

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE SANTE – DEPARTEMENT D'ODONTOLOGIE

ANNEE 2023

2023 TOU3 3050

THESE

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

Présentée et soutenue publiquement

par

SOVRAN Mathilde

le 27/06/2023

**LES DENTIFRICES SOLIDES : AVANTAGES ET
INCONVENIENTS PAR OPPOSITION AUX DENTIFRICES
CONVENTIONNELS, UNE ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

Directeurs de thèse : Dr. Thibault CANCEILL et Dr. Julien DELRIEU

JURY

Président :	Professeur Cathy NABET
1 ^{er} assesseur :	Docteur Rémi ESCLASSAN
2 ^{ème} assesseur :	Docteur Thibault CANCEILL
3 ^{ème} assesseur :	Docteur Julien DELRIEU





Faculté de santé
Département d'Odontologie

➔ DIRECTION

Doyen de la Faculté de Santé

M. Philippe POMAR

Vice Doyenne de la Faculté de Santé

Directrice du Département d'Odontologie

Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

Directeurs Adjointes

Mme Sarah COUSTY

M. Florent DESTRUHAUT

Directrice Administrative

Mme Muriel VERDAGUER

Présidente du Comité Scientifique

Mme Cathy NABET

➔ HONORARIAT

Doyens honoraires

M. Jean LAGARRIGUE +

M. Jean-Philippe LODTER +

M. Gérard PALOUDIER

M. Michel SIXOU

M. Henri SOULET

Chargés de mission

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)

M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY

Assistants : Mme Anne GICQUEL, M. Rokin BENETAH

Adjointes d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Mathieu TESTE, M. Daniel BANDON

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, M. Maxime ROTENBERG

Assistants : M. Vincent VIDAL-ROSSET, Mme Carole VARGAS JOULIA

Adjointes d'Enseignement : Mme. Isabelle ARAGON

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES

Assistante : Mme Géromine FOURNIER

Adjointes d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL

Mme Carole KANJ, Mme Mylène VINCENT-BERTHOUMIEUX, M. Christophe BEDOS

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Philippe KEMOUN)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Sara LAURENCIN- DALICIEUX, Mme Alexia VINEL, Mme. Charlotte THOMAS

Assistants : M. Jeffrey DURAN, M. Antoine AL HALABI

Adjointes d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE,
Mme Myriam KADECH, M. Matthieu RIMBERT,

CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS
Assistants : M. Clément CAMBRONNE, M. Antoine DUBUC
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY, M. Jérôme SALEFRANQUE,

BIOLOGIE ORALE

Professeurs d'Université : M. Philippe KEMOUN, M. Vincent BLASCO-BAQUE
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Matthieu MINTY
Assistants : Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET GALY-CASSIT, Mme Sylvie LE
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, Mme Inessa TIMOFEEVA-JOSSINET

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE
Assistants : M. Ludovic PELLETIER, Mme Laura PASCALIN, M. Thibault DECAMPS
M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ, M. Lorris BOIVIN
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean-Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE, Mme Lucie RAPP

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR, M. Florent DESTRUHAUT,
Maîtres de Conférences : M. Rémi ESCLASSAN, M. Antoine GALIBOURG,
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY
M. Anthony LEBON
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER, M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Victor EMONET-DENAND, M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE, M. Antonin HENNEQUIN, M. Bertrand CHAMPION

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur d'Université : Mr. Paul MONSARRAT
Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Thibault CANCEILL
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, M. Olivier DENY
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 15 Mai 2023

Remerciements

A mes parents, merci pour tout, pour m'avoir guidé tout au long de ma vie jusqu'à maintenant, pour m'avoir portée dans mes études et ailleurs, pour m'avoir donné l'envie et la motivation d'aller le plus loin possible et pour le cadre toujours bienveillant dans lequel j'ai pu évoluer et m'épanouir et qui fait ce que je suis aujourd'hui.

A mes sœurs, Emma pour tes conseils de grande sœur et ton soutien énorme lors de la rédaction de cette thèse, Clémence pour ta gentillesse et ta bonne humeur dans les moments les plus compliqués.

A Antoine, merci pour avoir été à mes côtés tout au long de mes études, de m'avoir supporté, soutenu et conseillé. Merci d'être mon pilier, de m'avoir rassuré et de continuer à le faire dans ce tournant si important de nos vies. Le meilleur reste à venir.

A mes grands-parents, pour votre soutien, votre intérêt et votre investissement dans mes études, pour votre écoute toujours bienveillante et vos encouragements.

A mes amies et partenaires de promotion Célia, Blandine, Marie et Maéva, avec qui j'ai partagé des années merveilleuses, nous nous sommes soutenues mutuellement et votre présence a été indispensable.

A ma meilleure amie Marie et à ses parents, pour le soutien sans faille, les encouragements et les pauses respiration tout au long de mes études.

A ma dentiste Docteur Régine Brugger et à son mari pour m'avoir donné goût au métier, m'avoir accueilli pour mes stages et mes premiers remplacements, m'avoir fait confiance et m'avoir donné les premières clés indispensables pour débiter le plus sereinement possible.

A notre président du jury

Madame le **Professeur Cathy Nabet**

-Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Diplôme d'Etudes Approfondies de Santé Publique – Epidémiologie

-Docteur de l'Université Paris XI,

-Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),

-Lauréate de la Faculté de Médecine,

-Lauréate de l'Université Paul Sabatier,

-Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites de présider notre jury de thèse.

Nous vous témoignons notre profond respect et nos remerciements pour votre encadrement et votre approche humaine des patients que vous nous avez montré lors de nos études. Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre considération.

A notre jury

Monsieur le **Docteur Rémi Esclassan**

- *Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,*
- *Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),*
- *Praticien qualifié en Médecine Bucco-Dentaire (MBD),*
- *Docteur de l'Université de Toulouse (Anthropobiologie),*
- *D.E.A. d'Anthropobiologie*
- *Ancien Interne des Hôpitaux,*
- *Chargé de cours aux Facultés de Médecine de Toulouse-Purpan, Toulouse-Rangueil et Pharmacie (L1),*
- *Enseignant-chercheur au CAGT-UMR- 5288-CNRS*
- *Lauréat de l'Université Paul Sabatier*
- *Vice –Président de la commission des relations internationales UFR Santé*

Nous vous remercions de votre présence dans ce jury de thèse.

Nous vous sommes reconnaissant pour votre enseignement rigoureux tant sur le plan théorique que sur le plan clinique, et pour votre bienveillance tout au long de nos années d'études.

A notre co-directeur de thèse

Monsieur le **Docteur Thibault Canceill**

- *Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,*
- *Docteur en Chirurgie Dentaire,*
- *Docteur en sciences des matériaux*
- *Master 1 Santé Publique :*
- *Master 2 de Physiopathologie*
- *CES Biomatériaux en Odontologie*
- *D.U. de conception Fabrication Assisté par ordinateur en Odontologie (CFAO)*
- *D.U. de Recherche Clinique en Odontologie*
- *Attestation de Formation aux gestes et Soins d'Urgence Niveau 2*

Merci d'avoir accepté de diriger notre travail. Nous vous sommes reconnaissant pour toute l'implication et la gentillesse que vous nous avez accordé pour l'écriture de cette thèse et également dans nos études, aussi bien théoriques que cliniques.

Nous vous remercions pour votre présence rassurante et toujours bienveillante qui nous ont aidé à nous épanouir et naviguer sereinement tout au long de ces années à la faculté. Soyez assuré de notre profond respect et de nos remerciements les plus sincères, tant pour vos qualités humaines que pour votre enseignement.

A notre co-directeur de thèse

Monsieur le **Docteur Julien Delrieu**

- *Assistant Hospitalier-Universitaire d'Odontologie*
- *Docteur en Chirurgie Dentaire*
- *CES de Prothèse Fixée*
- *Master 1 de Santé Publique*
- *Master 2 Anthropobiologie intégrative*

Nous vous remercions pour votre présence dans ce jury de thèse, et pour l'implication et la considération que vous nous avez porté.

Merci pour tout le soutien, la bienveillance et l'écoute que vous avez su nous apporter tout au long de nos études et qui, soyez-en assuré, nous a énormément aidé.

Vous contribuez beaucoup au bien être étudiant et vous avez de grandes qualités humaines, d'enseignement et de pratique. Nous vous témoignons notre plus profond respect.

Table des matières

Liste des abréviations	13
Introduction	14
I. Quelques rappels sur le biofilm bactérien et le brossage des dents	16
1. Le but du brossage	16
1.1. Le biofilm bactérien.....	17
1.2. Microbiologie de la carie	18
1.3. Microbiologie des pathologies parodontales	19
2. Les méthodes d'hygiène dans la cavité buccale.....	21
2.1. Les brosses à dents.....	21
2.2. Les dentifrices.....	21
2.3. Les autres outils pour l'hygiène bucco-dentaire.....	23
II. Le dentifrice conventionnel	24
1. Ingrédients présents dans plus de 80% des dentifrices considérés	26
1.1. L'eau (aqua).....	26
1.2. Arômes.....	26
1.3. Saccharine de Sodium	26
1.4. Silice hydratée	27
1.5. Sodium Lauryl sulfate	27
2. Ingrédients présents dans 50% à 80% des dentifrices	27
2.1 Fluorure de Sodium	27
2.2. Limonène.....	28
2.3. Glycérine	28
2.4. Gomme de Cellulose	29
2.5. CI 77891 – Dioxyde de Titane	29
2.6. Sorbitol.....	29
3. Ingrédients présents dans 20% à 50% des dentifrices	29
3.1. Gomme Xanthane	29
3.2. Cocamidopropyl bétaïne	30
3.3. Monofluorophosphate de Sodium	30
3.4. PEG-32	30
3.5. Hydrolysate d'amidon hydrogéné	31

3.6. Bicarbonate de Sodium.....	31
3.7. Citrate de Zinc	31
4. Moins de 20% des dentifrices : ingrédients notables	32
III. Le dentifrice solide.....	33
1. Pourquoi utiliser du dentifrice solide	33
2. Présentation et composition des dentifrices solides.....	34
2.1. Galénique des dentifrices solides.....	34
2.2. Ingrédients des dentifrices solides	35
2.2.1. Carbonate de calcium	37
2.2.2. Xylitol.....	38
2.2.3. Huile essentielle de menthe poivrée.....	39
2.2.4. Huile de noix de coco	39
2.2.5. Kaolin	39
2.2.6. Menthol.....	40
2.2.7. Acide Stéarique	40
2.2.8. Linalol.....	41
2.2.9. Sodium cocoyl glutamate.....	41
2.2.10. Acide Citrique	42
2.2.11. Erythritol (tétrahydroxybutane)	42
2.2.12. Illite.....	43
2.2.13. Stéarate de Magnésium.....	43
2.2.14. Cellulose microcristalline	43
2.2.15. Sodium Lauryl glutamate.....	43
2.2.16. Autres composants	44
IV. L'absence de Fluor dans les dentifrices solides : mythe ou réalité ?....	46
1. Le fluor définition	46
2. Le fluor : son action sur les dents	46
2.1. Rappel : la composition de l'émail dentaire	46
2.2. Action du fluor sur l'émail dentaire	47
2.2.1. Action pendant la phase pré éruptive	47
2.2.2. Action après l'éruption des dents	48
2.3. Les sources d'apport en fluor.....	49
2.4. Recommandations sur l'administration du fluor	49

3. Pourquoi il n'y a que peu de dentifrices solides qui contiennent du fluor ?	50
V. Que faut-il réellement penser des dentifrices solides ?.....	51
Conclusion	56
Table des illustrations	58
Bibliographie.....	59

Liste des abréviations

- HAS : Haute Autorité de santé
- AMM : Autorisation de Mise sur le Marché
- ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé
- IARC : Agence Internationale de Recherche contre le Cancer
- NIOSH: National Institute for Occupational Safety & Health
- PEG : polyethylene glycol
- BHA : Hydroxyanisole Butylé
- LDL : Low Density Lipoprotein
- HDL : High Density Lipoprotein
- SNC : Système Nerveux Central
- GABA : Acide gamma-aminobutyrique
- AFSSAPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (ancien nom de l'ANSM)
- DIY : Do It Yourself

Introduction

Le dentifrice est un produit quotidien pour une grande partie de la population mondiale sous l'une ou l'autre de ses formes. Ce produit d'hygiène existe depuis des milliers d'années. D'après l'Université Paris Descartes, les premières traces de dentifrice dans l'histoire ont été retrouvées en Egypte mais il semble que d'autres civilisations en avaient aussi l'usage (1). Ces dentifrices de nature diverse se mâchaient ou se frottaient sur les dents. Les premiers dentifrices conventionnels tels que nous les connaissons apparaissent sous forme de pâte après 1890 grâce notamment aux travaux de Louis Pasteur (1).

