinæ hordeaceæ sextarium cōspergere oportet aceto cū melle mixto, & subigere di

44 SCRIBONII LARGI

utius: atq; ita in globulos diuidere sex. Quibus dilatatis admisceri salis fossicij semuncíam, deinde furno coquere, donec in carbonem redigantur, tunc terere oportebit eos globulos, & admiscere spicæ nardi qd̄ satis uidebitur. LX.

Ad dolorem faciundū hoc Octauia Augusti soror usa est: ad dentiū dolorē; & confirmationē benefacit radicis edulis cortex sole arefacta, & contusa, cribrata. Item uitrum candidum, quod simile crystallo est, diligenter tritum, admixta spica. Vtuntur plericq; etiam huiusmodi dentifricio: herbā urceolarem legunt cum iam in semine est quamplurimā cum radice: deinde lotam uno die siccant: postridie recenti muria dura macerant: tertio die expressam olla noua componunt, subinde salis fossicij quasi tabulata interponunt: atq; ita percoquunt fornace balnearíorum, donec in carbonē redigantur. Postea trita ad tertias admiscēt spicæ nardi quod satis est. Hoc cum eo quod candides facit dentes, tum etiam cōfirmat, Augustā constat usam

Figure 2 : pages 43 et 44 des « Compositiones » évoquant le dentifrice d'Octavie[2].

Le dentifrice d'Octavie fit d'ailleurs l'objet d'une expérimentation en 1950 (Singer et Singer, 1950). Il fut scrupuleusement préparé selon les instructions de Scribonius : de la farine d'orge arrosée de vinaigre miellé, avec une demi once de sel fossile, puis cuit au four jusqu'à ce que la pâte soit réduite à l'état de charbon, qui sera broyé puis additionné de nard. Le produit obtenu, non moussant, a montré de réelles propriétés nettoyantes, par la présence de sel et de charbon. Il n'a en revanche pas été apprécié de l'utilisateur, par son goût de brûlé et son abrasivité.

Cosmus, célèbre parfumeur, proposait une eau pour bains de bouche composée de safran, de rose rouge et de rose de Poestrum qui parfumait et rafraichissait l'haleine. Il vendait également des pastilles désinfectantes à base de fenouil, de myrrhe, et de résine de lentisque. C'est de son nom qu'est dérivé le terme de « cosmétique » (Irsa et Elkabbach, 1986 ; Rozencweig, 1988).

[2] Source internet, disponible à partir de : http://biusanté.parisdescartes.fr.

Aulus Cornelius Celsus, ou Celse (1er siècle avant J-C), est connu comme l'équivalent latin d'Hippocrate. Médecin de l'empereur Auguste, il regroupe dans son œuvre « *De Arte Medica* » l'essentiel des connaissances médicales de son temps. Il y développe les maladies de la bouche et des dents, et préconise déjà de les préserver par l'hygiène :
« si les dents sont noires et couvertes de tartre, il faut les nettoyer avec un instrument convenable, puis les frotter avec un opiat composé de feuilles de roses pilées avec ¼ de noix de Galle, autant de myrrhe ; il faut aussi se rincer la bouche avec du vin pur. »
(Irsa et Elkabbach, 1986).

Pline l'ancien, dans son « Histoire Naturelle », utilise le terme de *dentifricium* pour désigner un produit avec lequel on frotte les dents. Il recommande comme dentifrice la cendre de tête de lièvre, de loup et de souris, mélangée à du marc (Rozencweig, 1988 ; David, 2010).

2 Durant l'époque médiévale

Au Moyen-Âge, les maladies de la bouche sont plus que jamais associées au péché et, en conséquence, à la punition divine. Durant toutes les périodes citées, les soins dentaires ne concernaient pas toute la population et il existait une grande différence entre les membres de classes élevées et ceux des groupes les moins privilégiés (Collard et Samana, 2012).

2.1 En occident

La période du Moyen-Âge est marquée par des guerres incessantes. Un obscurantisme concernant l'hygiène et tout ce qui a trait à la médecine s'installe, laissant place à la religion et aux superstitions. Néanmoins, sous l'influence musulmane suite aux invasions, réapparaît un intérêt limité pour les soins de bouche.

Guy de Chauliac (1300-1368), médecin du pape Urbain V, donne la recette de poudre dentifrice utilisée par ce dernier : elle était composée d'os de seiche, de coquillages, de porcelaine, de corne brulée, de nitre, d'alun, de sel de gemme, de souffre brulé, de racines d'iris et de canne brulée, le tout réduit en poudre (Bogopolsky, 2001 ; David, 2010).

L'époque médiévale est par ailleurs marquée par l'essor des charlatans, qui vendent des poudres dentifrices diverses, promettant des dents d'une extrême blancheur et la guérison de nombreux maux (David, 2010).

2.2 Dans le monde musulman

Après leur défaite à Poitiers en 732, les Arabes se fixent dans le sud de la France et sur tout le pourtour méditerranéen non occupé par l'empire romain. Leurs connaissances en matière de soin et d'hygiène sont riches, et rayonnent sur les autres civilisations.

Dès ses débuts, la médecine savante arabe a pris en compte les soins dentaires ; les conseils prophylactiques sont donc édités dès la rédaction des premiers traités se rapportant à l'hygiène (Collard et Samana, 2012).

Mahomet lui-même (vers 570-632) préconise dans son sixième commandement d'utiliser le « *fouhk* » et de s'en frotter les dents. Celui-ci se compose d'écorce de noyer, de chaux, de tanins et de fer. Il est appliqué à l'aide du « *siwak* », racine de l'arbuste *Salvadora persica,* faisant office de brosse à dents (David, 2010). Le meilleur « *siwak* » est celui qui allie l'amertume à l'astringence.

Rhazes (860-923), médecin et alchimiste arabe, préconise *« de se nettoyer les dents après chaque repas, pour que les aliments ne restent pas en elles, ce qui occasionnerait leur pourriture ».* Il propose également de se laver les dents avec une préparation à base de thé ou d'une infusion de graines de gommier (très riches en tanins, elles donnent des propriétés astringentes) ou un mélange de poudre de noix de galle (excroissance des feuilles et des jeunes pousses du chêne, ici encore riche en tanin) et de poivre.

Abulcasis (963-1013) avait mis en corrélation le tartre et la gingivite, et utilisait des « grattoirs » pour détartrer les dents.

Avicenne (980-1037), médecin perse, recommandait quant à lui de se frotter les dents avec du miel mêlé à du sel brûlé, plutôt que d'utiliser des cure-dents, nuisibles pour les gencives (Rozencweig, 1988) ou de se frotter les dents avec une poudre composée d'écume de mer, de sel, de gypse et de coquilles d'escargots brûlés (Bogopolsky, 2001).

Le girofle existait déjà dans l'arsenal thérapeutique arabe mais n'a été importé en Europe que vers le VIIIe siècle.

Des soins préventifs sont préconisés, il faut notamment enduire les dents d'huiles essentielles de rose ou de nard, les frictionner avec du miel ou du sucre et se rincer la bouche deux fois par mois avec du vin dans lequel on a fait cuire de la racine d'euphorbe (Collard et Samana, 2012).

Les formules dentifrices sont nombreuses. Ibn Zouhr (1073-1162), célèbre médecin né à Cordoue, conseille : deux doses mesures d'écorce de palmier doum brulée, une demi dose de chêne à galle brulé avec du goudron, une demi dose de pierre d'onyx, un quart de dose d'iris et autant de sucre que de l'ensemble, soit trois doses. Ce dentifrice possède un pouvoir nettoyant grace à l'abrasivité de la poudre d'onyx et un pouvoir blanchissant issu de la cendre de palmier (Ibn Zhour et Bouamrane, 2010 ; Collard et Samana, 2012).

3 Durant l'époque moderne

3.1 A la Renaissance

De nombreux traités italiens, français, espagnols ou anglais décrivent les moyens de réaliser l'hygiène buccale ainsi que les produits employés durant cette période.

Jean Liebault (1536-1596) préconise pour cela différents bains de bouche : l'huile de vitriol avec eau d'ail, l'eau royale pour blanchir les dents (acide chlorhydrique et acide nitrique, où l'or se retrouve sous forme de chlorure), l'eau dorée ou élixir de vie, pour parfumer l'haleine.

Laurent Joubert, médecin d'Henri III (1551-1589), soulignait déjà qu'un défaut d'hygiène buccale entrainait un retentissement sur la santé générale. Henri III, dans sa toilette, utilisait également de l'urine qu'un serviteur frottait sur ses dents (David, 2010).

3.2 Au XVIIe siècle

Il faut garder à l'esprit qu'à l'époque, l'hygiène individuelle est quasiment inexistante ; on se lave à sec, ce qu'on appelle « l'essuiement », et on abandonne la toilette à l'eau, qu'on pense vecteur de maladie par infiltration au travers des pores de la peau. Toute personne se lavant à l'eau était accusée de mauvaise vie. Il est alors d'usage de changer régulièrement de vêtements et de couvrir les odeurs par divers parfums et essences. Il en est de même pour la cavité buccale et les femmes placent des boules musquées dans leurs joues pour que leur haleine en exhale les senteurs et ainsi lutter contre l'halitose (Bogopolsky, 2001 ; David, 2010).

Ces manières restent surtout utilisées par l'aristocratie ; durant cette période on voit fleurir un nombre conséquent de recettes de dentifrices et d'opiats destinés à maintenir la blancheur et à conserver une haleine fraîche. Elles conservent cependant des objectifs communs à ceux énoncés précédemment : grande abrasivité, quelques notions de phytothérapie et senteurs agréables.

Ces produits qu'on appelait alors « dentifriques » (dérivé du terme latin *dentifricium*) se trouvaient sous forme de poudre qu'on utilisait telles quelles ou sous forme de pâtes liquides. Ces poudres étaient désignées sous le nom « d'opiats ». Les mêmes définitions perdureront, utilisées par tous les auteurs jusqu'à la fin du XVIIIe siècle (Lafont, 2003).

Nous pouvons citer, en exemple, celle tirée de l'ouvrage de M. Charas, où il est mélangé en parties égales :

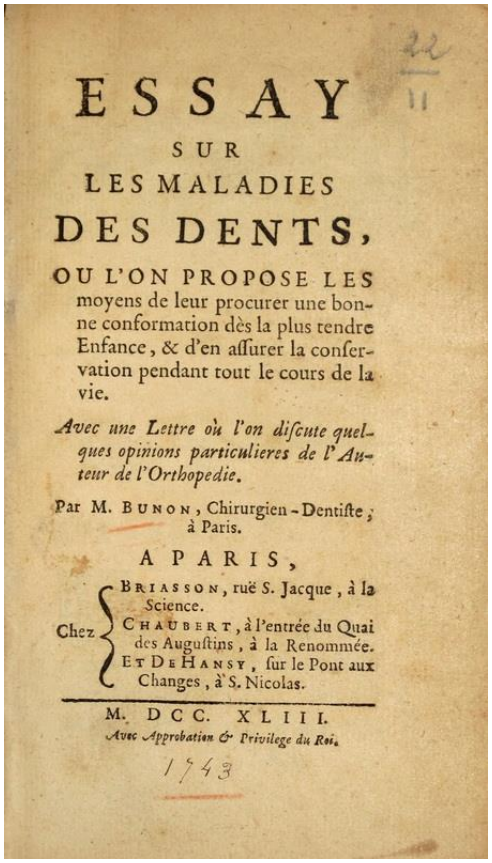
- des racines d'iris de Florence, de pierre ponce et de corne de cerf brulée, du corail rouge préparé, de l'os de sèche et de la crème de tartre (bitartrate de potassium), le tout en poudre très fine,
- du musc, de la civette,
- de l'huile distillée de bois de rose.

De même, il recommande un mélange de sang-dragon (substance résineuse extraite d'un palmier), de poudre d'alun et de graines de musc. Charas préconise *« de s'en frotter doucement les dents le soir et le matin et même si on veut à toute heure »* (Charas, 1693).

Cependant, il faut noter que l'urine est encore très utilisée jusqu'à cette époque.

En France, c'est en 1623 que le clou de girofle a été introduit en thérapeutique dentaire. Il sera utilisé dans des préparations dentifrices comme le suggèrent Fauchard et Botot (Fauchard, 1728; Lamendin, 2007).

Robert Bunon (1702-1748), chirurgien-dentiste des enfants de France (de la famille royale), est l'inventeur de nombreux dentifrices, dont son « élixir anti-scorbutique » qui « raffermit les dents, dissipe le gonflement des gencives, prévient les affections scorbutiques et calme la douleur des dents » (Lamendin, 2007) (figure 3). Il a également fait part dans son œuvre de son opinion sur la nécessité d'une prévention appropriée : *« je trouvais que s'il y avait du mérite à soulager ou à guérir les différentes maladies des dents, il serait infiniment plus avantageux au public de chercher les moyens de les prévenir. »* (Bunon, 1743 ; Lamendin, 2007).



ESSAY
SUR
LES MALADIES
DES DENTS,
OU L'ON PROPOSE LES moyens de leur procurer une bonne conformation dès la plus tendre Enfance, & d'en assurer la conservation pendant tout le cours de la vie.

Avec une Lettre où l'on discute quelques opinions particulieres de l'Auteur de l'Orthopedie.

Par M. BUNON, Chirurgien-Dentiste, à Paris.

A PARIS,

Chez BRIASSON, ruë S. Jacque, à la Science.
CHAUBERT, à l'entrée du Quai des Augustins, à la Renommée.
ET DE HANSY, sur le Pont aux Changes, à S. Nicolas.

M. DCC. XLIII.
Avec Approbation & Privilege du Roi.

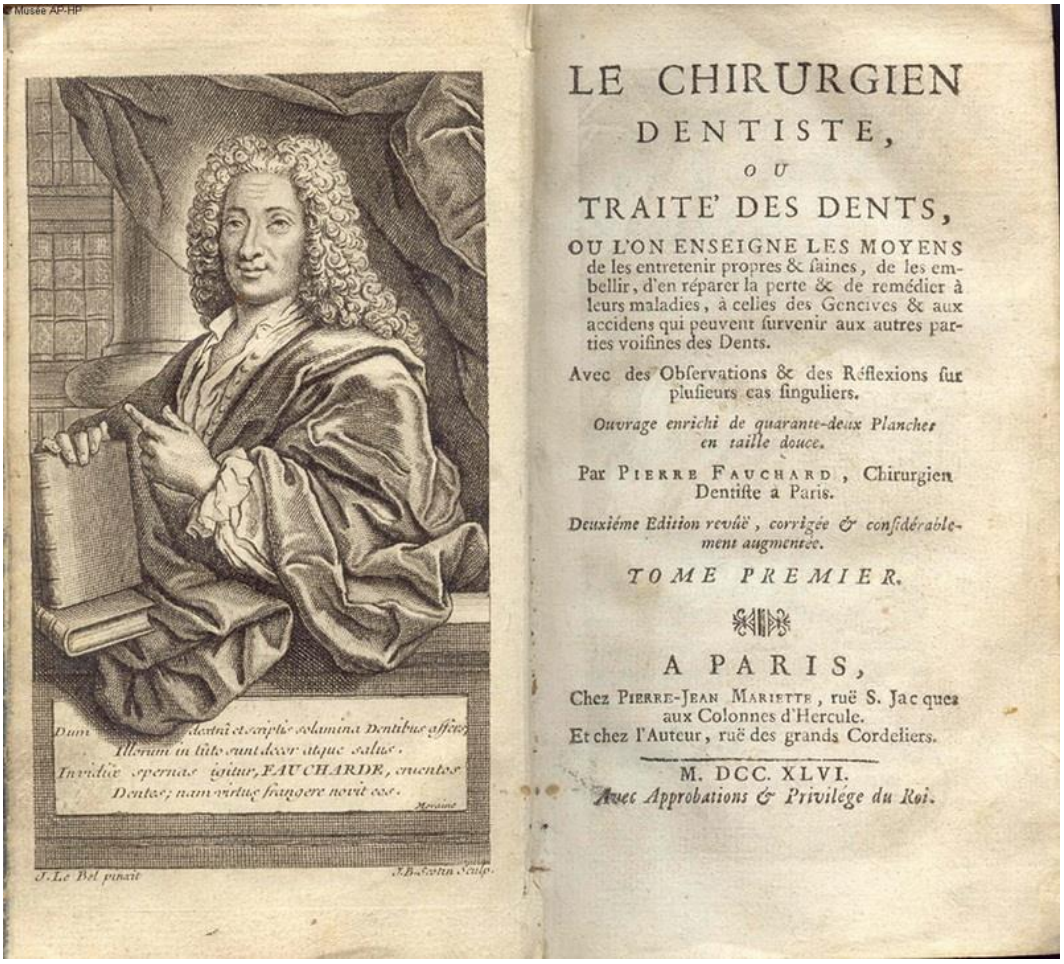
1743

Figure 3 : page de titre de l'œuvre de Robert Bunon[3].

3.3 Au XVIIIe siècle

Il faut attendre la fin du XVIIe siècle, et surtout le XVIIIe siècle, avec l'œuvre de Pierre Fauchard « Le Chirurgien Dentiste » (1728) (figure 4), pour que la chirurgie dentaire sorte de l'empirisme de ses débuts, et ce n'est qu'à la fin du XVIIIe siècle que quelques avancées en matière de recommandations hygiéniques commencent à se développer à une plus grande partie de la population. C'est au cours de cette période que le terme « dentifrique » s'effaça au profit de « dentifrice » (David, 2010).

[3] Source internet, disponible à partir de : http://www.biusante.parisdescartes.fr



LE CHIRURGIEN
DENTISTE,
OU
TRAITE' DES DENTS,
OU L'ON ENSEIGNE LES MOYENS de les entretenir propres & ſaines, de les embellir, d'en réparer la perte & de remédier à leurs maladies, à celles des Gencives & aux accidens qui peuvent ſurvenir aux autres parties voiſines des Dents.

Avec des Obſervations & des Réflexions ſur pluſieurs cas ſinguliers.

Ouvrage enrichi de quarante-deux Planches en taille douce.

Par PIERRE FAUCHARD, Chirurgien Dentiſte à Paris.

Deuxiéme Edition revûë, corrigée & conſidérablement augmentée.

TOME PREMIER.

A PARIS,
Chez PIERRE-JEAN MARIETTE, ruë S. Jacques aux Colonnes d'Hercule.
Et chez l'Auteur, ruë des grands Cordeliers.

M. DCC. XLVI.
Avec Approbations & Privilége du Roi.

Figure 4 : frontispice et page de titre du « Chirurgien dentiste ou traité des dents » édition de 1746 [4].

L'instrument d'hygiène le plus fréquent à l'époque est la racine, soit de guimauve, de mauve ou de luzerne, desséchée puis préparée selon des techniques complexes. Les fibres de l'extrémité détachées les unes des autres donnent une brosse mono-touffe et sont utilisées pour porter la poudre dentifrice en bouche (David, 2010).

Fauchard met en garde ses lecteurs contre les prétendus remèdes, toujours très nombreux, vendus par des marchands pour nettoyer et blanchir les dents : *« on ne doit pas se servir d'opiats composés de briques, de porcelaine, de pierre ponce, ni d'aucun ingrédients de cette nature »*. Il avait conscience du danger que représentait le pouvoir abrasif de ces produits en usant prématurément les dents.

[4] Source internet, disponible à partir de : http://www.biusante.parisdescartes.fr

Le sang-dragon entre dans la composition de la plupart des opiats, pour ses qualités astringentes, cicatrisantes et hémostatiques.

Fauchard l'y incorpore dans ses recettes, extraites de son « Traité des dents » :

« *Prenez du corail rouge trois once, du sang dragon en larme une once, de la semence ou de la nacre de perle, et de l'os de sèche, de chacun demie once ; des yeux d'écrevisse, du bol d'Arménie, de la terre sigillée et de la pierre hélétite calcinée, de chacun trois gros ; de l'alun calciné, un gros ; le tout mis en poudre impalpable, incorporé dans une quantité suffisante de miel rosat clarifié, dont on fera un opiat d'une consistance molle… On ajoutera si l'on veut quatre à cinq gouttes d'huile de canelle*[5] *et autant de celle de gérofle*[6]*, qui en augmenteront la bonne odeur et même la vertu…Pour entretenir et conserver les dents et les gencives, on prend de cet opiat gros comme un pois sur une éponge, on en frotte les dents de bas en haut et de haut en bas, par dehors et par dedans, une ou deux fois la semaine. »* (Fauchard, 1728).

A la fin du XVIIIe siècle, les recettes des « eaux dentifrices » utilisées alors arrivent au stade de la commercialisation. Ce commerce devient très fructueux, mais le renom d'une marque va éclipser les autres (Dechaume et coll., 1977). En effet, vers 1755, Edme François Julien Botot, médecin de Louis XV et chirurgien-dentiste, met au point une eau « balsamique et spiritueuse » composée de badiane (anis étoilé), girofle concassé, cannelle de Ceylan, benjoin, essence de menthe et alcool à 80°, qui devint célèbre, à tel point qu'elle existe toujours, environ 250 ans après (figure 5) (Lamendin, 2007). La Faculté de Médecine, en 1777, reconnaît que cette composition « est de nature à blanchir et conserver les dents et fortifier les gencives ». De plus, il bénéficia de l'autorisation officielle d'afficher sur les murs de Paris un : « Avis sur la manière de conserver ses dents « (Bogopolsky, 2001). En 1783, la société royale de médecine approuva à son tour la « liqueur de sieur Botot ». Peu avant la révolution, EFJ Botot céda ses droits à son neveu Francois Marie Botot qui les transmis à sa sœur Marie Sophie Botot (Lefebvre et Raynal, 2000).

[5] Orthographe de l'époque
[6] Orthographe de l'époque

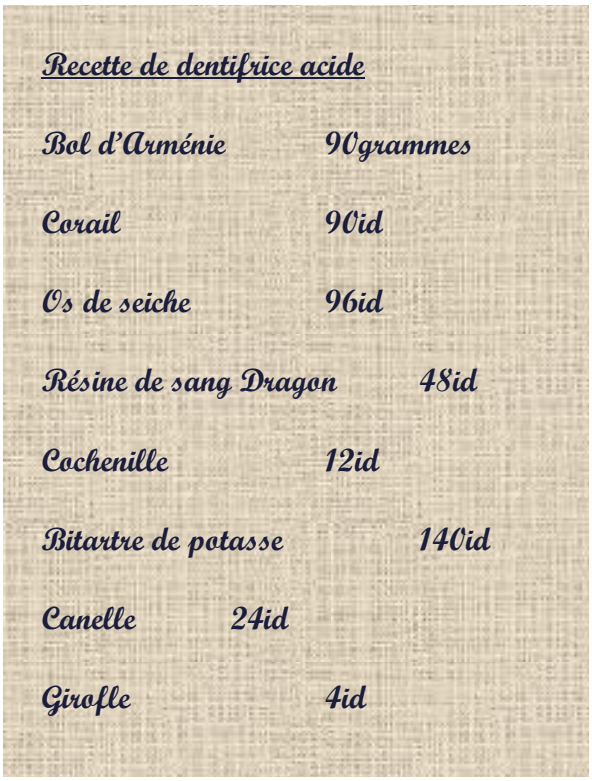
Figure 5 : l'eau de Botot actuellement commercialisée.

3.4 Au XIXe siècle

3.4.1 Généralités

Ce siècle voit la montée de la démocratie et l'avènement de la science et de l'industrie. Loin de la théorie ancestrale des « vers », des études démontrent alors que la bouche est colonisée par des microbes et que la carie présente donc une étiologie chimico-bactérienne (David, 2010). Il existe en ce temps-là autant de formulations de dentifrice que de dentistes ou de pharmaciens. Suivant les définitions de l'époque, il existe des dentifrices acides, neutres et alcalins, dont on retrouve les recettes dans le « Dictionnaire de thérapeutique médicale et chirurgicale » (figure 6) (Bouchu,1867).

Presque toutes ces pharmacopées sont élaborées avec les mêmes constituants. Des terres absorbantes (comme le carbonate de chaux ou le corail porphyrisé), pour contrer « l'odeur fétide de la bouche » et des sels acides (alun, crème de tartre). La cochenille est utilisée pour teinter les gencives et les lèvres afin de rehausser la blancheur des dents (artifice toujours utilisé actuellement). Enfin, la cannelle, le musc, la rose ou le girofle aromatisent l'ensemble de la préparation (David, 2010).



Recette de dentifrice acide

Bol d'Arménie 90grammes

Corail 90id

Os de seiche 96id

Résine de sang Dragon 48id

Cochenille 12id

Bitartre de potasse 140id

Canelle 24id

Girofle 4id

Figure 6 : exemple de recette de dentifrice (Bouchu, 1867).

On commence à cette époque à adapter la formulation en fonction de la situation clinique et physiologique du patient, en modulant les ingrédients pour en tirer une action bénéfique avec un moindre risque iatrogène. Ainsi, d'après le « Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent » (1873) :
« Pour les soins ordinaires de la bouche, un dentifrice pulvérulent, inerte, composé de charbon ou de carbonate de chaux et de quinquina très finement porphyrisés et aromatisés, est suffisant. S'il y a indication de combattre une influence acide ou alcaline de la salive, soit de la magnésie ou le bicarbonate de soude, soit la crème de tartre ou l'alun en très faible quantité doivent entrer dans la composition du dentifrice. » (Littre et Robin, 1873).

Les « ancêtres » de nos tubes actuels datent de 1841. Un Américain, J. Rand, déposa un brevet proposant un tube métallique souple en étain pur ou en plomb pour pâte dentifrice. L'assèchement de la pâte et sa contamination étaient évitées ; on trempait en effet directement la brosse dans la boîte de pâte dentifrice. Il déposa aussi un brevet de pâte dentifrice : mélange de craie, de savon, avec un arôme mentholé (Bogopolsky, 2001).

3.4.2 A la recherche de dentifrices thérapeutiques

C'est en 1889, après Pasteur, qu'on enregistre des changements dans les habitudes d'hygiène et sur le plan dentaire. De nouvelles formes de dentifrices font alors leur apparition, tels que les savons, provenant de la mécanisation des processus de fabrication. Ainsi vont se développer, dès la fin des années 1890, les savons dentifrices industriels. Les laboratoires vont alors étudier l'action des cultures microbiennes chauffées à des températures données qui seront tuées par des antiseptiques ou lysées par du bacille pyocyanique. Il se crée ainsi les premières pâtes dentifrices avec une action spécifiquement étudiée contre la maladie carieuse (Bogopolsky, 2001; David, 2010).

En 1897, le Dr Maurice Roy démontre dans son livre « Thérapeutique de la bouche et des dents » l'utilité de la brosse à dents et conseille l'emploi d'une poudre dentifrice appropriée ; « celle-ci devra être une poudre très fine, alcaline, antiseptique, et généralement astringente afin :

- de ne pas rayer l'émail des dents,
- de neutraliser les liquides à réactions acides,
- d'aseptiser la bouche dans une certaine mesure,
- enfin, d'exercer une légère action tonique sur les gencives. » (Roy, 1897).

Pour exemple, voici la formule de Roy pour la composition d'un dentifrice : carbonate de magnésie 10g, carbonate de chaux 10g, borate de soude 5g, tanin 1g, saccharine 0,25g, carmin 0,25g, essence de menthe 12 gouttes, essence de rose 2 gouttes.

Or les formules proposées restent extrêmement acides et engendrent une érosion dentaire chimique, et, suite à des expériences, le Dr Roy prescrira donc ses dentifrices uniquement pour le nettoyage proximal à l'aide de bâtonnets de bois poreux (Azoulay et Azoulay, 1976).

En 1933, on commence néanmoins à dénoncer les effets indésirables des formules utilisées à l'époque. On peut citer André, qui rapporte dans son étude les preuves de causticité des savons dentifrices sur les muqueuses gingivales et le cément (Andre, 1933). Ceci sera relayé par d'autres auteurs, qui dénoncent la toxicité des tensioactifs utilisés dans les préparations dentifrices (sulfate de sodium alkyl, perborate et borate de soude notamment), (Bossard, 1959). Ces composés sont actuellement classés comme toxiques par les règlementations européennes sur les cosmétiques.

Dans les années 50, des recherches et des expériences sont réalisées afin d'améliorer la composition des dentifrices et élargir leurs champs d'action. Des antibiotiques (pénicilline, tétracycline, auréomycine, streptomycine, téramycine, liatricine, érythromycine…) sont testés mais vite abandonnés, suite aux résistances engendrées ainsi qu'aux réactions allergiques. Des sels d'ammonium et de l'urée ont été utilisés pour leurs propriétés désinfectantes. Mais leur instabilité, leur caractère irritant et plus particulièrement leur odeur, les ont amenés à être rejetés des formulations. Ils abaissent par ailleurs le pH buccal (Azoulay et Azoulay, 1976). Des tensioactifs très puissants, dénoncés dès 1959 (Bossard, 1959), ont malgré tout été employés jusque dans les années 70.

Cependant, d'autres domaines de recherches portent leurs fruits, notamment l'utilisation de chlorure de sodium (sel marin), d'anti-inflammatoire (allantoïne, azulène, permethrol) ou de chlorhexidine. Ces éléments entrent toujours dans la composition de dentifrice actuellement. Les dentifrices à base de chlorophylle font leur entrée sur le marché.

L'introduction du fluor fut l'avancée principale en matière de dentifrice thérapeutique. On peut citer un français, Mahitot, qui, avant 1870, se serait intéressé à l'action du fluor sur la dent (Azoulay et Azoulay, 1976).
En 1934, Roy Cross dépose un brevet pour la fabrication d'un dentifrice au fluorure de sodium au moment où le lien entre la concentration des eaux de boissons en fluor et le pourcentage de caries fut démontré (Dean, 1947, 1949). A la suite de ces découvertes, l'introduction de fluorures dans les pâtes dentifrices, et plus particulièrement leur concentration, a été controversée en raison de la toxicité de cet élément. Ainsi en février 1937, l'American Dental Association (ADA) consacra un rapport à l'étude d'un dentifrice contenant 0,8% de fluorure de sodium avant dilution. L'ADA précisera : « l'idée de mettre une telle concentration de fluorure de sodium dans la bouche, une ou plusieurs fois par jour, n'est pas à considérer à la légère, étant donnée l'action toxique du fluor et qu'il a été démontré qu'il peut créer une intoxication chronique » (Azoulay et Azoulay, 1976). Un intérêt croissant d'années en années se portera sur le fluor pour son action anti-cariogène jusqu'à nos jours où plus de 90% de dentifrices vendus sont fluorés (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

3.4.3 La publicité au service de l'hygiène

Avec les progrès de l'odontologie au cours du XIXe siècle, la réclame évolue dans plusieurs directions. Des dentistes célèbres commercialisaient leurs eaux dentifrices, d'autres usaient de pratiques commerciales pour attirer le client.

Aujourd'hui, toute forme de publicité est interdite pour les chirurgiens-dentistes. Néanmoins, les produits d'hygiène dentaire divers, dont les dentifrices, bénéficient de la publicité. A la fin du XIXe et au début du XXe siècle, l'art graphique s'introduit dans la publicité dentaire qui, grâce à ce nouveau support, connait un essor remarquablement rapide. Des illustrateurs de talent ont laissé, à travers des cartes postales et des affiches le témoignage de l'évolution des considérations d'hygiène dentaire de la société. On peut citer parmi eux André Vallet (1869-1949) ou encore Francisque Poulbot (1879-1946). Ce dernier était connu pour les campagnes pour le dentifrice Dentol® (figure 7) où la réclame était illustrée de mise en scène de la vie quotidienne. C'est le cas également avec le dentifrice Kalodont® qui publie des cartes publicitaires lithographiques recherchées. On peut également citer le dentifrice des Bénédictins de Soulac® (figure 8) ou le dentifrice Dentclair®.

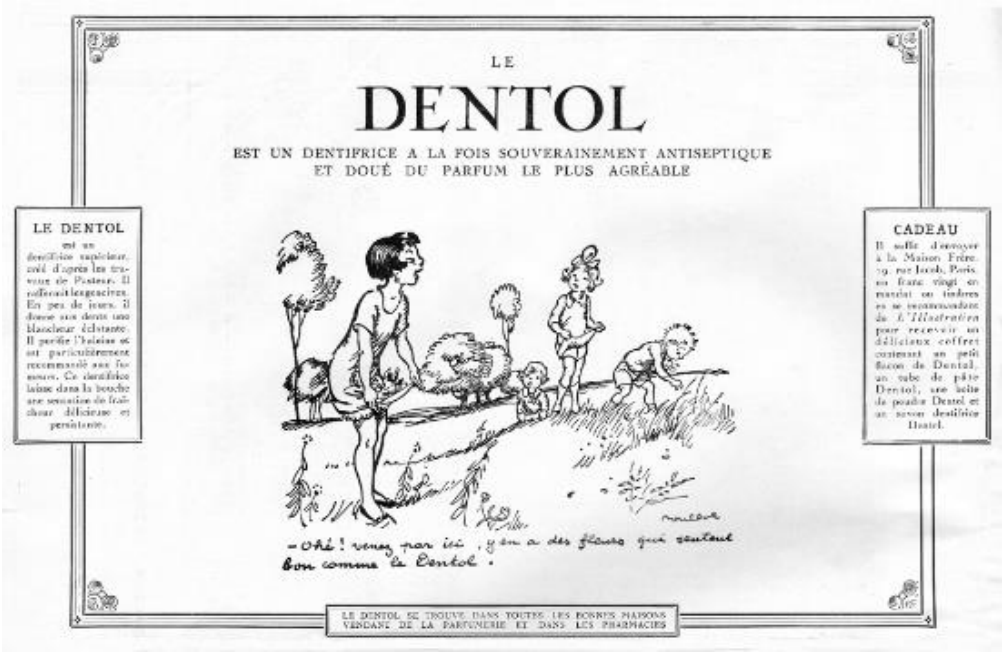


Figure 7 : page publicitaire pour le Dentol®
(source : l'Illustration n°4393, 14 mai 1927).

Figure 8 : page publicitaire pour les dentifrices bénédictins de Soulac (source : l'Illustration n° 3855, 20 janvier 1917).

4 Conclusion

Les pratiques d'hygiène bucco-dentaire étaient connues de toutes les civilisations nous précédant. Il semble que combattre l'halitose et maintenir l'éclat de ses dents aient été les motivations principales. Jusqu'au milieu du XIXe siècle, l'hygiène buccale en général ne s'adresse qu'à une minorité de privilégiés. En effet, le coût des instruments d'hygiène et la rareté des ingrédients utilisés dans les dentifrices de l'époque ne permettaient pas aux couches sociales les plus modestes d'entretenir et de nettoyer leurs dents selon les méthodes de l'époque. De plus, l'hygiène n'était pas une priorité. Il faut ainsi attendre l'entrée dans l'ère industrielle pour voir émerger dans les mentalités une démarche préventive ou thérapeutique. Les pâtes dentifrices et les manuels traitant de l'hygiène ne se vulgarisent qu'à partir de la révolution industrielle, à la fin du XIXe siècle. Celle-ci va faciliter la production en grande quantité des dentifrices. Dès lors, la diffusion de l'hygiène bucco-dentaire sera réalisée par l'intermédiaire de l'école et de la publicité.

Compte tenu de ces éléments, il n'est pas étonnant que pendant des siècles l'utilisation du dentifrice et sa composition aie peu évolué, avant l'essor qu'il connait depuis 50 ans.

2e partie
L'industrie et le commerce des dentifrices

1 Petite histoire des grandes marques

Plusieurs grandes sociétés ont pris part à l'essor des pâtes dentifrices au cours de l'histoire, influençant jusqu'aux règles d'hygiène en les diffusant. Elles ont ainsi participé activement à l'évolution de l'hygiène buccodentaire et à son amélioration.

1.1 Email diamant® (Laboratoire Santé-Beauté)

A la fin du XIXe siècle, la demande en dentifrice augmente à Paris, notamment sous l'influence américaine. Jean-Baptiste et Annette Barreau décident alors de proposer aux clients de leur boutique de mode la « poudre dentifrice américaine » du chimiste John Walton venu de Philadelphie. Ils décidèrent d'utiliser l'image du sourire de leur fils, chanteur lyrique, afin de promouvoir leur produit auprès des consommateurs. C'est toujours lui qu'on peut voir sur les étuis de nos dentifrices actuels. Depuis 120 ans, la marque s'est donné comme objectif marketing la blancheur des dents, avec une gamme de produits qui est aujourd'hui composée d'une dizaine de formulations (Email Diamant de 1893 à nos jours)[7].

