

Année 2020

2020 TOU3 3058

# THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement  
par

**Tristan VALMY**

Le 02 décembre 2020

---

## **Efficacité des dentifrices blanchisseurs sur la teinte dentaire : Étude in vitro**

Directeur de thèse : Docteur Thibault CANCEILL

---

### **JURY**

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Président :                  | Monsieur KEMOUN Philippe      |
| 1 <sup>er</sup> Assesseur :  | Madame GURGEL-GEORGELIN Marie |
| 2 <sup>ème</sup> Assesseur : | Monsieur MONSARRAT Paul       |
| 3 <sup>ème</sup> Assesseur : | Monsieur CANCEILL Thibault    |

## Faculté de Chirurgie Dentaire

### → DIRECTION

#### DOYEN

M. Philippe POMAR

#### ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT  
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

#### 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*)

#### PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

#### DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

### → PERSONNEL ENSEIGNANT

### → HONORARIAT

#### DOYENS HONORAIRES

M. Jean LAGARRIGUE +  
M. Jean-Philippe LODTER +  
M. Gérard PALOUDIER  
M. Michel SIXOU  
M. Henri SOULET

### → ÉMÉRITAT

M. Damien DURAN  
Mme Geneviève GRÉGOIRE  
M. Gérard PALOUDIER

## 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 NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY  
Assistants : Mme Alice BROUTIN, Mme Marion GUY-VERGER  
Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE, Mme. Chiara CECCHIN-ALBERTONI

#### ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG  
Assistants : Mme Isabelle ARAGON, Mme Anaïs DIVOL,

### 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  
Maître de Conférences : M. VERGNES Jean-Noël  
Assistant : M. Julien ROSENZWEIG  
Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, Mme FOURNIER Géromine,  
M. Fabien BERLIOZ

## Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

### 57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Bruno COURTOIS)

#### PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : M. Pierre BARTHET, Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL  
Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN  
Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE,  
Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT

### CHIRURGIE ORALE

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

### BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN  
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Vincent BLASCO-BAQUE  
Assistants : M. Antoine TRIGALOU, Mme Inessa TIMOFEEVA, M. Matthieu MINTY, Mme. Cécile BLANC  
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Maxime LUIS

## **Section CNU 58 : Réhabilitation Orale**

### 58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Serge ARMAND)

#### DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER  
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE  
Assistants : Mme Pauline PECQUEUR, M. Jérôme FISSE, M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE  
M. Dorian BONNAFOUS, Mme. Manon SAUCOURT  
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean- Philippe MALLET, M. Ramzi HAMDAN, M. Romain DUCASSE

#### PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Serge ARMAND, M. Philippe POMAR  
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rami ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT  
Assistants : M. Victor EMONET-DENAND, M. Antonin HENNEQUIN, M. Bertrand CHAMPION,  
Mme Caroline DE BATAILLE, Mme Margaux BROUTIN  
Assistant Associé : M. Antoine GALIBOURG,  
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Laurent GINESTE, M. Olivier LE GAC, M. Louis Philippe GAYRARD, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE,  
M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA

#### FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT  
Assistants : M. Thibault CANCEILL, M. Julien DELRIEU  
Adjoints d'Enseignement : M. Yasin AHMED, Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, Mme Josiane BOUSQUET

Mise à jour pour le 05 Octobre 2020

# Remerciements

La partie que tout le monde attend. Qui aura l'honneur de figurer parmi cette liste, voici la réponse ...

**A MES PARENTS :** Vous avez toujours été là pour moi dans les bons et les mauvais moments, toujours à me soutenir, à me conseiller même s'il est vrai que je n'écoutais pas tout le temps. Vous m'avez vu grandir mais pour vous je reste votre petit dernier. Nous avons pu voyager dans de nombreux pays du monde. C'est une chance que de découvrir le monde et d'autres cultures avec vous. Papa, tu es le papa que j'attendais. Au cours de mon évolution, nous avons partagé tant de choses que ce soit le foot, les jeux vidéo, les mangas, le tennis et j'en oublie sûrement encore beaucoup mais ce sont ces petites choses qui restent et en y repensant me donnent le sourire. Maman, tu es la maman que j'attendais, à m'écouter, m'épauler, t'inquiéter pour moi, me donner des conseils même si sur le moment je râlais. J'ai trouvé une oreille attentive quand j'en avais besoin et je ne l'oublierai jamais. Et puis, il y a tout le reste, nos activités, nos rires et notre complicité. Si j'en suis là aujourd'hui, c'est grâce à vous, grâce à ce que vous m'avez apporté durant ces années. Vous avez toujours cherché le meilleur pour moi et j'ai toujours cherché à ce que vous soyez fier de moi, j'espère que j'ai réussi. Je vous aime et encore merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.