De nos jours en France, ce produit du quotidien est accessible en grande surface ou en pharmacie et désormais disponible en ligne sur des boutiques spécialisées en produits cosmétiques ou alimentaires. De nombreuses marques et gammes sont disponibles et d'autres se développent chaque année. C'est notamment le cas pour les dentifrices solides qui sont apparus il y a quelques années et ne cessent de gagner du terrain. Lorsque les patients choisissent un dentifrice, plusieurs paramètres entrent en compte et ils y accordent un intérêt tout particulier. Certains recherchent un dentifrice adapté à une éventuelle pathologie : caries, parodontie, sensibilités... D'autres recherchent un produit censé répondre à un besoin particulier : blancheur, fraîcheur, biologique voire vegan...

Les patients qui se tournent vers des dentifrices solides sont souvent à la recherche d'un produit plus sain et plus écologique. En effet, le dentifrice solide a la réputation d'être transparent sur sa composition et de contenir des ingrédients naturels en plus d'être contenu dans des emballages recyclables, ce qui n'est que rarement le cas des dentifrices conventionnels en tubes. La principale question qui se pose donc est de savoir si le dentifrice sous forme solide est aussi efficace que son homologue conventionnel.

En tant que praticien, il est très important d'accompagner les patients sur l'ensemble de leurs pratiques de santé buccale. Certains patients s'interrogent sur le choix du meilleur dentifrice et au cours de mon expérience en cabinet, j'ai eu à plusieurs reprises à conseiller les patients sur la possibilité de s'orienter vers un dentifrice solide. Trouvant que mes réponses manquaient de sources et pour étayer mes

propos ; j'ai décidé de me documenter davantage ce qui a finalement conduit à l'élaboration de cette thèse.

Pour cela, des dentifrices conventionnels de plusieurs marques ont d'abord été sélectionnés parmi les plus fréquents en grandes surfaces ou en pharmacie. Une liste a été établie avec les ingrédients de chacun d'entre eux. Les occurrences de chacun des ingrédients dans la liste ont été comptées pour établir un pourcentage et pouvoir classer les molécules par fréquence. Une revue de littérature a été effectuée sur chacune pour en comprendre l'intérêt et les éventuels risques. Le même procédé a été appliqué pour des dentifrices solides de marques variées. Les informations sur la composition proviennent en grande partie d'internet ou des emballages trouvés en grande surface ou en pharmacie.

La première partie de cette thèse concernera le brossage des dents en insistant sur l'action et l'intérêt du dentifrice. Ensuite la deuxième et la troisième partie détailleront respectivement les compositions des dentifrices conventionnels ou solides. Puis un point sera fait sur la présence ou non de fluor dans les dentifrices solides et enfin une discussion sur la possibilité de remplacer les dentifrices conventionnels par ceux solides au quotidien.

I. Quelques rappels sur le biofilm bactérien et le brossage des dents

1. Le but du brossage

Il serait compliqué d'aborder cette thèse sans parler du brossage des dents.

Le brossage des dents est nécessaire pour une bonne santé bucco-dentaire. La HAS recommande un brossage biquotidien au minimum, avec du dentifrice fluoré pour l'ensemble de la population. Les doses de fluor doivent être adaptées en fonction de l'âge. Par son action mécanique, le brossage permet de nettoyer les surfaces dentaires de la plaque qui s'y accumule, des restes de nourriture et des bactéries présentes (2).

Le temps de brossage doit être idéalement de deux à trois minutes et brossant toutes les faces des dents ainsi que la langue et les muqueuses en cas d'édentement. Le brossage ne doit pas se faire de gauche à droite mais plutôt en mouvements circulaires, comme un mouvement de rouleau de la gencive vers la dent pour être vraiment efficace. Le dentiste a pour rôle d'éduquer les patients au brossage dès le plus jeune âge (2). Il faut expliquer aux enfants comme aux adultes la bonne méthode, en rappelant notamment aux jeunes parents de commencer à brosser les dents de leurs enfants dès l'arrivée des premières dents de lait, avec une brosse à dent et un dentifrice, adaptés à l'âge de l'enfant. Dans certaines pathologies comme les parodontites, un enseignement rigoureux du brossage avec brosse à dent et brossettes est indispensable.

1.1. Le biofilm bactérien

La cavité buccale est composée d'un écosystème très riche. Divers micro-organismes y constituent une entité spécifique : le biofilm bactérien. Ce biofilm est composé de plusieurs types de bactéries, bénéfiques ou au contraire néfastes, qui se développent selon plusieurs facteurs tels que :

- Le type de surface : dent, muqueuse buccale, prothèse résine, céramique...
- La température buccale
- Le pH buccal
- Les apports alimentaires : type d'apport, temps entre les consommations...
- La situation au sein de la cavité buccale : nous distinguons ici la flore supra-gingivale (*S. mutans*, *S. sanguis*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*...) et la flore sous-gingivale (*Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*...) majoritairement composée de Gram négatifs anaérobies strictes. Ce sont ces dernières qui sont le plus souvent responsables des infections parodontales (3).

Ce biofilm est formé d'un amas complexe de bactéries, dont l'évolution est décrite selon différents stades. D'abord, une couche de glycoprotéines se dépose au contact des tissus durs et mous en contact avec la salive : c'est la pellicule exogène acquise. Ensuite, les microorganismes colonisent cette couche, et vont s'organiser en fonction des facteurs évoqués plus haut en mailles complexes, en fonction du type de bactérie (les anaérobies seront plutôt retrouvés en profondeur, là où le taux d'oxygène est le moins élevé). On fera également la distinction entre le biofilm supra gingival, plutôt responsable des maladies carieuses, et le biofilm sous gingival, qui lui est associé à la maladie parodontale (3).

Le biofilm oral est très dépendant de l'environnement buccal. Par exemple, le doublement d'une population de la plupart des bactéries type bactéries orales aéro-anaérobies est de 30 à 50 minutes in vitro. Ce temps est de plus de 5 heures in vivo. Cela s'explique par les différents paramètres buccaux exposés plus haut tels que le pH, la température etc... (3)

Tout cet amas complexe constitue la flore buccale, qui est normalement à l'état d'équilibre au sein de la cavité buccale. S'il y a un déséquilibre, certaines souches

nocives vont se développer en trop grande quantité par rapport au taux normal qu'on doit trouver dans une bouche saine ; d'autres souches utiles peuvent disparaître, et des métabolites spécifiques d'un processus infectieux seront produits. A l'état de déséquilibre, les bactéries de la flore supra gingivale seront à l'origine de la déminéralisation des tissus dentaires durs, tandis que les bactéries de la flore sous gingivale entraîneront des pathologies du parodonte. Au sein de ces maladies parodontales, on pourra distinguer plusieurs associations de bactéries spécifiques, propres à différentes parodontopathies (3)(4).

La carie dentaire et la maladie parodontale sont donc des pathologies infectieuses buccodentaires provoquées par l'activité bactérienne d'un écosystème buccal déséquilibré (3).

1.2. Microbiologie de la carie

La carie dentaire est une pathologie d'origine infectieuse, qui se caractérise par une déminéralisation acide des tissus durs dentaires par des bactéries. On peut mettre en évidence trois genres de bactéries pour lesquelles il a été établi un potentiel cariogène sur l'animal, à savoir : *Streptococcus (mutans, sobrinus, sanguis, salivarius)*, *Lactobacillus (acidophilus, casei)* et *Actinomyces (viscosus, naeslundii)* (3).

Comparée à la surface de la cavité buccale, la surface dentaire totale est faible : environ 5% pour un sujet denté. Cependant, elles jouent un rôle très important dans le phénomène de colonisation et de développement du microbiote buccal. Après l'ingestion alimentaire, les glucides fermentables consommés sont traités par les bactéries cariogènes présentes sur les tissus durs de la dent, au sein de la plaque. Il en résulte une production importante d'acide. Le phosphate de calcium contenu à la surface de l'émail passe en phase soluble sous l'effet de cette chute de pH, l'émail est déminéralisé et donc plus fragile. Si la plaque n'est pas nettoyée et que le pH ne remonte pas comme il le devrait, à cause d'ingestion de nourriture trop rapprochées dans le temps et par manque de brossage, ou bien par déséquilibre inhérent au patient, le phénomène de déminéralisation va s'entretenir, attaquant petit à petit l'émail puis la dentine et pouvant atteindre le nerf (3).

Il est donc important de se brosser les dents après les prises alimentaires pour venir désorganiser cette plaque dentaire et éviter la formation de caries. La plaque ancienne va se calcifier via les ions contenus dans la salive et former le tartre, qui lui, est néfaste pour les gencives, et qui entretient un processus inflammatoire des tissus de soutien de la dent.

1.3. Microbiologie des pathologies parodontales

Les parodontites sont des pathologies immuno-infectieuses liées à un déséquilibre entre le facteur étiologique bactérien et les facteurs immunologiques de l'hôte. Il n'est pas possible d'influencer les défenses immunitaires par des méthodes d'hygiène orale en revanche les bactéries y sont très sensibles (5). La parodontite est plurifactorielle, et un bon questionnaire est nécessaire pour pouvoir établir au cabinet les facteurs présents chez le patient atteint de cette affection. On pourra notamment citer l'hérédité et antécédents familiaux comme facteur aggravant, ainsi que le tabac, le diabète ou le stress qui induirait une modulation immunologique du patient. L'évaluation de la présence de plaque dentaire et de tartre est également indispensable pour analyser le lien entre l'inflammation des gencives et tissus de soutien et la quantité de plaque (5). Des bactéries spécifiques de ces pathologies ont été mises en évidence, bactéries classées en différents complexes en fonction de leur caractère néfaste ou non, appelés les "complexes de Socransky" (figure 1) (6).

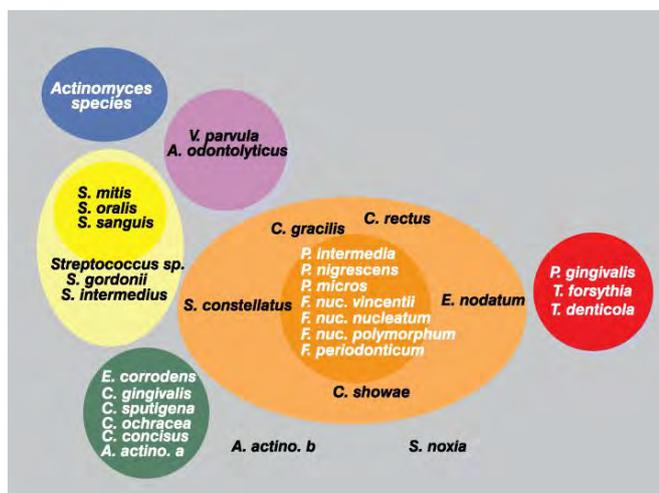


Figure 1 : Les complexes bactériens de la plaque dentaire (Socransky SS and Haffajee AD, 2005)

Les complexes présents dans les parodontopathies sont les complexes rouges et oranges. En effet, il n'y a pas une seule bactérie responsable de la parodontite (postulat de Koch) mais bien plusieurs, évoluant au sein de la plaque. Les complexes bactériens peuvent aussi s'associer entre eux, le complexe rouge est toujours associé au complexe orange (7).

D'abord, un certain type de bactéries dites pionnières colonisent une surface. Ces bactéries, sous l'effet de certains facteurs seront remplacées par d'autres. On appelle cela la succession autogénique si les changements proviennent des premières bactéries elles-mêmes qui vont créer un endroit propice au développement d'autres types de bactéries, et allogéniques si l'habitat est modifié par des facteurs non microbiens. Dans la gingivite, la succession se fait des complexes plus sains comme le vert et le jaune vers les complexes rouges et oranges qui s'auto-entretiennent (figure 2). Cette succession est autogène (6).

Au contraire, le brossage permet une modification de l'habitat par réduction de l'inflammation et de la plaque, ce qui entraîne un retour vers un état plus stable et vers des complexes plus sains. On est ici dans une succession allogénique, influencée par un facteur extérieur. Un brossage efficace permet de lutter contre ce facteur bactérien et de diminuer la prévalence et le développement des pathologies de la gencive et du parodonte (7).

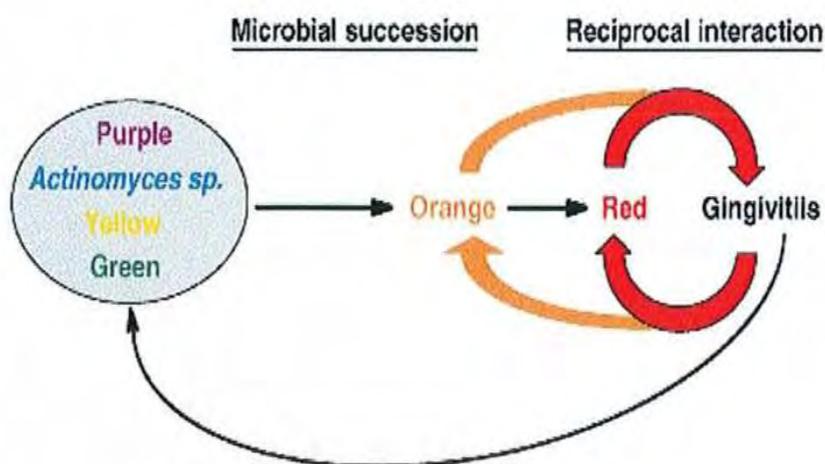


Figure 2 : Succession des complexes bactériens au sein de la plaque dentaire (Socransky SS and Haffajee AD, 2005).