1.2 Colgate®, Elmex®, Meridol® (groupe Colgate-Palmolive)

A partir de 1806, William Colgate étend sa société, initialement dédiée aux savons industriels, aux pâtes dentifrices, et connait un succès croissant. La première usine se situe à Jersey aux Etats-Unis, et il faut attendre 1930 pour que la crème dentifrice Colgate soit produite et vendue en France par la societé Cadum-Palmolive.

[7] Source internet, disponible à partir de : http://www.emaildiamant.fr/histoire-dentifrice.php

Figure 9 : le tube de crème dentaire Colgate en 1896[8].

Ses héritiers transforment l'entreprise familiale en Société Anonyme. Soucieux de la diffusion de l'utilisation de leur produit, Colgate lance en 1911 une campagne d'enseignement de l'hygiène orale dans les écoles aux Etats-Unis par l'intermédiaire de tracts publicitaires.

En 1961, Cadum-Palmolive devient la société que l'on connaît aujourd'hui : Colgate-Palmolive. Toujours en expansion, elle acquiert le groupe GABA en 2004, devenant de ce fait le leader du marché du dentifrice dans le monde avec les dentifrices Elmex®, Meridol®, et Colgate®.

Avec des ventes nettes de 16,7 milliards de dollars au niveau mondial en 2011 et une présence dans plus de 200 pays, la société américaine Colgate-Palmolive est aujourd'hui leader mondial de l'hygiène bucco-dentaire (Colgate, 2014).

1.3 Signal® (groupe Unilever)

En 1961, Signal® introduit dans le marché de l'hygiène bucco-dentaire son dentifrice à rayures en France. En 1977, la marque lance le premier dentifrice au fluor distribué en Grandes et Moyennes Surfaces en France (GMS)(figure 10).

[8] Source internet, disponible à partir de : http://www.colgate.fr.

Figure 10 : page publicitaire du premier dentifrice Signal[9].

Dès lors, la marque créera de nombreuses pâtes dentifrices aux actions de plus en plus variées : anti-tartre, fraicheur, blancheur, pureté etc…

Signal®, qui possède le plus large panel de produits proposés, est présent aujourd'hui dans plus d'un foyer français sur deux (selon l'institut de statistiques Kantar worldpanel en 2011). La marque Selon son site internet, la marque Signal® est le leader du marché de l'hygiène bucco-dentaire en France (en parts de marché en valeurs sur le Cumul Annuel Mobile de 2012).

Depuis 15 ans, Signal® propose aux écoles des kits pédagogiques pour les élèves. La marque a également mis en place la « Route du sourire », en partenariat avec plusieurs facultés d'odontologie afin de diffuser les conseils d'hygiène bucco-dentaire et réaliser des examens de prévention. Cette opération a permis la publication d'études relatives à l'impact de l'hygiène bucco-dentaire sur la qualité de vie.

[9] Source internet, disponible à partir de : http://www.missionsignal.fr.

1.4 Sensodyne®, Parodontax®, Aquafresh®, (Groupe GlaxoSmithKline)

Le groupe GlaxoSmithKline (GSK), créé le 27 décembre 2000, par la fusion de Glaxo Welcome et SmithKline Beecham s'est formé grâce à de multiples alliances progressives de grandes pharmacies de 1830 à aujourd'hui. Ce groupe détient trois marques de dentifrices « emblématiques » :

- Parodontax®, deuxième dentifrice contre l'inflammation des gencives le plus vendu en pharmacie, et le plus prescrit par les chirurgiens-dentistes,

- Aquafresh®, numéro trois du marché des grandes et moyennes surfaces (Cardin-Changizi, 2009),

- Sensodyne®, devenu le dentifrice contre la sensibilité dentaire le plus vendu selon le site de la marque (selon l'institut Nielsen, pour le total français des ventes en volume des grandes surfaces et des pharmacies en décembre 2012).

1.5 Fluocaril®, Parogencyl ®, Oral B®, Crest® (Procter & Gamble)

En 1954, Procter & Gamble s'implante en France, 117 ans après la création de la société à Cincinnati (Ohio-Etats-Unis). Procter & Gamble commercialise aujourd'hui de nombreuses marques de produits de grande consommation (Ariel®, Mr. Propre®, Pampers® par exemple) et des médicaments délivrés sans ordonnance (Vicks®, Fluocaril 250®).

La marque Fluocaril® (dentifrice médicamenteux), première à lancer un dentifrice contenant du fluor en France, est rachetée par Procter & Gamble en 2005. Sur le marché pharmaceutique, Fluocaril® et Parogencyl® occupent 30,3% de parts de marché en valeur (Cardin-Changizi, 2009).

Oral B®, la marque de Procter & Gamble, déjà présente sur le marché des brosses à dents électriques avec 80% de parts de marché, arrive sur le secteur des dentifrices en pharmacie (Gamme pro-expert) et en GMS. La marque a beaucoup investi depuis 2011 afin de convaincre le public des avantages de ses produits. Elle a mis en place un partenariat avec l'émission E=M6, complété par une campagne télévisée relayée en magasins et sur internet afin de promouvoir ses produits à travers l'enseignement du brossage.

1.6 Arthrodont® Elgydium ® (Laboratoire Pierre Fabre)

En 1951, le pharmacien Pierre Fabre achète sa pharmacie à Castres dans le Tarn. Dès lors, le lancement de médicaments successifs a permis de constituer, en 1962, les Laboratoires Pierre Fabre.

Depuis 45 ans, les Laboratoires Pierre Fabre s'intéressent au secteur dentaire avec la gamme Oral Care. Celle-ci développe, en partenariat avec les professionnels de santé, et met à disposition : des médicaments, des produits de soin et de conseil ainsi que des produits de prévention et d'hygiène bucco-dentaire. Ces produits sont exclusivement vendus en officine. Pierre Fabre Oral Care est actuellement le leader en hygiène bucco-dentaire dans les pharmacies françaises (selon l'institut IMS health sur le marché bucco-dentaire cosmétique sur les sorties pharmacies en volume en décembre 2013), (source internet : Pierre Fabre Oral Care).

Ses marques phares sont Arthrodont®, Arthrodont protect® (dentifrices médicamenteux) et la gamme Elgydium® qui se décline en plusieurs spécialités. Le groupe Pierre Fabre possède également les produits d'hygiène Inava®.

2 Réglementations actuelles

Comme tout produit commercialisé de nos jours, les dentifrices sont soumis à des réglementations nationales, européennes et internationales, imposant des normes et des contrôles. Les pâtes dentifrices sont scindées en deux catégories :

- les dentifrices non médicamenteux ou cosmétiques

- les dentifrices médicamenteux.

2.1 Dentifrices non médicamenteux ou cosmétiques

La grande majorité des spécialités proposées sur le marché global est soumise à la réglementation des produits d'hygiène corporelle et des produits cosmétiques en vertu de l'article L 5131-1 du code de la santé publique. Le produit cosmétique est « une substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les parties superficielles du corps humain (…) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et /ou de corriger les odeurs corporelles et/ou de les protéger ou de les maintenir en bon état » (Legifrance, 2015).

Par ailleurs, le Journal officiel de l'Union européenne du 6 mai 2010 a publié une refonte des règlementations précédentes du parlement européen et du conseil relatif aux produits cosmétiques (Règlement cosmétique européen 1223/2009). Ces règlementations définissent les produits interdits, les colorants et conservateurs autorisés ainsi que les concentrations maximales autorisées des constituants dans les dentifrices ayant statut de cosmétiques : en fluor (0,15%), en chlorhexidine (0,3%), en acétate de strontium (3,5% en strontium), en chlorates de métaux alcalins (5%), en para-formaldéhyde (0,1%). Ainsi si le taux d'un de ces composants est supérieur à ces limites dans une pâte dentifrice, cette dernière sera considérée comme un médicament et relèvera d'une autorisation de mise sur le marché (EUR-Lex, 2010).

2.2 Dentifrices médicamenteux

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

métabolique (…). Lorsque, eu égard à l'ensemble de ses caractéristiques, un produit est susceptible de répondre à la fois à la définition du médicament prévue au premier alinéa et à celle d'autres catégories de produits régies par le droit communautaire ou national, il est, en cas de doute, considéré comme un médicament. » (article L5111-1 du Code de la santé publique) (Legifrance, 2015).

Un dentifrice sera un médicament s'il possède des propriétés thérapeutiques ou s'il contient des proportions de toxiques supérieures à celles autorisées dans les produits cosmétiques. Par exemple, s'il contient plus de 150 mg de fluor pour 100 g de produit.

2.2.1 Autorisation de mise sur le marché

Les dentifrices médicamenteux, comme tout médicament, doivent acquérir une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) afin d'être commercialisés. C'est l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé) qui est l'autorité nationale compétente pour leur attribution. Elle assure, par la suite, la surveillance des évènements indésirables liés à leur utilisation. Les sociétés aspirant à une AMM pour leur produit doivent constituer un dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché et le présenter à l'ANSM pour son examen. L'ANSM évalue le produit selon des critères scientifiques de qualité, de sécurité et d'efficacité. Le nouveau produit doit présenter un rapport bénéfice/risque au moins équivalent à celui des produits déjà commercialisés. Après l'évaluation scientifique, le dossier passe devant les commissions de l'ASNM. Si l'issue est favorable, le directeur général de l'ANSM prend la décision d'autoriser la mise sur le marché.
L'AMM est accompagnée d'un résumé des caractéristiques du produit (RCP) qui précise :

- la dénomination du médicament,

- la composition qualitative et quantitative,

- la forme pharmaceutique,

- les données cliniques : indications thérapeutiques, posologie et mode d'administration, contre-indications, mises en garde spéciales et précautions particulières d'emploi, interactions avec d'autres médicaments, grossesse et allaitement, effets sur l'aptitude à conduire et à utiliser des machines, effets indésirables, surdosage,

- les propriétés pharmacologiques : propriétés pharmacodynamiques, propriétés pharmacocinétiques, données de sécurité préclinique,

- les données pharmaceutiques : liste des excipients, incompatibilité, durée de conservation, précaution particulière de conservation, nature et contenu de l'emballage extérieur, instruction pour l'utilisation, la manipulation et l'élimination,

- le titulaire de l'autorisation d'utilisation,

- la présentation et le numéro d'identification administrative,

- la date de première autorisation/renouvellement de l'autorisation,

- la date de mise à jour du texte.

La notice, destinée au patient présente l'essentiel des informations du RCP dans un vocabulaire plus accessible et sera jointe à chaque exemplaire de produit vendu (ASNM, 2014).

En revanche, la vente d'un produit cosmétique ne nécessite pas d'autorisation préalable de mise sur le marché. Il peut être commercialisé dès lors qu'il respecte les exigences parlementaires, en particulier celle d'absence de nocivité pour la santé des consommateurs, selon l'article L5131-4 du Code de la santé publique.

Noms	Composition en actifs	Indications	Remarques
Sanogyl blanc et blanc fluor	Fluorure de sodium : 552mg/100g	Prévention de la carie dentaire.	100 g de pâte dentifrice contiennent 250 mg de fluor. Réservé à l'adulte et à l'enfant de plus de 10 ans.
Fluoselgine pâte dentifrice	Bromure de domifène : 0,1 g Fluorure de sodium : 0,27 g Chlorure de sodium. 15,00 g / 100 g.	Prévention de la carie dentaire	Réservé à l'adulte et à l'enfant de plus de 6 ans.
Duraphat pâte dentifrice	Fluorure de sodium 1,10g pour 100g	Prévention de la carie dentaire chez les adolescents et les adultes, en particulier chez les patients à risque de caries multiples (coronaires et/ou radiculaires).	Réservé à l'adulte et à l'adolescent de plus de 16 ans. appliquer un ruban de 2 cm sur la brosse à dents à chaque brossage. 2 cm délivre entre 3 mg et 5 mg de fluor ;
Fluocaril bi-fluoré 250 pâte dentifrice anis ou menthe **Fluocaril bi-fluoré 250** gel dentifrice	Monofluorophosphate de sodium : 0,76g/100g Fluorure de sodium : 331 mg/100g	Prévention de la carie dentaire.	Réservé à l'adulte et à l'enfant de plus de 10 ans 100 g de gel dentifrice contient 250 mg de fluor actif.
Fluodontyl 1350 pâte dentifrice	Fluorure de sodium : 3g/100g	Prévention de la carie dentaire, en particulier chez les patients à risque de polycaries quelle qu'en soit l'étiologie.	100 g de pâte dentifrice contient 1350 mg de fluor. Réservé à l'adulte.

Tableau 1 : liste exhaustive des dentifrices fluorés avec AMM, Vidal 2015.

Nom	Composition en actifs	Indications	Remarques
Arthrodont Pate gingivale	Enoxolone 1g/100g	Décongestionnant et antalgique au cours des affections gingivales et blessures par prothèse.	Brossage suivi d'un massage des gencives après chaque repas pendant quelques minutes, puis rincer.
Elgydium Pâte dentifrice	Chlorhexidine (DCI) digluconate 4 mg/100g Carbonate de calcium 25g/100g	Gingivites, parodontopathies. Prévention de la carie par action bactéricide au niveau de la plaque dentaire.	Procéder quotidiennement, après chaque repas, à un brossage soigneux de l'ensemble des surfaces dentaires
Hextril pâte dentifrice	Hexétidine : 100mg/100g	Traitement d'appoint des gingivites et des parodontopathies	Peut être utilisé en massage gingival en cas de gencives particulièrement douloureuses.

Tableau 2 : liste exhaustive des dentifrices avec AMM avec autres agents actifs, Vidal 2015.

2.3 La Marque CE (Communautés Européennes)

Figure 11 : logo de la marque CE[10].

Le règlement n° 765/2008 du 9 juillet 2008 fixe les principes généraux du marquage CE. En se référant au journal officiel des communautés européennes, la marque CE est « un passeport pour les produits industriels leur permettant de circuler librement dans tout l'espace économique européen ». Elle représente la preuve d'une conformité, indiquant que les produits marqués sont conformes à toutes les directives européennes en matière de sécurité, de santé publique, de protection des consommateurs, et toute autre exigence d'intérêt communautaire. C'est au fabriquant de formuler la demande pour obtenir cette conformité CE. Il doit réaliser ou faire réaliser, des contrôles et essais qui assurent la conformité du produit aux exigences essentielles définies dans la ou les directives concernées. Il faut bien noter que le marquage « CE » n'est pas une marque de certification (EUR-Lex, 2008).

2.4 La marque NF (Normes Françaises)

Figure 12 : logo de la marque NF[11].

La marque NF en revanche, est un véritable gage de qualité des produits porteurs. Pour l'obtenir, les fabricants font appel à l'AFNOR (Association Française de normalisation), organisme de certification indépendant qui élabore les normes françaises. Seule l'AFNOR permet d'obtenir la marque NF, à la suite d'une série de tests et de contrôles du produit. La qualité du produit sera ensuite contrôlée tous les ans, pour reconduire le droit d'usage de la marque pour l'année à venir, ou si besoin, le suspendre.

[10] Source internet, disponible à partir de : http://www.economie.gouv.fr.
[11] Source internet, disponible à partir de : http://www.marque-nf.com.

En ce qui concerne les dentifrices, c'est la marque « NF-dentaire » (NF 087) qui est décernée par le LNE (Laboratoire National d'Essai), mandaté par l'AFNOR pour tester et contrôler les produits candidats.
Pour les dentifrices cosmétiques, une convention signée conjointement par l'ADF (Association Dentaire Française), le LNE et l'AFNOR crée une nouvelle référence : la marque « ADF conseille NF, produit certifié » (norme NF EN ISO 11609, novembre 2010).
Un comité formé de représentants de l'ADF, d'odonto-stomatologistes, d'industriels, de commerciaux, de représentants de l'AFNOR et du LNE ainsi que des ministères de tutelles, définit et valide cette certification.
Cette marque est la seule assurance de conformité aux normes de qualité des dentifrices pour le consommateur, à travers des études sur le pouvoir abrasif et nettoyant des pâtes dentifrices, leur pH, et la présence de métaux lourds (Clergeau-Guérithault etcoll., 2002).

Actuellement, ont obtenu cette marque :

- Lascad-l'Oréal : dentifrice fluoryl® Bi Fluor + Permethrol.
- Colgate-Palmolive : dentifrices Tonygencyl® (tubes et doseurs) Capital gencives, Capital dents et gencives sensibles, Anti-tartre et bancheur.

2.5 Règlementations de la publicité

Afin de diffuser et de promouvoir leur produit face à la concurrence, les groupes producteurs de dentifrices investissent toujours plus de capital. Les investissements médias sont par exemple passé de 54 millions d'euros en 2010 à 63 millions d'euros en 2011 sur la seule catégorie des dentifrices (Bailly, 2012). Mais la publicité connaît de nombreuses règlementations dans la loi française et européenne.

2.5.1 Cas des dentifrices médicamenteux

La publicité pour ces produits est encadrée par le Code de la Santé Publique.
Selon l'Article L 5122-6 : « la publicité auprès du public pour un médicament n'est admise qu'à la condition que ce médicament ne soit pas soumis à prescription médicale, qu'aucune de ses différentes présentations ne soit remboursable par les régimes obligatoires d'assurance maladie et que l'autorisation de mise sur le marché ou l'enregistrement ne comporte pas d'interdiction ou de restrictions en matière de publicité auprès du public en raison d'un risque possible pour la santé publique, notamment lorsque le médicament n'est pas adapté à une utilisation sans

intervention d'un médecin pour le diagnostic, l'initiation ou la surveillance du traitement. ». De même, seuls peuvent faire l'objet d'une publicité les médicaments pour lesquels ont été obtenues les autorisations de mise sur le marché (article L 5122-3).

La publicité auprès du public est soumise à une autorisation préalable de l'agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ASNM) dénommée visa de publicité. Ce visa est délivré pour une durée qui ne peut excéder la durée de l'autorisation de mise sur le marché pour les médicaments qui y sont soumis conformément à l'article L 5122-8. Il existe deux types de visas. Le premier concerne la publicité auprès des professionnels de santé, appelé visa PM. Une demande d'autorisation préalable doit être adressée à l'ANSM par les firmes pharmaceutiques (articles L.5122-9 du CSP*)*. Le second correspond à la publicité pour les médicaments auprès du grand public, dénommé visa GP.

La publicité pour les dentifrices médicamenteux doit répondre aux critères suivants selon l'article L.5122-2 du CSP :
- respecter les dispositions de l'autorisation de mise sur le marché et les stratégies thérapeutiques recommandées par la Haute Autorité de santé,

- présenter le médicament de façon objective, favoriser son bon usage,

- ne pas être trompeuse, ni porter atteinte à la protection de la santé publique.

En cas de manquements à ces critères, l'ANSM refusera la demande de visa de publicité.

2.5.2 Cas des dentifrices cosmétiques

Les produits, hors médicaments, vendus au public sans prescription et qui se prévalaient d'un bénéfice pour la santé étaient encadrés par le visa Publicité produit (PP). Son obtention était soumise au contrôle *a priori* du fondement des allégations et passait par l'approbation d'une commission dépendant de l'AFSSAPS (actuelle ASNM). Par ce visa spécifique, la France a voulu contrôler la promotion de produits non médicamenteux, afin qu'ils n'empiètent pas sur le domaine du médicament en étant promus comme tels. On le retrouvait principalement dans la publicité pour les dentifrices. Ainsi, l'allégation « favorise la prévention de la carie dentaire » était autorisée, mais les allégations « prévention de la carie », « traitement de la carie » ou « zéro carie » étaient refusées.

Mais ne rentrant pas dans le cadre du nouveau Règlement Cosmétique européen 1223/2009, le visa PP est devenu obsolète depuis le 11 juillet 2013.

Ce règlement est une « refonte » de la Directive sur les Cosmétiques qui avait subi de trop nombreuses modifications depuis sa création en 1976.

A ce jour, le contrôle de la publicité concernant les produits cosmétiques est donc abordé sous l'angle de celui de la publicité trompeuse. C'est donc la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) qui est chargée de ce contrôle, et non une agence sanitaire, comme c'est le cas pour le médicament. Il intervient après diffusion, c'est-à-dire *a posteriori*. Cette administration contrôle la publicité concernant tout bien ou service sur le marché. Ainsi, en vertu de l'article L. 121-1 du Code de la consommation « est interdite toute publicité comportant sous quelque forme que ce soit, des allégations, indications ou présentations fausses ou de nature à induire en erreur ». Cependant, dans le cadre de sa mission de contrôle de la publicité trompeuse, le service de la répression des fraudes peut saisir l'ASNM pour une expertise plus poussée.

2.5.3 L'autorité de régulation professionnelle de la publicité

L'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP) est l'organisme qui régule la publicité en France. Elle a pour but de « mener toute action en faveur d'une publicité loyale, véridique et saine, dans l'intérêt des consommateurs, du public, et des professionnels de la publicité ». L'ARPP a un statut associatif selon la loi 1901 et est indépendante des pouvoirs publics. Elle est en effet administrée par des professionnels de la publicité (annonceurs, agences et médias). En octobre 2014, l'ARPP a publié un communiqué dans lequel elle assouplit les règles de communications publicitaires des produits cosmétiques. Il prévoyait l'intervention directe d'un professionnel de santé dans la promotion d'un produit cosmétique. Or, le code de la santé publique aux articles R. 4127-215 et R. 4127-225, interdit aux praticiens toute publicité, toute réclame intéressant un tiers ou une firme. Un praticien qui ferait la promotion d'un produit cosmétique d'une marque dans la presse ou sur tout autre support encourrait ainsi une poursuite disciplinaire. Ce communiqué a donc été rectifié suite à l'intervention de l'ordre national des chirurgiens-dentistes. Ainsi, un praticien ne peut pas recommander publiquement un produit cosmétique (un dentifrice par exemple). Il peut néanmoins préconiser l'utilisation d'un composant provenant d'un produit cosmétique ou diffuser un message général relatif à l'hygiène sans que cette recommandation ne revête la forme d'un message publicitaire ou promotionnel.

3 Etat actuel de l'utilisation des pâtes dentifrices

Le marché du dentifrice en France est un marché fortement développé et concurrentiel. Cependant, il recèle encore un important potentiel, l'hygiène bucco-dentaire de la population n'étant pas optimale comme nous le verrons dans la quatrième partie de ce travail.

3.1 Evolution de la consommation

La consommation de dentifrice est, de manière générale, en constante augmentation depuis leur commercialisation à l'échelle industrielle. Plus de 500 millions de personnes utilisent du dentifrice fluoré dans le monde, selon les données de l'OMS publiées dans le rapport sur la santé bucco-dentaire (World Health Organization, 2003).

- **Années 70 -80**

Cette période a connu une importante croissance de la consommation de dentifrice. En effet, la diffusion de messages de promotion de la santé bucco-dentaire, et la production de nouvelles pâtes dentifrices ont incité les consommateurs à leur utilisation. Ainsi, en 1974 le marché des dentifrices générait 200 millions de francs et le circuit pharmaceutique en assurait la moitié des ventes. Cette même année, un français utilisait en moyenne 2 tubes de dentifrices par an (Petitdidier, 1976) et seulement 5% de la population se brossait les dents quotidiennement (Azoulay et Azoulay, 1976). Dix ans plus tard, cette moyenne de consommation est passée à 3 tubes.

- **Années 90**

L'institut Nielsen a dénombré, pour l'année 1992, 154 millions d'unités de dentifrices vendues en France. Puis en 1999, les pharmacies ont vendu 28 millions d'unités (soit environ 13% des ventes), contre 185 millions en grandes et moyennes surfaces (GMS : hypermarché HM, supermarché SM et hard discount HD), (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

On constate que depuis 1974, les pharmacies ont perdu plus de la moitié de leurs ventes au profit des grandes surfaces. Ceci peut s'expliquer par la concurrence de plus en plus intense dans les rayons des grandes surfaces, les prix ayant considérablement baissé dans ce secteur. Les campagnes publicitaires se développent sur tous les supports pour les dentifrices vendus en GMS, et non pour ceux vendus en pharmacies. La facilité d'accès à ces produits peu aussi expliquer cette évolution.

- **2000**

Au cours de l'année 2000, la France a vu s'écouler 182 millions d'unités en grandes surfaces et 21 millions en pharmacie. Ces ventes ont généré 307 millions d'euros de chiffre d'affaire pour les grandes surfaces et 90 millions d'euros pour les pharmacies, soit au total presque 10 fois plus qu'en 1974 (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

- **2010**

Selon Kantar Worlpanel, la quantité de dentifrice acheté par personne est passée de 8,5 unités en 2009, à 8,7 en 2010. En moins de quarante ans, la consommation moyenne de dentifrice a donc augmenté de 435 %.
Pour l'année 2010, l'évolution en valeur du marché des dentifrices s'élève à 403 millions d'euros, soit 5% de croissance (source Nielsen, origine : fabricants), (Bailly, 2011).

- **2012**

Les ventes en valeur de dentifrice se chiffrent à 380 millions d'euros (+3,5%), en hyper et supermarchés, sur le cumul annuel mobile au 1er avril 2012, par rapport à l'année 2011. Les ventes en volume de dentifrice connaissent une évolution de +1,5%, à 195 millions d'unités (source SymphonyIRI, origine : fabriquant), (Bailly, 2012).

- **2014**

Fin octobre 2014, le marché en grandes et moyennes surfaces, hard discount et e-commerce a représenté 468 millions d'euros (soit une évolution de 4,5%) et 242 millions d'unités vendues. Les dentifrices pour enfants connaissent une augmentation de 1,4% avec 23 millions d'euros et 18 millions d'unités vendues (source SymphonyIRI origine : fabricants).

Le prix du dentifrice en France est actuellement le plus élevé d'Europe (en moyenne 26,6 euros/litre contre 21,5 euros/litre en moyenne en Europe (EMarketing, 2011).

Malgré les difficultés économiques depuis la crise de 2008, le marché des dentifrices affiche chaque nouvelle année une croissance de plusieurs points. Cela prouve que la population occidentale est sensible aux habitudes d'hygiène bucco-dentaire et à l'utilisation du dentifrice. Les campagnes de prévention et publicitaires toujours plus nombreuses incitent le patient à acheter du dentifrice et à en exiger l'efficacité.

3.2 Distribution du marché

L'offre du dentifrice en France se répartit entre les pharmacies et les grandes et moyennes surfaces (GMS : hypermarché, supermarché et hard discount). Certaines marques sont présentes dans les deux secteurs, mais elles y proposent des produits différents. De plus, on voit se développer depuis quelques années la vente via internet (e-commerce).

3.2.1 Ventes en pharmacie

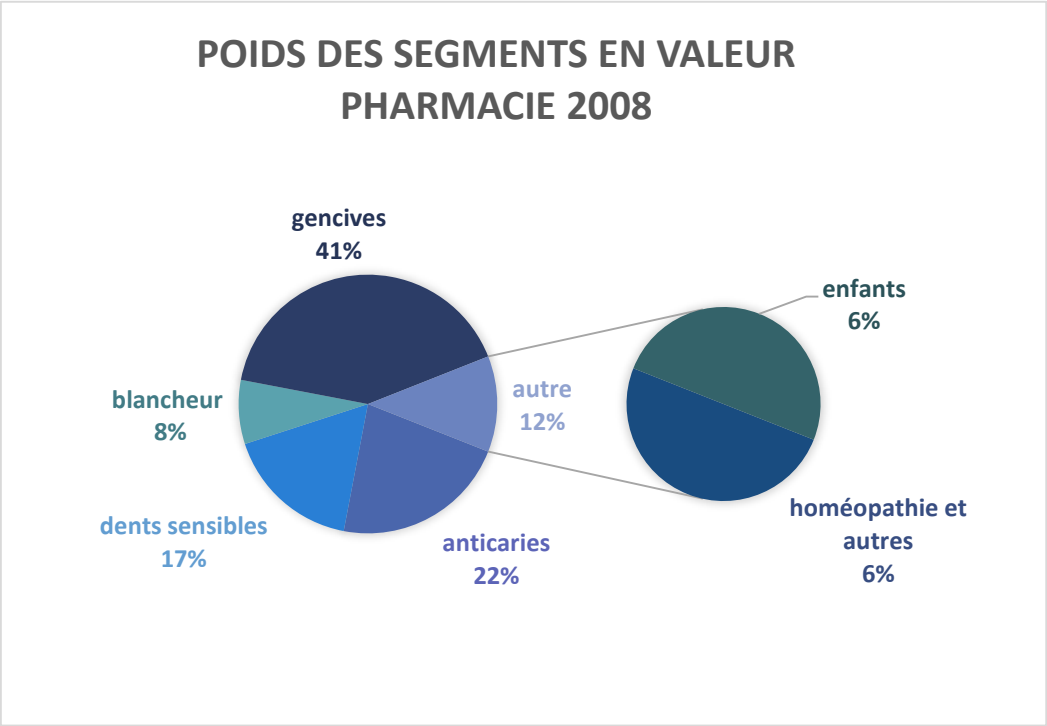


Figure 13 : graphique de répartition des ventes globales en pharmacie en 2008 d'après Cardin-Changizi, 2009.

En 2008, le circuit pharmacie réalisait 33 % des ventes en valeurs sur le marché bucco-dentaire tous pôles confondus. 23,25 millions d'unités de dentifrices ont ainsi été vendues en pharmacie, en légère baisse (- 0,4 % par rapport à 2007) (figure 13).

On remarque que les dentifrices visant la santé gingivale représentent plus de 40% des ventes à eux seuls. Le segment « gencives sensibles », très porteur, dynamise le marché avec des lancements réguliers de nouveaux produits. Arthrodont® (Pierre Fabre) est en tête dans cette spécialité avec 30% de parts de marché (soit 3,5 millions d'unités vendues).

En seconde place se trouve Parodontax® (Glaxo Smith Kline) qui représente 22% de part de marché (soit 1,9 millions d'unités). Ensuite se trouvent par ordre d'importance sur le segment des gencives : Parogencyl® (12%), Méridol® (11%), Elgydium® (8%), puis Sanogyl®.

Le secteur anti-carie est le deuxième segment en part de marché. En 2008, Fluocaril® de Procter & Gamble occupe 22,6%, avec en tête des ventes le Fluocaril bi-fluoré® 250mg.

Les dentifrices visant l'hypersensibilité dentinaire représentent quant à eux le troisième segment le plus porteur en pharmacie avec 17,3% de parts de marché et 2,7 millions d'unités vendues. Quatre marques se partagent ce secteur : Elmex Sensitive® (45% de parts de marché), Sensodyne Pro® (26%), Elgydium dents sensibles® et Gum sensi vital® (Sunstar).

3.2.2 Ventes en moyennes et grandes surfaces (GMS)

Le trio de tête des ventes en GMS ne change pas depuis 10 ans malgré un panel très varié de produits : Signal® avec 30,3% de parts de marché en valeur en 2008, Colgate® avec 16 %, puis Aquafresh® avec 10,7 %. Ces concurrents produisent des dentifrices visant une efficacité globale et une sensation agréable à l'utilisation du produit. La marque Email diamant® représente 4,1% de parts de marché, son objectif blancheur séduit toujours les consommateurs (Cardin-Changizi, 2009).

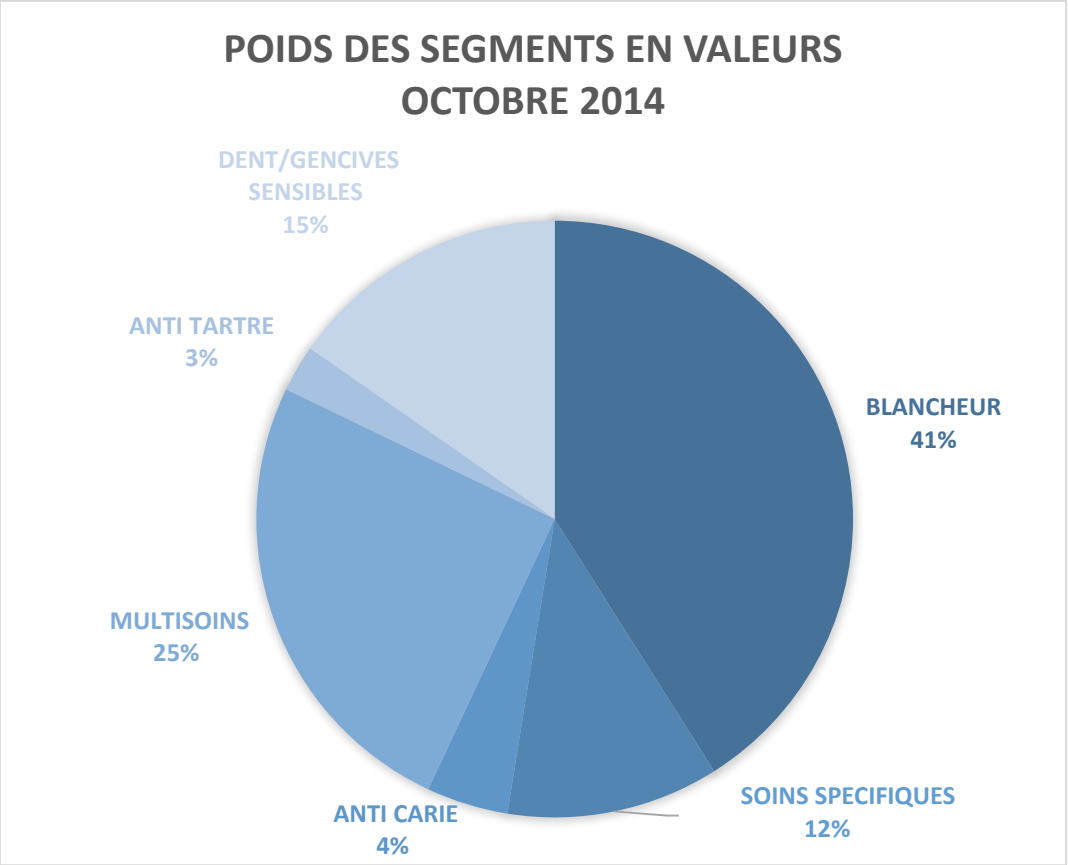


Figure 14 : graphique des répartitions des ventes globales en valeurs en octobre 2014 selon les spécialités en GMS et e-commerce.
(source SymphonyIRI, origine : fabricants).

Selon le lieu d'achat, on observe que les consommateurs qui achètent leur dentifrice en GMS, sont très sensibles à l'argument « blancheur » des produits (41% des ventes) (figure 14). Ils sont aussi sensibles à l'argument multi-bénéfice (25 % des ventes), avant les besoins spécifiques ou encore la lutte contre la maladie carieuse. Cette répartition est différente de celle retrouvée en pharmacie, où les consommateurs sont plus sensibles aux soins apportés qu'à l'esthétique. Ceci explique aussi la croissance importante des chiffres d'affaires pour 2014 : un dentifrice « spécial blancheur » est en moyenne plus cher qu'un dentifrice multi-soins, lui-même plus cher qu'un dentifrice basique en grandes surfaces.