**A MA SŒUR :** Marie, tu m'as vu grandir au fil des années mais je sais que je resterai toujours ton petit frère (le Tit ou Titou pour les intimes). Tu étais et tu es comme ma deuxième maman. Tu as su me prendre sous tes ailes, me protéger, faire preuve de bienveillance et surtout me prodiguer ton amour. Bien souvent, tu n'hésitais pas à renoncer à tes amis, à ton temps libre pour t'occuper de moi car pour toi, j'étais ta priorité. Tu m'emmenais, dès que possible, partout où tu allais. Mon bonheur te rendait heureuse comme une maman. Les chansons que tu me chantaient avant de dormir, me bercent encore. On a bien rigolé ensemble. Je repense encore à nos fous rires sur la route de Saint Cyprien. Au cours du temps, avec les études, tu as dû t'éloigner de moi, ce qui fut un déchirement pour moi et la famille, mais je n'ai pas arrêté de penser à toi et j'ai essayé de te soutenir du mieux que j'ai pu malgré mon jeune âge. Même si en ce moment tu es loin de moi, loin de nous, que la famille continue de s'agrandir en Alsace, je pense souvent à toi et il me tarde chaque année le moment où tu reviendras nous voir pour que l'on puisse profiter du bonheur de se retrouver. Un bonheur simple mais tellement essentiel. J'aimerais que l'on puisse se voir plus souvent pour partager des moments uniques ensemble. Je suis persuadé qu'un jour ce sera possible et donc, je ne m'en fais pas. Mon deuxième prénom est le prénom de ton fils, mon neveu et c'est quelque chose qui me touche beaucoup. Je peux compter sur toi, je le sais et tu peux compter sur moi. Même si je ne suis pas le plus bavard du monde, j'ai pu me confier à toi et je t'en remercie, ça me fait du bien de parler avec toi. Je t'aime grande sœur, tu es une super grande sœur. Merci également à Pierre, je ne t'oublie pas.

**A MON FRÈRE :** Jojo, tu es un super grand frère. Je me souviens de tous nos moments passés ensemble à faire semblant de se chamailler où je pensais pouvoir gagner malgré notre différence d'âge et de nos après-midi à jouer à Call of Duty. Au début, je perdais mais j'apprenais rapidement. Par la suite, la tendance s'est inversée et tu as dû sentir le poids des années (oui oui j'étais meilleur). Ce sont des moments inoubliables pour moi car j'étais simplement heureux. J'aurai aimé qu'ils durent une éternité. Tu faisais tout pour me faire plaisir et ton propre bonheur passait après même si je ne m'en apercevais pas à l'époque. Mais pour moi ça reste gravé dans ma mémoire et je pense que c'est partagé. Tu venais me chercher à l'école quand les parents ne pouvaient pas et j'étais le plus fier des enfants. Tu t'es toujours bien occupé de moi. Au fil du temps et de l'évolution de chacun, nous nous sommes un peu éloignés mais ces instants passés avec toi me manquent. Je sais que nous allons construire de nouveaux souvenirs ensemble qui seront peut-être encore plus beaux que ceux qui m'ont marqué durant mon enfance. Grand frère, je t'aime. Merci également à Annaïk, je ne t'oublie pas.

**A MES AMIS D'ENFANCE :** Paul-Louis, tu es mon plus vieil ami depuis le CE1 (et tes lectures d'Harry Potter), c'est dire à quel point notre amitié est forte et le restera. On a tout de suite sympathisé. Depuis, on ne s'est jamais perdu de vue, et ça ne risque pas d'arriver. Yann, on s'est rencontré au foot, l'équipe 2 tu le sais. On a passé toutes nos années collèges et lycées à partager de bons moments geek à l'ancienne, ou encore des citys. Enfin Jeremy, de la team « Conversasoon », tu es le dernier à y être rentré en première. Tu as été mon ami le plus proche au lycée, j'ai pu compter sur toi dans les bons et mauvais moments. Tous les 4 nous avons partagé vacances (le camping de bubu, notre premier voyage), soirées, joies, peines et nous allons partager encore de grandes choses très longtemps. C'est moi qui vous le dis ! Merci à vous trois de m'avoir soutenu, d'être resté à mes côtés durant toutes ces années. Quand on est ensemble, j'ai l'impression d'être avec ma seconde famille, ma team. Qu'importe l'éloignement dû à nos différents boulots, notre complicité si particulière est toujours là et même si le temps passe, notre amitié reste et restera. Merci mes amis. Marco la panthère, Guillaume, Luca, je ne vous oublie pas, je vous ai connu plus tard, mais finalement c'est comme si on était de vieux potes maintenant.