2. Les méthodes d'hygiène dans la cavité buccale

Une bonne hygiène bucco-dentaire est donc essentielle pour combattre la plaque bactérienne et les pathologies qui en découlent. Plusieurs outils d'hygiène sont à notre disposition.

2.1. Les brosses à dents

Il en existe plusieurs types. Elles sont classées en fonction du type de dureté de poil :

- Dur : pour le nettoyage des prothèses, trop agressifs pour les tissus
- Médium : qui conviennent si on n'a pas de problème de gencives
- Souple : elle possède des poils de diamètre 20/100 µm. Ils sont plus doux et moins agressifs, ils brossent en douceur et se plient mieux pour passer dans les courbures et les espaces interdentaires, là où la plaque est plus difficile d'accès
- Extra souple ou chirurgical en cas de pathologie des gencives ou comme leur nom l'indique, après une chirurgie

On pourra également distinguer la brosse à dent manuelle de la brosse à dent électrique. La brosse à dent électrique est plus efficace pour l'élimination de la plaque dentaire (8).

2.2. Les dentifrices

Selon la définition du Larousse, le dentifrice est une substance légèrement abrasive et antiseptique utilisée pour le brossage dentaire. L'action de la brosse à dent seule ne suffit pas. Il faut coupler l'action mécanique de la brosse à dent à l'action physico-chimique d'un dentifrice. Celui-ci doit donc répondre à un certain cahier des charges. Ils peuvent être classés soit dans la catégorie des médicaments, soit dans celle des produits cosmétiques. Elles répondent à certaines exigences juridiques (12).

Les produits cosmétiques se définissent selon le code de la Santé Publique comme : “toutes substances ou préparations autres que les médicaments, destinées à être mises en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain ou avec les dents et les muqueuses, en vue de les nettoyer, de les protéger, de les maintenir en bon état, d’en modifier l’aspect, de les parfumer ou d’en corriger les odeurs corporelles” (9).

Les composants présents dedans, la concentration ainsi que les substances interdites ont été définies par le code de la Santé Publique et le Conseil de l’Union Européenne. Les concentrations maximales des substances actives contenues dans les dentifrices pour rentrer dans la catégorie des cosmétiques sont définies par l’arrêté du 06/02/2001 (J.O. N°46 du 23/02/2001) du code de la Santé Publique (12).

Pour ce qui est de la législation des médicaments, le code de la Santé Publique les définit comme “substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l’égard des maladies humaines ou animales, ainsi que [...] 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” (10).

Quand un dentifrice est classé dans la catégorie des médicaments, il ne peut être vendu qu’en pharmacie, et avec une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). L’AMM est délivrée par l’Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM). Cette AMM est valable pour une durée de 5 ans et peut être renouvelée plusieurs fois sous la demande du fabricant (11).

Actuellement, 5 dentifrices possèdent une AMM en France : Duraphat®, Fluodontyl®, Fluocaril® bi-fluoré, Fluoselgine® et Selgine®. *Vidal* (13)

Le dentifrice possède certains principes actifs nécessaires à la lutte contre les caries, rentrant dans son cahier des charges. Il doit avoir une action anti cariogénique, anti bactérienne, anti tartrique, et optionnellement blanchissante, contre l’hypersensibilité et/ou anti halitose. Certains peuvent être enrichis en vitamines, kératine, etc...

2.3. Les autres outils pour l'hygiène bucco-dentaire

D'autres outils sont à notre disposition pour une bonne hygiène bucco-dentaire comme :

- Le fil dentaire peut être utilisé pour nettoyer les espaces interdentaires.
- Les brossettes sont également utilisées pour nettoyer ces espaces.
- Les bains de bouche en complément du brossage et en utilisation limitée dans le temps sont un moyen efficace de lutter contre les bactéries. Ils peuvent être prescrits après une chirurgie ou pour certains problèmes parodontaux par exemple.

II. Le dentifrice conventionnel

L'essentiel des dentifrices disponibles sur le marché sont des produits cosmétiques. Ceux qui répondent à la définition de médicaments sont moins nombreux.

Afin de comparer les différents ingrédients des dentifrices traditionnels (à pâte, conditionné en tubes), cinquante dentifrices apparaissant le plus souvent sur les sites de grande distribution et les pharmacies et parapharmacies ont été sélectionnés.

Les marques concernées sont : Signal®, Colgate®, Vademecum®, Sensodyne®, Parodontax®, Fluocaril®, Elmex®, Sanogyl®, Teraxyl®, Aquafresh®, Email Diamant®, Fluoselgine®, Duraphat®, Elgydium®, Denivit®. Les ingrédients ont été listés et leur occurrence a été mesurée en pourcentage (tableau 1) (14).

Ingrédient	Occurrence %	Ingrédient	Occurrence %	Ingrédient	Occurrence %
Eau (Aqua)	100	Chloride de Sodium	14	Sorbate de Potassium	8
Arôme	100	PEG 8	14	Autres colorants	8
Saccharine de Sodium	94	Penta sodium triphosphate	14	Fluorure stanneux	6
Silice hydratée	84	Tetra sodium pyrophosphate	14	Gomme d'Acacia du Sénégal	6
Sodium lauryl sulfate	82	CI 42090 colorant bleu brillant de synthèse	14	Gélatine	6
Fluorure de Sodium	66	Alumine	12	Sulfate de magnésium	6
Limonène	64	Di sodium phosphate	12	Mica	6
Glycérine	60	Sulfate de Zinc	12	Silicate de Sodium	6
Gomme de Cellulose	56	PEG 12	12	Carraghénanes	6
CI 77891 Dioxyde de Titane	56	Citrate de potassium	12	Copolymère	6

Sorbitol	50	Glycérophosphate	10	Chlorhexidine di gluconate	6
Gomme xanthane	34	Glycérophosphate de Calcium	10	Acide Benzoïque	4
Cocamidopropyl bétaïne	32	Acide Citrique	10	BHA	4
Monofluorophosphate de Sodium	26	Nitrate de Potassium	10	Bisabolol	4
PEG 32	24	Propylène glycol	10	Calcium	4
Hydrolysats d'amidon hydrogénés	24	Potassium nitrate	10	Charbon en poudre	4
Bicarbonate de Sodium	24	Hydroxyde de Sodium	10	Di sodium azacyclopentane diphosphonate	4
Citrate de Zinc	22	CI 77491 trioxyde fer (colorant rouge)	10	Kératine	4
Sulfate de Sodium	18	Huile de Ricin Hydrogénée	8	PEG 30	4
Benzoate de Sodium	18	Sulfate de Manganèse	8	PEG 6	4
CI 74160 colorant bleu de synthèse	18	Méthyl parabène	8	PEG 60	4
Silice	16	Triclosan	8	Tetra potassium pyrophosphate	4
Alcool benzyle	14	Phosphate trisodique	8	Sucrose	4
Carbonate de Calcium	14	Panthénol	8	Polyéthylène	4

Tableau 1 : ingrédients les plus fréquemment présents dans les 50 dentifrices étudiés. Le % correspond au pourcentage de fois où l'ingrédient est présent dans les produits étudiés. Les ingrédients n'apparaissant qu'une seule fois n'ont pas été inclus.

1. Ingrédients présents dans plus de 80% des dentifrices considérés

1.1. L'eau (aqua)

L'eau est présente dans la totalité des dentifrices considérés. Elle est généralement le premier ingrédient qui apparaît dans la composition des dentifrices étudiés sous le terme "aqua" mais elle peut aussi être déminéralisée. Elle est nécessaire pour garantir la tenue de la pâte de dentifrice et en est l'ingrédient principal puisqu'elle permet la suspension ou la solubilisation des différents principes actifs.

Elle est le plus souvent indiquée en tête de liste des ingrédients, et elle représente un fort pourcentage de la pâte finale, les ingrédients indiqués dans la liste étant classés par ordre d'importance pondérale décroissante (15).

1.2. Arômes

Sans qu'ils soient forcément explicités, tous les dentifrices étudiés portaient la mention "Aroma" ou "arômes" dans leur composition. Ces arômes rendent l'odeur et le goût du dentifrice agréable en bouche.

1.3. Saccharine de Sodium

La saccharine est un édulcorant artificiel qui ne réagit pas chimiquement avec les aliments. Elle est présente dans les dentifrices sous forme de sels de sodium et a un pouvoir sucrant 300 fois plus élevé que le sucre sans apport de calories, et elle ne favorise pas les caries. Ce pouvoir sucrant permet d'apporter un goût agréable aux dentifrices en apportant un arôme et en masquant le goût de base du produit. A haute concentration, la saccharine est cependant désagréable en bouche. Comme pour l'ensemble des édulcorants, son innocuité fait encore débat bien que l'Union Européenne l'autorise (16).

1.4. Silice hydratée

La silice est une substance légèrement abrasive qui sert à nettoyer les dents lors du brossage en renforçant l'effet mécanique. Elle a une action sur la plaque dentaire qu'elle aide à détruire et pourrait aussi diminuer les colorations. Sous sa forme hydratée, elle absorbe l'eau et permet d'éviter l'agglomération des autres particules solides de la préparation. Elle est souvent présente dans les produits cosmétiques pour augmenter ou réduire l'opacité et la viscosité des préparations. La silice est parfaitement inoffensive excepté sous forme de poudre lorsqu'elle est inhalée (17).

1.5. Sodium Lauryl sulfate

Le lauryl sulfate de sodium est un tensio-actif utilisé comme agent moussant qui augmente l'action nettoyante des dentifrices, par ailleurs très présent en cosmétique. Il est fabriqué à partir du dodécanol, un alcool gras. Ce détergent augmenterait l'efficacité du brossage mais augmenterait aussi la fréquence des aphtes dans la bouche puisque c'est un composé particulièrement irritant. Les liaisons non-covalentes des protéines sont détruites par le lauryl sulfate de sodium y compris à la surface de la peau et son pouvoir détergent y enlève l'huile protectrice. C'est un composé inflammable, nocif en cas d'ingestion, irritant et nocif pour les organismes aquatiques, entraînant des effets néfastes à long terme d'après les fiches de sécurité de différents fournisseurs (18), (19).

2. Ingrédients présents dans 50% à 80% des dentifrices

2.1 Fluorure de Sodium

C'est sous forme de fluorure de sodium que le fluor est le plus fréquemment retrouvé dans les dentifrices à pâte. Le fluor permet de prévenir les caries (partie IV). 66% des dentifrices étudiés comportent du fluor sous forme de "sodium fluoride", 26% sous forme de sodium monofluorophosphate et 6% sous forme de fluorure stanneux. Le fluorure de sodium est un solide de formule NaF très toxique

voire mortel à haute dose. La concentration en fluorure dans les dentifrices de type “cosmétiques” ne doit pas excéder 1500 ppm soit 0.15% du produit (20).

Le fluor est actuellement le seul composé dont l'efficacité est prouvée dans la lutte contre les caries. (Partie IV)

2.2. Limonène

Le limonène est un hydrocarbure (composé chimique ne contenant que du carbone et de l'hydrogène) aromatique et un composant naturel de certains végétaux ou fruits et légumes comme les agrumes, les cornichons, le pin, etc... Il existe sous la forme d-limonène et l-limonène qui sont deux molécules chirales. Il est employé dans de nombreux produits comme les produits d'entretiens, les agents de saveur, en huile essentielle dans la cosmétique... Selon l'Agence Internationale de Recherche contre le Cancer (IARC), le d-limonène n'est pas classé parmi les substances cancérigènes sur les humains. En dentisterie, il est utilisé comme arôme pour les dentifrices. Une étude de Anandakumar P. et al relate les bienfaits du d-limonène sur la santé notamment sur ses effets anti inflammatoire, anti oxydant, protecteur pour le cœur ou le système digestif, antidiabétique... (21), (22), (23).

2.3. Glycérine

La glycérine est un polyalcool soluble dans l'eau et qui se présente sous forme d'un liquide incolore, visqueux et inodore. Elle est un ingrédient utilisé dans de nombreuses préparations pharmaceutiques comme solvant ou humectant. Dans les dentifrices c'est un agent épaississant et humectant qui garantit la bonne consistance du dentifrice et l'empêche de sécher. C'est aussi un adoucissant naturel qui apporte un goût plus sucré malgré son pouvoir sucrant faible. La glycérine peut dans certains cas être remplacée par du sorbitol (24).

2.4. Gomme de Cellulose

La cellulose est un polymère d'origine végétale qui se trouve à l'état naturel dans les végétaux. La gomme de cellulose est également un agent épaississant pour garantir la tenue et la consistance de la pâte (25).

2.5. CI 77891 – Dioxyde de Titane

Le dioxyde de titane est un colorant de couleur blanche, inodore et sans goût, qui peut aussi servir d'épaississant. Il est insoluble dans l'eau. Il est trouvable naturellement dans différents composés minéraux tels que le rutilite ou l'anatase principalement. C'est un ingrédient très controversé puisqu'il présente un risque important pour la santé pouvant causer des irritations des yeux et des poumons et il est toxique pour l'environnement. Le National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) le considère comme un carcinogène probable (26), (27).