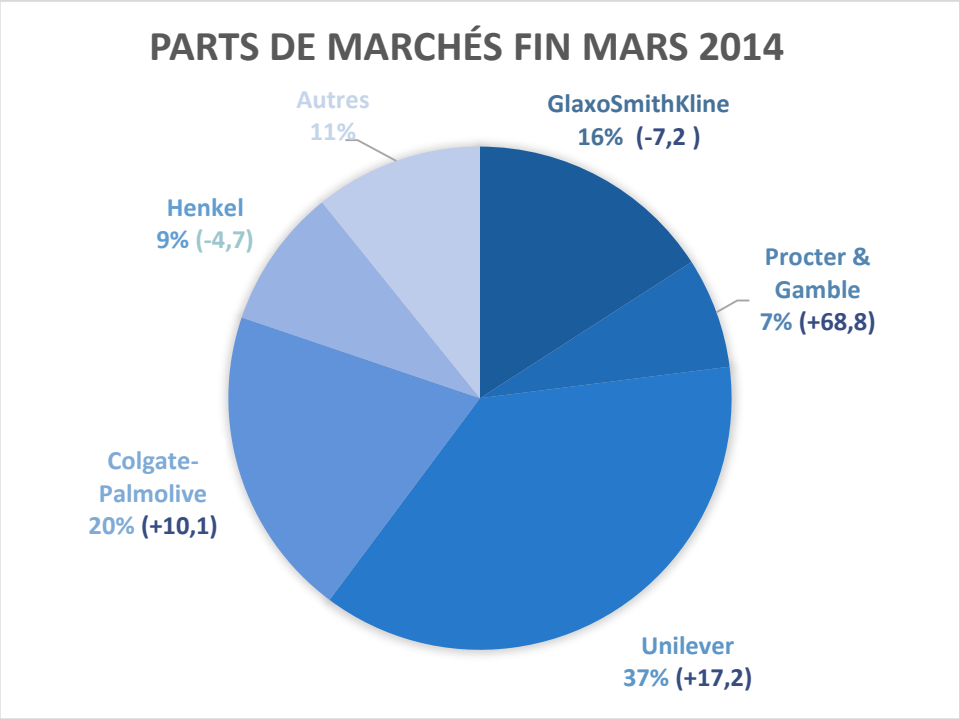


Figure 15 : parts de marché en valeur des principaux intervenants sur le marché des dentifrices en GMS, à fin mars 2014, et évolution en pourcentages vs 2013 (source : Nielsen, origine : fabricants), (Bailly, 2014).

3e partie
La formulation des dentifrices

Un dentifrice se doit de respecter certaines caractéristiques essentielles. Il doit posséder un bon pouvoir nettoyant, une abrasivité douce adaptée à l'émail et à la dentine, une bonne stabilité et une consistance adaptée à l'utilisation et également garantir un usage agréable par son aspect et son goût. Il ne doit pas irriter les gencives ou colorer les dents. C'est par la connaissance des ingrédients utilisés et surtout de leurs interactions mutuelles que ces qualités peuvent être garanties dans la pâte dentifrice finale (Chambin et coll., 2010).

1 Formes galéniques et conditionnement

Les dentifrices sont retrouvés sous plusieurs formes dans le circuit de distribution :

Les gels sont des préparations dont la base se constitue d'eau additionnée de glycérol, gélifiée par le biais d'agents épaississants comme les alginates, les carraghénates et les dérivés de cellulose. Les dentifrices sous cette forme sont plus liquides et plus translucides, les formules étant basées sur le principe de réfraction identique entre les phases solides et liquides. Cependant, les constituants actifs sont identiques à ceux retrouvés dans les pâtes (Roquier-Charles et Seiller, 2005). C'est une forme surtout présente sur le marché des dentifrices pour enfants. Ces dentifrices sont en effet plus miscibles dans la cavité buccale et ils présentent l'avantage de pouvoir être aromatisé et coloré plus facilement, en raison de la présence d'eau.

Les poudres sont des mélanges d'agents polissants peu abrasifs, identiques à ceux utilisés dans les pâtes. Ils sont parfois associés à des enzymes protéolytiques et à des antiseptiques. En raison de leurs propriétés abrasives, ces poudres ne sont pas recommandées en brossage quotidien mais en alternance avec les dentifrices sous forme de pâtes, pour le traitement des colorations dentaires par exemple.

Les pâtes dentifrices représentent la forme la plus communément retrouvée, conditionnée en tubes souples ou encore en doseur. Ce sont des préparations semi-solides qui contiennent de fortes proportions de poudres dispersées finement dans le mélange d'excipients.

Il existe des formes liquides de dentifrice, qui sont appelées « 2 en 1 » (dentifrice et solution dentaire). Elles sont composées d'un mélange hydro-alcoolique auquel on ajoute des huiles essentielles antiseptiques, des teintures de plantes et des colorants. Les dentifrices liquides ne contiennent pas d'agents polissants. Leur utilisation reste cantonnée aux cas extrêmes où l'hygiène buccodentaire ne peut être effectuée de façon classique, en raison du patient (situation de handicap, dépendance…) ou des conditions de vie (accès à l'eau potable notamment).

2 Composition générale

Les pâtes dentifrices sont composées d'eau déminéralisée, d'excipients et de substances actives (tableau 3).

Abrasifs (polissants)	30 à 50 %
Humectants	15 à 25 %
Principes actifs	Jusqu'à 4 %
Agents moussants (détergents, émulsifiants)	0,5 à 2%
Épaississants (liants, gélifiants)	0,5 à 2 %
Colorants, conservateurs, édulcorants, Arômes, substances tampons	Environ 0,1 % pour chacun

Tableau 3 : composition générale d'un dentifrice d'après Roquier-Charles et Sellier, 2005.

Pour des raisons de cohérence, les fabricants ont adopté une identification standard des ingrédients : le système INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients). En exemple ci-dessous (tableau 4), la composition INCI du dentifrice Signal protection caries® par ordre de quantité décroissante.

Calcium carbonate	Abrasif
Aqua	Solvant
Sorbitol	Humectant
Hydrated Silica	Agent anti agglomérant
Sodium Lauryl Sulfate	Surfactant
Sodium Silicate	Réserve tampon
Sodium Monofluorophosphate	Principe actif
Aroma	Arome
Cellulose Gum	Liant
Potassium citrate	Principe actif
Benzyl alcohol	Conservateur
Sodium Saccharin	Arome
Calcium Glycerophosphate	Principe actif
PEG-32	Liant
Limonene	Parfum
CI 73360	Colorant

Tableau 4 : composition en INCI du dentifrice Signal protection caries®[12].

[12] Source internet, disponible à partir de : http://www.unilever.com

3 Les principes actifs

Initialement prévus pour nettoyer, les dentifrices ont évolués vers des fonctions complémentaires et des principes actifs sont venus s'ajouter aux formules. Ils ont désormais des actions spécifiques (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

3.1 Les fluorures : agents reminéralisants

Dans les formules dentifrices, les composés utilisés possèdent des ions fluorures (F^-), c'est pourquoi il est juste de parler de fluorures plutôt que de fluor. Les apports des dentifrices fluorés en matière de prévention et de traitements seront détaillés dans une quatrième partie.

On classe les fluorures en deux catégories : organiques ou inorganiques (minéraux).

- **Les fluorures inorganiques**

Le fluorure de sodium, de formule NaF, est un sel qui libère facilement son ion F^-, qui sera alors disponible pour interagir avec les surfaces dentaires. Par sa simplicité et son coût moindre, c'est la forme de fluorure la plus retrouvée dans les dentifrices. Ce fluorure est notamment utilisé dans la gamme Fluocaril®.

Le monofluorophosphate de sodium, NaMFP ou Na_2PO_3F, est largement employé du fait de sa bonne compatibilité avec de nombreux agents abrasifs. Pour être disponible, le fluorure de cette molécule doit être détaché par une hydrolyse enzymatique qui se fait progressivement. On le retrouve souvent associé au fluorure de sodium.

Le fluorure d'étain, aussi appelé fluorure stanneux, de formule SnF_2, possède des caractéristiques cariostatiques, antibactériennes et désensibilisantes qui le rendent très utile lors du traitement des maladies parodontales et de l'hypersensibilité dentinaire. Il est inclus dans les dentifrices depuis les années 1940, mais il manque de stabilité en milieux aqueux. Il est stabilisé par un ester acide dans les différentes formules actuelles qui ne contiennent par ailleurs qu'une très faible quantité d'eau (Sanz et coll., 2013).

Le fluorure de potassium, KF, est d'ordinaire utilisé pour fluorer le sel de cuisine, mais on le trouve également dans des dentifrices pour dents sensibles comme nous le verrons ultérieurement.

- **Les fluorures organiques**

Les fluorures d'amines sont générés lors du mélange d'acide fluorhydrique avec des amines organiques basiques. Ils ont été développés dans les années 50 à l'université de Zurich (Sanz et coll., 2013). Ces sels s'ionisent pour donner des ions F-. La molécule Olafluor® du Groupe Elmex (AMF 297) est un fluorure d'amine qui possède une chaine carbonée lui donnant des propriétés d'agents moussants en plus de ses propriétés reminéralisantes. Ces fluorures ont une affinité très importante pour la surface amélaire, ainsi qu'une action rémanente prolongée en bouche (Mühlemann, 1981 ; Schmid, 1981).

Le fluorhydrate de nicométhanol, appelé aussi Fluorinol® (brevet déposé par le laboratoire Pierre Fabre pour sa gamme Arthrodont protect® et Elgydium®), est un fluorure organique qui ne possède pas de propriétés tensioactives.

- **Biodisponibilité des fluorures**

La quantité de fluorures indiquée sur l'emballage des pâtes dentifrices ne correspond pas aux fluorures effectivement disponibles pour interagir avec les constituants dentaires. La concentration en fluorures biodisponibles ionisés F- dépend de nombreux paramètres, tels les conditions de stockage, le pH du produit, les réservoirs buccaux (salive, biofilm, surfaces dentaires et tissus mous), et la rétention des fluorures dans le milieu buccal (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

- **La concentration des fluorures**

Un ppm (partie par million) correspond à un rapport de 10-6, c'est à dire un milligramme par kilogramme. Une concentration de 1000 ppm est équivalente à 1mg de fluorure par gramme de pâte dentifrice, soit 0,1% d'ion F^- (tableau 5).

Fluorure inorganique	NaF NaMFP SnF_2	0,22% 0,76% 0,464%
Fluorure organique	Fluorinol® Olafluor®	0,68% 1,31%

Tableau 5 : concentration en fluorures pour 1000ppm en fonction du principe actif utilisé (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

3.2 Les autres systèmes reminéralisants

Avec plus de 50 ans de recul clinique et un niveau de preuve élevé, les fluorures représentent le « *gold standard* » des agents locaux de prévention de la carie dentaire. Ils facilitent la reminéralisation de lésions débutantes par l'intermédiaire de la salive. La pathologie carieuse reste néanmoins un enjeu de santé publique, et le développement de nouveaux agents reminéralisants pourrait participer à son recul.

Le phosphate de calcium amorphe (ACP) est un phosphate de calcium actif et soluble qui, lorsqu'il est en contact avec la salive, délivre des ions calcium et phosphate pour convertir l'apatite et reminéraliser la surface dentaire. Il est ainsi inclus comme charge dans des matériaux d'obturation comme les Ciments-Verres-Ionomères (CVI) mais aussi dans les dentifrices en suspension colloïdale. Ils profitent de la capacité de l'ACP à libérer des ions calcium et phosphate, en particulier dans le milieu buccal acide. Les ions délivrés prennent part à la reminéralisation de l'émail en créant une nouvelle couche d'hydroxyapatite ou de fluoroapatite. En effet, en présence d'ions fluor F-, il se forme un composé de phosphate de calcium et de fluor amorphe (ACFP) : cette forme, instable, va ensuite se transformer en une phase cristalline plus solide, comme l'hydroxyapatite ou la fluoroapatite. L'ACP se révèlerai parfois plus efficace que les fluorures seuls sur les caries radiculaires (Combes et Rey, 2010 ; Amaechi et van Loveren, 2013).

Le phosphopeptide de caséine (CPP) est une phosphoprotéine dérivée du lait. Celle-ci stabilise de hautes concentrations d'ions calcium et phosphate, sans précipitation cristalline, et sans augmenter la formation de tartre. En présence d'ions fluor, il se forme des clusters de CPP-ACP stabilisés ou d'ACFP stabilisés qui inhibent la déminéralisation et favorisent la reminéralisation par libération d'ions phosphate et calcium. Le CPP permet également la formation de réservoirs de calcium et de phosphate au sein de la plaque. En effet en condition de déminéralisation, les complexes CPP-ACP deviennent instables et accroissent son contenu en ions. On le retrouve aussi sous forme de crème (système Recaldent ™ dans GC toothmousse®), mais il ne montre cependant pas d'efficacité significative sur la reminéralisation comparé à un brossage seul (Meyer-Lueckel et coll., 2015). Néanmoins, une revue de la littérature a montré son efficacité à long terme pour reminéraliser les lésions carieuses débutantes. D'autres études sur l'utilisation de CPP-ACP en complément de fluor doivent être conduites pour déterminer ses avantages et son effet synergique avec les fluorures (Li et coll., 2014).

Le Phosphate Tricalcique fonctionnalisé (TCP) est obtenu en associant des radicaux organiques ou inorganiques (acide carboxylique, tensioactifs…) aux sites de liaison d'une molécule de phosphate β-tricalcique (figure 16). Ce phosphate de calcium présente comme avantage d'avoir une solubilité moindre que d'autres sels de phosphate de calcium. Il est ainsi plus compatible avec les fluorures dans des préparations aqueuses telles les pâtes dentifrices. La fonctionnalisation du TCP (ajout d'une fonction chimique à la molécule) présente un double intérêt : le TCP engendre des obstacles aux interactions prématurées avec les fluorures, et permet un relargage ciblé de TCP une fois appliqué sur les surfaces minéralisées par l'intermédiaire des dentifrices, gels, et vernis. Le TCP est donc une source de composants reminéralisants bioactifs. La combinaison de TCP et de fluorures améliorerait les possibilités de reminéralisation en élaborant un minéral plus résistant aux acides au niveau des lésions carieuses débutantes et des sites d'érosion. On retrouve le TCP combiné aux fluorures à 5000 ppm aux Etats-Unis, à 950 ppm en Asie et à 850 ppm en Australie. De plus, la possibilité de modifier les fonctionnalisations du TCP ouvre de nombreuses perspectives dans la recherche d' agents bioactifs compatibles avec les fluorures (Karlinsey et Pfarrer, 2012 ; Amaechi et van Loveren, 2013).

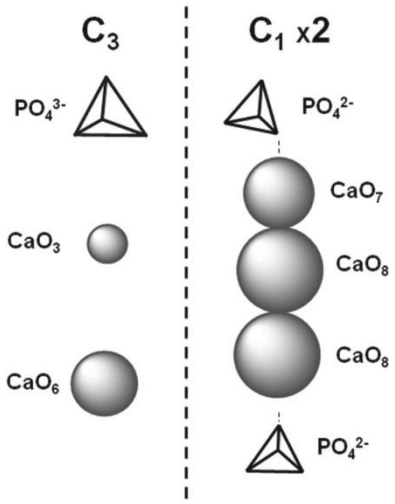


Figure 16 : schéma d'une molécule de phosphate tricalcique avec ses sites de couplages (Karlinsey et Pfarrer, 2012).

La **Nanohydroxyapatite (nHA)** est reconnue depuis ces dernières années dans les domaines de la médecine et de la dentisterie comme un des matériaux les plus biocompatibles et bioactifs. Tandis que les recherches sur l'utilisation d'hydroxyapatite dans les préparations dentaires n'ont pas abouti, les nanotechnologies ont permis la production de particules d'hydroxyapatite infiniment plus fines (c'est-à-dire de 0,1 à 100 nm). Ces nano-hydroxyapatites de synthèse possèdent les mêmes propriétés physiques que la structure d'apatite au sein de l'email. Elles représentent de ce fait un intérêt considérable pour les produits de santé bucco-dentaire. Ces produits participent à la reminéralisation en raison de la taille des nano-particules, qui comblent directement les micro-pores de la surface dentaire déminéralisée.

Selon Amaechi et Loveren, la nHA possède un potentiel de reminéralisation des lésions carieuses par son affinité pour la surface amélaire. Elle possède également une activité synergique avec les fluorures ; l'effet de chacun est potentialisé. Ces effets sont proportionnels à la proportion de nHA jusqu'à 10%, qui semble être la concentration optimale pour un usage quotidien. Les nano-particules agissent également comme un modèle pour le processus de reminéralisation en continuant d'attirer les ions calcium et phosphate à l'émail puis les intégrer à la croissance cristalline (Amaechi et van Loveren, 2013, Amaechi et coll., 2015b).

Tschoppe et coll. ont démontré *in vitro* (sur dentine bovine) une reminéralisation supérieure par rapport à l'utilisation de dentifrice aux fluorures d'amines. Cependant, les auteurs précisent que l'étude ne pouvait prendre en compte toutes les interactions dent/plaque/salive (Tschoppe et coll., 2011).

La reminéralisation obtenue serait comparable à celle des fluorures ainsi que le ralentissement du développement carieux, et suggère que les dentifrices à base de nHA pourraient être une alternative aux dentifrices fluorés (Najibfard et coll., 2011).

Des dentifrices à base de nHA sont commercialisés au Japon depuis les années 80. En France, ils ne sont pas généralisés, et sont disponibles uniquement par e-commerce. Les dentifrices utilisant cette technologie sont : Prevdent® (figure 17), Apagard®, BioRepair® et BioRepair Sensitive® du groupe Elmex®, ou encore ApaCare®.

Figure 17 : dentifrice Prevdent®[13].

Le **phosphosilicate de calcium et de sodium** (PSCS) (Système NovaMin® de Sensodyne), à l'origine développé pour le traitement de l'hypersensibilité dentinaire, montre de bons résultats pour prévenir la déminéralisation et favoriser la reminéralisation. Il agit en synergie avec les fluorures. Cependant, des essais cliniques randomisés doivent encore être réalisés afin de prouver véritablement son action reminéralisante (Amaechi et van Loveren, 2013).

L'association **silicate de calcium** (CaSi ou Ca_3SiO_5) et **sels de phosphate de sodium** (phosphate monosodique et trisodique) est la technologie utilisée dans le dentifrice Regenerate NR-5™ (figure 18), où ils sont associés à du monofluorophosphate de sodium (MFP). Il est démontré qu'un dentifrice contenant du silicate de calcium et des sels de phosphate de sodium peut déposer du silicate de calcium à la surface amélaire *in vitro* et *in situ*. Avec des brossages réguliers, on observe la croissance d'une phase d'hydroxyapatite (HAP) issue de la transformation de la couche de silicate.

[13] Source internet, disponible à partir de : http://www.prevdentshop.com.

L'analyse des dépôts minéralisés a montré une meilleure efficacité de libération de CaSi sur un émail érodé par rapport à un émail sain (Sun et coll., 2014). Le CaSi aurait également un rôle structurant pour la reminéralisation, et permettrait de protéger l'émail sain du phénomène d'érosion chimique (Parker et coll., 2014).

Figure 18 : dentifrice Regenerate™[14].

[14] Source internet, disponible à partir de : http://regeneratenr5.fr.

La **théobromine** est un alcaloïde issu des graines de cacao, appartenant à la famille des xanthines, comme la caféine. Incluse dans un dentifrice, elle engendre une reminéralisation rapide par déposition de calcium, et semble se présenter comme une alternative viable aux fluorures dans les dentifrices, car leurs effets seraient similaires, sans la toxicité potentielle des fluorures. Un brevet est déposé pour un système à base de théobromine qui induit la formation d'apatite par la société commercialisant les dentifrices Théodent® aux Etats-Unis (figure 19). Cependant, des essais cliniques sont encore nécessaires afin de pouvoir exploiter les effets de la théobromine dans des produits d'hygiène orale plus variés (Amaechi et coll., 2013).

Figure 19 : dentifrice théodent®[15].

La **brushite** (ou dicalcium phosphate dihydrate, DCPD) est un précurseur de l'apatite qui se transforme en fluoroapatite en présence de fluorures à très faible concentration (Amaechi et van Loveren, 2013). Les dentifrices contenant du DCPD libèrent des ions calcium dans l'environnement buccal. Ceux-ci seront disponibles pour reminéraliser les lésions carieuses de l'émail, et ainsi améliorer l'efficacité des fluorures. De plus, le contenu en calcium de la plaque reste élevé plusieurs heures après application (Sullivan et coll., 1997).

[15] Source internet, disponible à partir de : http://www.theodent.com

3.3 Les agents antibactériens et antiseptiques

La prolifération microbienne pathogène due à un déséquilibre de la flore buccale engendre nombre de pathologies bucco-dentaires (lésions carieuses, pathologies parodontales, halitose...). En luttant contre cette croissance bactérienne, les antiseptiques contribuent à empêcher la formation excessive de plaque dentaire et diminuent ainsi les symptômes des patients. Mais il ne faut pas perdre de vue que le contrôle de la flore buccale doit être assuré par des moyens mécaniques, à savoir un brossage adéquat et efficace (Embery et Rolla, 1992 ; Clergeau-Guérithault et coll., 2002 ; Bonnaure-Mallet et coll., 2009 ; Sanz et coll., 2013).

Les biocides retrouvés dans les pâtes dentifrices sont les suivants.

- **La chlorhexidine** (Elgydium®, Parogencyl® sensibilité gencives)

La chlorhexidine est un biguanide cationique hydrosoluble. Elle est fréquemment utilisée pour son large spectre d'activité antiseptique ainsi que sa tolérance importante. Lorsque sa concentration augmente elle passe d'une activité bactériostatique à bactéricide. Elle va se lier aux parois bactériennes chargées négativement et détériorer leurs membranes par modification de l'équilibre osmotique. La chlorhexidine présente de plus une rémanence importante au niveau des dents et des gencives en formant un réservoir buccal disponible, qui sera ensuite libéré par le calcium contenu dans la salive. Son efficience est malgré tout limitée dans les couches profondes des biofilms, puisque sa diffusion dans les matrices polysaccharidiques est faible. *In vitro,* son efficacité a été prouvée contre les germes parodontopathogènes, sur *candida albicans* et *streptococcus mutans.*

Elle peut cependant produire des colorations brunâtres réversibles sur les surfaces dentaires suite à une utilisation prolongée à forte concentration. De plus, elle est incompatible avec certains composants des dentifrices, tel le lauryl sulfate de sodium, le monofluorophosphate de sodium, les anions minéraux, certains ions métalliques et la plupart des autres antiseptiques.

- **L'hexétidine**

Comme la chlorhexidine, l'hexétidine est un agent antibactérien cationique. C'est un dérivé de la pyrimidine. On retrouve cet agent dans la pâte dentifrice Hextril®. Son principe d'action est semblable à celui de la chlorhexidine.

- **Le triclosan**

Le triclosan est un bis-phénol qui, comme la chlorhexidine, est bactériostatique à faible dose et bactéricide à forte concentration. Il empêche la synthèse de la paroi de bactéries à Gram positif et négatif. Sa persistance dans la cavité buccale est de courte durée, c'est pourquoi il est associé au copolymère PVM/MA (voir agents anti-tartre) ou au citrate de zinc pour accroitre sa rémanence. Il a aussi démontré ses effets anti-inflammatoires par réduction de la synthèse de leucotriènes et de prostaglandines.
Dans une pâte dentifrice, il doit être solubilisé car il est lipophile (il tend à se concentrer en une phase huileuse hydrophobe qui le rend indisponible). Pour contrer cela il peut être solubilisé par des huiles essentielles ou des détergents anioniques (sodium dodecyl sulfate, sodium lauryl sarcosinate propylène glycol, polyéthylène glycol). Des résistances dues à son utilisation dans les dentifrices ont été évoquées dans la littérature (Yazdankhah et coll., 2006), mais cette théorie a été réfutée (Cullinan et coll., 2014).

- **Le xylitol**

Le xylitol (E967) est un polyol tiré de l'écorce de bouleau, qui possède le même pouvoir sucrant que le saccharose. Il est considéré comme un agent anti-plaque, par inhibition du métabolisme glucidique des bactéries cariogènes. Ajouté au dentifrice, il aurait donc, outre ses qualités organoleptiques (effet rafraîchissant et sucrant), une influence sur l'écosystème buccal en inhibant la croissance de *streptococcus mutans* et de *lactobacillus acidophilus.* Ces bactéries ne peuvent métaboliser le xylitol, ce qui les empêche d'obtenir l'énergie nécessaire à la production de glycanes insolubles membranaires (Surdacka et Stopa, 2005). De plus, il favorise la sélection de *streptococcus mutans* résistant au xylitol auxquels on attribue moins de virulence et moins de capacités d'adhérence qu'aux colonies bactériennes sensibles au xylitol (Söderling, 2009).

- **Des extraits végétaux**

On retrouve des extraits végétaux antiseptiques : de sauge, de thym, de girofle (Parodontax®), mais aussi de chicorée sauvage, de menthe, ou de sanguinarine (alcaloïde naturel).

- **Le chlorure de cétylpyridinium** (Parogencyl® prévention gencives)

Il fait partie de la famille des ammoniums quaternaires. Ce sont des détergents cationiques fortement chargés, qui détruisent la membrane plasmique bactérienne. Ils sont bactéricides et fongicides.

- Certains **sels métalliques** (citrate de zinc, chlorure de zinc, étain dans la gamme Méridol®)

Les ions métalliques tels le zinc (Zn^{2+}), l'étain (Sn^{2+}) ou encore le cuivre (Cu^{2+}) altèrent le métabolisme de certaines bactéries pathogènes, limitant de ce fait la production d'acides cariogènes. Ils limitent également l'adhésion bactérienne. Ils offrent l'avantage de pouvoir être utilisés au long cours sans risque de déséquilibrer la flore buccale (Chambin et coll., 2010). Cependant, ils peuvent former des complexes avec d'autres agents antibactériens (comme la chlorhexidine) qui vont annihiler leur effet biologique. Les sels de zinc (citrate, tri-hydrate, chlorure) sont les plus utilisés du fait de leurs moindres effets indésirables. En effet, les autres sels métalliques peuvent produire des colorations jaunâtres par formation de sulphides. Si le pH du dentifrice est trop élevé, les sels métalliques produisent des hydroxydes métalliques insolubles, qui n'ont aucune activité biologique. De plus, leur pouvoir astringent et leur goût métallique sont difficiles à masquer.

- **Les fluorures**

Les fluorures ont une activité vis-à-vis des bactéries orales et particulièrement de celle à l'origine de la carie, *streptococcus mutans*. Leur action est plus grande lorsque le fluorure est associé au Sn2+ ou à une amine (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

3.4 Les agents antitartre

Le tartre est un composé minéral comportant des éléments organiques et inorganiques issus des bactéries, de la salive et du bol alimentaire. Il se développe en sus et sous gingival. Il est issu de la minéralisation du biofilm dentaire, avec formation de divers phosphates de calcium. Les agents anti-tartre au sein des dentifrices peuvent être de deux natures :

- les antibactériens participent au contrôle de la formation du tartre en limitant l'accumulation de son substrat ;

- les molécules spécifiques sont des inhibiteurs de la croissance cristalline, et ralentissent la formation du dépôt tartrique (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

Les **pyrophosphates** (PP) inhibent la calcification en empêchant la conversion du phosphate de calcium en hydroxyapatite. Ils fixent le calcium avant qu'il ne soit absorbé dans la structure cristalline.

L'**hexametaphosphate de sodium** (HMP) est un polymère avec des séries répétées de sous unités pyrophosphate (10 à 12 unités) qui lui confèrent une attraction pour le calcium supérieure aux autres pyrophosphates (figure 20) (Baig et He, 2005).

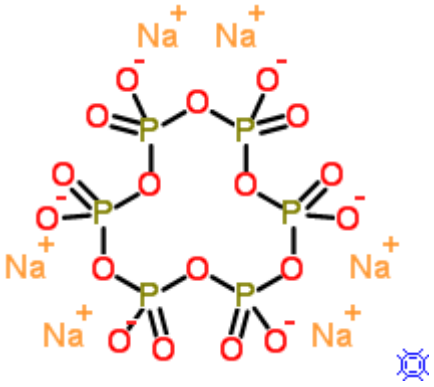


Figure 20 : représentation d'une molécule d'HMP[16].

Cependant sa stabilité dans un dentifrice aqueux est limitée à long terme, c'est pourquoi les dentifrices en contenant doivent restreindre au maximum leur proportion d'eau et utiliser des abrasifs compatibles, comme les silices. Par exemple, le dentifrice Oral-B pro expert® utilise l'HMP et ne comporte pas d'eau dans sa formule. Avec l'HMP, on rapporte une réduction de la quantité de tartre de 10 à 60% comparé à un dentifrice fluoré classique.

[16] Source internet, disponible à partir de : http://www.rsc.org.

Un effet dose dépendant est suggéré car la concentration de HMP variait de 7 à 14% dans les dentifrices testés dans l'étude (Liu et coll., 2002 ; Winston et coll., 2007).

Les **sels de zinc** (chlorure et citrate) agissent également comme inhibiteurs de la croissance cristalline, mais pas en association avec les phosphates, étant donné que le produit de leur mélange (phosphate de zinc) est insoluble et inactif. Les ions zinc Zn^{2+} (issus du citrate de zinc) se fixent sur le cristal en croissance, limitant les possibilités d'attachements des ions calcium. Mais ceci est réversible si la concentration en calcium augmente. Le calcium peut alors rivaliser pour les sites d'attachements et déplacer l'ion zinc (van Loveren et Duckworth, 2013).

Le **copolymère PVM/MA** (ou polyvinyle méthyle éther/acide maléique) est un agent antistatique, liant, stabilisateur d'émulsion et filmogène. Ce polymère a un effet inhibiteur sur la croissance cristalline en soutenant l'action des pyrophosphates. On retrouve de nombreuses association d'agents avec le PVM/MA : en utilisation conjointe avec le citrate de zinc, les pyrophosphates, ou avec des agents antibactériens. Il est par exemple additionné au triclosan et d'autres agents dans le dentifrice Colgate Total® (van Loveren et Duckworth, 2013).

Le **polyaspartate**, utilisé en industrie pour inhiber la croissance cristalline, a récemment montré ses effets *in vitro*, mais n'a pas encore fait ses preuves en utilisation réelle (van Loveren et Duckworth, 2013).

Il a été prouvé que les dentifrices anti-tartre interféraient avec la reminéralisation des lésions carieuses débutantes par les fluorures qui leur sont associés, ils ne doivent donc pas être utilisés en cas de risque carieux individuel élevé.
De plus, les dentifrices contenant des agents anti-tartre doivent présenter une teneur en arômes et en édulcorants plus importante pour masquer la saveur des phosphates condensés qui est peu agréable (van Loveren et Duckworth, 2013).

3.5 Les agents anti-hypersensibilité dentinaire

L'hypersensibilité dentinaire (HS), aussi appelée hyperesthésie dentinaire, est une pathologie communément retrouvée en omnipratique, et qui peut affecter profondément le mode de vie de ceux qui en souffrent.

Lorsque que la dentine est exposée en bouche (suite à une récession gingivale associée à une lésion cervicale carieuse, un processus érosif, abrasif ou abfractif, ou encore une pathologie parodontale) les tubulis dentinaires se retrouvent également exposés suite à l'élimination de la dentine périphérique par différents phénomènes. L'hypersensibilité dentinaire se caractérise par une douleur vive et courte, provoquée par des stimuli de différentes natures à la dentine exposée (osmotique, mécanique, thermique ou chimique). Selon la théorie hydrodynamique développée par Martin Brännström, la douleur est déclenchée par les flux hydriques au sein des tubulis dentinaires. Ceux-ci vont activer, à la jonction pulpo-dentinaire, la réponse des fibres nerveuses sensitives qui s'y trouvent (Brännström et coll., 1967 ; Bonnaure-Mallet et coll., 2009). Il apparait par ailleurs que l'hypersensibilité dentinaire est proportionnelle au nombre et au diamètre des tubules au niveau de la lésion (Absi et coll., 1987). C'est pourquoi la compréhension des facteurs entrainant la mise à nu et l'ouverture des canalicules dentinaires est cruciale pour la prévention ou le traitement de l'hypersensibilité dentinaire.

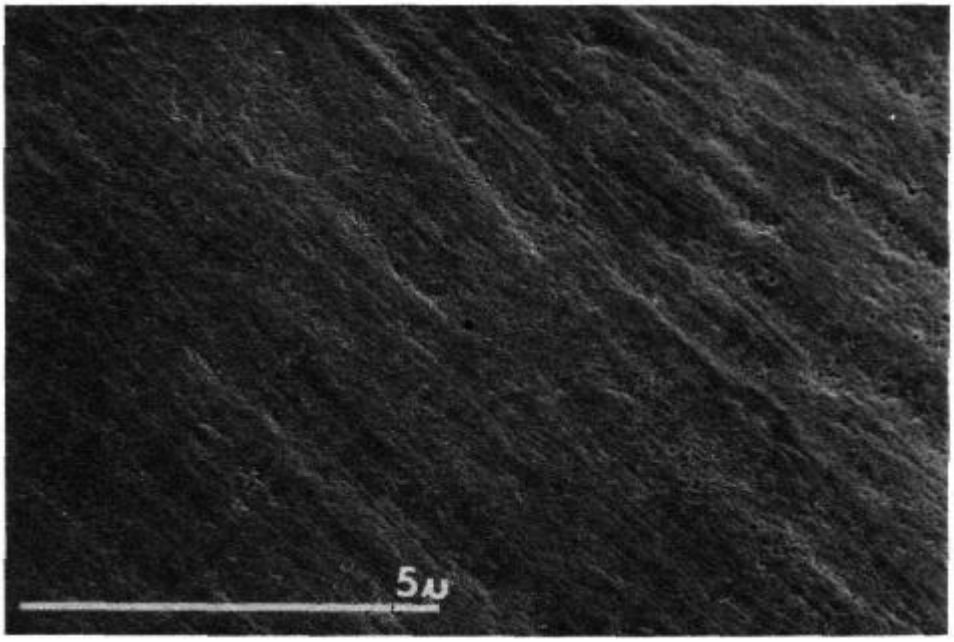


Figure 21 : vue au microscope électronique à balayage d'une lésion cervicale sur une prémolaire sans symptômes (Absi et coll., 1987).

Seules quelques petites ouvertures sont visibles à la surface de la dentine de la figure 21.

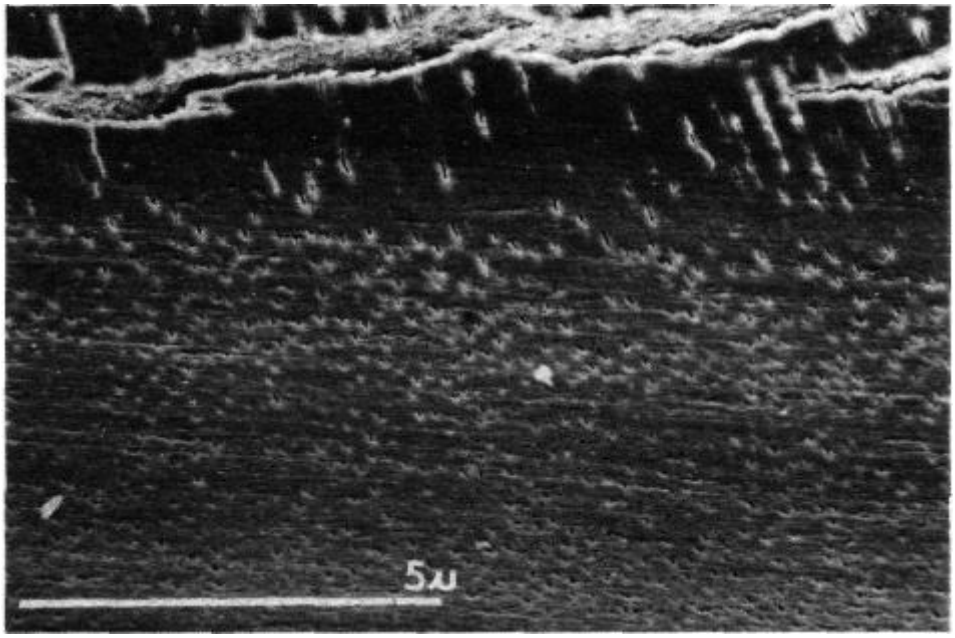


Figure 22 : vue au microscope électronique à balayage d'une lésion cervicale sur une canine présentant une hypersensibilité dentinaire (Absi et coll., 1987).

Un grand nombre de tubulis ouverts sont visibles sur la figure 22.

Par conséquent, les agents anti-hypersensibilité dentinaire vont agir selon deux voies distinctes : modifier ou bloquer la réponse nerveuse ou occlure les tubules dentinaires.

3.5.1 Agents agissant sur la réponse nerveuse

Les **sels de potassium** (chlorure KCl, fluorure KF, nitrate KNO_3 ou oxalate de potassium$C_2K_2O_4$) sont souvent employés dans les dentifrices allégeant une action sur la sensibilité. Les ions potassium (K^+) vont diffuser le long des tubules et s'accumuler à la limite de la pulpe afin de bloquer les fibres responsables de la réponse nerveuse (A beta et A delta) en inactivant leur potentiel d'action. Leur efficacité est néanmoins discutée, comme nous le verrons ultérieurement (Addy et West, 2013).

3.5.2 Agents induisant l'occlusion des tubules dentinaires exposés

Le **strontium** (sous forme de chlorure SrCl2 ou acétate de strontium) aurait la capacité de former des cristaux de phosphates de strontium au niveau des ouvertures des tubulis, en se substituant au calcium de l'hydroxyapatite de la paroi tubulaire. Il est aussi réputé comme agent désensibilisant car il pourrait abaisser le seuil d'excitabilité de la membrane nerveuse en modifiant la perméabilité au sodium et au potassium (Addy et West, 2013). La concentration maximale autorisée est de 3,5% pour l'union européenne (EUR-Lex, 2010).

L'**arginine** (pro-Argin™ dans l'Elmex® sensitive professional™) est un acide aminé. Combinée ou non au carbonate de calcium, elle semble jouer un rôle dans la prise en charge de l'hyperesthésie dentinaire par occlusion des tubulis, mais le niveau de preuve n'est pas encore suffisant pour l'affirmer, les études qui ont été menées ne suivant pas les patients sur le moyen et long terme (Sharif et coll., 2013). Cependant, à court terme, l'arginine présente des résultats significatifs sur la douleur ressentie (Petrou et coll., 2009).

L'**hexametaphosphate de sodium** combiné avec le fluorure d'étain, est de plus en plus incorporé aux formules (Oral B pro-expert®). Il montre en effet des résultats significatifs dans de nombreuses études (Addy et West, 2013).

Le **citrate de sodium** aurait la capacité de réagir avec l'ion calcium et se déposer sous forme de cristaux à l'intérieur des tubulis.

Les **fluorures** (d'amines, de sodium, d'étain, NaMFP, de potassium, fluorhydrate de nicométhanol) sont également employés en tant qu'agents désensibilisants, en permettant une protection des zones lésées.

Le **formaldéhyde** (ou formol) avait montré de bons résultats dans les années 60. Cependant, aucune étude n'a examiné ses effets individuels avec précision (Addy et Dowell, 1983). Son usage est désormais réglementé : il doit avoir une concentration n'excédant pas 0,1%, et un dentifrice doit porter la mention « contient du formaldéhyde » si la concentration excède 0,05%.

La **glycérine**, communément utilisée comme excipient, peut dans ce cas diminuer les sensibilités en obstruant les orifices des tubulis ou par une dessiccation à l'intérieur de ceux-ci. Elle réduit la perméabilité dentinaire (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

Le **phosphosilicate de calcium et de sodium** (PSCS) (Système NovaMin® de Sensodyne®) est un composé inorganique amorphe. Il a tout d'abord été développé pour contribuer à la régénération osseuse et il est maintenant utilisé dans le soulagement de l'hypersensibilité

dentinaire. Le PSCS se lierait à la dentine exposée par le collagène, pour lequel il a une forte attraction. Il se formerait alors une couche d'hydroxyapatite de substitution qui comblerait l'entrée des tubulis ouverts (figure 23) (Earl et coll., 2011).

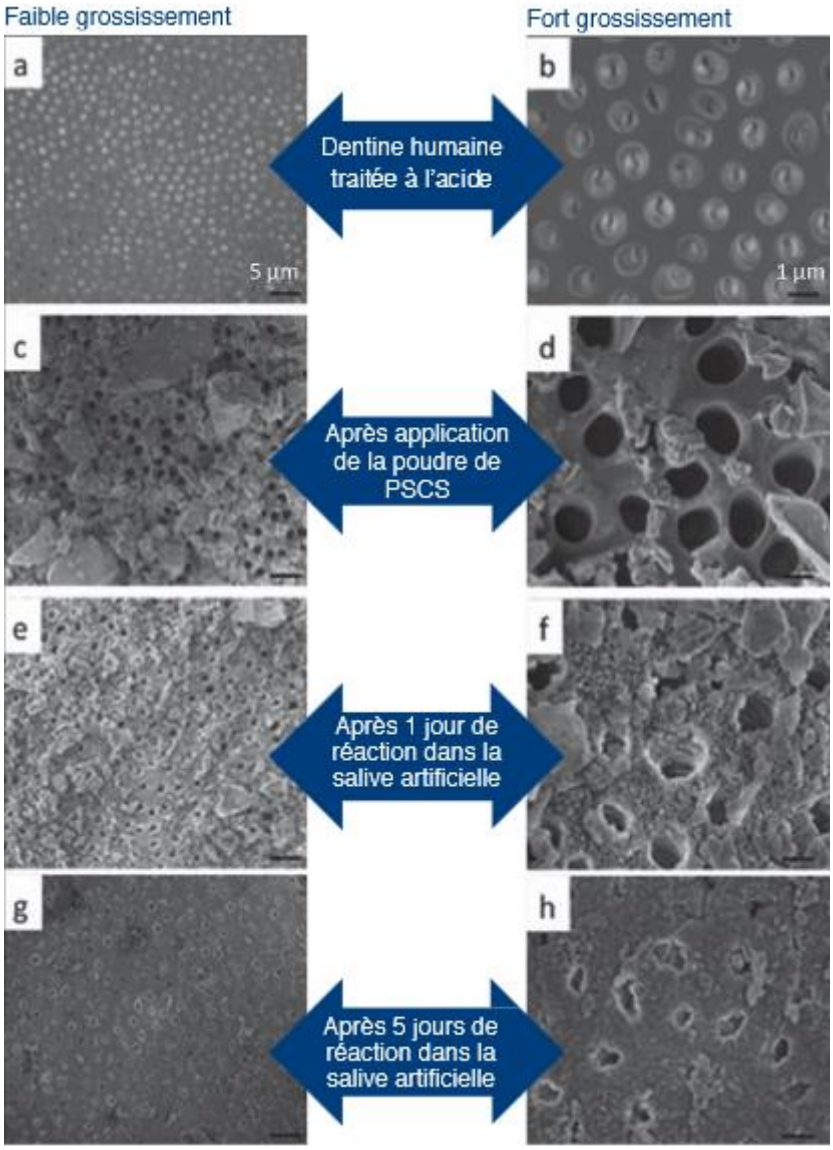


Figure 23 : imagerie MEB révélant la formation d'une couche sur les échantillons traités qui obture les tubulis dentinaires ouverts (Earl et coll., 2011).

La **théobromine** possède également un pouvoir d'occlusion des tubules dentinaires exposés, par stimulation de la croissance des minéraux dentaires. Elle aurait de plus une action plus rapide que le système Novamin® (couplée ou non à un fluorure) (Amaechi et coll., 2015a).

Les dentifrices à base de **nano-hydroxyapatite** obturent progressivement les tubules dentinaires exposés par dépôt d'une couche de nano-cristaux de carbonate de zinc HA (Zn-CHA). Ils luttent rapidement et efficacement contre les symptômes douloureux de cette pathologie (Vano et coll., 2014).

Groupe de traitement	Agents actifs dans le soulagement de l'hypersensibilité dentinaire
Sensodyne® Répare et Protège	Phosphosilicate de calcium et de sodium (Novamin®), fluor 1050 ppm
Sensodyne® Rapide™	Acétate de strontium, fluor 1050 ppm
Colgate® Sensitive Pro-apaisant™	Arginine/carbonate de calcium, fluor 1450 ppm
Elmex® Sensitive	Fluorure d'amine, fluor 1400 ppm
Arm and Hammer® Enamel care™	Sulfate/diphosphate de calcium, fluor 1100 ppm
Crest® Pro-health	Fluorure d'étain, fluor 1100 ppm

Tableau 6 : agents actifs dans les principaux dentifrices anti-hypersensibilité d'après Parkinson et Willson, 2011.

3.6 Les agents anti-inflammatoires

La gingivite est induite par la présence de plaque bactérienne à la surface des dents et au contact de la gencive. Elle se traduit par une inflammation gingivale avec rougeur, œdème et saignement spontané ou provoqué par le brossage. Un œdème et une vasodilatation sont histologiquement observés, ainsi qu'une libération de cytokines pro-inflammatoires. Afin de lutter contre cette affection, les dentifrices contiennent également des agents anti-inflammatoires (Chambin et coll., 2010).

Des anti-inflammatoires comme l'azulène (principe actif issu de la camomille), l'allantoïne (produit d'oxydation de l'acide urique) ou encore des extraits végétaux (camomille, salsepareille, thuya, rhubarbe…) diminuent localement l'inflammation gingivale. Des études récentes ont démontré que le triclosan possédait, en plus de ses propriétés antiseptiques, des propriétés anti-inflammatoires directes sur le processus inflammatoire, en réduisant la synthèse de prostaglandines et de leucotriènes (dentifrice Colgate Pharmasystem®) (Chambin et coll., 2010 ; Sanz et coll., 2013). Les antiseptiques de manière globale possèdent une activité anti-inflammatoire et antalgique résultant de leur effet sur les micro-organismes.

Parmi les agents anti-inflammatoires, l'enoxolone (acide ß-glycyrrhétinique) est le plus reconnu. C'est un stérol végétal tiré de la racine de réglisse utilisée depuis de nombreuses années pour son activité anti-inflammatoire à la fois sur les paramètres vasculaires (vasodilatation, œdème) et sur l'excrétion d'une cytokine pro-inflammatoire, l'interleukine 8 (IL8). On la retrouve dans la composition de l'Arthrodont® (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

3.7 Les agents anti-âge

Les agents dits anti-âge contenus dans les pâtes dentifrices sont des composés qui contribuent à maintenir une bonne santé bucco-dentaire.

Certaines enzymes peuvent être utilisées pour dépolymériser les polysaccharides de la plaque bactérienne. Des sels minéraux comme le chlorure de sodium stimulent la salivation et améliorent le drainage physiologique (Parodontax®, Selgine®).

Des vitamines permettent de renforcer la gencive contre les manifestations d'irritation de la muqueuse buccale ou des gencives par leurs vertus vasculo-protectrices : perméthrol (vitamine P de synthèse),(Parogencyl prévention gencive®) beta-aescine, extrait de gingko biloba (riche en flavonoïdes anti-oxydants), panthénol (provitamine B5), vitamines E et C (Roquier-Charles et Seiller, 2005 ; Chambin et coll., 2010).

3.8 Les agents anti-hyposialie

L'hyposialie (diminution du débit salivaire) et l'asialie (absence de débit salivaire) sont les signes objectifs d'une pathologie salivaire. Les étiologies les plus courantes sont les traitements médicamenteux, le syndrome de Goujerot-Sjögren, le stress et les traitements de radiothérapie et de chimiothérapie. Ces troubles salivaires se répercutent dans de nombreux aspects de la vie quotidienne et altèrent la qualité de vie du patient : troubles fonctionnels à la mastication, à la déglutition, à la phonation, troubles sensoriels à la gustation, sensibilités des muqueuses, développement rapide de lésions carieuses, surinfection à *candida albicans*…(Bonnaure-Mallet et coll., 2009 ; Hannig et coll., 2010).

La salive est composée à 99% d'eau, mais contient aussi des protéines et des enzymes qui lui confèrent ses qualités lubrifiantes, antibactériennes, digestives et protectrices : mucine, lysosyme, lactoperoxydase, glucose oxydase, immunoglobulines A, amylase… De plus, la salive contient des électrolytes qui permettent la reminéralisation de l'émail ainsi que le maintien du pH buccal.

Des dentifrices à l'huile d'olive, à la betaïne (extrait de betterave**)** et au xylitol peuvent stimuler la sécrétion salivaire restante et élever le niveau basal de salive (Söderling et coll., 1998 ; Ship et coll., 2007)

D'autres agents utilisés n'ont pas d'effets sur les cellules des glandes salivaires, mais miment l'effet protecteur de la salive. Ce sont des molécules permettant un bio-mimétisme. On retrouve les enzymes (lactoperoxydase, lysosyme, lactoferrine, glucose oxydase) et les électrolytes (ions bicarbonates et phosphates).

Les dentifrices utilisés ont pour substances de base la carboxyméthylcellulose, l'hydroxyethylcellulose, le sorbitol, et l'huile de lin. Ils approchent ainsi la viscosité la plus proche de la salive, et facilitent la mouillabilité aux muqueuses (Söderling et coll., 1998 ; Ship et coll., 2007).

On pourra citer les dentifrices Biotène® (GSK) ou encore BioXtra® (pharma DEP).

3.9 Les agents anti-halitose

L'halitose désigne une haleine perçue comme mauvaise, fétide, à la phonation. Dans plus de 80% des cas, l'origine d'une halitose est buccale. Le mécanisme en cause repose sur l'accumulation de débris alimentaires et de plaque bactérienne sur les dents, les prothèses mal entretenues et les muqueuses, particulièrement la face dorsale de la langue. L'halitose orale reflète la production bactérienne locale de composés soufrés volatils (CSV : methylmercaptan, sulfure d'hydrogène et de diméthyle), de diamines (putrescine, cadavérine), et d'acides gras à chaine courte, par des pathogènes généralement gram- et anaérobies. Ces bactéries utilisent comme substrat les dépôts alimentaires, la salive, le fluide gingival, le sang, ou encore les cellules desquamées. La xérostomie ainsi que les pathologies parodontales et muqueuses accentuent généralement le phénomène. L'halitose peut également avoir une origine générale (pathologie ORL, digestive…). Dans ce cas l'usage d'un dentifrice spécifique ne pourra pas avoir de bénéfices notoires pour le patient.

Les dentifrices et les bains de bouche sont les produits les plus utilisés pour délivrer les ingrédients actifs dans la cavité buccale. Les dentifrices proposés pour le traitement de cette pathologie agissent soit en réduisant directement la charge bactérienne ou en annihilant les composés odorants qui sont associés à l'halitose (Porter et Scully, 2006 ; Bisson et coll., 2012).

Les agents qui neutralisent l'odeur affectent directement les bactéries, tandis que les huiles essentielles atténuent la mauvaise odeur par leur propre parfum (chlorophylle, menthol) (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

Les sels de zinc, en plus de leurs propriétés antimicrobiennes, entrent en réaction chimique avec les CSV et les transforment en composés non volatils, qui ne diffusent donc pas dans l'air expiré à la phonation. De plus, ils restreignent la conversion de l'urée en ammoniaque (Clergeau-Guérithault et coll., 2002). Le zinc représente l'ion métal de choix pour l'hygiène orale par sa faible toxicité, et son absence de colorations secondaires (Young et Jonski, 2011). Le zinc peut être associé à d'autres ingrédients actifs, comme le o-cymen-5-ol, un conservateur largement utilisé en cosmétique, qui possède une activité antibactérienne (Burnett et coll., 2011).

Le triclosan seul ou en association (avec du copolymère PVM/MA et/ou du fluorure de sodium) agit au niveau de la production de CSV.

L'association de chlorhexidine, de chlorure de cétylpyridium et de lactate de zinc compose certains dentifrices luttant contre l'halitose, de même que l'association fluorure d'amine/fluorure d'étain et lactate de zinc (par exemple : Méridol halitosis ® GABA).

Le xylitol peut aussi être un agent anti- halitose par son action envers les bactéries et son effet rafraichissant. On citera le dentifrice Halita® de dentaid®.

3.10 Les agents anti-taches et blanchissants

La couleur perçue des dents dépend de nombreux paramètres : l'âge, le degré de minéralisation, l'épaisseur et la teinte de la dentine et de l'émail, la présence de pathologies ou encore de malformations. Mais des colorations acquises (d'origine extrinsèque : café, thé, tabac, métaux…) peuvent venir modifier cette perception. La plaque bactérienne et le tarte retiennent par ailleurs les agents chromogènes. C'est uniquement ces colorations que visent les agents anti-taches des dentifrices. C'est pourquoi pendant longtemps, les dentifrices « blanchissants » mis sur le marché avaient un potentiel abrasif supérieur aux autres formulations. Depuis, des dentifrices aux propriétés chimiques adaptées ont été produits. Ils augmentent le pouvoir nettoyant sans accroitre aussi fortement l'abrasivité, qui peut porter atteinte aux tissus dentaires. Les caractéristiques de l'abrasivité des dentifrices seront exposées dans une prochaine partie.
Les dentifrices anti-tartre et anti-taches sont basés sur les mêmes ingrédients actifs car ils inhibent tous deux la mise en place de la plaque et la croissance cristalline. Il existe cependant quelques agents spécifiques aux dentifrices anti-taches (Watts et Addy, 2001; Joiner, 2010).

Les dentifrices dits blanchissants contiennent soit des complexes abrasifs, soit des composants qui ont une grande affinité pour les minéraux dentaires. Dans la catégorie des abrasifs, on peut citer le complexe nettoyant/polissant silice/alumine de la pâte dentifrice Elmex nettoyage intense® (qui n'est pas un dentifrice à usage quotidien du fait de son abrasivité), (Chambin et coll., 2010).

Les silices abrasives, épaississantes, ou précipitées font également partie des agents potentialisant le nettoyage abrasif, en plus de leur rôle d'excipients (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

Le bicarbonate de sodium micro pulvérisé ou le carbonate de calcium sont utilisés en tant qu'agents anti-taches (Roquier-Charles et Seiller, 2005).

Les agents oxydants : les peroxydes d'hydrogène ou autre agent libérant de l'oxygène. Dans l'Union Européenne le peroxyde n'est autorisé qu'à hauteur de 0,1%.

Les enzymes (protéases) peuvent aider la dégradation de la plaque colorée et faciliter son élimination. On a notamment utilisé un mélange d'enzyme d'origine fongique, ou encore un mélange de la protéase papaïne (issue de la papaye) d'alumine et de citrate de sodium (complexe citrocaïne™ de Rembrandt). Plus récemment, a été développé un dentifrice contenant de la papaïne et de la bromélaïne (une enzyme extraite de l'ananas) (van Loveren et Duckworth, 2013).

Les phosphates (pyrophosphate, tripolyphosphates TPP, hexametaphosphates HMP (oral B pro-expert ®)) sont efficaces pour éliminer les colorations extrinsèques sans augmenter l'abrasivité du dentifrice. Ils sont souvent retrouvés associés entre eux ou avec le PVM/MA copolymère, des fluorures, et des abrasifs (van Loveren et Duckworth, 2013).

Le polyaspartate est retrouvé comme agent blanchissant, associé au citrate de zinc (van Loveren et Duckworth, 2013) La covarine bleue (retrouvée dans le Signal white now®) est un pigment bleu qui se fixe transitoirement sur l'émail lors du brossage. On observe une modification de couleur de la surface dentaire sur laquelle il a été appliqué. Par effet optique, ce film bleu de surface permet de neutraliser la composante jaune de la teinte des dents. Cela conduit à une amélioration globale mesurable et perceptible de la blancheur des dents.

Il faut néanmoins noter que l'auteur de ces études est un employé du groupe Unilever (Joiner, 2010).

Abrasifs	Chimique	Optiques
Silice hydratée Carbonate de calcium Phosphate di calcique di hydraté Pyrophosphate de calcium Alumine Perlite® Bicarbonate de sodium	Peroxyde d'hydrogène Peroxyde de calcium Citrate de sodium Pyrophosphates, tripolyphosphate et hexametaphosphate de sodium Papaïne Bromelaïne Polyaspartate de sodium	Covarine

Tableau 7 : agents dits « blanchissants » classés selon leur fonction, d'après Joiner, 2010.

4 Les excipients

Un excipient est une substance autre que le principe actif dans un cosmétique, un aliment ou un médicament. Il confère au produit fini des caractéristiques physiques, gustatives ou esthétiques particulières, et facilite une technologie tout en évitant les interactions avec le principe actif.

Dans la composition des dentifrices, ils ont trois fonctions essentielles : participer au nettoyage des dents, fournir au produit ses qualités galéniques et le rendre agréable d'utilisation (Roquier-Charles et Seiller, 2005 ; Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

4.1 Les abrasifs ou agents polissant

Ils sont destinés à assurer le polissage, et ont un rôle mécanique, en aidant l'élimination de la plaque bactérienne et les colorations des surfaces dentaires.

Ce sont pour l'essentiel des poudres minérales tels les sels de calcium (carbonate, phosphate pyrophosphates), les sels de sodium (bicarbonate $NaHCO_3$, metaphosphates), ou encore de l'alumine x-trihydratée (obtenue à partir de la bauxite ou d'argiles). On peut également citer le carbonate de chaux, la ponce pulvérisée et le zirconium (Irsa et Elkabbach, 1986). Des composés organiques, type polyéthylène et méthacrylate, sont d'autres agents polissants dans les dentifrices. Ils sont considérés comme des abrasifs « doux » et utilisés dans les dentifrices pour dents sensibles et collets dénudés.
Les silices utilisées comme abrasifs (comme la lévilite) ont aussi une action épaississante et stabilisante. Elles sont retrouvées dans les formulations des formes galéniques pâtes et gels. Les silices permettent d'obtenir des gels transparents, si le reste de la formule à le même indice de réfraction (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

Lors du choix des agents polissants, le fabricant doit être attentif à la bio-disponibilité des fluorures, car les abrasifs ne sont pas compatibles avec tous les fluorures. En revanche, le monofluorophosphate de sodium (NaMFP) non ionisé, est ainsi compatible avec plus d'agents abrasifs.
Il faut noter que ces poudres ne doivent pas provoquer une abrasion prématurée de l'émail et doivent donc être sous forme de particules sphériques, de granulométrie et de dureté calibrée.

L'indice d'abrasivité d'un dentifrice doit être défini, soit vis-à-vis de l'émail, soit de la dentine. Cet indice est défini par le fabriquant et par le laboratoire national d'essai (LNE) selon les normes internationales pour l'obtention de la mention « ADF conseille NF, produit certifié » (Roquier-Charles et Seiller, 2005). Nous détaillerons ces procédés ultérieurement.

4.2 Les agents humectants

Les agents humectants sont couramment retrouvés dans les solutions, les gels ou les émulsions. Ce sont des substances hygroscopiques (qui absorbent l'humidité contenue dans l'air) qui ont pour but de maintenir l'eau de la préparation. Ils retiennent ainsi l'eau du dentifrice et l'empêchent de se dessécher au contact de l'air. La consistance du dentifrice est maintenue (Martini, 2006).

Ils améliorent aussi les propriétés organoleptiques (par leur goût sucré) et augmentent le pouvoir protecteur vis-à-vis des micro-organismes. Hormis l'eau, on utilise des agents hygroscopiques issus de la famille des polyols (glycérol, propylène glycol, sorbitol, xylitol). Ces agents doivent évidemment ne pas être cariogènes (Roquier-Charles et Seiller, 2005).

Le glycérol est un polyol ($OHCH_2$ - CHOH - CH_2 OH) nommé glycérine lors de son utilisation courante. La glycérine contient environ 10 % d'eau, mais à humidité relative élevée (70 à 80 % HR), elle est capable de fixer jusqu'à 25 % d'eau. C'est pourquoi son inconvénient majeur est la déshydratation des muqueuses et leur irritation à son contact. Le glycérol se présente comme un liquide visqueux, d'aspect huileux, bien qu'il ne soit pas un corps gras (Martini, 2006b).

Le sorbitol ($OHCH_2$ - CHOH - CHOH - CHOH - CHOH - CH_2 OH) est un polyol obtenu par hydrolyse de l'amidon. Il se présente, soit en poudre, soit plus fréquemment, en solution aqueuse à 70 % dite « sirop de sorbitol ». Il est aussi hygroscopique que le glycérol mais moins volatil. Il est couramment utilisé dans les formules dentifrices (Martini, 2006b).

Le propylène glycol (CH_3 - CHOH - CH_2 OH ou 1,2-propanediol) est très hygroscopique mais c'est avant tout un solvant beaucoup moins polaire que les précédents, capable de dissoudre bon nombre de substances lipophiles, ce qui le rend parfois indispensable pour introduire ces substances dans des solutions aqueuses. Sa concentration finale dans une formulation ne doit pas dépasser 5 % (directives européennes 76 /768 CEE). Certains individus sont allergiques au propylène glycol (Martini, 2006b).

4.3 Les agents épaississants (liants et gélifiants)

Ils donnent la texture au dentifrice et assurent sa cohésion lors de sa sortie de l'emballage. Au contact de l'eau, ces agents augmentent la viscosité du produit. Ils favorisent également sa stabilité à long terme.

On retrouve des gélifiants d'origine naturelle (alginate de sodium, silices colloïdales) mais aussi des gélifiants semi synthétiques (carboxyméthylcellulose de sodium, hydroxyéthylcellulose) (Clergeau-Guérithault et coll., 2002 ; Roquier-Charles et Seiller, 2005).

Les **composés d'origine naturelle** sont extraits des algues (agar-agar ou gélose, alginates), des lichens marins (carraghénates), des graines de légumineuses (gommes de guar, de tara, de caroube), des graines de céréales (amidon). En solution aqueuse, ils forment des gels au-delà d'une certaine concentration, dans le cas contraire, ils se comportent comme épaississants. Leur origine naturelle est un point positif, de même que leur facilité de dispersion dans l'eau et leur caractère hydratant. On leur compte quelques points négatifs : une sensibilité au pH qui modifie la viscosité et parfois même empêche la gélification, une contamination microbienne aisée, ce qui exige une protection constante par des mélanges de conservateurs adéquats, une pureté qui peut être remise en cause. Ils font cependant partie des formulations des dentifrices mais également de shampooings et d'émulsions diverses. Les plus employés sont les alginates de sodium ou de propylène glycol et les galactomannanes (gel d'aloès, gomme de guar) (Martini, 2006b).

Les **composés semi-synthétiques** sont représentés d'une part par la gomme xanthane. Il s'agit d'un polysaccharide aminé dont les propriétés sont avantageuses : peu sensible aux variations de pH, peu contaminable, aisément dispersible, stable et améliorant le toucher des émulsions. C'est pourquoi on trouve ce produit dans de très nombreuses formulations de gels et d'émulsions. D'autre part, les dérivés de cellulose sont surtout les hydroxy-propyle-éthydroxy-éthyle-cellulose, la méthyl-hydroxypropyle-cellulose ou hydromellose, non ioniques, insensibles aux variations de pH, résistant bien à la contamination. Leur caractère collant est cependant un inconvénient pallié par l'addition de glycérol ou de sorbitol (Martini, 2006b).

4.4 Les agents moussants (tensioactifs), détergents, émulsifiants

Ils facilitent le nettoyage des dents et des gencives et émulsionnent les salissures et les dépôts dentaires. Leur action permet d'éviter une re-déposition. Ils possèdent des vertus antibactériennes et fongistatiques. Ils permettent aussi de rendre le produit plus agréable d'utilisation par la mousse qu'ils génèrent.

Ce sont des tensio-actifs, c'est-à-dire qu'ils permettent le mélange entre deux phases incompatibles grâce à leurs deux parties de polarité différente (figure 24).

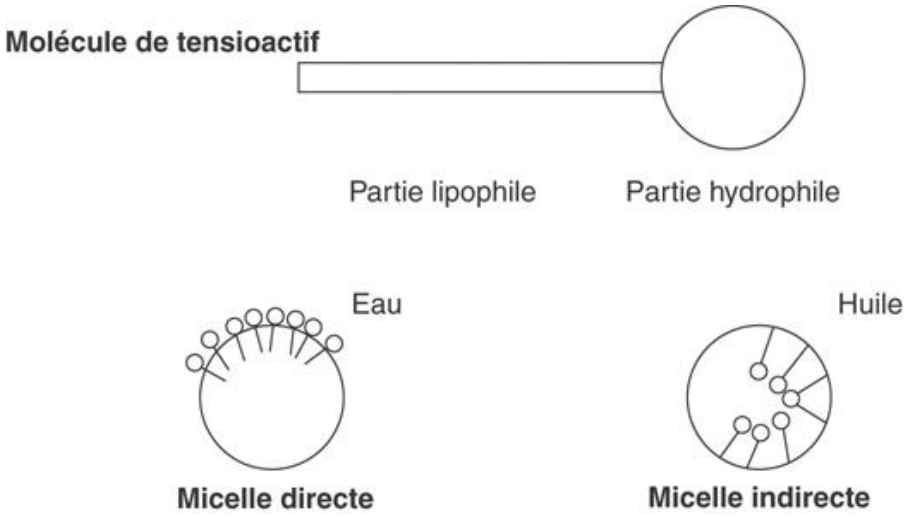


Figure 24 : schéma représentant la configuration d'un tensioactifs (Martini, 2006b).

Les agents moussants utilisés sont des dérivés sulfatés le plus souvent anioniques (dont la partie hydrophile est chargée négativement), du type alkyl-sulfate ou alkyléther-sulfate : lauryl-sulfate de sodium, sulfate de tridécanoate de sodium, Na-N laurylsarcosinate de sodium… Les glycérides sulfatés ont de plus, des propriétés anti-carie et anti-tartre (Martini, 2006a).

Le laurylsulfate de sodium (SLS) est l'objet de controverse car des études ont rapporté les effets indésirables de son utilisation en tant qu'agent moussant. Ceci sera développé dans une partie ultérieure. Son très bas prix en fait malgré tout un composé courant des formules dentifrices (Chambin et coll., 2010).

Les tensioactifs peuvent atténuer l'effet de la pâte dentifrice en interagissant avec certains fluorures, qui deviennent moins disponibles. Dans le cas de dentifrices contenant des fluorures inorganiques (NaF par exemple), les agents moussants employés sont anioniques. Or, certains fluorures d'amine comportent une partie organique qui leur confère une structure de tensioactif anionique, et l'ajout d'agents moussants n'est pas nécessaire.

4.5 Les additifs

Les additifs améliorent l'aspect visuel et la texture de la pâte dentifrice, et permettent d'obtenir une utilisation agréable du produit.

- **Les agents colorants**

Ils sont utilisés pour contrôler l'homogénéité de la préparation et améliorer ainsi l'aspect de la pâte dentifrice finale. On utilise du dioxyde de titane pour obtenir une coloration blanche, la chlorophylle et ses dérivés pour en obtenir une verte, ou encore de l'éosine pour donner une teinte rouge à la préparation. Pour obtenir une pâte à rayures colorées, on doit utiliser des colorants insolubles pour éviter le mélange des pâtes de couleurs différentes au sein du conditionnement (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

- **Les agents aromatisants**

Ils masquent par leur goût les saveurs désagréables d'autres constituants tout en stimulant la production salivaire. Des dérivés naturels peuvent être utilisés : huiles essentielles de plantes (menthe, anis, eucalyptus) ou extraits (vanille, pomme, framboise, citron), ou des dérivés artificiels : anéthol, lévomenthol…

Dans le cadre d'un traitement homéopathique, le dentifrice utilisé ne devra contenir aucune trace de menthol ou d'essence de menthe, qui perturberait les traitements.

Les dentifrices pour enfants sont aromatisés avec des arômes artificiels fruités. Mais il est conseillé de ne pas rendre leur goût trop attractif, au risque d'augmenter l'ingestion de dentifrice lors du brossage (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

- **Les agents édulcorants**

Ils confèrent le goût définitif du dentifrice, en donnant une note légèrement sucrée à la préparation. On utilise pour cela des agents sucrants synthétiques (de la saccharine, du cyclamate de sodium, du saccharinate de sodium, de l'aspartame, ou encore de l'acésulfame de potassium). Ces édulcorants sont non cariogènes.

- **Les agents conservateurs**

Ils empêchent une prolifération bactérienne pendant le stockage de la pâte. On utilise l'acide benzoïque et ses sels (parahydroxybenzoate de sodium) et esters (parahydroxybenzoate de méthyle ou *paraben*) pour leur caractère antiseptique. Lorsque le principe actif a déjà une action antiseptique (gluconate de chlorhexidine, fluorure d'étain, fluorure d'amines), l'adjonction de conservateurs est inutile.

La concentration maximale (exprimée en acide) autorisée en cosmétique est de 0,4 % pour un seul ester, 0,8 % pour les mélanges (il n'y a pas de dose seuil en pharmacie pour la voie topique). L'obligation depuis le 1er janvier 1997 de détailler la liste des composants d'une formule permet de les reconnaître facilement. Les parabens entrent dans la composition d'environ 80 à 85 % des formulations cosmétiques pour leur large spectre d'activité, leur faible sensibilité aux variations de pH, leur solubilité diverse, et ce depuis des dizaines d'années. En conséquence, certaines réactions d'intolérance de type allergique se sont manifestées, confirmées par la littérature. Ils n'en restent pas moins très utilisés car difficilement remplaçables (Martini, 2006a).

- **Les substances tampons**

Elles évitent un pH trop élevé dû à certains abrasifs. On utilise de l'acétate ou encore de l'acide acétique. Le pH des dentifrices est généralement situé entre 5,5 et 7,5 : 5,5 étant le pH critique représentant le seuil de dissolution de l'hydroxyapatite (Roquier-Charles et Seiller, 2005).

- **Les agents filmogènes :**

Ils empêchent l'adhésion de la plaque bactérienne aux surfaces dentaires. On utilise pour cela des silicones, ou des siliglycols.

Agents polissants : Alumine tri hydratée Bicarbonate de sodium Carbonate de calcium précipité Méthacrylate Phosphate dicalcique anhydre Phosphate dicalcique hydraté Polyéthylène Pyrophosphate de calcium Silices précipitées Tri hydrate d'aluminium	**Agents épaississants :** Dérivés hémi-synthétiques de cellulose - carboxyméthyle-cellulose de sodium - hydroxyéthylcellulose Viscarine, alginate (algue) Extraits de plantes (gomme guar)
Agents Humectants : Eau Glycérol Sorbitol Xylitol	**Agents moussants :** Ioniques : - Laurylsulfate de sodium (anionique) - Na-N-laurylsarcosinate (anionique) Non ioniques Fluorure d'amines Olafluor®
Agents colorants : Colorants de l'industrie alimentaire ou cosmétique (directives européennes) Dioxyde de titane Dérivés de la chlorophylle	**Agents aromatisants :** Huiles essentielles de plantes : essences de menthe Synthétiques : - Anis - Eucalyptus - Vanille - etc
Agents édulcorants : Acésulfame Aspartame Saccharinate de sodium **Agents filmogènes :** Diméthicone cyclométhicone Polydimethylsiloxane Siliglycol	**Agents conservateurs :** Acides benzoïques et leurs sels (methylparaben de sodium) Agents phénoliques : -Méthyle -Ethyle -Propyle para benzoates Fluorure d'étain Olafluor® (1250ppm)

Tableau 8 : tableau récapitulatif des excipients classés selon leurs propriétés (Clergeau-Guérithault et coll., 2002).

5 Contrôles et méthodes d'évaluation

Selon la norme NF EN ISO 11609-201°

5.1 Indice d'abrasivité

Le contrôle du pouvoir polissant d'une pâte ou d'un gel dentifrice peut être calculé soit par rapport à l'émail (appelé REA : *Relative Enamel Abrasivity*), soit par rapport à la dentine (appelé RDA : *Relative Dentin Abrasivity*). Le RDA est plus utilisé pour contrôler le pouvoir polissant des dentifrices. Le laboratoire pharmaceutique produisant le dentifrice est chargé d'évaluer ces indices.
Cette évaluation peut être réalisée selon deux méthodes distinctes.

- **La méthode de Hefferen** (recommandée par l'American Dental Association ADA)

Le dentifrice est comparé à une pâte de référence (pyrophosphate de calcium ou silice). Des échantillons de dentine et d'émail humain (ou à défaut de bovin) préalablement irradiés sous un flux de neutrons pour transformer le phosphore en phosphore radioactif ^{32}P, sont inclus dans des blocs de résine. Ces échantillons sont placés dans une machine à brosser automatisée dans une suspension du matériau de référence ou du dentifrice à tester. Les dentifrices sont dilués avec de l'eau afin de créer une solution dont la consistance correspond au mélange dentifrice/salive rencontré en conditions réelles de brossage. Les échantillons dentaires dépassent de 2 mm du bloc et sont brossés perpendiculairement à l'axe de la racine dans la suspension.

Des échantillons de ces solutions sont prélevés et placés dans un compteur à scintillation qui mesurera les radiations des éléments du tissu dentaire qui ont été éliminés de l'échantillon par le brossage. On attribue une valeur de 100 à l'abrasif de référence et son rapport au dentifrice testé est calculé.