2.6. Sorbitol

Le Sorbitol est un alcool de sucre inodore et incolore initialement trouvé dans les fruits et les plantes. Il est soluble dans l'eau. Il a des propriétés diurétiques, laxatives et cathartiques (purgatif). Cela s'explique par le fait que le Sorbitol non absorbé par le gros intestin retient l'eau par pression osmotique et stimule le péristaltisme intestinal. Il est utilisé comme remplaçant du sucrose chez les patients souffrant de diabète, car il possède un pouvoir sucrant égal à 60% de celui du sucre pour trois fois moins de calories (28).

3. Ingrédients présents dans 20% à 50% des dentifrices

3.1. Gomme Xanthane

La gomme xanthane est un agent de texture d'origine naturelle. C'est un polymère de sucre naturel obtenu par fermentation de sucre de betterave, de canne...,

par les bactéries *Xanthomonas campestris*. Cette poudre granulée a pour fonctions la gélification de l'eau et des phases aqueuses, la stabilisation d'émulsions, la modification du toucher (elle donne un toucher doux et glissant). Elle est utilisée en tant que substitut salivaire pour les patients souffrant d'asialie ou d'hyposialie, comme dans le syndrome de Gougerot Sjögren (29).

3.2. Cocamidopropyl bétaine

La cocamidopropyl bétaine est un tensioactif amphotère dérivé d'huile de noix de coco et de Diméthylaminopropylamine, utilisé dans les produits cosmétiques. Il est employé comme booster de mousse dans les shampoings, d'émulsifiant et d'épaississant. C'est un ingrédient controversé : c'est un produit qui peut être irritant pour la peau et les muqueuses, ainsi que dangereux pour l'environnement aquatique. Des études sur les rats mettent en évidence ses propriétés irritantes (30).

3.3. Monofluorophosphate de Sodium

C'est un sel de phosphate inorganique inodore, incolore et soluble dans l'eau. Il est utilisé dans les dentifrices comme agent antibactérien. Il est classé dans la catégorie des irritants (31).

3.4. PEG-32

PEG signifie "polyéthylène glycol", ce sont des polyéthers linéaires composés de monomères d'éthylène glycol. Ils sont fabriqués synthétiquement, ce sont des agents texturant utilisés dans de nombreuses industries, notamment agroalimentaire (gommes à mâcher, confiseries...) et cosmétiques. Le PEG-32 est un produit cosmétique humectant, c'est à dire qu'il maintient l'humidité dans le produit lors de son utilisation et ce notamment pour en améliorer la texture, et également un solvant, qui permet de diluer les différents composants dans le cosmétique (32).

Le principal problème des PEG réside dans leur processus de fabrication. En effet, ils sont synthétisés à partir d'oxyde d'éthylène qui est une substance classée

comme irritante pour les yeux, la peau et le système respiratoire, toxique, inflammable. C'est également un agent carcinogène si on subit une exposition prolongée, avec des risques accrus de cancers de l'estomac, du pancréas, de lymphomes non-Hodgkiniens ou encore de certains types de Leucémie (33), (34).

3.5. Hydrolysat d'amidon hydrogéné

L'hydrolysat d'amidon hydrogéné est un mélange de plusieurs alcools de sucre destiné à sucrer un produit destiné à la consommation humaine mais avec un risque de décomposition par les bactéries buccales moindre par rapport au sucre (35).

3.6. Bicarbonate de Sodium

Le bicarbonate de sodium est un agent abrasif et nettoyant ajouté aux dentifrices pour son action nettoyante d'une part, et anti cariogène d'autre part par son effet antiacide et aidant à la reminéralisation de l'émail après la chute du pH buccal après la prise alimentaire (36).

3.7. Citrate de Zinc

Le citrate de zinc est un sel composé d'acide citrique et de zinc. C'est un composé utile du point de vue nutritionnel pour l'apport en zinc à l'organisme, le zinc étant utile dans plusieurs processus biologiques, notamment pour ses propriétés antioxydantes et favorable au renfort du système immunitaire. Son absorption se fait très bien au niveau de la cavité buccale (37).

4. Moins de 20% des dentifrices : ingrédients notables

Ces ingrédients sont présents dans un cinquième des dentifrices pris pour l'étude, soit une dizaine. Cependant il est intéressant de présenter certains de ces ingrédients controversés pourtant présents dans quelques dentifrices qu'on trouve sur le marché. On peut notamment citer le BHA, les parabènes ou le Triclosan qui sont des perturbateurs endocriniens, le Benzoate de Sodium ou le Phosphate trisodique qui sont des irritants etc... Nous développerons plus dans la partie discussion. Cela pose question car certains composants peuvent être dangereux pour la santé et se retrouvent pourtant dans nos rayons de supermarché (38), (39), (40).

III. Le dentifrice solide

1. Pourquoi utiliser du dentifrice solide

De nos jours, de plus en plus de personnes se sentent concernées par l'écologie et la lutte contre le gaspillage et la pollution plastique notamment. Au cœur de ces préoccupations se retrouvent les différents produits cosmétiques comme les dentifrices. La tendance est au zéro-déchet c'est à dire une consommation qui tend à réduire voire à faire disparaître les déchets produits au sein d'un foyer, grâce au tri, au recyclage mais qui s'associe aussi à une autre façon de consommer. Dans cette optique, l'utilisation des emballages plastiques est réduite et les produits solides (savons, shampoings, déodorants, dentifrices...) se développent et deviennent de plus en plus variés et accessibles. De nombreux patients s'interrogent sur ces changements pour un produit qui est essentiel à leur quotidien.

Outre les patients eux-mêmes, des lois qui restreignent l'utilisation des plastiques et des emballages voient régulièrement le jour, notamment en Europe. De nombreuses études sont également axées sur de nouvelles méthodes de conditionnement afin de réduire au maximum les déchets. Le gouvernement français a voté en février 2020 une loi anti-gaspillage avec pour objectif de sortir des emballages plastiques à usage unique d'ici 2040. Le rapport d'étude sur lequel est basée cette loi (41) indique que les emballages plastiques représentent 2,2 nouveaux millions de tonnes chaque année et que seuls 27% d'entre eux sont recyclés. Plus précisément, les produits d'hygiène/cosmétique dont font partie les dentifrices représentent plus de 55 000 tonnes de déchets par an en France. Or, les tubes de dentifrices étant des tubes complexes, généralement composés de plusieurs matières, ils sont impossibles à recycler. Selon une autre étude menée par le site planetoscope en 2013 (42), plus de 151 millions de tubes de dentifrice sont utilisés et jetés chaque année. Comme chaque déchet non recyclable, ces tubes peuvent être incinérés ou enfouis et certains se retrouvent évidemment dans la nature. Or le constat est sans appel, selon le British Dental Journal dans un article paru en 2021, il faut à un tube de dentifrice plus de 500 ans pour parvenir à se dégrader entièrement dans la nature (43). Cette même étude indique également

qu'en plus de ce long temps de dégradation, les tubes de dentifrice jetés contiendraient toujours environ 10% de produit inaccessible à l'intérieur. Ainsi, le dentifrice en tubes paraît en totale contradiction avec les préoccupations actuelles concernant le gaspillage et le tri des déchets. Il est donc urgent pour les marques de proposer d'autres méthodes de conditionnement que ces emballages en tubes complexes. Parmi les idées proposées, changer la forme du produit pour le rendre solide est une idée intéressante sur laquelle de nombreuses marques se penchent. Enfin, il semblerait également que les ingrédients souvent plus naturels et non controversés des dentifrices solides rassurent également de plus en plus de consommateurs qui s'intéressent davantage à ce qu'ils consomment.

2. Présentation et composition des dentifrices solides

2.1. Galénique des dentifrices solides

La galénique des dentifrices solides doit leur permettre d'assurer plusieurs conditions. Il est important que la formulation conserve son efficacité et son innocuité y compris en cas de contact avec l'air et dans un milieu humide comme celui d'une salle de bain. Cela implique également un conditionnement adapté résistant aux différentes contraintes (milieu humide, prévention des contaminations, protection du produit, étiquetage).

Parmi les principales méthodes de conditionnement, on retrouve le papier, le carton, les boîtes en aluminium. Ces contenants présentent tous l'avantage d'être composés d'un seul matériau ce qui permet aisément leur recyclage, leur compostage ou leur réutilisation. D'autres formulations sont quant à elles proposées en vrac sans aucun emballage et il est souvent possible d'avoir des recharges. Ce conditionnement solide leur garantit une certaine longévité, à raison de deux utilisations par jour, certaines marques proposent des recharges qui peuvent durer entre 2 et 3 mois.

Les dentifrices solides peuvent être formulés sous forme de pastilles à croquer. Ces pastilles de petite taille (généralement d'un diamètre inférieur au centimètre et d'une épaisseur d'environ 3 millimètres) permettent d'utiliser

exactement la bonne dose de dentifrice à chaque brossage. Elles se placent dans la bouche et peuvent être croquées sans être avalées avant de brosser ses dents normalement à l'aide d'une brosse à dents légèrement mouillée. Il faut ensuite rincer comme avec un dentifrice traditionnel. Leur petite taille permet par ailleurs de les transporter aisément lors des déplacements.

Les dentifrices en poudre : là encore, ils s'utilisent avec une brosse à dent légèrement humide qu'il faut venir tremper délicatement dans la poudre ou bien saupoudrer de poudre de dentifrice qui va y adhérer grâce à l'humidité. Puis il faut se brosser les dents normalement avant de se rincer.

Ces dentifrices en poudre se déclinent également en galets ou en bâtonnets où la poudre est compactée pour avoir une forme solide et on vient alors frotter la brosse à dents humide contre la poudre compacte plutôt que la tremper dedans. Certaines marques proposent aussi des bâtonnets à frotter directement sur les dents avant de les brosser normalement pendant deux minutes.

Les dentifrices dits "en pâte" sont quant à eux les plus proches des dentifrices traditionnels en termes de texture mais rentrent tout de même dans la gamme des dentifrices solides. La plupart du temps, ils se présentent dans des conditionnements en verre agrémentés d'une spatule en bois permettant de récolter et de déposer sur la brosse à dents une petite portion de dentifrice pour se brosser les dents normalement. Ce conditionnement avec une spatule permet d'éviter de mettre la brosse à dent ou de l'eau dans le dentifrice pour éviter tout développement de bactéries.

Les formulations "maison" se répandent elles aussi de plus en plus et peuvent se présenter sous l'une des formes décrites ci-dessus.

2.2. Ingrédients des dentifrices solides

Les dentifrices solides sont nés d'une idée de consommation plus durable et plus saine et ne contiennent donc généralement pas d'ingrédients controversés, de perturbateurs endocriniens, de colorants ou de produits polluants. Ils contiennent

généralement des produits abrasifs doux pour les dents, parfois des agents moussants et souvent des arômes naturels ou des huiles essentielles.

En s'intéressant aux dentifrices solides, il est difficile de trouver de nombreuses références bibliographiques sur le sujet, de connaître une liste détaillée et complète des produits existants et il n'existe pas à notre connaissance de document développant la composition type d'un dentifrice solide. Nous avons donc recensé les ingrédients les plus fréquemment retrouvés en cherchant plusieurs types de dentifrices solides, chez différentes marques.

Les marques concernées sont : *Respire*®, *Aroma Zone*®, *lessavonsdejoya*®, *Lamazuna*®, *Lush*®, *Pachamamai*®, *Cmg*®, *Love Frog*®, *Sloe*®, *Mome Care*®, *The humble co*®, *Ben&Anna*®, *Les essentiels*®, *Nature et découvertes*®, *Comme avant*®, *Per-blanc*®, *Hydro Phil*®, *Argasol*®, *900.care*®, *Savonnerie du cèdre*®, *Mas du roseau*®, *Frescoryl*®, *Oopla*®, *Gifrer*®, *Gaia*®, *Juliette*®, *Autour du bain*®, *Oceanrespect*®, *Natessance*®, *Monoprix*®, *Green utopie*®, *Endro*®, *Les mains sales*®, *Savonneries champagne*®, *Jeste*®, *Naturé moi*®, *Apo France*®, *Savonnerie des collines*®, *Ascentical*®, *Cosmonatural*®, *Kazidomi*®, *Georganics*® (tableau 2).