- **La méthode du Laboratoire National d'essai (LNE)** ou **méthode du palpeur**

Le dentifrice testé est comparé au même abrasif de référence (pyrophosphate de calcium) que pour la méthode ci-dessus, et une machine à brosser dans les suspensions de dentifrice et d'abrasif de référence est aussi utilisée dans ce protocole. Les échantillons sont couverts sur une partie de leur surface par un matériau adhésif, la brosse ne peut pas atteindre cette partie. Ils sont ensuite brossés dans les suspensions, puis on analyse la profondeur d'abrasion par profilomètrie après avoir retiré les rubans adhésifs des échantillons. Le dentifrice de référence est supposé avoir une valeur RDA de 100 et une valeur REA de 10, à partir de là on en déduit la valeur pour le dentifrice testé.

L'abrasivité du dentifrice ne doit pas dépasser les limites suivantes spécifiées pour la dentine
- 2,5 fois celle du matériau primaire de référence, déterminée à l'aide de la methode Hefferen ;
- 2 fois celle du matériau primaire de référence, déterminée par la méthode du LNE.

Du fait de l'existence de ces deux méthodes, interpréter les résultats sur l'emballage des dentifrices est difficile. Il faut par ailleurs garder à l'esprit que le risque d'abrasivité de la dentine et de l'émail au cours du brossage dépend également du type de brosse utilisée et de la technique de brossage. Mais ces paramètres ne peuvent pas être évalués de manière objective et systématisée, contrairement au pouvoir polissant des abrasifs contenus dans les dentifrices.

5.2 Fluorures totaux

Afin de mesurer la concentration en fluorures d'une pâte dentifrice, le protocole préconisé par l'ADA fait intervenir une technique de diffusion qui extrait les fluorures sous forme d'acide fluorhydrique de la matrice du dentifrice et permet ainsi la mesure des fluorures totaux au moyen d'une électrode ionique spécifique. La préparation de l'échantillon est conçue pour prendre en compte la présence de fluorure de calcium, de fluorure lié à la silice, ou les deux, dans les dentifrices, à l'aide d'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA).

La concentration en fluorures totaux ne doit pas dépasser une fraction massique de 0,15 % lorsqu'elle est déterminée conformément à ce mode opératoire.

La quantité de fluorures totaux contenue dans un conditionnement unitaire ne doit pas excéder 300 mg.

Cette exigence ne s'applique pas aux contenants de dentifrice à distribuer dans des conditions surveillées dans le cadre de programmes de prévention publique de la carie, tels les programmes scolaires de brossage des dents.

5.3 Autres exigences relatives aux propriétés physiques et chimiques des dentifrices

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

Le pH du dentifrice doit être inférieur à 10,5.

Le dentifrice doit présenter une stabilité satisfaisante. Après avoir été soumis à l'un des modes opératoires de vieillissement artificiel spécifiés dans la norme ou à l'issue de 30 mois de stockage à température ambiante, il ne doit présenter aucun signe de détérioration susceptible de compromettre la conformité à la norme internationale. Si une détérioration est décelée, le dentifrice doit porter une étiquette indiquant une date de péremption.

La contamination microbiologique doit être évaluée selon des méthodes spécifiques, détaillées dans la directive européenne EEC 88/667 « *Guidelines for analysis methods of cosmetic products* ». On va rechercher notamment la présence d'*Escherichia coli*, de *Pseudomonas aeruginosa*, et de *Staphylococcus aureus.*

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

En fonction des fabricants, d'autres tests sont réalisés, principalement afin de faire correspondre au mieux leurs produits aux attentes et aux goûts des consommateurs. On citera des tests d'évaluation sensorielle, ou encore des tests consommateurs.

4e partie
Les dentifrices : acteurs de santé bucco-dentaire

Conditionnés par la publicité, les patients attribuent souvent un rôle important aux dentifrices, plutôt qu'à la technique de brossage et à l'hygiène buccale en général. Ainsi, ils interrogent plus spontanément leur dentiste sur le choix d'une marque de dentifrice que sur le choix d'une brosse ou d'une technique de brossage. Le secteur des dentifrices offre aujourd'hui des réponses adaptées aux problèmes dentaires les plus courants. Le choix doit être nuancé en fonction de l'objectif : cosmétique, préventif ou curatif.

1 Rôle des dentifrices dans la prévention de la maladie carieuse

Une utilisation raisonnée des fluorures est un complément indispensable qui permet de limiter la progression de la maladie carieuse. Les fluorures sont actuellement reconnus comme les principaux ingrédients actifs responsables de la diminution de la prévalence carieuse observée dans le monde. Les dentifrices en sont certainement le meilleur moyen d'administration.

1.1 Mécanismes d'action des fluorures

Ces 30 dernières années furent riches en avancées dans la compréhension de l'action des fluorures sur la minéralisation et son effet sur les caries.

1.1.1 La balance déminéralisation-reminéralisation

Les caries se développent lorsque l'équilibre déminéralisation/reminéralisation est en faveur de la déminéralisation. Il a été montré *in vitro* que de très faibles concentrations de fluorures (inférieures à 0,1 ppm) avaient la capacité d'inhiber la progression de lésions carieuses. Les fluorures (F^-) limitent cette déminéralisation et favorisent la reminéralisation. Au cours de la phase de reminéralisation, les ions fluorures peuvent s'insérer dans les cristaux en cours de reformation de la surface et de la sub-surface de l'émail, contribuant à la formation de cristaux enrichis en hydroxyapatite fluorée. Au sein des prismes, les ions fluorures leur confèrent une plus grande stabilité, donc une plus grande résistance à l'attaque acide. En présence de fluorures, l'hydroxyapatite (devenue une hydroxyapatite fluorée) se dissout à un pH de 5,0-4,5 au lieu du seuil de dissolution atteint plus rapidement par l'hydroxyapatite originelle (5,5). Le seuil de déminéralisation est plus bas en présence de fluor, l'émail est donc plus résistant face aux futures déminéralisations (Amaechi et Van Loveren, 2013).

À plus forte concentration, les ions fluorures peuvent également précipiter sous la forme de microcristaux très labiles de fluorure de calcium (CaF_2), de façon préférentielle sur les surfaces dentaires déminéralisées mais aussi sur les surfaces dentaires saines, les muqueuses et au sein de la plaque. La formation de CaF_2 constitue une réserve de fluorures immédiatement disponibles lors des chutes de pH. En effet, ces cristaux, petits granules de taille inférieure à 1µm, relativement stables à pH neutre, se dissocient à pH acide, libérant des ions fluorures et calcium.

La reminéralisation inclut également le dépôt de phosphates de calcium issus de la salive pour reconstruire les cristaux amélaires partiellement dissous. Lorsque des fluorures sont incorporés, la dissolution des cristaux ainsi renforcés sera réduite durant une attaque acide. Plus la concentration en fluorures dans le liquide interstitiel est importante plus le cristal peut absorber de fluor et plus il sera résistant aux acides. C'est l'effet le plus recherché actuellement pour lutter contre la carie.

La dentine est beaucoup plus sensible à l'acidité que l'émail : une fois la structure minérale effondrée, les composants organiques de la dentine sont exposés et peuvent être détruits. Une concentration plus grande de fluorures est nécessaire pour inhiber la déminéralisation et favoriser la reminéralisation dans ces conditions (Amaechi et Van Loveren, 2013).

1.1.2 Inhibition du métabolisme bactérien

De plus, les fluorures inhibent le métabolisme des bactéries et affectent la composition de la plaque. Pour cet effet, il faut une concentration 10 fois supérieure à celle nécessaire pour influencer la balance déminéralisation/reminéralisation.
Lors de diminution de pH au sein de la plaque, la sensibilité des bactéries aux fluorures est accrue. Plus le pH extracellulaire est bas, plus les ions fluorures pénètrent facilement dans la cellule bactérienne. Une fois internalisés, les principales cibles intracellulaires des fluorures sont l'énolase, une enzyme de la glycolyse, et la « pompe à protons ». La tolérance à un environnement acide des bactéries cariogènes est ainsi diminuée (Amaechi et Van Loveren, 2013).

1.1.3 Influence des différents types de fluorures

Les dentifrices doivent délivrer des fluorures libres ou solubles c'est-à-dire sans interférence avec les abrasifs. Le monofluorophosphate (MFP) est utilisé pour sa bonne compatibilité, mais il nécessite l'action d'une enzyme pour libérer des ions fluorures (F^-).

Un essai clinique sur deux ans n'a pas montré de différence significative entre le fluorure de sodium (NaF) à haute concentration et une association de fluorure stanneux (SnF2) et de monofluorophosphate (Stookey et coll., 2004).

Une étude systématique a conclu que les différents fluorures étaient aussi efficaces (Marinho et coll., 2003). Mais les auteurs ont soulignés qu'il existe très peu de comparaisons en « tête à tête » et que les études sont réalisées avec des dentifrices provenant de groupes prêts à investir dans la recherche et qui ont les moyens d'assurer un niveau de performance idéale de leur pâte. D'autre compagnies ont un niveau de contrôle inférieur et donc des dentifrices moins bien formulés (Amaechi et van Loveren, 2013).

Si des différences dans les performances anti-caries ont été observées dans des essais cliniques randomisés sur les différents fluorures, celles-ci sont faibles comparé à d'autres variables comme les temps et la fréquence de brossage, et les comportements après brossage du patient (Ten Cate, 2013).

1.1.4 Influence de la concentration en fluorures

Des essais cliniques sur la concentration en fluorures des dentifrices montrent une réponse dose positive : une concentration de 1500 ppm procure 23% de réduction des caries contre un placebo. Cette valeur passe à 36% pour un dentifrice aux alentours de 2500 ppm. Pour les pâtes en dessous de 1000 ppm aucune différence n'a été observée (Ten Cate, 2013).

La concentration idéale serait de 24% avec un effet des fluorures qui augmente proportionnellement à la concentration. Dans les différentes revues de la littérature, une meilleure efficacité préventive a été associée avec :
- un plus haut niveau initial de caries,
- une plus grande concentration en fluorures,
- une plus grande fréquence d'utilisation et un brossage supervisé (Marinho, 2008).

L'efficacité dépend également de la présence ou non d'autres agents reminéralisants et du reste de la formulation, c'est pourquoi il est très complexe de comparer deux dentifrices différents sur l'action des fluorures (Amaechi et van Loveren, 2013).
Une méta-analyse résumée par Amaechi et van Loveren a montré que les dentifrices fluorés standards (1000-1100 ppm) étaient plus efficaces que les dentifrices peu fluorés ou *low* (500 ppm) sur la denture temporaire (dos Santos et coll., 2014).

La question de l'efficacité des pâtes dentifrices contenant de **faibles concentrations en fluor ou *low*** mérite d'être abordée (250 à 500ppm). Bien que l'effet cario-prophylactique augmente avec la concentration en fluorures, des pâtes dentifrices à faible teneur en fluor ont été mises sur le marché. Ces produits ont été développés afin de minimiser l'ingestion de fluorures, et par conséquent le risque de fluorose. Ce point sera développé dans une partie ultérieure.
Chez l'enfant indemne de lésions carieuses, les effets des pâtes à faible teneur en fluorures semblent se comparer à ceux des dentifrices de références (1100 ppm). En revanche, en cas de lésions carieuses actives, les dentifrices faiblement fluorés sont moins efficaces qu'une formulation à 1100 ppm (Lima et coll., 2008 ; Bonnaure-Mallet et coll., 2009).
L'usage de basses concentrations de fluorures peut être inefficace dans la baisse de la susceptibilité à la carie chez les sujets à haut risque carieux.

Les dentifrices **à forte concentration en fluorures ou *high***, ne présentent que peu d'intérêts pour les populations à faible indice carieux (Seppä, 2001). Six semaines d'usage d'un dentifrice à 5000 ppm altèrent significativement les nombreux paramètres salivaires et bactériens reliés à la carie. La concentration dans les fluides augmente, et la production d'acides diminue (notamment sur la langue). Une augmentation du pouvoir tampon de la salive et une réduction du taux de *streptococcus mutans* dans celle-ci est observée. Les dentifrices à haute teneur en fluorures augmentent la rétention du fluor dans la salive et la plaque.
Brosser avec un tel dentifrice trois fois par jour donne pour résultat une concentration en fluorure 3,6 fois supérieure dans la salive en comparaison avec un dentifrice standard (1450 ppm) deux fois par jour (Nordström et Birkhed, 2013).
Les dentifrices à 5000 ppm sont donc capable de modifier les facteurs liés à la carie dans la plaque dentaire et la salive (Mannaa et coll., 2014). Ces dentifrices à concentration de 2800 à 5000 ppm ont montré de meilleurs résultats qu'un dentifrice à concentration de 1450 ppm sur la progression carieuse et le contrôle des caries radiculaires chez les personnes âgées, ainsi que sur la reminéralisation de ces lésions (Amaechi et van Loveren, 2013).
Les dentifrices à forte concentration sont particulièrement efficaces sur les sujets à brossages irréguliers, et qui ont un mode de vie cariogénique (mauvaise hygiène alimentaire principalement ; habitudes de grignotage, consommation récurrente de boissons sucrées). Ces dentifrices seraient utiles en situation ponctuelle dans des populations à fort risque, comme les adolescents, les patients présentant des déficits salivaires, les patients irradiés, et dans la prévention des caries radiculaires.

Augmenter la dose de fluor est une possibilité, mais donner des conseils sur la fréquence de brossage et les autres facteurs comme les habitudes de rinçage sont préférés (Ten Cate, 2013).

1.2 Pharmacocinétique des fluorures dans la cavité buccale

Les réservoirs buccaux de fluorures sont constitués de la salive, du biofilm, des surfaces dentaires et des tissus mous. Ils les retiennent dans le milieu buccal. La concentration en fluorure augmente avec l'utilisation régulière de dentifrices fluorés. La concentration salivaire avoisine les 0,02 à 0,08 ppm entre deux brossages. Concernant le biofilm, il peut receler de 5 à 10 ppm, et jusqu'à 20 ppm pour les populations vivants dans des régions où l'eau de distribution est fluorée (en Afrique du Nord notamment).

Néanmoins la cavité buccale élimine progressivement les fluorures. Le temps d'élimination varie avec les facteurs anatomiques et physiologiques (flux salivaire, déglutition, mouvements musculaires) mais aussi par les caractéristiques des produits utilisés et leur mode d'administration, c'est-à-dire les habitudes de brossage. Celles-ci peuvent en effet influencer directement l'efficacité du dentifrice (Bonnaure-Mallet et coll., 2009). Des études cliniques randomisées ont montré que le niveau de fluorures en bouche variait fortement en fonction du dentifrice utilisé, même 18 h après le dernier brossage (Ten Cate, 2013).

Les tissus mous sont les principaux réservoirs oraux de fluorures. Cependant, leurs interactions avec ceux-ci n'ont été que peu étudiées, certainement du fait des difficultés à reproduire un modèle expérimental (Duckworth, 2013). De nombreux essais cliniques randomisés ont rapporté que le niveau de prévention résultant d'un usage de produits fluorés était relié à sa fréquence d'utilisation. De plus, il a été prouvé qu'il valait mieux ne pas totalement rincer la bouche, étant donné que les fluorures restants dans les réservoirs buccaux contribuaient à l'effet préventif global. Pour augmenter la rétention buccale, il est conseillé de cracher plutôt que de rincer, ou rincer avec une suspension de dentifrice aqueuse. Rincer au bain de bouche fluoré est aussi une alternative pour favoriser le maintien d'une concentration efficace en bouche (Ten Cate, 2013).

L'étude de Richards et coll. porte sur un suivi de brossage une fois par jour dans des écoles, avec une mesure de la concentration de fluor dans la salive. Avec un brossage supervisé par jour, l'utilisation d'un dentifrice à 1500 ppm augmente la concentration de fluorures dans la salive, pour atteindre un niveau similaire à celui d'une personne buvant de l'eau fluorée. Cette concentration augmente au fur et à mesure de la première année de test mais reste stabilisée à 0,02 ppm d'augmentation les deux années suivantes (Richards et coll., 2013).

L'utilisation journalière de produits fluorés cosmétiques semble au moins aussi bénéfique que les traitements professionnels utilisant des produits fortement fluorés appliqués à des intervalles plus ou moins distants. **L'efficacité cario-protectrice maximale est obtenue grâce à des apports faibles mais réguliers de fluorures dans la cavité buccale assurant la présence continue d'ions fluorures à la surface de l'émail**. Ceci provoque une reminéralisation plus efficace des lésions amélaires que les concentrations élevées (Bonnaure Mallet et coll., 2009).

Cependant, les changements actuels de mode de vie créent un nouveau challenge. Le nombre de repas et de « *snacks* » consommés par jour augmente de façon substantielle, sans oublier les sodas et les boissons alcoolisées consommées sur de longues périodes. Dans ces conditions, on peut douter que l'effet des fluorures soit assez puissant pour contrer ce nouveau risque carieux (Ten Cate, 2013).

1.3 Utilisation des pâtes dentifrices

Comme vu précédemment, l'efficacité des agents actifs dépend de leur substantivité en bouche. Celle-ci est influencée par des facteurs produit-dépendants, mais aussi utilisateur-dépendants. Comme étant un produit largement utilisé dans le monde, les facteurs produit-dépendants ont été ciblés par les recherches, incluant la formulation, la compatibilité des ingrédients et leur concentration. D'importants efforts sont mis en œuvre pour développer de nouvelles formulations de dentifrices qui promouvront la santé bucco-dentaire.
Cependant, les facteurs utilisateur-dépendants, comportementaux, comme la fréquence, la durée du brossage, les habitudes de rinçage ainsi que la quantité de dentifrice utilisée, ont la capacité de réduire ou favoriser significativement l'efficacité du dentifrice (Parnell et O'Mullane, 2013). Peu d'attention est portée à la compréhension précise des habitudes de la population. Il faut chercher comment encourager et diffuser les bons comportements et gestes de prévention. Même si le brossage avec un dentifrice est largement diffusé dans le monde, il existe des variations considérables dans la fréquence de brossage et les habitudes de rinçage.

1.3.1 Connaissances du patient et du praticien

- **Connaissances des patients**

Jensen et coll. ont analysé les réponses de 2023 questionnaires envoyés par section randomisée par date de naissance et représentant 4 tranches d'âge en Suède.

Les participants ont majoritairement déclaré qu'ils n'avaient reçu aucune instruction sur comment utiliser un dentifrice, et cette réponse est plus fréquente chez les participants plus âgés.
Dans cette étude, un bon comportement de brossage est identifié comme suit :
- brosser au minimum 2 fois par jour, 2 min ou plus,
- utiliser au moins 1 cm de dentifrice,
- utiliser une petite quantité d'eau pour rincer.

On retrouve ce comportement chez seulement 10 % des participants, bien que 84% à 94% dans toutes les tranches d'âge affirment brosser leurs dents deux fois par jour. Ce bon comportement n'est que très peu retrouvé dans le groupe le plus âgé (à partir de 76 ans) et est retrouvé le plus souvent chez les moins de 35 ans.

Ainsi, à la question du choix du dentifrice, le goût apparaît comme le facteur le plus important pour les groupes les plus âgés (de 31 à 80 ans). Le groupe le plus jeune (16 ans) utilise le dentifrice qui est disponible dans la salle de bain familiale. Cependant, 65 % des adolescents rapportent qu'il arrive parfois qu'ils ne se brossent les dents qu'une fois par jour.

L'utilisation d'une brosse à dent électrique diminue la quantité de dentifrice utilisé. Les jeunes utilisent plus de dentifrice que les tranches plus âgées.

On note que plus les participants sont âgés, plus le risque de ne brosser qu'une fois par jour est grand (généralement au coucher). De plus, les tranches les plus âgées trempent plus la brosse dans l'eau ce qui réduit la quantité de fluorures qui atteint la dent. On constate ainsi que les tranches les plus âgées ont les moins bonnes habitudes de brossage, alors qu'ils représentent un risque de caries plus élevée dans tous les cas.

Une grande majorité des participants pensent que l'effet des fluorures est de « renforcer la dent ». Concernant l'effet des fluorures, les participants les plus jeunes possèdent les connaissances les plus approfondies (Jensen et coll., 2012).

Concernant la situation française, un tiers de la population déclare se brosser les dents une fois par jour seulement ou moins (31%), contre 24% lors d'une précédente étude menée en 2008. Plus précisément, aujourd'hui, 27% se brossent les dents une fois par jour, 3% le font moins souvent et 1% déclare ne jamais s'en soucier. La moitié des interviewés se brosse les dents deux fois par jour et seuls 16% se brossent les dents trois fois par jour ou plus (soit 2 points de moins qu'en 2008) (IFOP, 2011).

Dans le détail, les femmes apparaissent sensiblement plus soucieuses de leur hygiène dentaire que les hommes, 18% d'entre elles se brossant les dents trois fois par jour ou plus contre 14% des hommes. Par ailleurs, si les jeunes âgés de 18 à 24 ans sont les moins enclins à se brosser les dents trois fois par jour ou plus (11%), ils n'en demeurent pas moins soucieux de leur hygiène dentaire et apparaissent comme la catégorie d'âge qui déclare le plus se brosser les dents deux fois par jour (67%) (IFOP, 2011).

L'Union Française pour la Santé Bucco-dentaire (UFSBD) a collecté d'autres informations.

Le temps moyen de brossage des français est de 43 secondes alors que sont nécessaires 2 brossages de 2 mn par jour (matin et soir). 3,5 tubes de dentifrice sont utilisés par an et par habitant alors que 6 seraient nécessaires (source IPSOS 2007). Les habitudes de brossage des français ne sont donc pas optimales.

50% des adolescents assurent un brossage correct des dents 2 fois par jour, le brossage du soir est plus fréquent que celui du matin. A partir de 13 ans, les habitudes s'inversent et celui du matin devient prépondérant (IPSOS 2013). 89% des adolescents ne se brossent jamais les dents le midi (IPSOS 2013).

Nous pouvons observer que les chiffres français concernent surtout la fréquence de brossage. Aucune information n'a été trouvée sur les habitudes d'utilisation du dentifrice, ni sur les connaissances des français sur les dentifrices fluorés.

Concernant la situation dans le monde, 65% des enfants interrogés par l'OMS déclarent se brosser les dents plus d'une fois par jour. Donc au moins un tiers des enfants ne bénéficient pas des apports des dentifrices fluorés. Les variations par genre et par pays sont considérables (figures 25 et 26). Les filles se brossent globalement plus les dents que les garçons et les pays du Nord-Ouest ont une fréquence globale de brossage plus importante que les pays d'Europe de l'Est ou du Sud (World Health Organization et Regional Office for Europe, 2012).

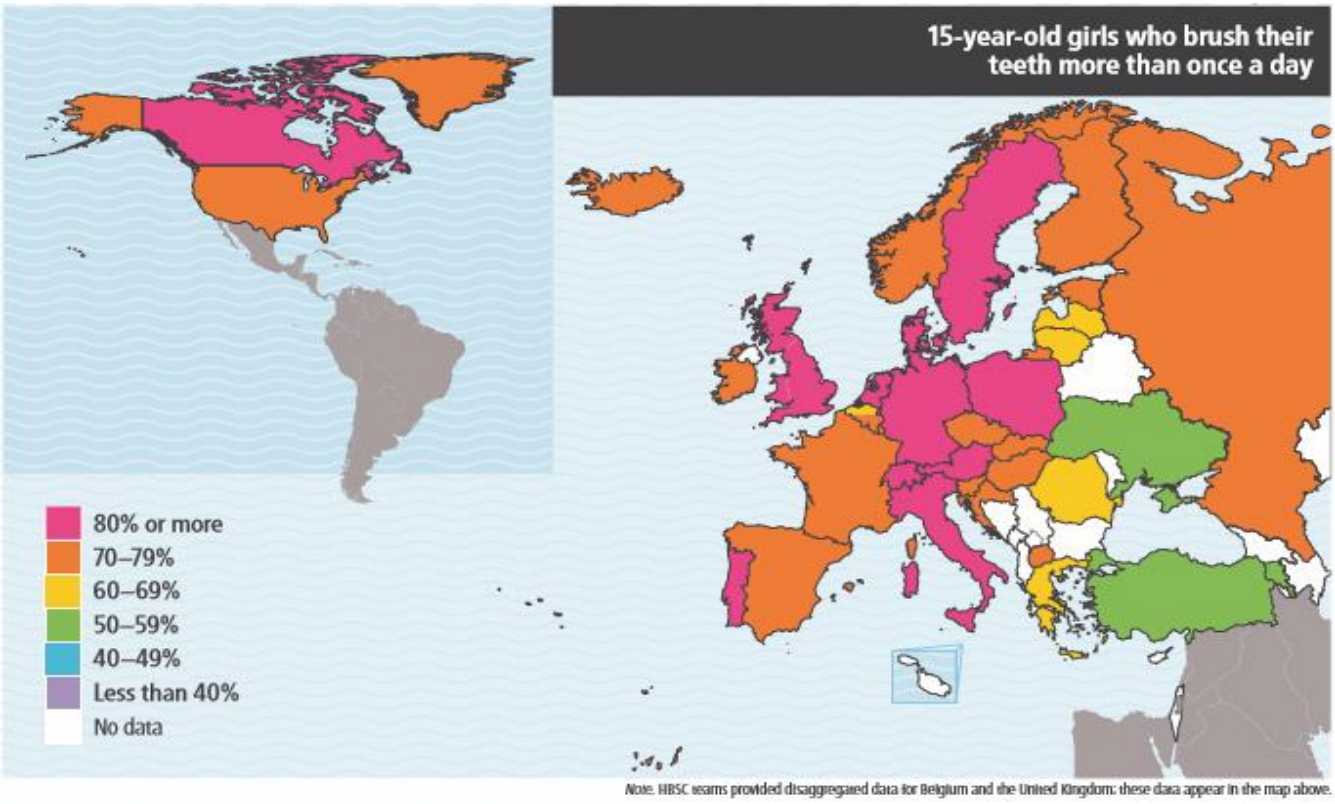


Figure 25 : pourcentage moyen par pays de filles de 15 ans brossant leurs dents plus d'une fois par jour.
(World Health Organization et Regional Office for Europe, 2012).

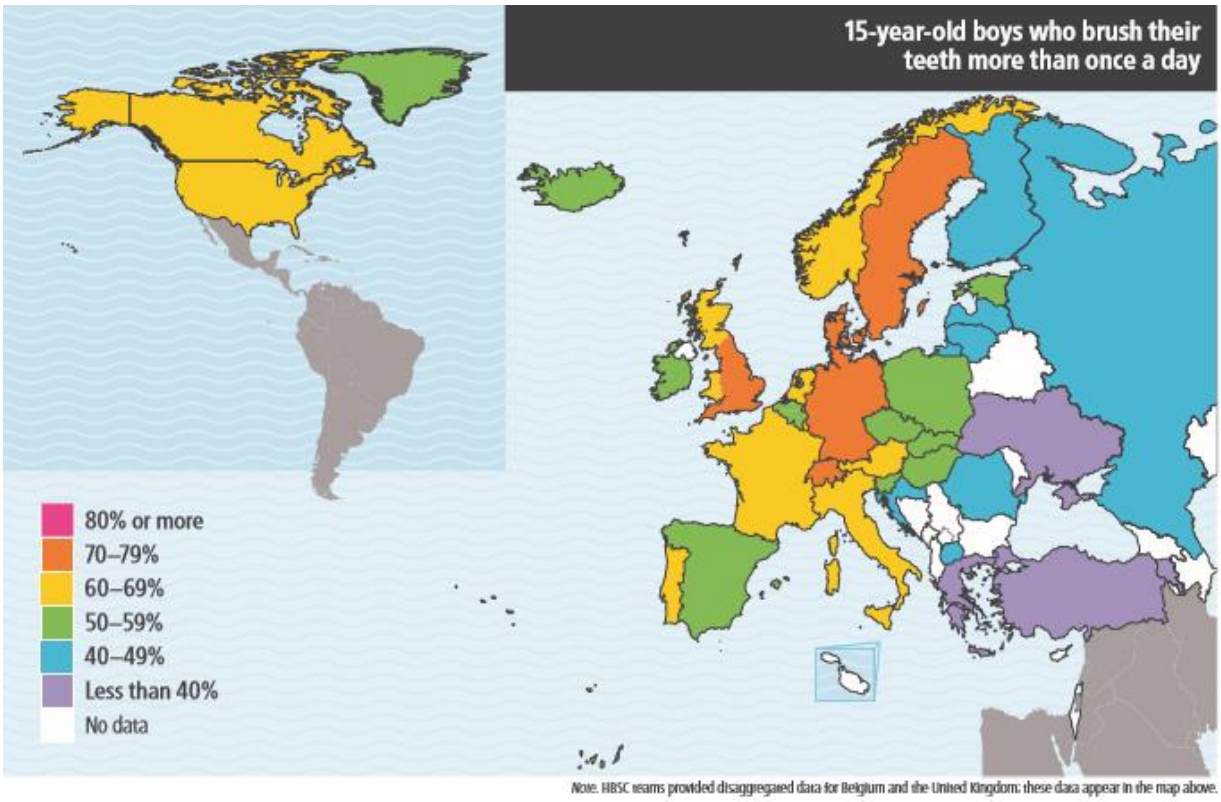


Figure 26 : pourcentage moyen par pays de garçons de 15 ans brossant leurs dents plus d'une fois par jour.
(World Health Organization et Regional Office for Europe, 2012).

Concernant les habitudes de rinçage, il apparait que la plupart des patients se rincent la bouche après brossage. Cette habitude, devenue presque un réflexe, peut s'expliquer par la composition des premiers dentifrices. Très moussants, et utilisant du carbonate de calcium comme abrasif, il fallait impérativement se rincer la bouche après usage, et cette habitude a perduré jusqu'à aujourd'hui. Rincer à l'aide d'un verre d'eau est retrouvé plus fréquemment chez les adultes les plus âgés, alors qu'une majorité des adultes utilisent le contenu de leurs mains, ou directement au robinet (Parnell et O'Mullane, 2013). La plupart des patients ne connaissent pas l'influence de leurs habitudes sur leur santé bucco-dentaire.

- **Connaissances des praticiens**

Jensen et coll. se sont intéressés aux stratégies de prévention des professionnels de santé bucco-dentaire suédois concernant le brossage avec des dentifrices fluorés (Jensen et coll., 2014).

Dans la plupart des cas, les professionnels de santé se concentrent surtout sur l'élimination de la plaque, sans donner d'instructions d'usage du dentifrice fluoré. Les praticiens ont souvent déclaré que les patients sans caries n'avaient pas besoin d'informations ou d'instructions. La priorité est donnée au contraire aux patients présentant des pathologies orales.
Certains praticiens discutent de la quantité de dentifrice avec les parents de jeunes enfants. Peu d'entre eux recommandent de mettre deux fois du dentifrice sur la brosse à dent électrique. Le conseil de ne pas rincer après le brossage est souvent donné aux enfants, mais très peu aux adultes.
Certains professionnels de santé ne donnent jamais d'instructions concernant les dentifrices, ils pensent ainsi rester neutres. Il en résulte que le patient choisit son dentifrice en fonction de ses goûts et du marketing.

L'obstacle le plus récurrent selon les sondés est l'âge : chez les personnes âgées qui ont des limitations physiques au brossage, et chez les adolescents qui ne sont pas motivés et affirment ne pas avoir le temps de se brosser les dents. Ces deux cas courants sont perçus comme sans espoir par les praticiens et les conseils ne sont pas donnés.
La négligence représente une autre barrière à la diffusion des informations concernant l'utilisation du dentifrice. Les praticiens oublient d'en parler car ils prennent pour acquis que le patient sait comment brosser et comment utiliser un dentifrice.

Les professionnels participant à cette étude ont montré des connaissances limitées par rapport aux dentifrices fluorés. Ils décrivent le brossage mais ne parlent pas de pâtes fluorées, considérant que ces habitudes sont déjà en place. Les bénéfices des fluorures pour la population générale ont un haut niveau de preuve scientifique, et des efforts doivent être faits pour diffuser les connaissances et les attitudes appropriées. Pour les praticiens, il ressort que le patient à sa propre responsabilité pour ses habitudes d'hygiène orale, bien qu'ils se sentent responsables de l'information et des résultats. Les praticiens sont considérés comme étant la principale source de connaissance pour la santé orale par les patients, mais ceux-ci pensent souvent que les patients utilisent d'autres moyens pour obtenir ces informations (Jensen et coll., 2014).

Il n'existe pas d'étude similaire concernant la situation en France.

1.3.2 Recommandations d'usage

Les produits d'hygiène orale sont particulièrement efficaces lorsque leur utilisation est appréciée et acceptée par le patient. Les comportements d'utilisation peuvent influencer négativement ou positivement les effets anti-caries des dentifrices fluorés.

Compte tenu des mécanismes d'action topiques des fluorures, ainsi que de l'importance de leur persistance en bouche, l'usage le plus en accord avec les données actuelles et ayant le plus haut niveau de preuves peut se résumer ainsi pour un adulte (les recommandations de pédodontie seront énoncées ultérieurement) :

- brosser deux fois par jour avec une quantité de 1cm de dentifrice, et si utilisation de brosse à dent électrique, en ajouter une deuxième fois durant le brossage (passage d'une arcade à l'autre par exemple),
- ne pas cracher plus que nécessaire durant le brossage,
- éviter au maximum le rinçage à l'eau,
- préférer une solution de dentifrice, d'eau et de salive (soit 10ml d'eau maximum) à utiliser en rinçage pendant une minute, puis à recracher ou adopter un rinçage avec un bain de bouche fluoré,
- ne pas manger ou boire directement après le brossage, attendre idéalement 2h (Parnell et O'Mullane, 2013).

Passer de deux à trois brossages par jour augmente la rétention du fluor dans la plaque.

De plus, deux brossages par jour ajoutés à un massage des dents avec le dentifrice utilisé en tant que « lotion » du bout des doigts, permettent d'obtenir la même rétention de fluorures que celle obtenue avec trois brossages. Ceci pourrait devenir un moyen intéressant de délivrer du fluor une troisième fois dans la journée (Nordström et Birkhed, 2013).

En France, les recommandations émanant de l'UFSBD conseillent un brossage biquotidien avec un dentifrice fluoré, mais ne précisent pas les modalités de rinçage ou les quantités à utiliser pour un adulte.

1.4 Prévention spécifique liée à l'âge

1.4.1 En pédodontie

Une revue Cochrane a voulu déterminer l'efficacité des dentifrices fluorés dans la prévention des caries chez les enfants, et examiner les facteurs pouvant modifier leurs effets. Les auteurs concluent que les enfants se brossant les dents au minimum une fois par jour avec un dentifrice fluoré auront moins de caries. L'utiliser deux fois par jour en augmente le bénéfice. D'autre part, l'effet des dentifrices fluorés augmente avec un indice CAO (dents Cariées, Absentes pour cause de carie et Obturées définitivement) plus élevé à la base, avec une plus grande fréquence d'utilisation, et avec un brossage supervisé, mais peu influencé par la fluoration des eaux de boissons (Marinho et coll., 2003).
Ces résultats sont également retrouvés par Walsh et coll., qui avaient pour but de comparer des dentifrices fluorés de concentrations différentes. L'effet préventif sur les caries d'un dentifrice aux fluorures augmente de façon significative avec des concentrations plus élevées. La fraction préventive (FP) par rapport à un placebo était de 23 % pour des concentrations à 1000/1055/1100/1250 ppm et jusqu'à 36 % pour les dentifrices affichant une concentration de 2400/2500/2800 ppm. Les concentrations de 440/500/550 ppm et inférieures ne montraient aucun effet statistiquement significatif par rapport à un placebo (Walsh et coll., 2010).

Les effets bénéfiques liés à l'utilisation d'un dentifrice fluoré pour prévenir la formation de caries chez l'enfant et l'adolescent par rapport à un placebo sont confirmés, mais uniquement de manière significative lorsque les concentrations de fluorures sont de 1000 ppm et supérieures.

La décision concernant les taux de fluorure préconisés pour les enfants âgés de moins de 6 ans doit cependant être mise en balance avec les risques de fluorose (voir partie précautions d'emploi).