Ingrédient	Occurrence %	Ingrédient	Occurrence %	Ingrédient	Occurrence %
Carbonate de Calcium	42	Cellulose microcristalline	14	Chlorure de Sodium	6
Limonène	36	Silice	14	Sodium cocoate	6
Xylitol	36	Sodium lauryl glutamate	14	Stéovioside	6
Eau (Aqua)	30	Stéarate	14	Extrait de feuille de bouleau	4
Huile essentielle de menthe poivrée	30	Sodium cocoyl isethionate	12	Carraghénane	4
Arôme	28	Fluorure de Sodium	12	Complexe chlorophylle-cuivre	4
Bicarbonate de Sodium	26	Extrait d'aloé Vera	10	Acide gras de noix de coco	4

Huile de noix de coco	24	Charbon en poudre	10	Cire de Carnauba	4
Kaolin	24	Eugéno	10	Glycérol stéarate citrate	4
Gomme xanthane	22	Coco sulfate de Sodium	10	Silice hydratée	4
Menthol	20	Citrate de Zinc	10	Hydroxyapatite	4
Acide stéarique	20	Citral	8	Phosphate dicalcique	4
Glycérine	18	Montmorillonite	8	Poudre de Siwak	4
Linalol	18	Sorbate de Potassium	8	Sodium olivate	4
Sodium cocoyl glutamate	16	Benzoate de Sodium	8	Beurre de karité	4
Acide citrique	14	Glycérol benzeniate	6	Huile de tournesol saponifiée	4
Erythritol	14	Hamamélis	6	Beurre de cacao	4
Illite	14	Maltodextrine	6	Huile essentielle de Thym commun	4
Stéarate de magnésium	14	Huile de menthe verte	6	Tocophérol	4

Tableau 2 : ingrédients les plus fréquemment présents dans les 50 dentifrices solides étudiés. Le % correspond au pourcentage de fois où l'ingrédient est présent dans les produits étudiés. Les ingrédients n'apparaissant qu'une seule fois n'ont pas été inclus.

Ne seront détaillés ici que les ingrédients qui n'ont pas été décrits dans la partie sur les dentifrices conventionnels.

2.2.1. Carbonate de calcium

Le carbonate de calcium ou sel de calcium d'acide carbonique CaCO_3 est un composé inorganique d'origine naturelle animale ou minérale (on peut notamment en trouver dans les coquilles d'œuf, d'escargots, le corail...). C'est une poudre blanche inodore et sans goût. Il est utilisé, entre autres, dans la pharmacologie pour la supplémentation en calcium dans les maladies du système

nerveux, du rein, des muscles, des articulations et des os, ou comme antiacide. Il a également des propriétés anti-agglomérantes pour maintenir l'homogénéité d'un produit en limitant l'agglutination des particules. C'est aussi un colorant blanc. En dentaire, c'est un agent abrasif, contenu dans les dentifrices (l'un des principaux constituants des dentifrices, 20-30% et jusqu'à 60% dans les dentifrices blanchisseurs). Il améliore l'action du brossage, a une action sur la plaque dentaire et les colorations, mais il ne faut pas en abuser car, à trop grosse dose, il peut abîmer l'émail (44)(45).

2.2.2. Xylitol

Le Xylitol est un édulcorant issu de l'écorce de bouleau qui a le même pouvoir sucrant que le sucre ou saccharose mais apporte deux fois moins de calories et entraîne une élévation moindre de la glycémie. De plus, il n'est que partiellement digéré par l'intestin. Il permet de diminuer la valeur énergétique d'un aliment tout en lui permettant de garder un goût sucré.

Il est utilisé dans l'agroalimentaire ainsi que dans l'industrie pharmaceutique notamment dans les compléments alimentaires ou les dentifrices.

Un article de Asma Gasmi Benahmed et al. Sur les effets bénéfiques du xylitol dans la santé nous montre que le xylitol possède un effet anti-plaque sur la surface des dents, et qu'il participe à la réduction de l'inflammation gingivale. Il a un effet anti-carie bénéfique car il réduit le développement des *Streptocoques mutans* en agissant sur les premiers stades de formations de ceux-ci. Associé aux ions Calcium, il a un effet bénéfique sur la reminéralisation de l'émail. Ses bienfaits ne se limitent pas à la santé buccale mais également à la santé générale, avec un effet bénéfique sur le système immunitaire par exemple, ou encore sur la relation positive qu'il a avec le Calcium dans les pathologies telles que l'ostéoporose. Cependant, en consommation excessive il peut avoir un effet laxatif néfaste tout comme l'Erythritol, mais pas dans les quantités présentes dans les produits solides (46)(47).

2.2.3. Huile essentielle de menthe poivrée

C'est une huile essentielle extraite de la menthe poivrée qui est une plante appartenant à la famille des Lamiacées. Elle est utilisée pour ses vertus aromatiques dans l'alimentaire et médicinale. On la retrouve dans beaucoup de dentifrices solides. On lui prête des vertus contre le rhume, la fièvre, la migraine ainsi que des propriétés anti inflammatoires pour les muqueuses de la bouche et de la gorge, anti fongiques, anti virale, anti bactérienne et antiseptique (Mahendran G et al. 48). En dentaire, elle apporte non seulement un goût et une sensation de fraîcheur quand elle est utilisée dans les dentifrices ou bain de bouche, mais également une action anti-inflammatoire pour la gencive et la gorge (48).

2.2.4. Huile de noix de coco

L'huile de noix de coco est un produit d'origine naturelle, utilisée pour ses propriétés nutritionnelles et médicinales. On lui prête des propriétés antibactériennes, antifongiques, antivirales, antiparasitaires, antioxydantes, hypoglycémiques (présence de L-arginine), hépatoprotectrices et immunostimulantes. En dentisterie, elle est utilisée comme agent désinfectant. Elle a un effet contre les bactéries *Streptocoques Mutans* et les *C. albicans* quand elle est associée avec un brossage correct. Selon Debmandal et al, le composé glucidique présent dans la noix de coco a un effet anti carieux car il réduit la glycolyse et l'oxydation du saccharose entraînés par les S. Mutans. Un essai clinique de DebMandal et al. a montré une réduction du biofilm bactérien sur des prothèses lavées avec un mélange de savon de coco et d'hypochlorite de sodium à 0.05% (49).

2.2.5. Kaolin

C'est une argile dite "blanche", composée de silicates d'aluminium ou kaolinite et qui provient de Chine. Elle est utilisée dans la fabrication de la porcelaine, du papier et également en pharmacologie ou en cosmétique pour ses propriétés apaisantes et purifiantes. Sa consommation excessive sur une longue période peut créer des obstructions intestinales et de l'anémie.

Dans les dentifrices elle est utilisée comme agent abrasif pour améliorer l'efficacité du brossage et lutter contre les colorations ou la plaque. Dans des concentrations de 20-30% elle n'est pas néfaste pour les tissus dentaires, néanmoins, en plus grande proportion comme dans les dentifrices dits "blancheur" (60% de concentration) elle peut entraîner de l'usure de l'émail. Tout comme les dentifrices pâtes blancheur qu'on trouve dans le commerce, ils sont à utiliser occasionnellement et pas en usage quotidien (50).

2.2.6. Menthol

Le menthol est un composé organique synthétisé à partir de l'huile essentielle de menthe ou dérivées (menthe poivrée...). Il est utilisé pour apporter du goût et pour ses propriétés anesthésiantes. Il peut présenter un effet irritant localement pour la peau ou les muqueuses, en lien avec son action anesthésiante ou analgésiante (qui supprime la douleur) (51).

2.2.7. Acide Stéarique

L'acide stéarique ou acide octadécanoïque est un acide gras saturé retrouvé principalement dans les graisses végétales, notamment dans le chocolat. C'est un acide gras qu'on qualifie de non essentiel car le corps humain est capable de le biosynthétiser.

Il existe trois types d'acides gras :

- Les acides gras saturés : ils sont contenus le plus souvent dans les produits d'origine animale (beurre, crème...) sous forme de graisse solide, et ont tendance à favoriser le dépôt de LDL cholestérol. En ce qui concerne l'acide stéarique, on le retrouve dans les produits d'origine végétale.
- Les acides gras insaturés : il convient de les privilégier pour une alimentation équilibrée (oméga 3, 6 et 9), car ils ont tendance à protéger contre les maladies cardiovasculaires. On les retrouve dans les huiles végétales et les poissons notamment.

- Les acides gras trans ou graisses hydrogénées : ils sont conçus artificiellement car ils sont plus stables que les acides gras naturels et donc plus simples à utiliser dans l'industrie agroalimentaire. Ils sont néfastes pour le système cardiovasculaire.

Tous les acides gras saturés n'ont pas un mauvais impact sur le système cardiovasculaire. En effet, des études cliniques et épidémiologiques menées par J Edward Hunter et al. comparant les effets d'une alimentation enrichie en acide stéarique ou enrichie avec des acides gras trans (graisses hydrogénées) nous montre que l'utilisation d'acide stéarique dans l'alimentation a tendance à faire diminuer le taux de LDL Cholestérol ("mauvais" cholestérol), impliqué dans les pathologies cardiovasculaires, tout en restant neutre sur le HDL Cholestérol ("bon" cholestérol) et donc avec un impact bénéfique sur le ratio total de cholestérol de l'organisme (52), (53).

2.2.8. Linalol

Le linalol est un alcool terpénique aromatique présent dans les huiles essentielles de lavande, de thym, de menthe, de bois de rose, de bergamote... Il est classé parmi les allergènes réglementés d'Europe. Tout comme le limonène il est reconnu comme ayant des propriétés anti inflammatoires, antidépresseurs, anticancéreux et neuroprotecteur (Pereira I. et al). Il est utilisé comme arôme dans les dentifrices (54).

2.2.9. Sodium cocoyl glutamate

C'est un agent tensioactif, c'est-à-dire un produit capable d'augmenter la mouillabilité, la capacité d'étalement d'un liquide ou d'une pâte et donc de contribuer à la répartition uniforme de ceux-ci. Il est formé de manière naturelle ou synthétisé à partir des acides gras de l'huile de coco et de l'acide aminé glutamate. Le glutamate est un acide aminé non essentiel car synthétisé par le corps humain, présent notamment dans le collagène. C'est un neurotransmetteur excitateur du SNC et précurseur du GABA. Il est qualifié de diacide car il possède deux groupements carboxyliques et un groupement amine (55).

2.2.10. Acide Citrique

L'acide citrique est un acide tricarboxylique que l'on retrouve naturellement dans les agrumes. Il est utilisé comme excipients dans les dentifrices et autres préparations cosmétiques ou pharmaceutiques pour son effet stabilisateur et conservateur des principes actifs des préparations (56).

2.2.11. Erythritol (tétrahydroxybutane)

L'érythritol est un édulcorant de la famille des polyols (alcools de sucre), naturellement présents dans les fruits, les algues ou les aliments fermentés. Sa structure chimique est proche du saccharose, elle se lie sur les récepteurs du goût de la langue pour donner une sensation de douceur. Son pouvoir sucrant est moins intense que le glucose. Lorsqu'il est soluble dans l'eau, à température ambiante, il entraîne cette fois-ci une sensation de fraîcheur (utilisé dans les chewing-gums) (58). Une étude de K K Mäkinen et al montre que l'usage quotidien d'érythritol dans le dentifrice ou en apport avec un chewing-gum réduit significativement la plaque bactérienne et la concentration salivaire de streptocoques (57). Il n'est pas fermenté par les bactéries de la flore buccale, il n'est donc pas transformé en acide, ne déminéralise pas l'émail et ne participe donc pas à la formation de carie. 90% de l'absorption de l'érythritol se fait au niveau de l'intestin grêle et a donc très peu d'effets laxatifs à dose normale journalière. La dose journalière maximale conseillée est de 1g/kg de poids corporel) (57)(58).

NB : édulcorant : se dit d'une substance qui donne une saveur douce.

2.2.12. Illite

L'illite est un minéral argileux composé de silicium, d'aluminium, de magnésium et de fer, appelé argile "verte". Elle tient son nom de l'Etat de l'Illinois où elle a été identifiée pour la première fois. Elle est utilisée comme purifiant en raison de ses propriétés cicatrisantes, apaisantes, et adoucissantes. Comme le Kaolin elle est utilisée dans les dentifrices solides en tant qu'agent abrasif, pour aider au nettoyage des dents et améliorer la brillance. C'est également un agent anti agglomérant, c'est-à-dire qui limite l'agglomération des particules solides dans les produits cosmétiques (59).

2.2.13. Stéarate de Magnésium

Le stéarate de magnésium est un sel organique utilisé en tant que colorant blanc et agent agglomérant. Il peut être irritant pour les muqueuses, trop peu d'études ont été menées pour statuer de sa totale inoffensivité (60)(61).

2.2.14. Cellulose microcristalline

La cellulose microcristalline, tout comme la gomme de cellulose, est un polymère d'origine végétale qui se trouve à l'état naturel dans les végétaux. C'est le matériau de base de la paroi des végétaux, qui aura ensuite diverses utilités. En pharmacologie elle est utilisée pour son action anti-agglomérante, stabilisatrice et nettoyante (62).

2.2.15. Sodium Lauryl glutamate

Le sodium lauryl glutamate est un agent tensioactif, qui permet un meilleur étalement du produit (63).