En l'état actuel des connaissances, les fluorures auraient une efficacité supérieure lorsqu'ils sont administrés en période post-éruptive (action par voie topique essentiellement) en comparaison avec leurs effets en période pré-éruptive (action par voie systémique essentiellement). Selon les recommandations de l'Afssaps, « quel que soit le niveau de risque carieux d'un enfant, la mesure la plus efficace de prévention des lésions carieuses est un brossage minimum biquotidien avec un dentifrice fluoré ayant une teneur en fluor adapté à l'âge. Ce brossage doit être réalisé ou assisté par un adulte chez les enfants avant 6 ans ou peu autonomes » (AFSSAPS, 2008).

L'Union Française pour la santé Bucco-Dentaire (UFSBD) recommande un brossage une fois par jour à l'eau dès l'apparition des premières dents de l'enfant (jusqu'à deux ans). A partir de 2 ans, le brossage doit être effectué 2 fois par jour avec un dentifrice fluoré entre 250 ppm et 600 ppm lorsque l'enfant sait recracher. A partir de 3 ans, le brossage est effectué 2 fois par jour avec un dentifrice fluoré entre 500 ppm et 1000 ppm, dans les mêmes conditions, pendant 2 minutes. Enfin, après 6 ans, un dentifrice entre 1000 et 1500 ppm sera utilisé (UFSBD, 2013).

1.5 En gériatrie

Dans la plupart des pays, l'allongement de l'espérance de vie ainsi que les progrès en matière de soins et d'hygiène, permettent à la denture de se maintenir plus longtemps en bouche. Les dents subissent alors un phénomène de vieillissement physiologique : l'émail s'amincit, les racines sont plus exposées en bouche par récession parodontale ou pathologie parodontale. De plus, souvent polymédiqués, les personnes âgées présentent des xérostomies, ou tout du moins des hyposialies (voir partie implications dans les thérapies ciblées). Alors que la dextérité diminue, d'autant plus en situation de dépendance, le brossage devient de moins en moins efficace. Sans le rôle protecteur de la salive et avec une hygiène médiocre, l'incidence des lésions carieuses radiculaires est très élevée dans cette population en augmentation.

Les fluorures sont efficaces pour réduire les caries, cependant, il faut souligner que la plupart des études concernant les fluorures ont été conduites sur les populations d'enfants et d'adolescents, beaucoup moins sur les adultes ou les personnes âgées.

Les traitements préventifs pourraient avoir de meilleurs résultats à long terme que les traitements restaurateurs traditionnels sur les caries radiculaires. La meilleure option pour ce type de lésion est leur reminéralisation (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).
Les caries radiculaires peuvent être prises en charge par la seule action des dentifrices fluorés (Nyvad et Fejerskov, 1986). La concentration en fluorures nécessaire pour la reminéralisation des caries radiculaires est supérieure à celle utile pour la prévention des caries de l'émail. Utiliser deux fois par jour un dentifrice à 5000 ppm est équivalent en matière de prévention et de reminéralisation à un nettoyage par un hygiéniste avec application de vernis fluoré une fois par mois (Ekstrand et coll., 2008).

D’autres études ont montré la supériorité de dentifrices contenant 5000 ppm par rapport à des formules en contenant 1100 à 1450 ppm (Srinivasan et coll., 2014 ; Wierichs et Meyer-Lueckel, 2014). L’utilisation de tels dentifrices peut représenter un réel bénéfice/coût dans la prise en charge des pathologies radiculaires et promouvoir la santé dentaire chez les personnes âgées.

Les dentifrices à base d’arginine combinée aux fluorures à 1450 ppm inactivent plus de lésions qu’un dentifrice fluoré classique. Ils peuvent également être recommandés dans cette situation (Wierichs et Meyer-Lueckel, 2014).

Pour traiter ou maintenir les tissus parodontaux chez les personnes âgées atteintes de parodontite chronique, un dentifrice à base de triclosan et copolymère peut être conseillé (Davies, 2004).

1.6 Prévention spécifique liée à la situation du patient

Le risque carieux repose sur une anamnèse précise et une évaluation clinique. Il peut être évalué par l'analyse et l'intégration de plusieurs facteurs. Ceux-ci incluent le bilan de la carie (les lésions carieuses initiales et les défauts carieux établis, l'activité des caries secondaires et actuelles), l'utilisation des fluorures, l'importance de la plaque, le régime alimentaire, l'activité salivaire et bactérienne et les facteurs comportementaux et sociaux (Reich et coll., 1999).

Ainsi certaines populations présentent un risque carieux individuel élevé :

- les personnes atteintes de handicap moteur ou mental,

- les patients en cours de traitement orthodontique,

- les patients atteints de toxicomanies,

- certaines professions, par leur exposition à des facteurs de risques supplémentaires : les boulangers-pâtissiers exposés aux sucres et à la farine, les sportifs exposés aux boissons sucrées et aux encas, les œnologues, exposés à un risque accru d’érosion…

Face à ces situations, le chirurgien-dentiste doit s’assurer de l’utilisation de dentifrice fluoré. Si l’âge et les conditions de mise en œuvre le permettent, il pourra prescrire un dentifrice hautement fluoré.

2 Rôles du dentifrice dans les thérapies ciblées

2.1 Thérapeutiques liées à une pathologie dentaire

2.1.1 Pathologies parodontales : gingivite et parodontite

Le contrôle de plaque par brossage reste considéré comme le moyen le plus efficace pour contrôler et prévenir les pathologies parodontales. Etant donné son utilisation commune et répandue, le dentifrice apparait comme le véhicule idéal pour l'apport d'agents antibactériens. Ces agents sont utilisés en association, afin d'obtenir le meilleur bénéfice.

- **Lutte contre la plaque**

L'activité anti-plaque d'un dentifrice peut passer par différents modes d'actions : prévenir l'adhésion bactérienne, limiter la croissance bactérienne, rompre les biofilms déjà formés, ou encore en altérant la composition et/ou la pathogénicité du biofilm.

Les sels de zinc ont des actions antibactériennes par leur capacité à inhiber l'adhésion bactérienne, leur activité métabolique et leur croissance. Utilisés en dentifrice, ils ne montrent qu'un léger avantage face à un placebo dans la réduction de la plaque et sur la gingivite. C'est pourquoi ils sont généralement associés à d'autres actifs pour en favoriser l'action (Sanz et coll., 2013).

Le fluorure stanneux (SnF2) est également un sel métallique, qui adhère à la surface bactérienne, pénètre dans la cellule et interfère avec son métabolisme. Sanz et coll. ont analysé les deux revues systématiques évaluant l'activité du fluorure stanneux dans des essais cliniques randomisés. Dans la première, une formulation à base de SnF2 à 0,545% fournit un avantage significatif sur la gingivite (Gunsolley, 2006). La seconde conclut de même aux bénéfices de l'utilisation d'un tel dentifrice face à un dentifrice conventionnel sur la réduction de la plaque et de la gingivite, mais avec une certaine hétérogénéité des résultats, qui ne permet pas de mesurer précisément cette réduction (Paraskevas et van der Weijden, 2006). L'association du fluorure stanneux avec le fluorure d'amine (AmF) engendre une augmentation de l'activité bactéricide comparée à un dentifrice aux fluorures d'amines uniquement. Utilisé avec un bain de bouche similaire, cette formulation donne de bons résultats sur la réduction de la plaque, mais peu sur la gingivite (Sanz et coll., 2013).

Le triclosan est aussi utilisé pour lutter contre la plaque. Les études systématiques analysées par Sanz et coll. relatent un effet sur la réduction du saignement gingival et de la quantité de plaque d'un dentifrice à base de triclosan. Les auteurs concluent également qu'un dentifrice à base de triclosan et de copolymère PVM/MA produit une réduction significative des poches parodontales et des sites de perte d'attache et de pertes osseuses (Sanz et coll., 2013).
Les effets du triclosan et du fluorure stanneux seraient comparables sur les paramètres de l'inflammation gingivale (Sälzer et coll., 2015).

La chlorhexidine apparait comme l'agent le plus bénéfique. Les études obtiennent une réduction des indices de saignement gingival supérieure comparé à un dentifrice placebo (Slot et coll., 2014). Elle peut s'avérer utile lorsqu'un individu n'est pas capable de maintenir un bon contrôle de plaque par brossage mécanique. Les dentifrices contenant de la chlorhexidine ne contiennent d'ordinaire pas de fluorures, c'est pourquoi ils ne sont pas recommandés pour un usage quotidien. L'association de chlorhexidine et de zinc, évaluée dans des essais sur 6 mois montre son efficacité sur la gingivite face à un dentifrice de contrôle (Sanz et coll., 2013).
Cependant, après un usage prolongé, des colorations de surface sont plus souvent observées avec un dentifrice à la chlorhexidine. La chlorhexidine peut également interférer avec la fonction gustative dans les mêmes conditions. En tant que molécule cationique extrêmement réactive, son action peut être inhibée ou bloquée par les ingrédients anioniques utilisés dans les pâtes.

Dans la population générale, l'usage de ces différents agents doit être mis en œuvre le temps d'atteindre une balance entre le biofilm et la réponse de l'hôte dans le cas de gingivites. Pour autant, l'usage de ces produits reste sujet à controverse car le même résultat peut être obtenu sans ajout d'antiseptiques (Gunsolley, 2006).

- **Lutte contre l'inflammation**

Sous l'effet de substances pro-inflammatoires bactériennes ou endogènes, les cellules de l'hôte synthétisent des médiateurs eux-mêmes pro-inflammatoires, tels que l'interleukine 8 (IL8). Le contrôle de ces médiateurs qui entretiennent à leur tour la réaction inflammatoire, est une cible thérapeutique (Boisnic et coll., 2010).

Une étude *ex vivo* a comparé l'effet anti-inflammatoire de deux dentifrices très utilisés en cas de pathologies parodontales, l'Arthrodont® et le Parodontax®. Il résulte que chacun fut efficace sur les modifications vasculaires et l'œdème accompagnant ces pathologies. Contrairement au dentifrice à base d'enoxolone (Arthrodont®), celui à base de bicarbonate de sodium et d'extraits de plantes (Parodontax®) n'a pas modulé la synthèse de la cytokine pro-inflammatoire IL8. Cependant chacun des dentifrices a stimulé la synthèse de collagène par les fibroblastes. L'Arthrodont® apparait mieux toléré que son homologue, par une viabilité cellulaire élevée. Le Parodontax® est une pâte hypertonique qui, par effet osmotique, diminue l'œdème gingival en mobilisant les fluides (Boisnic et coll., 2010).
Ces dentifrices largement répandus possèdent donc de réelles actions sur les paramètres histologiques et biochimiques de l'inflammation et de la réparation gingivale mis en jeu lors de maladies parodontales, dans un modèle expérimental d'inflammation sur muqueuse gingivale maintenue en survie. Ces résultats suggèrent que la résolution des symptômes de l'inflammation gingivale peut être obtenue par l'utilisation de topiques tels que les dentifrices.

En association avec une thérapie parodontale adaptée, les agents chimiques des dentifrices peuvent être recommandés pour favoriser le contrôle de plaque et pour ralentir la progression de l'affection. Une attention particulière doit être portée à la notion bénéfices/ risques de ces actifs car dans ce cas la thérapie devra être suivie à vie.

2.1.2 Hypersensibilité dentinaire

Un sondage IFOP (Institut Français d'Opinion Publique) sur l'hypersensibilité dentinaire et les Français fut réalisé en 2011 à la demande de la marque Sensodyne®. La sensibilité dentaire constitue un problème pour 43% des participants. Cette sensibilité est ressentie pour 67% d'entre eux lors de l'ingestion d'une boisson ou d'un aliment froid. Le brossage de dents est aussi vecteur de douleurs pour 36% des personnes souffrant d'hypersensibilité dentinaire.

- **Implications thérapeutiques des dentifrices**

Les dentifrices représentent un traitement de premier choix pour véhiculer localement des actifs capables de bloquer la réponse pulpaire ou de fermer les tubules dentinaires responsables des mouvements de fluides.

De nombreux sels de potassium ont été incorporés aux formules dentifrices pour le traitement de l'hypersensibilité dentinaire. Ces ions potassium (K^+) vont diffuser le long des tubules et bloquer la réponse des fibres nerveuses. La plupart des fabricants ont produit un dentifrice à base de sels de potassium, mais peu les ont soumis à des essais cliniques randomisés.
Il faut mentionner qu'il existe à ce jour un conflit d'opinions concernant l'efficacité de ces dentifrices. En effet, Addy et West remarquent que malgré les bons résultats sur animaux et certains essais cliniques randomisés en faveur du potassium face à un dentifrice contrôle, de nombreux arguments vont à l'encontre de ces résultats. Il est peu probable que la diffusion du potassium dans les tubules dentinaires se fasse à contre-courant des fluides dentinaires, et biologiquement, les ions potassium sont labiles et seraient peu enclins à s'accumuler dans la pulpe. De plus, d'autres essais cliniques randomisés analysés par les auteurs n'ont rapporté aucune différence significative avec un dentifrice contrôle. Aucune étude ne compare une solution aqueuse de sels de potassium avec de l'eau pour témoin négatif. La question reste de savoir comment le potassium peut avoir un effet au niveau pulpaire. Une hypothèse, selon Addy et West, serait l'absorption du potassium au sein de la dentine, qui formera ensuite un dépôt à la frontière avec la pulpe (Addy et West, 2013).
Orchardson et Gillam avaient déjà soulevé cette question, concluant que les dentifrices à base de potassium étaient efficaces face à un placebo mais que ses mécanismes d'actions restaient indéterminés. L'effet placebo ou les abrasifs utilisés pourraient expliquer les résultats (Orchardson et Gillam, 2000).

Ce débat engendre de nombreuses confusions, car certains essais cliniques utilisent déjà des dentifrices au potassium comme seul contrôle pour tester l'efficacité de nouveaux produits. Les résultats de telles études sont par le fait sans valeur scientifique réelle (Addy et West, 2013).

Le strontium (sous forme de chlorure ou d'acétate) fut l'un des premiers agents anti-hypersensibilité utilisé dans les dentifrices. Une étude de Martin Addy avait mis en évidence un dépôt à la surface de la dentine, mais qui était clairement issu de l'abrasif utilisé dans le dentifrice test, la silice. Plus tard, trois dentifrices à base de silice (mêlée à du strontium, du fluor ou seule) ont recouvert la surface dentinaire et fermé les tubules lors d'un nouvel essai. Le composant responsable du dépôt était donc la silice, peu labile en milieu aqueux ou acide. Le dentifrice à base d'acétate de strontium et de silice (Sr-Si) a plus tard montré son efficacité, bien que le rôle du strontium n'a pu être clairement individualisé et défini. Martin Addy recommande l'application des dentifrices Sr-Si au doigt le soir sur les régions douloureuses (Addy et West, 2013). Ces recommandations ont été reprises par un fabricant, dont le dentifrice Sensodyne rapide® est actuellement en tête du marché de l'hypersensibilité. De nombreux dentifrices actuels contiennent de la silice sans pour autant obtenir d'effet désensibilisant car l'adjonction de lauryl sulfate de sodium inactive la silice par compétition des sites de liaisons à la dentine (Addy et West, 2013).

L'association arginine et carbonate de calcium (A/C) (Proargin™, groupe Colgate-Palmolive, également retrouvé sous le terme de Neutraliseur d'Acide de Sucre™) dérive d'une technique initialement utilisée en cabinet pour traiter l'hypersensibilité dentinaire par occlusion des tubules, par dépôt d'une couche à base de calcium et de phosphate. Les données concernant la solubilité aux acides de ces dépôts sont contradictoires. Au vu de sa nature similaire à l'hydroxyapatite, on peut s'attendre à ce qu'il soit labile face à toute attaque acide, mais dans la mesure où le dentifrice est utilisé régulièrement, chaque dépôt dissous est remplacé au brossage suivant. Addy et West ont analysé plusieurs essais cliniques randomisés, avec différents dentifrices de contrôle et ont reporté une efficacité supérieure des dentifrices à base d'arginine et carbonate de calcium immédiatement et jusqu'à 8 semaines (Addy et West, 2013). L'efficacité clinique de ces dentifrices a été examinée par une revue de la littérature (Cummins, 2011). Celle-ci conclut qu'elle serait supérieure à celle des dentifrices à base d'acétate de strontium et de silice. Cependant, cette étude a été supportée financièrement par le groupe Colgate.

Petrou et coll. ont cherché à quantifier l'action de ces dentifrices *in vitro*. Ils ont mesuré une réduction de la perméabilité de la dentine par diminution du mouvement des fluides intra-canaliculaires in vitro. Ils ont enregistré une chute de perméabilité de 82 % par rapport au niveau initial au bout de 6 applications. En situation acide, la perméabilité de la dentine est restée 77% en dessous de la zone pathologique, ce qui prouve la résistance du tissu formé en situation acide (Petrou et coll., 2009).
Les dentifrices contenant de l'arginine pourraient jouer un rôle dans la gestion de l'hypersensibilité dentinaire. Cependant, cette conclusion est fondée sur des échantillons de petites tailles et suivis sur une courte période seulement. Des essais contrôlés randomisés à plus grande échelle doivent être conduits pour mener à un niveau de preuve suffisant et émettre des recommandations. Cette technologie est utile pour soulager rapidement les symptômes, bien que l'action à long terme n'ait pas été démontrée (Sharif et coll., 2013).

Le fluorure stanneux avec ou sans hexamétaphosphate possède aussi des capacités pour lutter contre l'hypersensibilité dentinaire. Une série d'essais cliniques randomisés analysée par Addy et West indique que l'utilisation d'un dentifrice à base de fluorure stanneux stabilisé par l'hexamétaphosphate de sodium était bénéfique par rapport aux dentifrices contrôles (dentifrices au NaF pour la plupart) dans le traitement de l'hypersensibilité dentinaire, immédiatement, et à 4 et 8 semaines. Les sels d'étain précipitent sur la dentine, formant un dépôt résistant à l'eau et aux acides (Addy et West, 2013).

Le phosphosilicate de calcium et de sodium (PSCS) est aussi connu sous le nom de Novamin® (Sensodyne répare et protège® de GSK). Il est attiré par le collagène contenu dans la dentine et y réagit pour former un dépôt de précipités de phosphate, de calcium et de silice, donnant une hydroxyapatite de substitution. Ce dépôt bloquant l'entrée des tubules est résistant aux acides et à l'eau, et possède de plus une résistance mécanique à l'usure (Burwell et coll., 2010 ; Addy et West, 2013). Burwell et coll. ont réalisé quatre études *in vitro* sur échantillons de dentine bovine, concernant l'obturation des tubulis, la micro-dureté de surface après épreuve à l'acide, et la libération de calcium dans le temps. Ils démontrent l'obturation des tubulis et la formation d'une couche de carbonate d'hydroxyapatite biologiquement stable qui résiste aux agressions acides. Latorre et Greenspan ont cherché à quantifier ces effets en fonction de la dose de phosphosilicate de calcium/sodium et de la taille des particules sur le niveau de calcium et phosphate déposé à la surface de la dent, et étudier la perméabilité de la dentine traitée.

Cette série d'études *in vitro* a permis d'arriver à deux conclusions : à des concentrations supérieures à 5%, le dépôt de calcium et de phosphate augmente de manière exponentielle et les plus petites particules déposent des quantités beaucoup plus élevées de calcium et de phosphate que les plus grandes. Les dentifrices doivent donc avoir une concentration de 5% ou plus pour avoir un résultat significatif (LaTorre et Greenspan, 2010).

Un essai clinique randomisé en double-aveugle a comparé les effets désensibilisants d'un dentifrice à base de nanohydroxyapatite face à un dentifrice à base de fluorures et un placebo. Après quatre semaines, le dentifrice testé a augmenté plus significativement le seuil de sensibilité que les autres formulations. Ces dentifrices pourraient donc représenter une nouvelle voie pour la lutte contre l'hypersensibilité (Vano et coll., 2014).

- **Comparaison des différents agents thérapeutiques**

Les études indiquent que les dentifrices à base de srontium et silice (Sr Si), d'arginine et carbonate de calcium (A/C), de fluorure stanneux (SnF2) ou de phosphosilicate de calcium et de sodium (PSCS) permettaient pour chacun d'eux d'occlure les tubules dentinaires. Cependant, le rôle du strontium reste à déterminer, et pour les dentifrices A/C, la stabilité face aux agressions acides reste incertaine. Cependant, les données suggèrent qu'avec un brossage biquotidien associé à une application topique, ces quatre gammes de produits s'avèrent efficaces dans le soulagement des symptômes de l'hypersensibilité dentinaire. Pour les dentifrices A/C, une solubilité plus importante du dépôt est suspectée, mais une telle différence ne peut se refléter sur l'efficacité clinique, dans la mesure où le produit est utilisé après chaque période d'acidité. Cela dit, les comparaisons en « tête à tête » citées par Addy et West, ne correspondent pas tout à fait à cette conclusion, et jettent donc le doute sur la situation : une étude montre la supériorité du SnF2 sur le A/C, une autre ne démontre aucune différence entre SrSi et A/C tandis que trois autres rapportent la supériorité du A/C sur SrSi (Addy et West, 2013). Dans l'étude comparant *in vitro* l'efficacité de deux dentifrices de soins de l'hypersensibilité (Sensodyne® et Colgate sensitive®) avec un dentifrice à base de bio-verre PSCS (Novamin®), chacun des dentifrices testés permettait la fermeture des tubules dentinaires. L'occlusion induite par le dentifrice à la Novamin® résistait parfaitement après un brossage et une immersion salivaire. Le dentifrice Sensodyne® a démontré une réduction plus importante de la perméabilité malgré une attaque acide.

Selon les données actuelles, nous pouvons considérer les différents dentifrices luttant contre l'hypersensibilité comme efficients, avec un niveau semblable d'efficacité (Addy et West, 2013).

Le but des recherches futures sera d'augmenter la résistance aux acides et à la dissolution salivaire afin de prolonger l'occlusion des tubules (Wang et coll., 2010).

2.1.3 Halitose

La quantité de composés soufrés volatils (CSV) et/ou les tests organoleptiques sont utilisés pour quantifier l'halitose et évaluer les effets des dentifrices. On remarque que peu d'études incluent une mauvaise odeur perceptible comme critère d'inclusion, les participants sont tous des volontaires sains, qui doivent dans la plupart des cas rester à jeun et s'abstenir d'hygiène le jour des tests. Compte tenu du faible nombre d'études pour le nombre élevé d'actifs, le nombre d'études spécifiques par actif est très bas. Malgré la réduction signifiante des indicateurs quantitatifs d'halitose, les effets « réels » des pâtes restent incertains. De plus, la plupart de ces recherches ont été conduites ou sponsorisées par les fabricants, ce qui engendre un risque de biais de publication (Dadamio et coll., 2013).

Concernant les dentifrices contenant du peroxyde d'hydrogène, du bicarbonate de sodium, des huiles essentielles ou des arômes comme ingrédients actifs, seulement quelques études sont disponibles, et n'ont prouvé qu'un effet à court terme (Dadamio et coll., 2013).

En revanche, concernant les dentifrices à base d'ions métalliques (étain et zinc notamment), leurs effets positifs à court terme sur le niveau des indicateurs de l'halitose sont démontrés (Dadamio et coll., 2013).

Young et Jonski ont comparé l'effet clinique d'un dentifrice à base de zinc (sous forme de gluconate) à un dentifrice expérimental associant le citrate de zinc au copolymère polyvinyle méthyle-éther/ acide maléique (PVM/MA) face à un dentifrice contrôle négatif sans zinc. Ils concluent qu'un brossage avec le dentifrice expérimental était plus effectif qu'un brossage avec le dentifrice du marché et que rincer après brossage avait tendance à réduire l'effet de la pâte contre les composés soufrés volatils. L'expérience met aussi en évidence l'action du zinc face au dentifrice de contrôle. La concentration plus élevée en zinc dans le dentifrice expérimental combiné à la présence du copolymère explique, pour les auteurs, la réussite de celui-ci. Le zinc est plus efficace à concentration plus importante et sa rétention est plus longue grâce au copolymère (Young et Jonski, 2011).

L'étude de Soares et coll. met en évidence un effet similaire entre un brossage avec un dentifrice au strontium et au zinc et un rinçage avec un bain de bouche similaire (Soares et coll., 2015).

Il existe sur le marché un dentifrice contenant du lactate de zinc et du chlorure de cétylpyridinium (CDC) (Halita®).

Malgré les propriétés antiseptiques connues du CDC, il n'existe pas de publication scientifique concernant la combinaison de ces composants pour lutter contre l'halitose (Dadamio et coll., 2013).

Le niveau de preuve le plus important concerne les dentifrices à base de triclosan (utilisé par exemple dans la gamme Colgate total®). Il possède à la fois une action directe contre les composés soufrés volatils associée à un effet antibactérien ; utilisé dans les bains de bouche et dentifrices, il réduit efficacement la mauvaise haleine. Cependant, l'action du triclosan envers les composés soufrés volatils semble dépendre principalement de l'agent solubilisant avec lequel il est conditionné (Porter et Scully, 2006). Le copolymère PVM/MA aide à la rétention orale du triclosan et limite sa perte, comme vu précédemment dans la partie 3.

L'association triclosan/copolymère PVM/MA /fluorure de sodium semble être particulièrement efficace dans la réduction des composés soufrés volatils, des bactéries orales, et donc de l'halitose. Cette formule a fait l'objet d'un essai clinique sur trois semaines en double aveugle. Celui-ci conclut qu'un tel dentifrice est capable de contrôler efficacement l'halitose jusqu'à 12h après le brossage (Hu et coll., 2005).
Une étude croisée randomisée en double aveugle prouve que le dentifrice triclosan-fluorure de sodium est significativement plus efficient dans la réduction des CSV qu'un dentifrice « pour rafraîchir l'haleine » disponible dans les grandes surfaces contenant des fluorures uniquement (Niles et coll., 2005).

Il faut garder à l'esprit le rôle central du dépôt lingual et du niveau d'hygiène dans le développement de l'halitose. Le brossage apparait donc comme crucial pour la gestion de cette pathologie. Un enseignement d'une hygiène buccale, interproximale et linguale doit donc être réalisé avant toute autre prescription. Cependant, les agents antibactériens, comme le triclosan et les ions métalliques (étain et zinc) et leurs associations apparaissent comme efficaces dans le contrôle de l'halitose.

2.2 Thérapeutiques liées à l'état général du patient

2.2.1 Pathologies érosives

Une enquête IFOP réalisée sur l'érosion dentaire en 2011, révèle que trois Français sur dix ne savent pas ce qu'est l'érosion dentaire, ou n'en ont jamais entendu parler (IFOP, 2011). La prévalence des lésions érosives ne cesse pourtant d'augmenter du fait des habitudes alimentaires actuelles. Ces lésions, irréversibles, sont également le symptôme de diverses pathologies. L'érosion peut être définie comme une perte progressive de l'émail, puis de la dentine, due à un processus chimique de dissolution des tissus dentaires par exposition excessive aux acides (sans origine bactérienne). L'érosion dentaire est difficile à diagnostiquer, surtout dans les stades précoces. Son origine est multifactorielle, mais la localisation des lésions permet d'en déduire la ou les causes. Des vomissements répétés dus à des troubles alimentaires sont associés à des lésions palatines. Une régurgitation gastro-œsophagienne est associée à des lésions molaires et occlusales, et des habitudes alimentaires nocives induisent des lésions érosives sur tous les groupes dentaires. La façon dont les aliments et boissons érosifs sont consommés détermine la durée et la localisation de l'attaque acide.

- **Effets sur les tissus dentaires minéralisés**

La perte partielle d'émail à la surface dentaire suite au phénomène érosif est accompagnée par une perte de micro dureté. L'émail en devient plus prompt à l'usure d'impacts physiques, plus sensible à l'abrasion et à l'attrition. Pour exemple, une minute de contact avec une boisson érosive (Sprite light®) entraine une perte de micro dureté de l'émail de 12% ce qui peut engendrer 4 fois plus de perte par abrasivité (Ganss et coll., 2013).

Alors que les composants minéraux de la dentine se dissolvent sous l'effet des acides, ses composants organiques y résistent, et les collagènes persistent à la surface. Cette couche peut atteindre une épaisseur considérable dans les études *in vitro* et *in situ* (Ganss et coll., 2013).

- **Considérations cliniques**

Les praticiens doivent consacrer une attention méticuleuse sur la détection de lésions érosives précoces, afin d'engager des mesures préventives appropriées et devancer la progression des érosions dentaires. Dans ce cas, un dentifrice faiblement abrasif sera prescrit pour les brossages, ainsi que des bains de bouche fluorés (au fluorure stanneux préférentiellement) à utiliser une heure après chaque contact acide, ou à défaut conseiller de rincer à l'eau. La perte minérale est également moindre lorsqu'un brossage est effectué avant le contact acide (Ganss et coll., 2007).

Après un vomissement, le passage de la brosse à dents sur la dentine mise à nu après contact avec les acides et les enzymes provoque une perte plus importante de tissu. Cependant, la matrice persiste à sa surface et peut potentiellement être renforcée ultérieurement (Schlueter et coll., 2012). Pour les patients atteints de troubles du comportement alimentaire ou de régurgitations gastro-œsophagiennes, ces conseils doivent être impérativement donnés, ou le patient sera exposé à un risque d'érosion plus sévère.

Dans le cas de personnes à risque du fait de leur consommation de boissons acides, une éducation préventive doit être mise en place. Une méthode utilisable chez soi, incorporée dans la routine d'hygiène apparait comme une solution de prévention idéale. C'est dans cette optique que furent développés des dentifrices capables de créer une barrière protectrice stable durant les heures suivant l'utilisation pour protéger des attaques érosives.

- **Les différents actifs**

L'usage des dentifrices fluorés conventionnels au fluorure de sodium (NaF) ou d'amines (AmF), utilisés pour la prévention des caries apportent un certain degré de protection contre l'érosion dans des conditions normales d'acidité. Néanmoins, leur mode d'action diffère du cadre de la protection envers la carie. Les dépôts de CaF2 se solubilisent en situation acide, ce qui est important dans la lutte contre la carie mais moins efficace pour ce qui est de l'érosion. En cas de risque élevé d'érosion, leur efficacité s'avère trop faible.

Généralement, les effets des dentifrices fluorés conventionnels comparés à un dentifrice non fluoré de contrôle oscillent entre aucun effet et environ 30 % de protection de l'émail et de la dentine. Ganss et coll. rapportent des résultats controversés en ce qui concerne les pâtes hautement fluorées. Certaines études révèlent un effet protecteur comparé à un placebo, d'autre une augmentation de la protection face à un dentifrice classique (Moretto et coll., 2010; Ren et coll., 2011). Cependant, d'autres études citées par Ganss et coll. n'ont trouvé aucun bénéfice significatif des pâtes hautement fluorées pour protéger l'émail et la dentine de l'érosion-abrasion (Magalhães et coll., 2008 ; Rios et coll., 2008).

Le fluorure d'étain ou stanneux (SnF2), a montré des résultats prometteurs. Utilisé en suspension, il donne à l'émail une réduction de 55 à 95% de la perte tissulaire. Les ions stanneux forment une couche protectrice sur la dentine, et réagissent avec l'hydroxyapatite en induisant une solubilité réduite de celle-ci et donc une meilleure résistance face aux attaques acides. Mais lorsque ces dentifrices sont utilisés en brossage, leur effet protecteur s'abaisse au niveau de celui des dentifrices au NaF conventionnels.

Selon Ganss et coll., ce phénomène s'explique par le fait que l'action des abrasifs, à l'interface solide/liquide, dérange la précipitation des sels d'étain ou détruit les structures d'émail enrichies en étain. Cette théorie est corroborée par la preuve qu'un gel de SnF2 avec une concentration similaire à celle des dentifrices mais sans composants abrasifs produit une forte protection de l'émail même sous conditions érosives sévères, avec ou sans brossage. Le fluorure stanneux serait donc plus efficace pour protéger l'émail sous forme de bain de bouche ou encore de gel. Cependant, Hooper et coll., ont obtenu un effet protecteur *in vitro* d'un dentifrice à base de fluorure stanneux stabilisé par l'hexamétaphosphate (HMP), face à un dentifrice classique et à de l'eau en situation acide causée par du jus d'orange (Hooper et coll., 2007). Concernant l'effet de l'étain sur la dentine, seules quelques études ont été publiées, dont les résultats restent inutilisables ou peu probants (Ganss et coll., 2013).

Des substances organiques ont été testées comme agents anti-érosion, supposant que des polymères comme la mucine ou la carboxyméthylcellulose peuvent former une couche protectrice sur la surface dentaire ou renforcer le pouvoir protecteur de la pellicule exogène acquise. Certains de ces ingrédients sont communément incorporés aux dentifrices en tant qu'humectants ou épaississants. Ceci explique les résultats variés d'essais avec des dentifrices de même concentration en fluorure mais de compositions différentes (Ganss et coll., 2013).

Le chitosan, largement utilisé dans les domaines industriels et médicaux, est un biopolymère très étudié. Ce polysaccharide est obtenu à partir de la chitine, et possède des propriétés intéressantes comme sa forte charge positive à pH bas. Il peut ainsi s'adsorber aux structures solides à charges négatives, comme l'émail, tout en résistant aux tensioactifs utilisés dans les dentifrices (Ganss et coll., 2013). L'efficacité d'un dentifrice à base de chitosan et d'étain fut comparée à celle d'un dentifrice placebo et à un gel fluoré avec étain dans une situation imitant les fréquentes attaques acides des patients consommateurs quotidiens de sodas. Le chitosan améliore l'efficacité de l'étain, qui fait de ce type de dentifrice une option recommandable chez les patients à risque (Schlueter et coll., 2014). La technologie ChitoActive™ dans le dentifrice Elmex® protection érosion utilise cet actif.

La nanohydroxyapatite fut également testée contre l'érosion, au vu de ses capacités de reminéralisation. Mais d'après l'analyse de Ganss et coll., jusqu'à maintenant, il n'y a pas de preuves que l'hydroxyapatite sous forme nanocristalline se comporte différemment qu'en situation dans les tissus durs dentaires, c'est-à-dire qu'elle ne se dissolve pas en situation acide.

Lors d'un test entre le dentifrice Pro-émail® et un dentifrice à base de nano hydroxyapatite (Biorepair®) en conditions acides, Poggio et coll. ont rapporté un degré de protection significatif semblable entre les deux formules (Poggio et coll., 2010).

L'utilisation de dérivés protéiniques, comme la caséine, montre certains effets prometteurs sur la prévention de l'érosion, mais à concentration élevée en protéine. Des recherches *in situ* plus approfondies sont nécessaires pour examiner la performance de tels dentifrices. La composition en protéine et la résistance aux acides de la pellicule exogène acquise avec ces nouveaux actifs devra particulièrement être étudiée (Jager et coll., 2013). La combinaison de phosphopeptide de caséine (PPC) avec le phosphate de calcium amorphe (PCA) n'a pas montré de résultats significatifs. De plus, conditionnés en crème (GC toothmousse®), ils n'ont pas pour objectif de remplacer le dentifrice (Ganss et coll., 2013).

Le dentifrice Regenerate™ (silicate de calcium, sels de phosphates de sodium et monofluorophosphate de sodium 1450ppm) est associé à un gel bi-phase au silicate de calcium/phosphate. En utilisation conjuguée, cette méthode montre un durcissement de l'émail érodé, significativement meilleur face à un dentifrice fluoré (Joiner et coll., 2014). Peu d'études ont testé les effets de ce dentifrice, le niveau de preuve est pour le moment faible.

Le rôle des dentifrices dans le domaine de l'érosion n'est actuellement pas totalement compris. Les dentifrices fluorés jouent certes un rôle protecteur,mais il n'en demeure pas moins que les lésions érosives se développent malgré leur diffusion et leur utilisation. En effet, la prévalence de lésions érosives initiales, particulièrement chez les jeunes, est en augmentation dans de nombreux pays industrialisés. L'érosion agit sur les surfaces lisses, sans plaque, contrairement à la carie. Des agents actifs protègent ces surfaces mais sont parfois contrés par les composants abrasifs du dentifrice, et leurs interactions ne sont pas totalement comprises. On peut cependant recommander des dentifrices peu abrasifs et formulés à base d'étain ou de chitosan. Ils doivent impérativement être fluorés. Des bains de bouche fluorés ou à base d'étain peuvent aussi être recommandés dans ces situations cliniques.

2.2.2 Xérostomie

Le débit et les constituants salivaires sont des composants importants de santé bucco-dentaire. Certains médicaments (psychotropes) et la polymédication, le syndrome de Goujerot-Sjögren, le diabète ou encore les radiothérapies cervico-faciales sont les causes les plus fréquentes d'hypofonction salivaire. La capacité des fluorures à promouvoir la reminéralisation et inhiber la formation de caries dans l'environnement buccal est limitée par la disponibilité du calcium et du phosphate dans la salive. En condition de dysfonction salivaire, le taux de reminéralisation n'est donc pas assez important pour empêcher le processus carieux et les lésions radiculaires associées (Amaechi et coll., 2013).

Les fluorures à haute concentration aident à prévenir les lésions carieuses chez les patients en hyposalivation. Une étude compare les dentifrices Elmex anticarie® (1400 ppm) et Duraphat® (5000 ppm), associés à des substituts salivaires sur des lésions d'importances variées. La prévention des déminéralisations semble être plus efficace lorsqu'un dentifrice à 5000 ppm est utilisé surtout sur les lésions profondes (Tschoppe et Meyer-Lueckel, 2012).

En situation de xérostomie, les muqueuses sont plus sensibles et plus vulnérables. Il convient donc d'éviter le contact de substances irritantes (huiles essentielles fortes, agents moussants tel que le lauryl sulfate de sodium). Le lauryl sulfate de sodium (LSS), détergent le plus utilisé dans les dentifrices, cause des irritations de la muqueuse, et particulièrement dans le cas d'une sècheresse buccale. Des agents tensioactifs moins irritants ont été développés. Le dentifrice spécifique de Biotène® contient du polyoxyéthylène 20-iso hexadecyl ether (ou POE) comme détergent. Les dentifrices Zendium® ou encore le Sensodyne pro-émail® ne contiennent pas de LSS et peuvent être conseillés préférentiellement pour les situations de xérostomie.

La bétaïne possède des capacités osmoprotectrices et est capable de capter l'humidité. Elle offre ainsi une protection contre les irritations mécaniques et chimiques de la muqueuse. La bétaïne est connue de plus pour réduire les irritations produites par le LSS dans les cosmétiques. Cette propriété fait d'elle un ingrédient prometteur à utiliser en dentifrice. Les dentifrices sans détergents à base de bétaïne n'ont causé aucune desquamation épithéliale comparés à un dentifrice contenant du lauryl sulfate de sodium (LSS). Les résultats de Ship et coll. suggèrent qu'un usage quotidien de produits à base de bétaïne produit une augmentation de la salive non stimulée durant la semaine d'usage du produit comparé à une routine de soin classique (Ship et coll., 2007).

Les sujets de l'étude ayant testé le dentifrice à la bétaïne l'ont préféré au placebo (un dentifrice fluoré classique). Un tel produit améliore ainsi la qualité de vie des patients. La bétaïne apparait être un actif efficace, pas seulement pour la gestion de la xérostomie, mais aussi pour les patients présentant des réactions aux composants classiquement incorporés dans les formules (Söderling et coll., 1998).

Les dentifrices reminéralisants (riches en ions calcium et phosphate ou à base de nanohydroxyapatite) sont plus efficaces dans cette situation que les dentifrices fluorés classiques (Papas et coll., 2008 ; Najibfard et coll., 2011).

En situation de xérostomie, des dentifrices spécifiques doivent être recommandés, et peuvent apporter un bénéfice en terme de protection contre la carie et d'amélioration de la qualité de vie. Cependant, il faut garder à l'esprit qu'aucun topique n'est capable de soulager totalement et durablement les symptômes de la xérostomie (Furness et coll., 2011). Concernant les xérostomies induites par radiothérapie, les dentifrices spécifiques ne peuvent pas remplacer la fluoroprophylaxie quotidienne. Ils peuvent cependant constituer une alternative pour les patients peu compliants.

2.3 Thérapeutiques à visée esthétique : dentifrices anti-tache et blanchissant

Le marché des dentifrices s'est adapté aux demandes actuelles de blancheur, et les formulations changent rapidement dans ce secteur dynamique.

Avant toute chose, il est nécessaire d'identifier l'origine des colorations visées, ainsi que de vérifier que les techniques de brossage soient acquises correctement. De plus, il faut évaluer si d'autres phénomènes sont en jeu : érosion, attrition, colorations intrinsèques ou d'éventuels facteurs comportementaux favorisants. Un nettoyage professionnel aux ultrasons ou par aéropolissage doit être réalisé ensuite. L'amélioration de l'hygiène combinée à l'utilisation d'un dentifrice « éclaircissant » est une option à utiliser en première intention pour contrôler l'étendue et l'intensité des colorations extrinsèques (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

Le mécanisme d'action de ces dentifrices se divise en trois catégories : les dentifrices abrasifs, les dentifrices procurant un nettoyage chimique, et les dentifrices « cosmétiques » qui modifient la perception de la couleur des dents (Joiner, 2010).

Les abrasifs éliminent les colorations extrinsèques et limitent leur formation avant leur maturité. Leur pouvoir nettoyant est affecté par de nombreux paramètres tels que la dureté des particules, leur taille et leur concentration.

Les fabricants ne fournissent pas d'indications précises du pouvoir nettoyant de leurs dentifrices. Mais on considère qu'un dentifrice avec RDA (*Relative Dentin Abrasivity*) inférieur à 250 est utilisable quotidiennement sans danger. Il est cependant recommandé d'alterner dentifrice blanchissant avec un dentifrice peu abrasif (Bonnaure-Mallet et coll., 2009 ; Joiner, 2010).

Les dentifrices peuvent contenir des agents chimiques (vus en partie 3) qui favorisent le nettoyage mécanique.
Les applications des peroxydes dans les dentifrices sont limitées du fait des difficultés des formulations et des brefs temps d'application. Ces dentifrices ne sont pas autorisés au sein de l'Union européenne.
Comme les colorations sont incorporées en premier lieu dans la pellicule exogène acquise, des enzymes peuvent être utilisées pour dégrader ces protéines. On retrouve des enzymes d'origine fongique ou végétale. Les phosphates sont aussi incorporés aux formules pour leur grande affinité avec les tissus dentaires et le tartre, et empêchent ainsi les colorations extrinsèques de se fixer.

Un dentifrice à base de tripolyphosphate de sodium (TPS) et de pyrophosphates montre une réduction significative des colorations existantes face à un dentifrice contenant uniquement du tripolyphosphate de sodium, bien que les deux produits soient plus efficaces qu'un dentifrice classique à base de silice. L'hexamétaphosphate de sodium possède une substantivité supérieure aux autres phosphates, et donne une élimination plus efficace des colorations sans augmenter le RDA.
Les propriétés optiques des dentifrices à base de covarine bleue peuvent apporter un changement immédiat de la couleur des dents en abaissant la teneur en jaune, comparé à la couleur originale et à un dentifrice aux silices. Les effets de ce type de dentifrice sont brefs, et ne persistent pas plus de quelques heures après brossage (Collins et coll., 2008). Cependant, ces auteurs sont des employés du groupe Unilever, et il n'existe pas encore d'études sans conflits d'intérêts. On pourra également citer le dentifrice Email diamant classique® qui rehausse par ses pigments rouges la teinte des gencives, faisant apparaitre les dents plus blanches par contraste.

La littérature trouve une corrélation entre l'efficacité *in vitro* et clinique des dentifrices dits « blancheur ». Cependant, les comparaisons se font souvent avec un dentifrice sans visée cosmétique, peu comparent différents agents dans la même étude.

Les résultats sont obtenus sur de courtes périodes (4 à 6 semaines au maximum). Les effets à longs termes sont méconnus (Joiner, 2010). Sharif et coll. ont évalué l'efficacité de 28 dentifrices commercialisés aux Etats-Unis, face à un contrôle positif (une solution oxydante). Seuls un petit nombre ont approché du nettoyage complet des colorations durant la période test, et quatre furent meilleurs ou égaux au contrôle positif. Peu offrent un avantage clinique pour l'élimination des colorations.

Les dentifrices blanchissants qui offrent donc un réel avantage en comparaison d'un dentifrice fluoré classique sont rares. Certains actifs, comme les phosphates, présentent cependant des avantages pour le contrôle des colorations. Avec autant de dentifrices disponibles sur le marché, il serait nécessaire d'obtenir des informations des laboratoires et des études cliniques pour soutenir les objectifs recherchés de ces produits.

3 Précautions d'usage clinique

3.1 Gestion du risque de fluorose

Malgré les bénéfices des fluorures en matière de santé publique, une consommation excessive de ceux-ci peut être dangereuse. Une ingestion chronique de fluorures peut engendrer une fluorose dentaire, une fluorose squelettique ou encore des dommages rénaux. Au vu des concentrations présentes dans les pâtes dentifrices, seule la fluorose dentaire sera développée ici.

L'accumulation et la méconnaissance des diverses sources d'apport de fluor sont à l'origine de la plupart des cas de fluorose dentaire. Elle représente un potentiel effet indésirable associé à l'utilisation des dentifrices fluorés, en raison de l'ingestion de fluorures possible durant le brossage par les jeunes enfants.

Figure 27 : exemple de fluorose légère (Soto-Rojas etcoll., 2008).

Elle se manifeste généralement par de légères taches blanches, mais aussi par des taches brunes plus ou moins prononcées sur les dents. Il faut noter que la fluorose n'est pas un problème de santé publique en France. Les cas de fluorose observés (environ 2,5 % de la population des enfants de 12 ans, selon l'enquête UFSBD de 1998) sont des fluoroses légères. Ainsi, dans la majorité des cas, le retentissement est principalement esthétique (fluorose légère à modérée) (figure 27). Il faut donc être particulièrement vigilant pour les enfants âgés de 0 à 6 ans, période de minéralisation des couronnes.

La quantité de dentifrice à utiliser pour un enfant dépend : de l'âge, de la capacité de l'enfant à cracher, de son hygiène orale et alimentaire, et enfin de la quantité de fluorures présents dans l'eau de boisson et le sel de table. Ceci sera déterminé lors d'un bilan fluoré personnalisé. Le risque d'une consommation excessive augmente particulièrement chez les jeunes enfants car ils ne peuvent pas cracher correctement et ont tendance à avaler le produit intentionnellement. Le risque de fluorose est présent même si le dentifrice représente le seul apport en fluor de l'enfant. De même, un niveau plus élevé de fluorures dans le dentifrice augmente le risque de fluorose (Mascarenhas et Burt, 1998).

Les résultats de la revue Cochrane de Wong et coll. confirment les standards internationaux de 1000 ppm pour les très jeunes enfants (de 2 à de 6 ans) et jusqu'à 1500 ppm pour les plus âgés (à partir de 6 ans). A partir d'une concentration de 1000 ppm, nous avons vu qu'il existe une relation dose-réponse dans la prévention des caries. Elle doit être prise en compte dans le cas d'enfants à risque carieux élevé. Pour les enfants à risque de moins de deux ans, lors de l'utilisation d'un dentifrice de concentration supérieure à 1000 ppm, il faut prendre en considération le risque de fluorose. Une décision ne doit être prise qu'après une réflexion pesant les bénéfices et les risques avec les personnes responsables de l'enfant (Wong et coll., 2011).

Les parents doivent recevoir par le chirurgien-dentiste des informations sur le risque carieux de leur enfant, sur la manière d'appliquer une quantité appropriée de dentifrice sur une brosse à dents souple de taille ajustée à l'âge, sur la fréquence de brossage et sur l'assistance aux jeunes enfants.

Une trainée de dentifrice fluoré pour les enfants de moins de deux ans abaisse le risque de fluorose. Une quantité de la taille d'un pois (soit 0,25g) est appropriée pour les enfants entre 2 et 5 ans (figure 28). Une brosse à dent recouverte de dentifrice représente pour comparaison environ 1g de produit (Guideline on Fluoride Therapy, 2012).

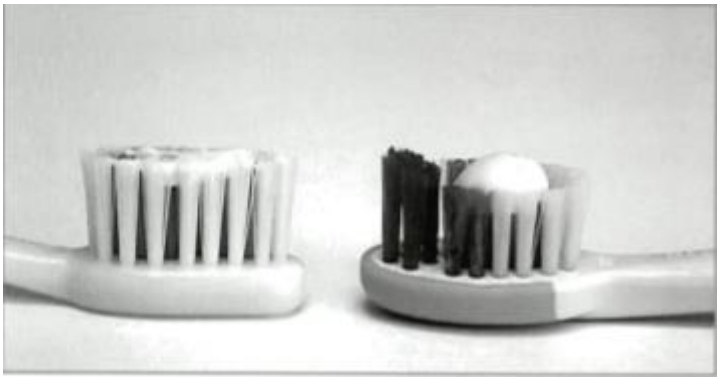


Figure 28 : comparaison entre une trainée et une dose de la taille d'un pois (Guideline on fluoride therapy, 2012)

Concernant les enfants de moins de 12 mois, l'utilisation d'un dentifrice fluoré n'est pas scientifiquement associée à des risques accrus de fluorose. Concernant son utilisation entre l'âge de 12 et 24 mois, les preuves sont également équivoques. Si les risques de fluorose sont sources d'inquiétudes, un dentifrice de concentration inférieure à 1000 ppm pourra être utilisé pour les jeunes enfants (âgés de moins de 6 ans) (Wong et coll., 2010).

En revanche, des niveaux élevés de fluorure (plus de 1000 ppm) dans un dentifrice sont associés à des risques accrus de fluorose s'il est utilisé par des enfants âgés de moins de 6 ans. Toutefois, chez certains enfants présentant un risque carieux élevé, les effets bénéfiques de la prévention des caries sur la santé peuvent prévaloir sur les risques de fluorose (Wong et coll., 2010).

Avec une quantité de 0,25g, le risque de consommation excessive est réduit, de même que le risque de développer une fluorose sur les dents permanentes. Les publicités montrent en général une quantité de dentifrice recouvrant la longueur de la brosse à dent, en conflit direct avec les recommandations d'usage des dentifrices. Le chirurgien-dentiste doit enseigner les précautions d'utilisation aux parents dès la grossesse, pour éviter l'association entre l'image publicitaire et les recommandations (Basch et coll., 2013).

3.2 Cas des dentifrices alternatifs

Les soins alternatifs, biologiques ou homéopathiques représentent une branche croissante du marché des cosmétiques. Il existe ainsi de nombreux produits promus comme des alternatives aux produits dentaires du commerce classique.

Les pâtes dentifrices « naturelles » contiennent généralement de l'argile, des huiles essentielles, du sel ou encore du bicarbonate de sodium. Les gels contiennent majoritairement des extraits de plantes dans des humectants d'origine naturelle. Les agents actifs sont des huiles essentielles ou des extraits végétaux connus en phytothérapie.

Les compositions de trois formules dentifrices sont exposées ci-après pour exemple.

- Gel dentifrice Weleda® : glycérine, eau, acide silicique, extraits de fleur de camomille, de ratanhia, de myrrhe, alginate de sodium, alcool, aesculine, huiles essentielles.
- Dentifrice Weleda® au calendula : eau, carbonate de calcium, glycérine, argile, extrait de calendula, alcool, extrait de myrrhe, huile essentielle, xanthane, glycyrrizate d'ammonium (extrait de réglisse, origine de l'énoxolone).
- Logona® daily care dentifrice à la menthe : eau (filtrée par osmose inverse), carbonate de calcium (retrouvé dans la craie et les coquilles d'animaux marins), glycérine végétale, acide silicique, tensioactif, sel de mer, xylitol, carraghénanes, extrait de camomille biologique, gomme xanthane, alginate, huile de menthe biologique, arôme naturel, composant d'huiles essentielles.

Le dentifrice Parodontax®, bien que faisant partie du circuit classique, est composé majoritairement d'extraits de plantes : camomille (anti-inflammatoire), échinacée (stimule la réponse immunitaire), sauge (réduit le saignement), myrrhe (antiseptique naturel), menthe poivrée (antiseptique, anti-inflammatoire). Le dentifrice Chitodent® contient du chitosan, un antiseptique naturel. Ces dentifrices peuvent se montrer efficaces pour lutter contre certains biofilms oraux. Ils ont montré la même efficacité *in vitro* que la chlorhexidine sur un biofilm de bactéries orales. La substantivité était comparable dans les deux cas (Verkaik et coll., 2011).

Cependant, peu de ces produits ont été testés sur leur efficacité et leur sécurité. Il existe peu d'études disponibles. Leurs effets varient fortement d'une formule à une autre. Certains de ces dentifrices perdent leurs propriétés après dilution, on peut donc douter de leur efficacité *in vivo* (Lee et coll., 2004).

Plus d'études sont nécessaires pour estimer leur efficacité. Certains de ces dentifrices contiennent tout de même des agents moussants controversés comme le lauryl sulfate de sodium comme nous le verrons ultérieurement.

La plupart de ces dentifrices alternatifs ne contiennent pas de fluorures, considérés dans ce cas comme des toxiques et non comme une mesure de prévention. Ceci favorise l'apparition de lésions carieuses.
Les particules abrasives naturelles ont un diamètre plus important que celles présentes dans les dentifrices traditionnels. Elles peuvent engendrer des phénomènes d'abrasion plus importants. Les indices d'abrasivité de ces dentifrices ne sont pas connus.

Il est nécessaire pour le chirurgien-dentiste de connaitre les caractéristiques de ces produits, afin de pouvoir conseiller le patient et lui faire comprendre le type de support et de preuves nécessaires pour déterminer l'efficacité et l'innocuité d'un produit de santé. Un dentifrice à base d'ingrédients naturels peut tout de même être utilisé par un adulte, si les techniques de brossage sont acquises. Ces dentifrices sans fluorures sont en revanche déconseillés chez les enfants car les fluorures représentent la mesure la plus efficace pour prévenir l'apparition des caries (AFSSAPS, 2008).

3.3 Autres précautions

De nombreux pays d'Asie ou encore d'Afrique ne possèdent pas de règlementations précises ou d'organismes de contrôle sur les produits cosmétiques. Ainsi, de nombreux dentifrices commercialisés atteignent moins de 25 % de la concentration annoncée en fluorures. Les fluorures y sont retrouvés liés aux abrasifs calciques (van Loveren et coll., 2005).

4 Effets indésirables des dentifrices

4.1 Effets indésirables sur les tissus minéralisés : phénomène d'érosion/abrasion

Le désir croissant de blancheur de la part des patients a poussé les fabricants à maximiser le pouvoir nettoyant des dentifrices pour éliminer les colorations extrinsèques, tout en minimisant les possibles dommages aux tissus durs dentaires (Franzò et coll., 2010).

4.1.1 Généralités sur l'effet des abrasifs

Lorsque le RDA (*Relative Dentin Abrasivity*) du dentifrice augmente, l'usure de la dentine augmente significativement. L'émail ne subit aucune usure supplémentaire avec la hausse de concentration du dentifrice. La moitié de l'usure de la dentine arrive lors des 20 premières secondes de brossage, on peut donc conseiller au patient d'éviter les zones sensibles ou lésions cervicales dans les premiers temps du brossage, ou de mouiller la brosse afin de diluer les abrasifs avant la mise en bouche. L'abrasivité du dentifrice n'a qu'une influence mineure sur un émail sain. Les habitudes de brossage influencent ce phénomène, tout comme la salive et la pellicule exogène acquise (Franzò et coll., 2010). Il est important de considérer le RDA mais également le degré de rugosité du dentifrice, lorsqu'il est question de décrire son pouvoir abrasif (Johannsen et coll., 2013).

Au niveau des lésions carieuses initiales, l'émail est beaucoup plus fragile. Il a été suggéré que leur réversibilité n'était pas possible avec une abrasivité excessive. L'abrasion due au brossage peut moduler la reminéralisation par les fluorures (Nassar et coll., 2014).

4.1.2 Implications en situation érosive

La combinaison de l'érosion dentaire et de l'abrasivité des dentifrices durant le brossage est reconnue comme une potentielle cause d'usure dentaire, conduisant au développement de lésions érosives / abrasives. Les dentifrices peuvent moduler ce phénomène érosif, suivant leurs propriétés et leurs caractéristiques. Les dents érodées sont plus sensibles à l'usure du brossage que les dents saines. L'adjonction de fluorures réduit la perte en surface d'émail, à n'importe quel niveau d'abrasivité. Sur la dentine, seule une abrasivité faible permet de conserver l'effet protecteur des fluorures. L'abrasivité d'un dentifrice doit donc être connue en situations érosives (Hara et coll., 2009).

Sous conditions d'érosion répétées, le brossage avec dentifrice peut clairement aggraver la perte de substance dentaire. Les cristaux des surfaces lésées sont facilement abrasés, même par friction des tissus mous buccaux, et donc plus encore par l'action de la brosse à dents et des abrasifs. Il faut cependant que la surface soit totalement déminéralisée. Il semble que l'action des abrasifs du dentifrice cause plus de pertes tissulaires que la brosse à dents en elle-même (Ganss et coll., 2013). Cependant, Ganss et coll. relatent que le diamètre des poils de la brosse joue un rôle favorisant la perte tissulaire. En effet, seul un brossage avec brosse à dents dure (brins de 0,25 mm de diamètre) induit une différence d'abrasion avec des dentifrices aux REA (*Relative Enamel Abrasivity*) différents. L'abrasion n'augmente pas si seul le REA augmente, utilisé avec une brosse souple (brins 0,15 mm de diamètre) (Ganss et coll., 2013).

L'abrasion a un plus grand impact sur la dentine, moins résistante mécaniquement que l'émail. En principe, plus le RDA est élevé, plus le phénomène d'abrasion est important. Cependant cette relation semble n'être proportionnelle que lorsqu'une brosse à dents souple est utilisée. En effet, les brins, plus fins et donc plus souples, créent plus de surfaces de contact avec la dentine que ceux d'une brosse dure. De plus, les brosses souples peuvent retenir de plus grandes quantités d'abrasifs, étant donné leurs poils plus nombreux (Wiegand et coll., 2009). C'est pourquoi il faut choisir un dentifrice à faible RDA pour pouvoir utiliser une brosse à dents souple. L'abrasivité d'un dentifrice est un facteur dominant dans la perte dentinaire, car il peut également contrer l'action reminéralisante de celui-ci.

Pour exemple, le dentifrice Sensodyne Pro émail® possède un RDA faible (37), compatible avec les situations érosives.

4.1.3 Implications dans l'hypersensibilité dentinaire

Dans le cadre d'un usage normal, un brossage avec dentifrice, sans conditions acides, ne cause pas d'usure au tissu amélaire.

Le brossage et l'usure dentaire sont des facteurs étiologiques dans la localisation et l'initiation de l'hypersensibilité dentinaire. L'érosion de l'émail expose la dentine, particulièrement au niveau cervical, et initie l'hypersensibilité. Le brossage avec un dentifrice peut exposer les tubules par élimination de la boue dentinaire par ses agents abrasifs et exacerber la perte de dentine par érosion. Les dentifrices fluorés classiques n'apportent pas de protection adéquate face à ce phénomène. La gestion de l'hypersensibilité dentinaire doit être basée sur la prévention secondaire, incluant les habitudes alimentaires et d'hygiène orale (Addy, 2005 ; Addy et West, 2013).

En cas de mésusage, ou combiné à un phénomène érosif, un dentifrice peut causer une perte significative de tissu minéralisé. Dans des conditions normales, le bénéfice de se brosser les dents reste de loin supérieur aux effets indésirables potentiels (Addy et Hunter, 2003).

4.2 Effets indésirables sur la muqueuse buccale

4.2.1 Généralités sur les effets indésirables des excipients

Il faut signaler qu'une trentaine de composés des formules dentifrices sont reconnus comme des allergènes potentiels. Ce sont principalement des agents conservateurs, des agents colorants ou des arômes, comme par exemple les arômes de cannelle et de menthol qui sont souvent incriminés (Sainio et Kanerva, 1995).

Malgré une résistance supérieure de la muqueuse buccale par rapport à celle de la peau, les pâtes et gels peuvent être à l'origine de manifestations allergiques chez 1,5 à 2% d'utilisateurs (stomatite, chéilite, glossite, dermatite péribuccale, hypersensibilité immédiate, ulcérations aphteuses récurrentes). De nombreuses publications font état de cas de réactions muqueuses suite à l'utilisation de dentifrices (Lavy et coll., 2009 ; Peters et Drummond, 2013).

Les dentifrices anti-tartre sont plus particulièrement à même d'induire des réactions dermatologiques. Afin de masquer le goût désagréable des actifs, la concentration en arômes (connus pour créer des réactions d'hypersensibilité) est augmentée. Une concentration augmentée de détergents est nécessaire pour solubiliser les agents antitartres (DeLattre, 1999).

4.2.2 Cas du lauryl sulfate de sodium

Les détergents utilisés dans les dentifrices peuvent causer des lésions muqueuses (Moore et coll., 2008) mais le lauryl sulfate de sodium (LSS) est particulièrement incriminé.

La concentration en lauryl sulfate de sodium des dentifrices commercialisés est comprise entre 1 et 3 %, et donne en bouche une concentration approximative de 0,015% à 1,5%.

Une augmentation de l'épaisseur de l'épithélium et une perte de l'architecture normale avec des compartiments cellulaire moins délimités ont été observées pour des tissus exposés à 0,015% de LSS (figure 28 b).

Au contraire, les tissus exposés à des concentrations plus importantes se sont amincis, les cellules se détachant les unes des autres et de la surface épithéliale (figure 29c). Une exposition à 1,5% de lauryl sulfate de sodium a quant à elle pratiquement détruit l'épithélium.

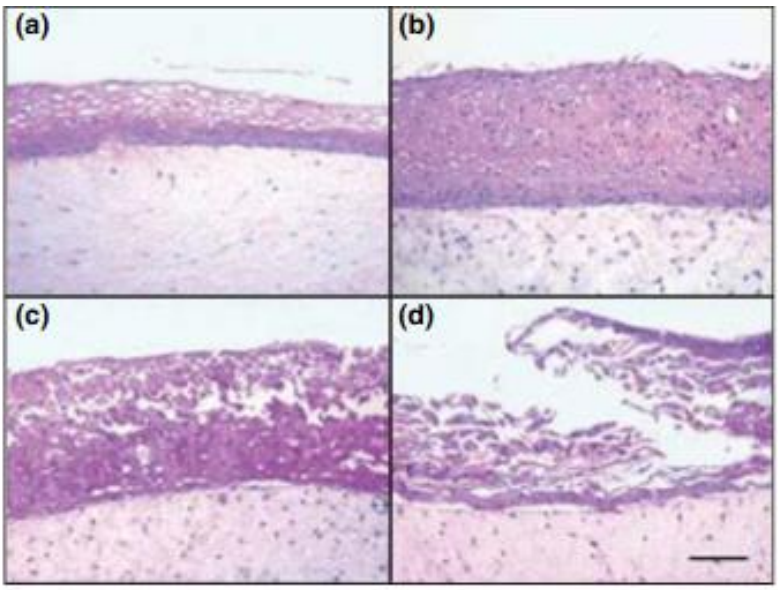


Figure 29 : effets du lauryl sulfate de sodium sur une muqueuse orale humaine reconstituée. (a) contrôle, (b) concentration 0,015%, (c) concentration de 0,5%, (d) concentration 1,5%, (Neppelberg et coll., 2007).

Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec attention, cette expérience ne reflétant pas totalement la situation clinique. Mais le LSS induit une destruction épithéliale à forte concentration, tandis qu'il stimule la prolifération cellulaire à basse concentration (Neppelberg et coll., 2007).

Des études cliniques comparatives concluent que le LSS est responsable de desquamations muqueuses chez les personnes sensibles, et favorise la survenue d'aphtes récurrents. Il contribue à maintenir une hypersensibilité muqueuse (Herlofson et Barkvoll, 1996).

Il est peu compatible avec les fluorures d'amines, la chlorhexidine, le xylitol et la plupart des agents antibactériens cationiques qu'il inactive. Son utilisation doit être proscrite chez des patients présentant des affections de la muqueuse orale (Bonnaure-Mallet et coll., 2009).

4.3 Autres effets indésirables des dentifrices

4.3.1 Dentifrices contenant du diéthylène glycol (DEG)

Le diéthylène glycol est utilisé comme solvant ou comme antigel. Il a été utilisé dans certains dentifrices fabriqués en Chine, comme épaississant à la place de la glycérine. Il est toxique lorsqu'il est ingéré. Le diéthylène glycol a été interdit dans les dentifrices depuis le 2 août 2007 par une décision de police sanitaire au plan national, suivie de dispositions au plan communautaire. Entre mai et juillet 2007, différentes autorités sanitaires européennes (Espagne, Grande-Bretagne) et américaines (Canada, Etats-Unis) ont déclenché des alertes au niveau mondial, afin de signaler sur leur territoire la présence de dentifrices contenant du diéthylène glycol.

4.3.2 Nano particules de dioxide de titane

Le dioxyde de titane (TiO2) est un additif courant dans la nourriture, les produits de soins, et autres produits de consommation, notamment les dentifrices. Après utilisation, on le retrouve dans l'environnement et dans les organismes vivants.
Le 21 janvier 2008, l'Afssaps a été saisie par la Direction Générale de la Santé (DGS) sur le thème des nanomatériaux dans les produits cosmétiques, afin de se prononcer sur le risque de toxicité cancérogène voire génotoxique induit par l'utilisation du dioxyde de titane dans les cosmétiques, du fait notamment de la classification en février 2006 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), en catégorie 2B, c'est-à-dire comme potentiellement cancérogène pour l'homme. L'Afssaps a conclu que des recherches plus approfondies devront être menées (ASNM).

Les dentifrices contiennent de 1 à 10% de dioxyde de titane en tant qu'agent colorant. Ces nanoparticules, si inhalées ou avalées auraient un possible rôle dans la mise en place de l'asthme ou encore de la maladie de Crohn (Weir et coll., 2012).
Une exposition à ces nanoparticules est également neurotoxique. Elles s'accumulent dans le cerveau engendrant un stress oxydatif important, une surprolifération de la glie ainsi que des apoptoses au niveau de l'hippocampe, zone responsable de la mémoire à long terme et de l'apprentissage. L'expression de certains gènes s'en trouve altérée (Ze et coll., 2014).

4.3.3 Cas du triclosan

Dans les produits d'hygiène personnelle, ce produit préoccupe depuis quelques années les toxicologues et spécialistes de la santé publique. Le triclosan est suspecté d'induire trois types de risques.

Le premier, à l'étude depuis quelques années, est l'induction de résistances aux agents antimicrobiens. En 2006, puis à nouveau en 2010, les autorités sanitaires européennes ont conclu que les données disponibles, issues d'études *in vitro*, étaient insuffisantes pour montrer un risque de développement de résistance aux antimicrobiens lié à l'utilisation du triclosan. D'autres études sont donc nécessaires.

Le second type de risque concerne la contraction musculaire. Suite à la publication de Cherednichenko et coll., qui a mis en évidence un effet du triclosan sur le mécanisme de contraction des muscles chez la souris et sur des larves de poissons. Les auteurs estiment que, si ce même effet se retrouvait chez l'homme, la contraction cardiaque serait affaiblie et que cela pourrait présenter un risque pour la santé humaine au niveau d'exposition actuel (Cherednichenko et coll., 2012).

Troisièmement, le triclosan est aussi un xéno-œstrogène, appartenant au groupe des perturbateurs endocriniens, comme beaucoup d'additifs dans les produits de soins personnels. Ce sont des molécules semblables aux œstrogènes, qui perturbent le fonctionnement de ceux-ci envers leurs sites récepteurs. Ceci se répercute sur les fonctions œstrogéno-dépendantes, c'est-à-dire la puberté, la santé reproductive, et la grossesse. Des preuves récentes suggèrent que le triclosan pourrait influencer le risque de cancer hormono-dépendants, mais plus d'études humaines sont nécessaires pour affirmer dans quelles mesures (Dinwiddie et coll., 2014).

5 Perspectives d'avenir

Mieux nous comprendrons la pharmacocinétique des fluorures dans le milieu buccal, plus les scientifiques seront à même de développer de nouvelles approches pour augmenter leur efficacité pour contrôler la carie. Le but devra être d'en augmenter la capacité d'action, en favorisant sa libération, sa diffusion et sa substantivité dans les dentifrices, plutôt que de simplement augmenter la concentration des formulations, au risque de favoriser le développement d'une fluorose. Une des voies prometteuse pour augmenter l'effet anti carie des fluorures, serait de supplémenter en calcium bio-disponible et ainsi obtenir une proportion plus conséquente de fluorures utilisés en bouche. Certaines recherches sont en cours et passeraient par un bain de bouche aux ions calcium avant l'utilisation du dentifrice (Duckworth, 2013).

Les dentifrices à base de nano-hydroxyapatites montrent des résultats prometteurs. On peut s'attendre à leur arrivée sur le marché Français.

Des dentifrices à base de probiotiques sont en cours de recherche et de développement. Les probiotiques pourraient contrer l'action des *streptococcus mutans* en recolonisant la cavité buccale.

Des dentifrices à base d'enzymes se diffusent de plus en plus (lancement de Zendium® en 2015). Ils peuvent augmenter l'activité des enzymes salivaires, modifier la pellicule exogène acquise ou encore avoir une activité antibactérienne (Hannig et coll., 2010). Ils représentent une protection nouvelle contre les diverses pathologies buccales.

Conclusion

Les dentifrices possèdent une longue histoire, remontant aux premières civilisations. Leur composition fut sans cesse en évolution, parallèlement aux changements des sociétés et de leurs habitudes d'hygiène.

La consommation de dentifrice dans nos sociétés actuelles n'a cessé de croître depuis le début de l'époque industrielle. Une multitude de pâtes dentifrices est aujourd'hui produite par de grands groupes commerciaux et pharmaceutiques. Ceux-ci sont toujours en quête d'innovations pour se faire une place dans ce marché dynamique et abondant. Quelques spécialités se partagent la majorité des parts de marché. Le commerce des dentifrices est encadré par de nombreuses règles, qui permettent leur classification, leur suivi et leur contrôle.

La formulation des dentifrices est complexe. Elle intègre de nombreux ingrédients aux propriétés variées qui peuvent interagir entre eux : s'annihiler ou agir en synergie. Les agents actifs peuvent interférer entre eux comme avec les excipients. Leur pharmacocinétique est ainsi moins facile à prévoir que celle des bains de bouche.

Associés au brossage des dents, le dentifrice est désormais communément utilisé par une large tranche de la population à l'échelle mondiale, tout du moins dans les pays industrialisés. A ce titre, il s'agit donc d'un parfait véhicule pour des agents à visée préventive ou thérapeutique. Les dentifrices fluorés jouent en effet un rôle central dans la prévention des lésions carieuses et ont permis une forte diminution de leur prévalence. Cependant, tout n'est pas encore acquis, et le chirurgien-dentiste a pour rôle de diffuser les bons usages et d'orienter le patient vers un dentifrice convenant à son cas clinique. En effet, un dentifrice peut agir sur la plaque, la sensibilité, l'érosion, l'halitose, ou encore l'hyposialie, bien que l'activité de certains agents thérapeutiques ne soit encore totalement comprise.

Cependant, certaines précautions doivent être mises en œuvre concernant leur utilisation, en particulier chez les très jeunes enfants. De plus, certains ingrédients peuvent engendrer des effets indésirables, tandis que d'autres sont le sujet de polémiques.

Des recherches en cours cherchent à renforcer et accroître l'efficacité des dentifrices et de leurs principes actifs.

Nous avons cherché à mettre en exergue le rôle prépondérant des dentifrices dans la santé bucco-dentaire. Parfois résumés à de simples produits cosmétiques, ils sont en réalité de précieux alliés au quotidien pour le chirurgien-dentiste. La bonne connaissance des dentifrices permet au praticien de répondre aux interrogations courantes des patients sur ce sujet.

Pour autant, le dentifrice ne représente qu'un maillon de la chaine de l'hygiène orale, et seul un usage combiné à une technique de brossage dentaire appropriée permettra une santé bucco-dentaire optimale à tous les âges de la vie.