2.2.16. Autres composants

Nous avons abordé les ingrédients principaux qui composent les dentifrices solides, ceux qu'on retrouve chez la plupart des marques proposant ce produit. Ce sont les ingrédients de base, mais certaines marques en rajoutent d'autres pour donner une spécificité au produit. On peut notamment citer :

- L'eugénol, qui possède une activité antiseptique et analgésique, et dont le bénéfice en dentisterie n'est plus à prouver au vu de la large utilisation de celui-ci dans notre pratique quotidienne (64).
- Le charbon actif pour son action blanchissante.
- Le Fluorure de Sodium présent dans 12% des dentifrices de notre échantillon, qui est un sel inorganique utilisé pour la prévention des caries et pour réduire la plaque (partie IV), et également de l'hydroxyapatite, qui est un composant minéral des dents et qui en fait le tissu organique le plus dur du corps humain.

On peut retrouver ensuite diverses huiles essentielles pour apporter un goût ou une odeur en particulier (l'huile essentielle d'eucalyptus ou de thym par exemple, utilisées par Mome Care®), de l'extrait d'aloé vera ou encore du beurre de cacao (Love_frog®) etc...

Qu'ils soient commercialisés en pastilles ou en savon, on retrouve des similarités entre tous ces dentifrices : ils utilisent tous des ingrédients naturels, qui sont souvent issus de l'agriculture biologique, aucun produit de synthèse ou colorant.

Ce sont également des marques engagées et respectueuses de l'environnement et du bien-être animal, avec une production le plus souvent locale. Cela va donc de pair avec l'éthique écologique et la volonté de changer des petites actions et choses du quotidien pour être plus respectueux de la planète, une prise de conscience de plus en plus répandue et importante. Le dentiste, en conseillant un patient en demande sur ce genre de produit, participe également à l'information et la sensibilisation sur ce sujet si important.

Malheureusement dans les dentifrices solides le fluor est un ingrédient trop peu utilisé alors qu'il est présent dans la quasi-totalité des dentifrices en pâte, or on sait que c'est un produit très important pour la santé buccodentaire, notamment dans l'enfance, avec des réglementations très strictes sur les quantités.

IV. L'absence de Fluor dans les dentifrices solides : mythe ou réalité ?

1. Le fluor définition

Le fluor est un oligo-élément* que l'on trouve dans la nature, entre autres dans le sol, les minerais, l'air, les cours d'eau et les plantes, ainsi que dans certains aliments. Il a un effet bénéfique sur la prévention des caries et sur la santé dentaire, et vraisemblablement sur les os en croissance. Il a un apport calorique de zéro (65).

“Les topiques fluorés, dentifrice, bain de bouche, vernis, gel, sont des moyens efficaces de prévention de la carie en denture permanente chez les enfants et les adolescents. Le niveau de preuve des études est élevé.” *HAS 2010*. C'est un élément reconnu pour sa capacité à lutter contre les caries dentaires (2).

*Oligo élément : “élément minéral pur, [...] qui n'apporte pas d'énergie mais qui est nécessaire à certaines réactions chimiques dans l'organisme. Les oligoéléments se distinguent des sels minéraux par leur très faible quantité dans le corps humain ; parfois, ils ne sont présents qu'à l'état de trace. L'organisme ne peut les produire lui-même.” *Institut national du cancer* (65).

2. Le fluor : son action sur les dents

2.1. Rappel : la composition de l'émail dentaire

Pour comprendre l'action du fluor sur les dents, un petit rappel sur la composition de l'émail dentaire est nécessaire.

L'émail dentaire est un tissu unique chez l'Homme et chez les Vertébrés en général. C'est un tissu avasculaire, non innervé et acellulaire, c'est-à-dire qu'il ne contient pas de cellules. Son processus de formation est appelé amélogénèse, elle dépend d'une cascade ordonnée d'événements contrôlés par les améloblastes. Sa période de formation et de minéralisation s'étend sur plusieurs années allant de la période prénatale à l'adolescence, selon une chronologie bien définie en fonction

des dents concernées et des périodes de croissance de l'individu (Guilhem Lignon et al) (66).

L'émail est composé à 97% d'une matrice acellulaire hyperminéralisée, et de seulement 3% d'eau. Elle ne possède pas de matrice organique collagénique contrairement aux autres tissus minéralisés de l'organisme (os, ciment, dentine). L'unité élémentaire de l'émail est l'hydroxyapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$. Au sein de cette matrice hyperminéralisée on retrouve principalement trois peptides amélaire :

- L'Amélogénine (90%) qui contrôle la croissance en largeur et en épaisseur des cristaux
- L'Améloblastine (environ 5%) pour la croissance en longueur des cristaux
- L'Enaméline (1 à 5%) qui gaine les prismes pour éviter leur fusion entre eux et qui permet l'adhésion entre la matrice amélaire et l'améloblaste sécréteur.

Ces peptides sont sécrétés par les améloblastes et s'organisent en une matrice dans laquelle se lient les ions calcium, phosphate et l'hydroxyapatite dans une cascade de réaction, et qui s'allongent en cristaux parallèles bien organisés (prismes d'émail) selon un cycle de sécrétion, transition, maturation et enfin protection (66)(67).

2.2. Action du fluor sur l'émail dentaire

2.2.1. Action pendant la phase pré éruptive

Les fluorures agissent sur le métabolisme cellulaire des améloblastes sécréteurs responsables de la formation de l'émail, ainsi que sur les odontoblastes, cellules responsables de la formation de la dentine. Ils agissent lors des différentes phases notamment lors de la sécrétion et de la minéralisation. On présume que le fluor s'intègre à la maille cristalline de l'hydroxyapatite, pour former un élément stable. L'incorporation de fluorures dans cette maille réduit sa solubilité, d'où l'effet protecteur anti-cariogène temporaire (68).

Cette action est dose-dépendante, la dose toxique étant supérieure à la dose contenue dans les eaux de boissons. Selon la dose utilisée (de 0,03 à 0,1 mg fluor/kg/j), on peut observer des perturbations métaboliques des améloblastes et

des odontoblastes. Au-delà de ces doses et de manière dose-dépendante, on voit se développer la fluorose, une pathologie de l'émail qui le rend poreux et sujet aux colorations (blanches pouvant aller jusqu'à la nappe brune) (69).

2.2.2. Action après l'éruption des dents

L'émail est exposé dans la cavité buccale une fois l'éruption de la dent réalisée. Il est donc en contact avec la salive, les aliments et les bactéries de la flore buccale. Parmi ces bactéries on retrouve bien évidemment les bactéries cariogènes, qui fermentent les glucides apportés par l'alimentation entraînant une libération d'acide qui font chuter le pH buccal et provoquent une dissolution des cristaux d'hydroxyapatite ainsi qu'une protéolyse de la trame organique de l'émail. Après cette phase, les minéraux dissous se précipitent pour reformer les cristallites altérés, associé à la remontée progressive physiologique du pH buccal entre les repas, et l'émail se reminéralise (68).

La surface dentaire est cependant immature et donc poreuse 2 ans après l'éruption de la dent. Pendant cette phase, il y a une alternance de déminéralisations et re-précipitations pour remanier la surface de l'émail. La susceptibilité carieuse est donc plus importante à cette période-là, surtout chez un sujet à haut risque carieux chez qui la balance est défavorable vers la déminéralisation. Si les apports de fluors sont réguliers pendant cette période, la salive, la plaque et les muqueuses de la cavité buccale se chargent en ions fluorures par association avec les ions calcium (CaF_2), et constituent un réservoir d'ions à proximité des surfaces amélaire, qui sont libérés à pH acide et qui peuvent se précipiter avec l'émail déminéralisé après les repas et donc renforcer cette surface amélaire. L'hydroxyapatite fluorée est plus stable et résiste mieux aux attaques acides (68).

“En l'état actuel des données, 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). L'efficacité carioprotectrice 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.”
ANSM octobre 2008 (68).

2.3. Les sources d'apport en fluor

Il existe de nombreuses sources d'apport en fluor, dans notre environnement ou en complémentarité topique ou systémique. La principale source d'apport en fluor est l'apport externe via les produits de santé, qu'ils soient topiques ou systémiques. On retrouve notamment les dentifrices, ou encore les compléments en comprimés ou gouttes. Comme ce sont des produits avec de fortes teneurs en fluor, ils sont soumis à une AMM. En dentaire nous utilisons également des produits préventifs comme les vernis fluorés, ou des produits destinés à la restauration dentaire tels que les verres ionomères. On pourra également citer les eaux de distribution ou les eaux minérales plus ou moins concentrées en fluor, ainsi que certains aliments tels que le sel (68).

2.4. Recommandations sur l'administration du fluor

Un apport de fluorures est recommandé au moment de l'éruption des premières dents (vers 6 mois) avec du dentifrice fluoré inférieur ou égal à 500 ppm et en très petite quantité. À partir de 3 ans, un dentifrice à 500 ppm est recommandé. À partir de 6 ans, les enfants doivent utiliser des dentifrices fluorés qui contiennent entre 1000 et 1500 ppm de fluor. Si le risque carieux est trop élevé, un dentifrice plus concentré peut être utilisé, à partir de 10 ans. Le fluor est donc indispensable pendant l'enfance (2).

3. Pourquoi il n'y a que peu de dentifrices solides qui contiennent du fluor ?

Comme indiqué précédemment, le fluor est actuellement l'élément le plus indiqué pour lutter contre les affections buccales telles que les caries (2)(68). Le fluor est présent dans la majorité des dentifrices traditionnels mais pas dans ceux solides. Cela n'est pourtant pas dû à une impossibilité de le mettre sous forme solide puisque certaines marques proposent tout de même des dentifrices solides en contenant telles que les marques The humble co®[®], une marque suédoise ou Ben&Anna®[®], une marque allemande, ou encore Mome Care®[®] et Sloe®[®] dont nous avons parlé précédemment. D'autre part, le fluor peut se présenter sous forme de comprimés ou de gommes à mâcher et ce n'est pas non plus un problème de concentration puisque ces comprimés peuvent tout de même contenir les doses recommandées.

Du côté des marques, une des raisons avancées sur leurs sites ou dans leurs réponses aux questions est une réserve émise par peur de dépasser les dosages et les normes autorisées sur un produit potentiellement problématique. Le fluor en apport systémique est toxique dose-dépendant. Cela peut être dangereux, chez l'enfant notamment. La dose toxique ingérée susceptible de provoquer un risque pour la santé est de 5 mg de fluor par kg. C'est une dose évaluée de manière probable, aucun cas n'a été référencé dans la littérature médicale. En partant de ce postulat, un enfant d'un an, dont le poids moyen est de 9 kg, atteindrait cette hypothétique dose toxique en ingérant la moitié d'un tube de 90g de dentifrice fluoré à 1000 ppm (69).

La raison principale de l'absence de fluor dans les dentifrices solides semble cependant être une histoire de transparence. Comme expliqué précédemment, les consommateurs qui se tournent vers des dentifrices le font généralement dans une démarche pour un rapport plus sain avec leur environnement en limitant le gaspillage, leurs déchets et en se tournant vers des produits plus naturels. Le fluor est controversé et ses apports quotidiens font débat dans de nombreux articles et même au sein des professionnels ce qui pourrait inquiéter ces consommateurs préoccupés par leur santé et pour cette raison, la plupart des marques évitent d'en mettre dans leurs formulations.

V. Que faut-il réellement penser des dentifrices solides ?

En comparant les ingrédients des dentifrices traditionnels et de ceux solides, de fortes divergences apparaissent. Les ingrédients qui les composent ont une importance particulière. Au-delà du fait qu'ils sont en contact de façon prolongée avec les dents et la muqueuse buccale, il est estimé qu'entre 5% et 7% du dentifrice est ingéré à chaque prise. Il faut donc que les dentifrices présentent une totale innocuité quel que soit leur conditionnement (43).

Pour commencer, tous les dentifrices traditionnels contiennent de l'eau en grande quantité, c'est même souvent l'ingrédient principal (15) ce qui n'est pas le cas de la majorité des dentifrices solides. Un des principaux arguments avancés par les fabricants de produits sous forme solide, que ce soit pour les dentifrices, les lessives ou d'autres produits d'hygiène ou de cosmétique, est que leurs alternatives liquides, en gel ou en pâte ne sont que des principes actifs dilués dans de l'eau. Cette eau représente alors une grande majorité du produit fini. Les dentifrices solides n'étant composés que de principes actifs sans eau, à volume égal ils vont être consommés moins vite.

Si l'eau des dentifrices traditionnels est parfaitement inoffensive, ce n'est en revanche pas forcément le cas pour tous les autres ingrédients qui les composent. En effet, certains composés présents dans une majorité de dentifrices traditionnels sont absents des dentifrices solides, toujours pour des raisons de transparence et de produits apparaissant plus naturels auprès des consommateurs.

Parmi ces ingrédients, se retrouve notamment le laurylsulfate de sodium. Cet agent moussant également présent dans de nombreux autres produits d'hygiène est très controversé tant il s'avère irritant pour la peau et les muqueuses. Plusieurs problèmes d'aphtes et d'hypersensibilité des muqueuses peuvent en découler. D'autres agents moussants existent et peuvent se substituer au laurylsulfate de sodium comme c'est le cas dans les alternatives solides (70).