Liste des figures

Figure 1 : une page du papyrus Ebers, musée de l'université de Leipzig. 15
Figure 2 : pages 43 et 44 des « Compositiones » évoquant le dentifrice d'Octavie. 18
Figure 3 : page de titre de l'œuvre de Robert Bunon. 23
Figure 4 : frontispice et page de titre du « Chirurgien dentiste ou traité des dents »..... 24
Figure 5 : l'eau de Botot actuellement commercialisée. 26
Figure 6 : exemple de recette de dentifrice (Bouchu, 1867). 27
Figure 7 : page publicitaire pour le Dentol® 30
Figure 8 : page publicitaire pour les dentifrices bénédictins de Soulac 31
Figure 9 : le tube de crème dentaire Colgate en 1896. 35
Figure 10 : page publicitaire du premier dentifrice Signal. 36
Figure 11 : logo de la marque CE. 44
Figure 12 : logo de la marque NF. 44
Figure 13 : graphique de répartition des ventes globales en pharmacie en 2008 d'après Cardin-Changizi, 2009. 50
Figure 14 : graphique des répartitions des ventes globales en valeurs en octobre 2014 selon les spécialités en GMS et e-commerce. 52
Figure 15 : parts de marché en valeur des principaux intervenants sur le marché des dentifrices en GMS, à fin mars 2014, et évolution en pourcentages vs 2013 53
Figure 16 : schéma d'une molécule de phosphate tricalcique avec ses sites de couplages (Karlinsey et Pfarrer, 2012). 61
Figure 17 : dentifrice Prevdent®. 63
Figure 18 : dentifrice Regenerate™. 64
Figure 19 : dentifrice théodent®. 65
Figure 20 : représentation d'une molécule d'HMP. 69
Figure 21 : vue au microscope électronique à balayage d'une lésion cervicale sur une prémolaire sans symptômes (Absi et coll., 1987). 71
Figure 22 : vue au microscope électronique à balayage d'une lésion cervicale sur une canine présentant une hypersensibilité dentinaire (Absi et coll., 1987). 72
Figure 23 : imagerie MEB révélant la formation d'une couche sur les échantillons traités qui obture les tubulis dentinaires ouverts (Earl et coll., 2011). 74
Figure 24 : schéma représentant la configuration d'un tensioactifs (Martini, 2006b). 85

Figure 25 : pourcentage moyen par pays de filles de 15 ans brossant leurs dents plus d'une fois par jour. 102
Figure 26 : pourcentage moyen par pays de garçons de 15 ans brossant leurs dents plus d'une fois par jour. 103
Figure 27 : exemple de fluorose légère (Soto-Rojas etcoll., 2008). 126
Figure 28 : comparaison entre une trainée et une dose de la taille d'un pois 128
Figure 29 : effets du lauryl sulfate de sodium sur une muqueuse orale humaine reconstituée. (a) contrôle, (b) concentration 0,015%, (c) concentration de 0,5%, (d) concentration 1,5%, (Neppelberg et coll., 2007). 134

Liste des tableaux

Tableau 1 : liste exhaustive des dentifrices fluorés avec AMM, Vidal 2015..... 42
Tableau 2 : liste exhaustive des dentifrices avec AMM avec autres agents actifs, Vidal 2015. 43
Tableau 3 : composition générale d'un dentifrice d'après Roquier-Charles et Sellier, 2005. . 56
Tableau 4 : composition en INCI du dentifrice Signal protection caries®. 57
Tableau 5 : concentration en fluorures pour 1000ppm en fonction du principe actif utilisé (Bonnaure-Mallet et coll., 2009). 59
Tableau 6 : agents actifs dans les principaux dentifrices anti-hypersensibilité d'après Parkinson et Willson, 2011. 75
Tableau 7 : agents dits « blanchissants » classés selon leur fonction, d'après Joiner, 2010. ... 81
Tableau 8 : tableau récapitulatif des excipients classés selon leurs propriétés (Clergeau-Guérithault et coll., 2002). 88

Bibliographie

1. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. J Clin Periodontol. 1987 ; 14(5) : 280-4.

2. Addy M. Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity -- are they associated?. Int Dent J. 2005 ; 55 : 261-7.

3. Addy M, Dowell P. Dentine hypersensitivity--a review. Clinical and in vitro evaluation of treatment agents. J Clin Periodontol. 1983 ; 10(4) : 351-63.

4. Addy M, Hunter ML. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. Int Dent J. 2003;53 (Suppl 3):177-86.

5. Addy M, West NX. The role of toothpaste in the aetiology and treatment of dentine hypersensitivity. Monogr Oral Sci. 2013 ; 23 : 75-87.

6. AFSSAPS. Mise au point Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans [en ligne]. 2008 [consulté le 22 mai 2015]. Disponible sur: http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/7db1d82db7f5636b56170f59e844dd3a.pdf

7. Amaechi BT, van Loveren C. Fluorides and non-fluoride remineralization systems. Monogr Oral Sci. 2013;23:15-26.

8. Amaechi BT, Mathews SM, Mensinkai PK. Effect of theobromine-containing toothpaste on dentin tubule occlusion in situ. Clin Oral Investig. 2015a;19(1):109-16.

9. Amaechi BT, Mathews SM, Ramalingam K, Mensinkai PK. Evaluation of nanohydroxyapatite-containing toothpaste for occluding dentin tubules. Am J Dent. 2015b;28(1):33-9.

10. Amaechi BT, Porteous N, Ramalingam K, Mensinkai PK, Ccahuana Vasquez RA, Sadeghpour A, etcoll. Remineralization of Artificial Enamel Lesions by Theobromine. Caries Res. 2013;47(5):399-405.

11. Andre C. Le savon dans les dentifrices, poison chimique des gencives et des dents. Odontologie. 1933;12:827-37.

12. ASNM. L'AMM et le parcours du médicament [en ligne]. 2014 [consulté le 15 déc 2014]. Disponible sur: http://ansm.sante.fr/Activites/Autorisations-de-Mise-sur-le-Marche-AMM/L-AMM-et-le-parcours-du-medicament/%28offset%29/0

13. ASNM. Nanoparticules de dioxyde de titane et d'oxyde de zinc dans les produits cosmétiques : état des connaissances sur la pénétration cutanée, génotoxicité et cancérogenèse - Point d'information [en ligne]. 2011 [consulté le 18 mai 2015]. Disponible sur: http://ansm.sante.fr/S-informer/Points-d-information-Points-d-information/Nanoparticules-de-dioxyde-de-titane-et-d-oxyde-de-zinc-dans-les-produits-

cosmetiques-Etat-des-connaissances-sur-la-penetration-cutanee-genotoxicite-et-cancerogenese-Point-d-information

14. Azoulay P, Azoulay M. Les pâtes dentifrices. Paris: J. Prélat; 1976. 32 p.

15. Baig A, He T. A novel dentifrice technology for advanced oral health protection: a review of technical and clinical data. Compend Contin Educ Dent Jamesburg. 2005;26(9 Suppl 1):4-11.

16. Bailly M. L'hygiène bucco-dentaire a le sourire [en ligne]. 2011 [consulté le 13 janv 2015]. Disponible sur: http://www.lsa-conso.fr/l-hygiene-bucco-dentaire-a-le-sourire,121941

17. Bailly M. Les produits dentaires ont le sourire [en ligne]. 2012 [consulté le 16 déc 2014]. Disponible sur: http://www.lsa-conso.fr/les-produits-dentaires-ont-le-sourire,130318

18. Bailly M. L'hygiène bucco-dentaire flirte avec la beauté [en ligne]. 2014 [consulté le 26 janv 2015]. Disponible sur: http://www.lsa-conso.fr/l-hygiene-bucco-dentaire-flirte-avec-la-beaute,173226

19. Bogopolsky S. Histoire du dentifrice [en ligne]. 2001 [consulté le 21 nov 2014]. Disponible sur: http://www.biusante.parisdescartes.fr/sfhad/vol5/art02/corps.htm

20. Boisnic S, Ben Slama L, Branchet-Gumila M-C. Comparaison de l'effet anti-inflammatoire et réparateur de deux dentifrices sur un modèle expérimental de muqueuse gingivale humains. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2010;111(5-6):291-5.

21. Bonnaure-Mallet M, Chardin H, Nguyen J, Arreto C, Rocher P, Bloch Zupan A. Les agents locaux en odonto-stomatologie. Paris; Association Dentaire Française; 2009. 67 p.

22. Bossard FJ. Hygiène buccale et thérapeutique précoce des affections parodontales. Rev Mens Suisses Odontostomatol. 1959;69(3):187-92.

23. Bouchu E. Dictionnaire et therapeutique médicale et chirurgicale. Paris: Germer Baillière; 1867. 1568 p.

24. Brännström M, Lindén LA, Aström A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. Caries Res. 1967;1(4):310-7.

25. Bunon R. Essay sur les maladies des dents, où l'on propose les moyens de leur procurer une bonne conformation dès la plus tendre enfance. Paris: Briasson, Chaubert, De Hansy; 1743. 237 p.

26. Burnett GR, Stephen AS, Pizzey RL, Bradshaw DJ. In vitro effects of novel toothpaste actives on components of oral malodour. Int Dent J. 2011;61(Suppl 3):67-73.

27. Burwell A, Jennings D, Muscle D, Greenspan DC. NovaMin and dentin hypersensitivity--in vitro evidence of efficacy. J Clin Dent. 2010;21(3):66-71.

28. Cardin-Changizi P. Les dentifrices montrent pâte blanche... Clinic. 2009;30:12-5.

29. Chambin O, Pillon F, Pillot G. Les dentifrices, notions de base et cas de comptoir. Actual Pharm. 2010;49(495):25-7.

30. Charas M. Pharmacopée royale galénique et chymique. Lyon: Anisson et Posuel; 1693. 448 p.

31. Cherednichenko G, Zhang R, Bannister RA, Timofeyev V, Li N, Fritsch EB, etcoll. Triclosan impairs excitation-contraction coupling and Ca2+ dynamics in striated muscle. Proc Natl Acad Sci. 2012;109(35):14158-63.

32. Clergeau-Guérithault S, Bloch-Zupan A, Bourgeois D. Les Dentifrices. Paris: Association Dentaire Française; 2002. 63 p.

33. Colgate. Historique de la Societe Colgate Palmolive [en ligne]. 2014 [consulté le 15 déc 2014]. Disponible sur: http://www.colgate.fr/app/Colgate/FR/Corp/History/1806.cvsp

34. Collard F, Samana E. Dents, dentistes et art dentaire: histoire, pratiques et représentations, antiquité, moyen âge, ancien régime. Paris: L'Harmattan; 2012. 366 p.

35. Collins LZ, Naeeni M, Platten SM. Instant tooth whitening from a silica toothpaste containing blue covarine. J Dent. 2008;36(Suppl 1):21-5.

36. Combes C, Rey C. Amorphous calcium phosphates: synthesis, properties and uses in biomaterials. Acta Biomater. 2010;6(9):3362-78.

37. Cullinan MP, Bird PS, Heng NCK, West MJ, Seymour GJ. No evidence of triclosan-resistant bacteria following long-term use of triclosan-containing toothpaste. J Periodontal Res. 2014;49(2):220-5.

38. Cummins D. Advances in the clinical management of dentin hypersensitivity: a review of recent evidence for the efficacy of dentifrices in providing instant and lasting relief. J Clin Dent. 2011;22(4):100-7.

39. Dadamio J, Laleman I, Quirynen M. The role of toothpastes in oral malodor management. Monogr Oral Sci. 2013;23:45-60.

40. David C. Hygiène bucco-dentaire du XVIIe au XIXe siècle en France. Paris: L'Harmattan; 2010. 150 p.

41. Davies RM. The rational use of oral care products in the elderly. Clin Oral Investig. 2004;8(1):2-5.

42. Dean HT. Fluorine and dental caries. Am J Orthod. 1947;33(2):49-67.

43. Dean HT. Fluorine in dental caries control. Postgrad Med. 1949;5(5):361-7.

44. Dechaume M, Huard P, Imbault-Huart MJ. Histoire illustrée de l'Art dentaire. Stomatologie et Odontologie. Paris : Dacosta R; 1977. 620 p.

45. DeLattre VF. Factors Contributing to Adverse Soft Tissue Reactions Due to the Use of Tartar Control Toothpastes: report of a Case and Literature Review. J Periodontol. 1999;70(7):803-7.

46. Dinwiddie MT, Terry PD, Chen J. Recent Evidence Regarding Triclosan and Cancer Risk. Int J Environ Res Public Health. 2014;11(2):2209-17.

47. Duckworth RM. Pharmacokinetics in the oral cavity: fluoride and other active ingredients. Monogr Oral Sci. 2013;23:125-39.

48. Earl JS, Leary RK, Muller KH, Langford RM, Greenspan DC. Physical and chemical characterization of dentin surface following treatment with NovaMin technology. J Clin Dent. 2011;22(3):62-7.

49. Ekstrand K, Martignon S, Holm-Pedersen P. Development and evaluation of two root caries controlling programmes for home-based frail people older than 75 years. Gerodontology. 2008;25(2):67-75.

50. Embery G, Rolla G. Clinical and Biological aspects of dentifrices. New York: Oxford university press; 1992. 366 p.

51. EUR-Lex. Journal officiel de l'Union européenne CE117 [en ligne].2010 [consulté le 10 mai 2015]. Disponible sur : http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=OJ:C:2010:117E:TOC

52. EUR-Lex. Règlement (CE) n°765/2008 du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet 2008 fixant les prescriptions relatives à l'accréditation et à la surveillance du marché pour la commercialisation des produits [en ligne]. 2008 [consulté le 10 mai 2015]. Disponible sur : http://eurlex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/?qid=1433928917002&uri=CELEX:32008R0765

53. Fauchard P. Le Chirurgien Dentiste ou traité des dents. Paris: Pierre Jean Mariette; 1728. 456 p.

54. Franzò D, Philpotts CJ, Cox TF, Joiner A. The effect of toothpaste concentration on enamel and dentine wear in vitro. J Dent. 2010;38(12):974-9.

55. Furness S, Worthington HV, Bryan G, Birchenough S, McMillan R. Interventions for the management of dry mouth: topical therapies. Cochrane Database Syst Rev. [en ligne]. 2011 [consulté le 30 avr 2015]; (12). Disponible sur: http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008934.pub2

56. Ganss C, Schlueter N, Friedrich D, Klimek J. Efficacy of Waiting Periods and Topical Fluoride Treatment on Toothbrush Abrasion of Eroded Enamel in situ. Caries Res. 2007;41(2):146-51.

57. Ganss C, Schulze K, Schlueter N. Toothpaste and erosion. Monogr Oral Sci. 2013;23:88-99.

58. Guideline on Fluoride Therapy. Guideline on Fluoride Therapy. Pediatr Dent. 2012;34(6):162-5.

59. EMarketing. Dentifrices: les Français soignent leurs dents [en ligne]. 2011 [consulté le 26 janv 2015]. Disponible sur: http://www.e-marketing.fr/Marketing-Magazine/Article/Dentifrices-les-Fran-ais-soignent-leurs-dents-40427-1.htm

60. Gunsolley JC. A meta-analysis of six-month studies of antiplaque and antigingivitis agents. J Am Dent. 2006;137(12):1649-57.

61. Hannig C, Spitzmüller B, Lux HC, Altenburger M, Al-Ahmad A, Hannig M. Efficacy of enzymatic toothpastes for immobilisation of protective enzymes in the in situ pellicle. Arch Oral Biol. 2010;55(7):463-9.

62. Hara AT, González-Cabezas C, Creeth J, Parmar M, Eckert GJ, Zero DT. Interplay between fluoride and abrasivity of dentifrices on dental erosion–abrasion. J Dent. 2009;37(10):781-5.

63. Herlofson BB, Barkvoll P. Oral mucosal desquamation caused by two toothpaste detergents in an experimental model. Eur J Oral Sci. 1996;104(1):21-6.

64. Hooper SM, Newcombe RG, Faller R, Eversole S, Addy M, West NX. The protective effects of toothpaste against erosion by orange juice: studies in situ and in vitro. J Dent. 2007;35(6):476-81.

65. Hu D, Zhang YP, Petrone M, Volpe AR, DeVizio W, Giniger M. Clinical effectiveness of a triclosan/copolymer/sodium fluoride dentifrice in controlling oral malodor: a 3-week clinical trial. Oral Dis. 2005;11(Suppl 1):51-3.

66. Ibn Zhour, Bouamrane F. Le traité médical. Paris: J. Vrin; 2010. 476 p.

67. IFOP. Les Français et la sensibilité dentaire [en ligne]. 2011 [consulté le 20 avril 2015]. Disponible sur : http://www.ifop.com/media/poll/1691-1-study_file.pdf

68. Irsa A, Elkabbach M. Les dents : histoire, beauté, santé, soins. Paris: Flammarion; 1986. 308 p.

69. Jager DHJ, Vissink A, Timmer CJ, Bronkhorst E, Vieira AM, Huysmans MCDNJM. Reduction of Erosion by Protein-Containing Toothpastes. Caries Res. 2013;47(2):135-40.

70. Jensen O, Gabre P, Sköld U, Birkhed D, Povlsen L. 'I take for granted that patients know' - oral health professionals' strategies, considerations and methods when teaching patients how to use fluoride toothpaste. Int J Dent Hyg. 2014;12(2):81-8.

71. Jensen O, Gabre P, Sköld UM, Birkhed D. Is the use of fluoride toothpaste optimal? Knowledge, attitudes and behaviour concerning fluoride toothpaste and toothbrushing in different age groups in Sweden: toothpaste habits, knowledge and attitudes. Community Dent Oral Epidemiol. 2012;40(2):175-84.

72. Johannsen G, Tellefsen G, Johannsen A, Liljeborg A. The importance of measuring toothpaste abrasivity in both a quantitative and qualitative way. Acta Odontol Scand. 2013;71(3/4):508-17.

73. Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. J Dent. 2010;38:e17-24.

74. Joiner A, Schäfer F, Naeeni MM, Gupta AK, Zero DT. Remineralisation effect of a dual-phase calcium silicate/phosphate gel combined with calcium silicate/phosphate toothpaste on acid-challenged enamel in situ. J Dent. 2014;42(Suppl 1):S53-9.

75. Karlinsey RL, Pfarrer AM. Fluoride Plus Functionalized β-TCP. Adv Dent Res. 2012;24(2):48-52.

76. Lafont O. Dictionnaire d'histoire de la pharmacie des origines à la fin du XIXème siècle. Paris: Pharmathèmes; 2003. 495 p.

77. Lamendin H. Praticiens de l'Art Dentaire du XIVème siècle au XXème siècle. Paris: L'Harmattan; 2007. 197 p.

78. LaTorre G, Greenspan DC. The role of ionic release from NovaMin (calcium sodium phosphosilicate) in tubule occlusion: an exploratory in vitro study using radio-labeled isotopes. J Clin Dent. 2010;21(3):72-6.

79. Lavy Y, Slodownik D, Trattner A, Ingber A. Toothpaste allergy as a cause of cheilitis in Israeli patients. Dermat Contact Atopic Occup Drug. 2009;20(2):95-8.

80. Lee SS, Zhang W, Li Y. The antimicrobial potential of 14 natural herbal dentifrices: results of an in vitro diffusion method study. J Am Dent. 2004;135(8):1133-41.

81. Lefebvre T, Raynal C. Un siècle de service médical rendu : De quelques spécialités pharmaceutiques françaises centenaires. Rev Hist Pharm. 2000;88(325):11-44.

82. Legifrance. Code de la consommation [en ligne]. 2015 [consulté le 18 nov 2014]. Disponible sur: http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006069565&dateTexte=20141118

83. Legifrance. Code de la santé publique [en ligne]. 2015 [consulté le 18 nov 2014]. Disponible sur: http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=D919FD9B7FEDF9F9AE63F63259857B97.tpdila15v_3?idSectionTA=LEGISCTA000006171374&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20141118

84. Li J, Xie X, Wang Y, Yin W, Antoun JS, Farella M, etcoll. Long-term remineralizing effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) on early caries lesions in vivo: a systematic review. J Dent. 2014;42(7):769-77.

85. Lima TJ, Ribeiro CCC, Tenuta LMA, Cury JA. Low-fluoride dentifrice and caries lesion control in children with different caries experience: a randomized clinical trial. Caries Res. 2008;42(1):46-50.

86. Littre E, Robin C. Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent. 13e éd. Paris: Baillière; 1873. 1836 p.

87. Liu H, Segreto VA, Baker RA, Vastola KA, Ramsey LL, Gerlach RW. Anticalculus efficacy and safety of a novel whitening dentifrice containing sodium hexametaphosphate: a controlled six-month clinical trial. J Clin Dent. 2002;13(1):25-8.

88. Van Loveren C, Duckworth RM. Anti-calculus and whitening toothpastes. Monogr Oral Sci. 2013;23:61-74.

89. Van Loveren C, Moorer WR, Buijs MJ, van Palenstein Helderman WH. Total and free fluoride in toothpastes from some non-established market economy countries. Caries Res. 2005;39(3):224-30.

90. Magalhães AC, Rios D, Moino AL, Wiegand A, Attin T, Buzalaf M a. R. Effect of different concentrations of fluoride in dentifrices on dentin erosion subjected or not to abrasion in situ/ex vivo. Caries Res. 2008;42(2):112-6.

91. Mannaa A, Carlén A, Zaura E, Buijs MJ, Bukhary S, Lingström P. Effects of high-fluoride dentifrice (5,000-ppm) on caries-related plaque and salivary variables. Clin Oral Investig. 2014;18(5):1419-26.

92. Marinho VCC. Evidence-based effectiveness of topical fluorides. Adv Dent Res. 2008;20(1):3-7.

93. Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. 2003;(1):CD002278.

94. Martini M-C. Conservateurs. EMC - Cosmétologie Dermatol Esthét. 2006a;1(1):1-5.

95. Martini M-C. Excipients en cosmétologie. Encycl Méd Chir Cosmétologie Dermatol Esthét. 2006b:1-8. [Article 50-120-B-10].

96. Mascarenhas AK, Burt BA. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. Community Dent Oral Epidemiol. 1998;26(4):241-8.

97. Meyer-Lueckel H, Wierichs RJ, Schellwien T, Paris S. Remineralizing Efficacy of a CPP-ACP Cream on Enamel Caries Lesions in situ. Caries Res. 2015;49(1):56-62.

98. Moore C, Addy M, Moran J. Toothpaste detergents: a potential source of oral soft tissue damage?. Int J Dent Hyg. 2008;6(3):193-8.

99. Moretto MJ, Magalhães AC, Sassaki KT, Delbem ACB, Martinhon CCR. Effect of different fluoride concentrations of experimental dentifrices on enamel erosion and abrasion. Caries Res. 2010;44(2):135-40.

100. Mühlemann H. Introduction sur les fluorures et historique des amines fluorées. Rev Sci Med. 1981;(242):7-9.

101. Najibfard K, Ramalingam K, Chedjieu I, Amaechi BT. Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice. J Clin Dent. 2011;22(5):139.

102. Nassar HM, Lippert F, Eckert GJ, Hara AT. Dentifrice Fluoride and Abrasivity Interplay on Artificial Caries Lesions. Caries Res. 2014;48(6):557-65.

103. Neppelberg E, Costea DE, Vintermyr OK, Johannessen AC. Dual effects of sodium lauryl sulphate on human oral epithelial structure. Exp Dermatol. 2007;16(7):574-9.

104. Niles HP, Hunter C, Vazquez J, Williams MI, Cummins D. The clinical comparison of a triclosan/copolymer/fluoride dentifrice vs a breath-freshening dentifrice in reducing breath odor overnight: a crossover study. Oral Dis. 2005;11(Suppl 1):54-6.

105. Nordström A, Birkhed D. Effect of a third application of toothpastes (1450 and 5000 ppm F), including a 'massage' method on fluoride retention and pH drop in plaque. Acta Odontol Scand. 2013;71(1):50-6.

106. Nyvad B, Fejerskov O. Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. Eur J Oral Sci. 1986;94(3):281-4.

107. Orchardson R, Gillam DG. The Efficacy of Potassium Salts as Agents for Treating Dentin Hypersensitivity. J Orofac Pain. 2000;14(1):9-19.

108. Papas A, Russell D, Singh M, Kent R, Triol C, Winston A. Caries clinical trial of a remineralising toothpaste in radiation patients. Gerodontology. 2008;25(2):76-88.

109. Paraskevas S, van der Weijden GA. A review of the effects of stannous fluoride on gingivitis. J Clin Periodontol. 2006;33(1):1-13.

110. Parker AS, Patel AN, Al Botros R, Snowden ME, McKelvey K, Unwin PR, etcoll. Measurement of the efficacy of calcium silicate for the protection and repair of dental enamel. J Dent. 2014;42(Suppl 1):S21-9.

111. Parkinson CR, Willson RJ. A comparative in vitro study investigating the occlusion and mineralization properties of commercial toothpastes in a four-day dentin disc model. J Clin Dent. 2011;22(3):74-81.

112. Parnell C, O'Mullane D. After-brush rinsing protocols, frequency of toothpaste use: fluoride and other active ingredients. Monogr Oral Sci. 2013;23:140-53.

113. Peters P, Drummond C. Perioral dermatitis from high fluoride dentifrice: a case report and review of literature. Aust Dent J. 2013;58(3):371-2.

114. Petitdidier J. Industrie et consommation des pâtes dentifrices en France en 1975. Thèse de chirurgie dentaire. Université Henri Poincaré Nancy 1; 1976, 75 f.

115. Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, Cummins D, etcoll. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: how dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. J Clin Dent. 2009;20(1):23-31.

116. Poggio C, Lombardini M, Colombo M, Bianchi S. Impact of two toothpastes on repairing enamel erosion produced by a soft drink: an AFM in vitro study. J Dent. 2010;38(11):868-74.

117. Poggio C, Lombardini M, Vigorelli P, Colombo M, Chiesa M. The role of different toothpastes on preventing dentin erosion: An SEM and AFM study®: Role of different toothpastes on preventing dentin erosion. Scanning. 2014;36(3):301-10.

118. Reich E, Lussi A, Newbrun E. Caries-risk assessment. Int Dent J. 1999;49(1):15-26.

119. Ren Y-F, Liu X, Fadel N, Malmstrom H, Barnes V, Xu T. Preventive effects of dentifrice containing 5000ppm fluoride against dental erosion in situ. J Dent. 2011;39(10):672-8.

120. Richards A, Machiulskiene V, Nyvad B, Baelum V. Saliva fluoride before and during 3 years of supervised use of fluoride toothpaste. Clin Oral Investig. 2013;17(9):2057-63.

121. Rios D, Magalhães AC, Polo ROB, Wiegand A, Attin T, Buzalaf MAR. The efficacy of a highly concentrated fluoride dentifrice on bovine enamel subjected to erosion and abrasion. J Am Dent. 2008;139(12):1652-6.

122. Roquier-Charles D, Seiller M. Hygiène et soins buccodentaires: prévention et traitements des affections courantes. Paris: Pharmathèmes édition-communication santé; 2005. 63 p.

123. Roy M. Thérapeutique de La Bouche Et Des Dents : Hygiène Buccale Et Anesthésie Dentaire. Paris: J.B. Baillière & fils; 1897. 286 p.

124. Rozencweig D. Manuel de prévention dentaire: propositions à l'intention des odontologistes et des assistantes pour l'enseignement de l'hygiène bucco-dentaire. Paris: Masson; 1988. 152 p.

125. Sainio EL, Kanerva L. Contact allergens in toothpastes and a review of their hypersensitivity. Contact Dermatitis. 1995;33(2):100-5.

126. Dos Santos APP, Nadanovsky P, de Oliveira BH. A systematic review and meta-analysis of the effects of fluoride toothpastes on the prevention of dental caries in the primary dentition of preschool children. Evid Based Dent. 2014;15(3):67.

127. Sanz M, Serrano J, Iniesta M, Santa Cruz I, Herrera D. Antiplaque and antigingivitis toothpastes. Monogr Oral Sci. 2013;23:27-44.

128. Schlueter N, Glatzki J, Klimek J, Ganss C. Erosive-abrasive tissue loss in dentine under simulated bulimic conditions. Arch Oral Biol. 2012;57(9):1176-82.

129. Schlueter N, Klimek J, Ganss C. Effect of a chitosan additive to a Sn2+-containing toothpaste on its anti-erosive/anti-abrasive efficacy—a controlled randomised in situ trial. Clin Oral Investig. 2014;18(1):107-15.

130. Schmid H. Les propriétés physico-chimiques des fluorures d'amines. Rev Sci Med. 1981;(242):13-6.

131. Seppä L. The future of preventive programs in countries with different systems for dental care. Caries Res. 2001;35(Suppl 1):26-9.

132. Sharif MO, Iram S, Brunton PA. Effectiveness of arginine-containing toothpastes in treating dentine hypersensitivity: a systematic review. J Dent. 2013;41(6):483-92.

133. Ship JA, Mccutcheon JA, Spivakovsky S, Kerr AR. Safety and effectiveness of topical dry mouth products containing olive oil, betaine, and xylitol in reducing xerostomia for polypharmacy-induced dry mouth. J Oral Rehabil. 2007;34(10):724-32.

134. Singer AE, Singer MW. An ancient dentifrice. Class Wkly. 1950;(43):217-8.

135. Soares LG, Jonski G, Tinoco EMB, Young A. Short-term effect of strontium- and zinc-containing toothpastes and mouthrinses on volatile sulphur compounds in morning

breath: a randomized, double-blind, cross-over clinical study. Eur J Oral Sci. 2015; 123(2):72-9

136. Söderling E, Bell AL, Kirstilä V, Tenovuo J. Betaine-containing toothpaste relieves subjective symptoms of dry mouth. Acta Odontol Scand. 1998;56(2):65-9.

137. Söderling EM. Xylitol, mutans streptococci, and dental plaque. Adv Dent Res. 2009;21(1):74-8.

138. Soto-Rojas AE, Martínez-Mier A, Ureña-Cirett JL, Jackson RD, Stookey GK. Development of a Standardisation Device for Photographic Assessment of Dental Fluorosis in Field Studies. Oral Health Prev Dent. 2008;6(1):29-36.

139. Srinivasan M, Schimmel M, Riesen M, Ilgner A, Wicht MJ, Warncke M, et coll. High-fluoride toothpaste: a multicenter randomized controlled trial in adults. Community Dent Oral Epidemiol. 2014;42(4):333-40.

140. Stookey GK, Mau MS, Isaacs RL, Gonzalez-Gierbolini C, Bartizek RD, Biesbrock AR. The relative anticaries effectiveness of three fluoride-containing dentifrices in Puerto Rico. Caries Res. 2004;38(6):542-50.

141. Sullivan RJ, Charig A, Blake-Haskins J, Zhang YP, Miller SM, Strannick M, etcoll. In vivo detection of calcium from dicalcium phosphate dihydrate dentifrices in demineralized human enamel and plaque. Adv Dent Res. 1997;11(4):380-7.

142. Surdacka A, Stopa J. The effect of xylitol toothpaste on the oral cavity environment. J Prev Med. 2005;13(1-2):98-107.

143. Ten Cate JM. Contemporary perspective on the use of fluoride products in caries prevention. BDJ. 2013;214(4):161-7.

144. Tschoppe P, Meyer-Lueckel H. Effects of regular and highly fluoridated toothpastes in combination with saliva substitutes on artificial enamel caries lesions differing in mineral content. Arch Oral Biol. 2012;57(7):931-9.

145. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. J Dent. 2011;39(6):430-7.

146. UFSBD. Chiffres clés par thématique [en ligne]. [consulté le 10 juin 2015]. Disponible sur : http://www.ufsbd.fr/espace-public/espace-presse/chiffres-cles-par-thematique/

147. UFSBD. Nouvelles recommandations d'hygiène bucco-dentaire. Pratiques dentaires [en ligne]. 2013 [consulté le 14 juin2015]. Disponible sur : http://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2013/11/Recos-espace-PRO.pdf

148. Vano M, Derchi G, Barone A, Covani U. Effectiveness of nano-hydroxyapatite toothpaste in reducing dentin hypersensitivity: a double-blind randomized controlled trial. Quintessence Int. 2014;45(8):703-11.

149. Verkaik MJ, Busscher HJ, Jager D, Slomp AM, Abbas F, van der Mei HC. Efficacy of natural antimicrobials in toothpaste formulations against oral biofilms in vitro. J Dent. 2011;39(3):218-24.

150. Walsh T, Worthington HV, Glenny A-M, Appelbe P, Marinho VC, Shi X. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. [en ligne]. 2010 [consulté le 9 avr 2015]. Disponible sur: http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007868.pub2

151. Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, etcoll. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. J Dent. 2010;38(5):400-10.

152. Weir A, Westerhoff P, Fabricius L, Hristovski K, von Goetz N. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products. Environ Sci Technol. 2012;46(4):2242-50.

153. Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. J Dent. 2009;37(6):480-4.

154. Wierichs RJ, Meyer-Lueckel H. Systematic Review on Noninvasive Treatment of Root Caries Lesions. J Dent Res. 2015; 94(2):261-71.

155. Winston JL, Fiedler SK, Schiff T, Baker R. An anticalculus dentifrice with sodium hexametaphosphate and stannous fluoride: a six-month study of efficacy. J Contemp Dent Pract. 2007;8(5):1-8.

156. Wong MC, Glenny A-M, Tsang BW, Lo EC, Worthington HV, Marinho VC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. Cochrane Database Syst Rev. 2010;(1):CD007693.

157. Wong MCM, Clarkson J, Glenny A-M, Lo ECM, Marinho VCC, Tsang BWK, etcoll. Cochrane Reviews on the Benefits/Risks of Fluoride Toothpastes. J Dent Res. 2011;90(5):573-9.

158. World Health Organization, Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century--the approach of the WHO Global Oral Health Programme [en ligne]. 2003 [consulté le 15 mars 2015] Disponible sur: http://www.who.int/oral_health/media/en/orh_report03_en.pdf

159. World Health Organization. Social determinants of health and well-being among young people health behaviour in school-aged (HBSC) children: international report from the 2009/2010 survey [en ligne]. 2012 [consulté le 22 avr 2015]. Disponible sur: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/163857/Social-determinants-of-health-and-well-being-among-young-people.pdf

160. Yazdankhah SP, Scheie AA, Høiby EA, Lunestad B-T, Heir E, Fotland TØ, etcoll. Triclosan and Antimicrobial Resistance in Bacteria: An Overview. Microb Drug Resist. 2006;12(2):83-90.

161. Young A, Jonski G. Effect of a single brushing with two Zn-containing toothpastes on VSC in morning breath: a 12 h, randomized, double-blind, cross-over clinical study. J Breath Res. 2011;5(4):046012.

162. Ze Y, Hu R, Wang X, Sang X, Ze X, Li B, etcoll. Neurotoxicity and gene-expressed profile in brain-injured mice caused by exposure to titanium dioxide nanoparticles: TiO_2 NP-Induced Brain Toxicity. J Biomed Mater Res A. 2014;102(2):470-8.

MOUGEL Armande, Histoire et évolution des pâtes dentifrices ; de l'hygiène à la thérapeutique

Nancy 2015: 154 f : 37 ill :

Th : Chir-Dent : Nancy 2015

MOUGEL Armande, Histoire et évolution des pâtes dentifrices ; de l'hygiène à la thérapeutique

Th : Chir-Dent : Nancy 2015

Résumé de la thèse :

- A travers son histoire, montrer comment le dentifrice est devenu un produit d'hygiène indispensable
- Découvrir l'activité grandissante dans ce secteur, de ses origines aux nouvelles évolutions d'aujourd'hui
- Comprendre comment les pâtes dentifrices sont formulées, puis produites, puis commercialisées
- Montrer le rôle prépondérant des dentifrices au niveau de la prévention de nombreuses pathologies dentaires, et notamment le phénomène carieux, avec l'introduction du fluor
- Exposer l'aide que ces produits peuvent apporter dans la prise en charge des pathologies buccales et dans le traitement spécifique de certains patients.

JURY : Président : P. AMBROSINI Professeur des Universités

Juge : E. MORTIER Maître de Conférences

Juge : S. JAGER Docteur en chirurgie dentaire

Juge : C. CLEMENT Maître de Conférences

MOUGEL Armande

5 bis rue des longs-champs,

88160 Fresse sur Moselle