Le colorant le plus fréquemment retrouvé dans les dentifrices en tubes est le dioxyde de titane (CI77891). Ce colorant rend la pâte plus blanche. Il est lui aussi

absent des dentifrices solides. Les nanoparticules dont il est composé sont capables de franchir plusieurs barrières biologiques comme la paroi des intestins ce qui pourrait poser plusieurs problèmes de toxicité. Ces nanoparticules pourraient même être stockées dans l'organisme et devenir un facteur aggravant des risques de cancer. Sous sa forme d'additif alimentaire, le dioxyde de titane noté E171 est interdit en France depuis 2018 et cette interdiction est renouvelée chaque année à cause des potentiels risques de génotoxicité qui ne peuvent être exclus pour les consommateurs. Ces effets nécessiteront d'être plus amplement étudiés afin de conclure à la présence ou l'absence d'un danger effectif pour la santé humaine (71)(72)(73).

D'autres ingrédients sont potentiellement problématiques. Il s'agit de perturbateurs endocriniens avérés ou potentiels. Ces ingrédients sont peu présents dans les dentifrices en tubes étudiés et tendent à l'être de moins en moins mais se retrouvent encore dans certaines marques. Il s'agit du triclosan, du BHA et des parabènes.

Le triclosan est utilisé pour ses propriétés antifongiques et antibactériennes efficaces bien documentées mais il a la capacité de s'accumuler dans l'organisme. La muqueuse buccale y est particulièrement perméable. Il présenterait des risques de perturbations des relations foëto-maternelles et des potentielles interactions avec des œstrogènes. Bien que les concentrations dans les dentifrices soient trop faibles pour être considérées comme un danger, il serait sans doute préférable d'éviter ces produits chez les enfants, adolescents et femmes enceintes en l'absence d'études cliniques sur humains plus poussées (74).

Le BHA est un antioxydant considéré comme perturbateur endocrinien et potentielle substance cancérigène. Il est déjà interdit dans plusieurs pays du monde à cause de son activité interagissant avec celle des œstrogènes. Il présente également une toxicité élevée particulièrement pour les cellules de la peau, du foie et des reins (38).

Les parabènes servent de conservateurs et sont eux aussi susceptibles d'interagir avec l'organisme à la manière des œstrogènes ce qui peut là encore être dangereux chez la femme et favoriser les cancers hormono-dépendants bien que des études sur des sujets humains manquent aussi pour conclure définitivement. La réglementation les concernant en France et en Europe est régulièrement débattue (38).

Bien que le dentifrice ne soit techniquement pas consommé, de petites quantités sont ingérées à chaque prise, et ces quantités sont encore plus importantes chez les jeunes enfants. Il est assez difficile de trouver un dentifrice en tubes qui ne contienne pas ces ingrédients potentiellement problématiques. Ces molécules sont absentes des dentifrices solides ce qui semble être à leur avantage. Des ingrédients présents dans les deux formulations peuvent être plus rarement problématiques, il s'agit surtout de potentiels allergènes qui peuvent favoriser l'hypersensibilité buccale et les inflammations des muqueuses dans de rares cas. C'est par exemple le cas des huiles essentielles, de certains arômes et du limonène (75).

Les édulcorants font également débat mais sont tout de même plus recommandés que des sucres classiques pour des produits destinés à protéger les dents des caries, cela va de soi (16).

D'un autre côté, les dentifrices solides bien que plus sains et contenant moins de molécules potentiellement dangereuses, ne sont pas exempts de désavantages. Tout d'abord, il y a trop peu de marques qui proposent des dentifrices au fluor, qui est actuellement le seul élément reconnu comme étant efficace dans la protection contre les caries. Si cette absence peut rassurer certains consommateurs inquiets des potentiels effets négatifs développés dans la partie IV, elle est problématique, particulièrement pour les enfants sans autre source de fluor dans l'alimentation. Le xylitol est généralement utilisé dans les dentifrices solides en substitution du fluor et si certaines études semblent montrer une efficacité dans la lutte contre les caries, il manque encore des éléments pour pouvoir conclure à un effet comparable à celui du fluor (76). Les dentifrices solides ne sont donc pas recommandés pour les enfants. Par ailleurs, leur composition inclut souvent des huiles essentielles pour le goût et l'odeur et cela rend leur utilisation impossible pour les femmes enceintes.

La principale question qui se pose reste donc celle de l'efficacité du dentifrice. Sans fluor et avec moins d'ingrédients chimiques, parviennent-ils à réduire la prolifération des bactéries responsables de la plaque dentaire avec la même efficacité ? Selon Kengadaran S. and al dans leur étude "Comparative effectiveness of herbal and conventional toothpaste on prevention of dental caries" ce serait en effet le cas (77). Cette étude a comparé plusieurs données issues d'études *in vitro* ou d'essais cliniques avec des dentifrices contenant des ingrédients naturels ou des dentifrices

au fluor. Les conclusions sont qu'il n'y a aucune différence de pH de la salive entre les différents dentifrices. Les dentifrices au fluor sont un peu moins efficaces pour réduire la quantité de bactéries présentes dans la bouche après brossage que ceux contenant des herbes médicinales qui sont eux même moins efficaces que ceux contenant du triclosan. Plusieurs des études considérées et un des essais cliniques concluent même que les dentifrices naturels considérés étaient plus efficaces à long terme que ceux au fluor concernant la prévention des caries. Les biais des études considérées étant importants, la conclusion de cet article est qu'il manque des données pour conclure sur l'efficacité réelle mais que celles déjà disponibles sont très encourageantes et tendraient à prouver que l'activité antimicrobienne des dentifrices aux ingrédients naturels est comparable à celle des dentifrices au fluor.

D'autre part, les dentifrices traditionnels sont généralement produits par des laboratoires, avec des méthodes éprouvées, des tests et plusieurs calibrages ce qui n'est pas toujours le cas pour les dentifrices solides. Certaines méthodes se rapprochent du courant Do It Yourself (DIY) et la fabrication des dentifrices "faits maison" n'est que peu ou pas encadrée. En effet, les agents abrasifs utilisés ne sont pas forcément contrôlés dans leur granulométrie et leur quantité ce qui pourrait conduire à une atteinte irréversible de l'émail, voire de la dentine lorsqu'elle est visible et peut également irriter les gencives. Les concentrations des autres molécules comme des allergènes peuvent également être mal maîtrisées. Enfin, certaines propriétés de certains éléments ne sont pas prouvées. Par exemple, l'huile de coco largement plébiscitée et souvent utilisée dans les dentifrices solides manque de données pour conclure sur son efficacité même si elle apparaît intéressante (78). Un article de Couteau et al. paru dans le British Dental Journal en 2021 (79) a analysé les ingrédients de 84 recettes de dentifrices "DIY" à faire soi-même. Il est intéressant de noter que de nombreux ingrédients présents dans ces recettes comme les huiles essentielles et le bicarbonate de sodium ou de calcium ou l'huile de coco se retrouvent également dans la composition des dentifrices solides étudiés dans cette thèse. Aucune des recettes à faire à la maison ne contient de fluor puisque son usage est réglementé en France et dans l'Union Européenne. Les problèmes relevés par l'étude concernent l'absence de surfactants qui permettent à la préparation de mousser et de mieux se répartir sur les dents, la présence de charbon, d'argiles ou d'épices qui peuvent contenir des métaux lourds ou des déchets selon leur provenance. Il est facile d'éviter cela en choisissant des dentifrices solides des

marques qui proposent dans leur composition des surfactants naturels et facilitent la traçabilité de leurs ingrédients ce qui est le cas d'une majorité des dentifrices solides étudiés dans cette thèse. L'étude de Couteau et al. conclue enfin que le manque de tests pour ces produits maison notamment sur l'impossibilité de connaître la quantité exacte des produits, leur éventuelle contamination et le degré d'abrasivité font des dentifrices DIY un produit à éviter. Les dentifrices solides déjà prêts à l'emploi, formulés par des marques pouvant avoir accès à un laboratoire et donc des tests semblent être une meilleure alternative tout en conservant les avantages de ces formulations maison.

La thèse de Mme Vrignaud E. passée à Toulouse l'année dernière compare l'abrasivité de différents dentifrices solides avec l'abrasivité des dentifrices conventionnels. Il n'a pas été prouvé de différence significative entre les deux types de dentifrices, ce qui est encore un bon point pour encourager le recours aux dentifrices solides (80).

Enfin, d'un point de vue plus pragmatique, le dentifrice conventionnel est souvent plus pratique d'utilisation puisqu'il est donné prêt à l'emploi et que les patients en ont l'habitude. En revanche, le dentifrice solide permet la prise correcte de la quantité exacte de dentifrice nécessaire ce qui est rarement le cas lorsqu'on consomme du dentifrice en tube. Pour l'instant, les gammes de dentifrices en tubes permettent de couvrir un large éventail de besoins (blanchiment, soin des gencives, renforcement de l'émail, fraîcheur...) ce qui n'est pas le cas des dentifrices solides à l'heure actuelle. Enfin, les dentifrices en tubes sont plus facilement disponibles dans les grandes surfaces et les pharmacies que les dentifrices solides qui ne sont pour le moment accessibles qu'à ceux qui font la démarche de les intégrer à leur consommation.

Conclusion

En conclusion, les points évoqués dans cette thèse peuvent servir à informer les consommateurs sur les avantages et les limites des dentifrices solides et faciliter leur adoption de façon saine et responsable. Chaque option de conditionnement de dentifrice a des avantages et des inconvénients que l'autre alternative n'a pas.

Les dentifrices traditionnels en tubes sont plus accessibles, leur efficacité est mieux documentée, ils présentent souvent plus de possibilités pour répondre aux différents besoins des patients et ont souvent plus de goût.

En revanche, ils contiennent pour une grande majorité des ingrédients controversés voire dangereux et ils sont conditionnés dans des tubes complexes non recyclables et qui favorisent le gaspillage.

Les dentifrices solides quant à eux ne contiennent pas d'ingrédients problématiques, sont plus écologiques, durables et économiques. Ils sont plutôt transparents sur leur composition, souvent associés à des formulations saines et sans tests sur les animaux, ils peuvent être rechargés et facilement transportés et ils génèrent beaucoup moins de déchets plastiques non recyclables.

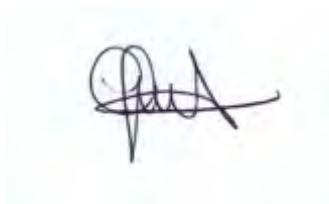
En revanche, comme la plupart ne contiennent pas de fluor et en l'absence d'études supplémentaires sur le xylitol comme substitut, ils ne peuvent pour l'instant pas être utilisés par les enfants. Les adultes qui désirent en utiliser devraient également alterner entre les deux types de dentifrices pour être sûrs de protéger efficacement leurs dents en l'absence de preuves d'efficacité supplémentaires. Les méthodes DIY sont à coupler avec une solide prise en charge dentaire afin de pouvoir détecter au plus tôt tout problème grâce à une visite chez un professionnel.

Chaque individu devrait pouvoir comparer les avantages et inconvénients de chaque option afin de déterminer celle qui lui convient le mieux. En tant que praticien, il convient de s'interroger sur ces sujets et de surveiller de près les prochaines études qui paraîtront pour accompagner au mieux les patients.

Au fur et à mesure que de nouvelles formulations se développent, de nouvelles données permettront un choix plus éclairé. Il semble en tout cas essentiel de repenser le conditionnement des produits dentifrices actuels pour répondre à la demande et aux considérations des patients. Il semble aussi important de s'interroger quant à la réelle utilité de certains composés non essentiels comme les

édulcorants et à réfléchir à des substituts pour ceux essentiels mais problématiques ou potentiellement problématiques. Les fabricants de dentifrice orientent déjà leurs études de recherche et développement dans cette voie et doivent continuer de s'interroger sur ces résultats pour améliorer leurs produits en réduisant leurs impacts négatifs sur la santé ou l'environnement.

La présidente du jury

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. A.', written on a light blue background.

Le directeur de thèse

A handwritten signature in black ink, consisting of several horizontal strokes and a small star-like mark at the end.

Le 01/06/2023

Table des illustrations

- *Figure 1 : Les complexes bactériens de la plaque dentaire (Socransky SS and Haffajee AD, 2005)19*
- *Figure 2 : Succession des complexes bactériens au sein de la plaque dentaire (Socransky SS and Haffajee AD, 2005)20*
- *Tableau 1 : ingrédients les plus fréquemment présents dans les 50 dentifrices étudiés.....24*
- *Tableau 2 : ingrédients les plus fréquemment présents dans les 50 dentifrices solides étudiés.....36*

Bibliographie

- (1) biusante.parisdescartes.fr : Société Française de l'histoire de l'art dentaire ; Thierry Debussy, Micheline Ruel-Kellermann ; XXXe congrès Rochefort-sur-Mer, 2020 Vol. 25
- (2) HAS : Stratégies de prévention de la carie dentaire - Recommandations en santé publique - 13 oct. 2010
- (3) M. Sixou, A. Diouf, D. Alvares : Biofilm buccal et pathologies bucco dentaires Oral Biofilm and oro-dental diseases. Antibiotiques Volume 9, Issue 3, Pages 181-188. Septembre 2007
- (4) Larry M. Bush, Maria T. Vazquez-Pertejo : Revue générale des bactéries anaérobies ; mai 2021
- (5) I. Calas-Bennasar P. Bousquet O. Jame V. Orti P. Gibert : Examen clinique des parodontites Clinical examination of periodontal diseases. EMC - Odontologie Volume 1, Issue 2, Pages 181-191. Juin 2005
- (6) Sigmund S. Socransky, Anne D. Haffajee : Periodontal microbial ecology. Periodontology 2000. Volume 38, Issue 1, Pages 135-187. Juin 2005
- (7) Criton M. : Diagnostic microbiologique en parodontologie : méthodes et intérêts cliniques. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré Nancy 1. Avril 2007
- (8) McCracken GI, Stacey F, Heasman L, Sellers P, Macgregor ID, Kelly PJ, Heasman PA. J: A comparative study of two powered toothbrushes and one manual toothbrush in young adults. Clin Dent ;12(1) :7-10, 2001
- (9) article L. 5131-1 du code de la santé publique (CSP) 26 février 2014
- (10) article L. 5111-1 du code de la santé publique (CSP) 25 mars 2022
- (11) ansm.sante.fr : Glossaire : Autorisation de mise sur le marché (AMM)
- (12) Iller H. : Le dentifrice : orienter sa prescription en fonction des besoins et des attentes du patient. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg. Juin 2019

- (13) vidal.fr : le fluor et la prévention des caries 10/12/2020
- (14) dentalhealth.org: Oral health ingredients glossary
- (15) [economie.gouv](http://economie.gouv.fr) : ministère de l'Économie des finances et de la souveraineté industrielle et numérique : Étiquetage des denrées alimentaires 03/07/2020
- (16) Touvier M., Debras C. : La consommation d'édulcorants serait associée à un risque accru de cancer. INSERM Mars 2022
- (17) INCI beauty : hygiène dentaire, les ingrédients spécifiques : hydrated silica. Juin 2020
- (18) Chahine L, Sempson N, Wagoner C. The effect of sodium lauryl sulfate on recurrent aphthous ulcers: a clinical study. *Compend Contin Educ Dent*. 1997 Dec ;18 :1238-40. PMID : 9656847
- (19) Sodium Laurylsulfate SI087.100G - SI087.250G fiche de données de sécurité Conformément au Règlement (CE) No. 453/2010 Version 1.2 - Date 30.11.2018
- (20) European Commission: The safety of fluorine compounds in oral hygiene products for children under the age of 6 years. SCCNFP/0653/03; 24th plenary meeting, 24-25 Juin 2003
- (21) Anandakumar P, Kamaraj S, Vanitha MK: D-limonene: A multifunctional compound with potent therapeutic effects; 45(1): e13566. doi: 10.1111/jfbc.13566. Janvier 2021
- (22) [cnesst.gouv](http://cnesst.gouv.fr) : répertoire toxicologique. Limonene Numéro CAS : 5989-27-5
- (23) inchem.org : international programme on chemical safety. Concise international chemical assessment document no.5 Limonene
- (24) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 753, Glycerol. Avril 2023
- (25) INCI beauty : ingrédient : cellulose gum N° CAS : 9004-32-4 - Dérivé de cellulose

- (26) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 26042, Titanium Dioxide. Mars 2023
- (27) Warheit DB; How to Measure Hazards/Risks Following Exposures to Nanoscale or Pigment-Grade Titanium Dioxide Particles; Toxicol Lett 220 (2): 193-204 (2013)
- (28) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 5780, Sorbitol. Avril 2023
- (29) amenajari.org : article : Utilisations et avantages pour la santé de la gomme de xanthane 2023
- (30) Kanerva-Rustemeyer L, Elsner P, John SM, Maibach HI: One of the allergens to which hairdressers may be exposed; See Coco Amido Betaine. Kanerva's Occupational Dermatology, 2nd Ed. Berlin: Springer-Verlag, 2012, p. 1514
- (31) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 24266, Sodium monofluorophosphate. Avril 2023
- (32) cosmileurope.eu: Ingrédient: PEG 32
- (33) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 6354, Ethylene oxide. Mars 2023
- (34) U.S. Environmental Protection Agency. 1998. Extremely Hazardous Substances (EHS) Chemical Profiles and Emergency First Aid Guides. Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office
- (35) Fascicule de Brevet Européen : Hydrolysat d'amidon hydrogéné hypocariogène, procédé de préparation et application de cet hydrolysat délivrance du brevet : 05.02.1997 Bulletin 1997/06 Numéro de dépôt : 92403559.5
- (36) Sebastian G, Ciancio DDS: Baking soda dentifrices and oral health. The Journal of the American Dental Association. Volume 148, Issue 11, Supplement, Pages S1-S3. Novembre 2017
- (37) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 11023, Zinc Citrate. Avril 2023

- (38) Perturbateurs Endocriniens - 1ère Offre Analytique à Destination du Grand Public, et des Industriels
- (39) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 517055, Sodium Benzoate. Mars 2023
- (40) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 24243, Trisodium Phosphate. Avril 2023
- (41) ecologie.gouv ministère de la transition écologique : quel potentiel 3R d'ici 2025 ? (Réduction, réemploi, recyclage) pour les emballages en plastique. nov 2020
- (42) planetoscope.com : article : consommation de tubes de dentifrices en France
- (43) British dental journal: 300 million toothpaste tubes go to landfill. Br Dent J 230, 390. Avril 2021
- (44) products.pcc.eu : article : Qu'est-ce que le carbonate de calcium et à quoi sert-il ? Mai 2022
- (45) Chaudier A, Carbonate de calcium : ce qu'il faut savoir sur l'E170 Juillet 2021
- (46) Gasmi Benahmed A, Gasmi A, Arshad M, Shanaida M, Lysiuk R, Peana M, Pshyk-Titko I, Adamiv S, Shanaida Y, Bjørklund G: Health benefits of xylitol. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020
- (47) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 6912, Xylitol. Mars 2023
- (48) Mahendran G, Rahman LU: Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (*Mentha × piperita* L.)-A review; 34(9):2088-2139. doi: 10.1002/ptr.6664. Septembre 2020
- (49) DebMandal M, Mandal S: Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. Volume 4, Issue 3, Pages 241-247. Mars 2011
- (50) INCI beauty: ingrédient: Kaolin N° CAS: 1332-58-7 - Argile de Kaolin

- (51) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 1254, Menthol. Mars 2023
- (52) Hunter JE, Zhang J, Kris-Etherton PM: Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review; 91(1):46-63. doi: 10.3945/ajcn.2009.27661. Janvier 2010
- (53) Vidal.fr : Les acides gras saturés, insaturés et trans. Septembre 2019
- (54) Pereira I, Severino P, Santos AC, Silva AM: Linalool bioactive properties and potential applicability in drug delivery systems. Souto EB Colloids and Surfaces B: Biointerfaces Volume 171, Pages 566-578. Novembre 2018
- (55) INCI beauty : ingrédient: Sodium cocoyl glutamate N° CAS: 68187-32-6 - Cocoyl glutamate de sodium
- (56) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 311, Citric Acid. Avril 2022
- (57) Mäkinen KK, Saag M, Isotupa KP, Olak J, Nömmela R, Söderling E, Mäkinen PL: Similarity of the effects of erythritol and xylitol on some risk factors of dental caries; 39(3):207-15. doi: 10.1159/000084800. Mai-juin 2005
- (58) la-vie-naturelle.com : article : Erythritol, tout savoir sur cet édulcorant ? Juin 2021
- (59) INCI beauty : ingrédient : Illite N° CAS : 12173-60-3 - Argile Illite
- (60) INCI beauty: ingrédient: Magnesium stearate N° CAS : 209-150-3 - Magnesium stearate
- (61) National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 11177, Magnesium Stearate. Avril 2023
- (62) INCI beauty : ingrédient : Microcrystalline cellulose N° CAS : 232-674-9 - Microcrystalline cellulose
- (63) INCI beauty : ingrédient : Sodium Lauroyl Glutamate N° CAS : 249-958-3 - Sodium Lauroyl Glutamate

- (64) Vidal.fr : substance active : eugénol. Janvier 2013
- (65) e-cancer.fr : Institut National du Cancer : Dictionnaire : Oligoélément
- (66) Lignon G, Dure-Molla M, Dessombz A, Berdal A, Babajko S : L'émail : Un auto-assemblage unique dans le monde du minéral / Enamel : a unique self-assembling in mineral world. Med Sci (Paris) 2015 ; 31 : 515–521. Juin 2015
- (67) Odontogenèse 2016 : cours d'embryologie et d'histologie de l'organe dentaire. Pr Kemoun. Faculté dentaire de Toulouse
- (68) ANSM : Mise au point afssaps : Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans. Octobre 2008
- (69) Arbab Chirani R, Foray H : Fluorose dentaire : diagnostic étiologique / Dental fluorosis: etiological diagnosis. Volume 12, Issue 3, Pages 284-28. Mars 2005
- (70) AY Babatunde, EA Olufemi, BO Adetokunbo. Effect of sodium lauryl sulfate on recurrent aphthous stomatitis: A systematic review. J Oral Pathol Med ; 48(5) :358-364. doi: 10.1111/jop.12845. Mai 2019
- (71) Mercier-Bonin M, Despax B, Raynaud P, Houdeau E, Thomas M : Exposition orale et devenir dans l'intestin des nanoparticules alimentaires : exemple de l'argent et du dioxyde de titane / Oral exposure and fate of food nanoparticles within the gut: Examples of silver and titanium dioxide. Cahiers de Nutrition et de Diététique Volume 51, Issue 4, Pages 195-203. Septembre 2016
- (72) Iavicoli I, Leso V, Fontana L, Bergamaschi A: Toxicological effects of titanium dioxide nanoparticles: a review of in vitro mammalian studies. Eur Rev Med Pharmacol Sci 15(5) :481-508. Mai 2011
- (73) ecologie.gouv : Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique : Dioxyde de Titane : l'additif E171 reste interdit dans les denrées alimentaires. Janvier 2022
- (74) Duret M : Effets perturbateurs endocriniens du Triclosan chez l'être humain : Revue systématique de la littérature. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux. Mai 2017

- (75) Sainio EL, Kanerva L: Contact allergens in toothpastes and a review of their hypersensitivity. *Contact Dermatitis* 33(2) :100-5. Août 1995
- (76) Riley P, Moore D, Ahmed F, O Sharif M, Worthington HV : Produits contenant du xylitol pour la prévention des caries dentaires chez l'enfant et l'adulte. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Mars 2015
- (77) Kengadaran S, Anusha D, Baskar K, Muthukrishnan K, Pooraninagalakshmi J, Prabakar J: Comparative effectiveness of herbal and conventional toothpaste on prevention of dental caries: systematic review and meta-analysis. *Vol 33, Issue 3, 332-337*. Septembre 2022
- (78) Vagish Kumar L Shanbhag: Oil pulling for maintaining oral hygiene – A review. *J Tradit Complement Med*; 7(1): 106–109. Janvier 2017
- (79) Couteau C, Doméjean S, Lecoq M, Ali A, Bernet M, Abbe-Denizot A, J. M. Coifard L: A study of 84 homemade toothpaste recipes and the problems arising from the type of product. *British dental journal*, online publication Avril 2021
- (80) Vrignaud E. Abrasivité des dentifrices solides vis à vis des tissus dentaires : étude in vitro. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. Février 2022

LES DENTIFRICES SOLIDES : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS PAR OPPOSITION AUX DENTIFRICES CONVENTIONNELS, UNE ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

RESUME EN FRANÇAIS : Le dentifrice est un produit utilisé quotidiennement dans la majorité des foyers comme produit d'hygiène ou cosmétique. Il est essentiellement commercialisé sous forme de pâte dans des tubes mais certaines formes dites solides se développent depuis plusieurs années. Il s'agit dans cette thèse de comparer les ingrédients composant les dentifrices conventionnels et ceux solides et de parvenir à une synthèse des différences entre ces deux types de produits pour accompagner au mieux les patients. Les dentifrices conventionnels contiennent en grande majorité du fluor ce qui est plus rarement le cas des dentifrices solides alors que le fluor est à ce jour la seule molécule dont l'efficacité est prouvée dans la lutte contre les caries. En comparant, il semblerait que les dentifrices solides soient plus sains que leurs homologues traditionnels et meilleurs du point de vue de l'écologie mais il est difficile de conclure actuellement sur leur efficacité réelle sur la lutte contre les caries bien que le xylitol qu'ils contiennent semble prometteur.

TITRE EN ANGLAIS : SOLID VERSUS CONVENTIONAL TOOTHPASTES : PROS AND CONS, A BIBLIOGRAPHY STUDY

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS CLES : dentifrice solide, ingrédients, écologie, fluor

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de santé – Département d'Odontologie 3 chemin des Maraîchers 31062
Toulouse Cedex 09

Directeurs de thèse : Dr. Thibault CANCEILL et Dr. Julien DELRIEU