**A MON BINÔME JULIEN :** Julien, nous nous sommes rencontrés avant de rentrer en dentaire lors d'une soirée à Saint-Pierre. Je ne te connaissais pas encore mais tu es venu me parler et le courant est très vite passé. Dès notre rentrée en dentaire, je savais que ce serait avec toi que je serai en binôme en clinique 2 ans plus tard. Nous avons partagé tant de choses que ce soit nos différentes soirées passées ensemble, les festivals ou encore nos confidences. Pendant nos années de dentaire, et plus particulièrement en clinique, nous avons passé énormément de temps à apprendre notre métier. Nous avons eu de nombreux doutes face aux difficultés mais notre bonne humeur ne nous a jamais quittés. Oui, je sais, je suis un peu râleur mais ta patience, ton humour (qui en faisait rire plus d'un) ont permis souvent de débloquent des situations parfois tendues. Merci de m'avoir supporté. Ce que j'en retiens, c'est que nous avons formé un binôme qui marchait particulièrement bien mais surtout j'ai trouvé un ami formidable. Ce n'est pas parce que nos études sont terminées que nous n'allons plus nous voir, j'en suis certain. Merci pour ces années, binôme.

**A ANTHONY :** Anthony, il nous a fallu une première année pour apprendre à nous connaître. A partir de là, nous ne nous sommes jamais quittés. Nos soirées, nos discussions philosophiques à 4h de mat sur la plage de l'EMF, nos fous rires, m'ont marqué. J'ai trouvé en toi un ami fidèle, un ami sur lequel je peux compter qu'importe la situation. Pour ma thèse tu as tout de suite été volontaire pour m'aider quand j'en avais besoin et je t'en remercie. Maintenant te voilà interne, tu le mérites pour tous les efforts que tu as faits pour ton futur métier. Merci Anthony

**A LA TEAM LLORET :** On se suit depuis 5 ans, et dès la première année, nous avons décidé de partir en vacances à Lloret et pour cause, on s'entendait déjà tous très bien. Ce fut des moments inoubliables. Encore aujourd'hui nous sommes de très bons amis même si chacun suit son propre chemin, nous n'allons pas nous perdre de vue. Vous vous reconnaissez j'en suis sûr. Marine et Chloé, les chipies originelles, qu'est-ce que vous m'avez fait rire toutes ces années. Votre gentillesse m'a profondément marqué et j'ai apprécié partager tous ces moments avec vous. Nina, malgré ton départ pour Nantes, lorsque tu reviens, c'est comme si tu n'étais jamais partie. Vincent et ton côté mystérieux, tu es un ami formidable. Bon, Jason même si tu n'avais pas pu venir, l'intention y était. Tu es quelqu'un de droit, quelquefois un peu trop (ronéo, aie aie la mise en page) mais tu es un ami en or, quelqu'un qui est toujours là pour ses amis et même si tu n'en as pas l'air au premier abord, tu es très drôle. J'ai de la chance de te compter parmi mes amis.

**A CEUX QUE J'AI EU LA CHANCE DE RENCONTRER A LA FAC :** Audrina, Fanny, Pierre, Audrey, Marion, Pauline (Popo), Margaux, Jérôme, Maxime, Solène, Antoine, Camille, Jonathan Sophie, vous avez tous été des amis que j'ai eu la chance de rencontrer durant ma scolarité à la fac. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté chacun à votre niveau. Merci les amis.

**A TOI, EMMA :** Tu es entrée dans ma vie sans prévenir et ce fut la plus belle chose qui me soit arrivée. Je me souviendrais toujours de notre lieu de rencontre insolite, la boue de Garorock. Depuis, on en a fait du chemin, et quel chemin ! C'était une évidence, tu étais celle que j'attendais, celle avec qui je voudrais partager ma vie. Notre passion commune pour les voyages nous a rapprochés et très vite nous avons décidé, sans trop se connaître, de partir ensemble à Londres. Ça aurait pu être risqué mais avec toi, je savais que ça ne pouvait que bien se passer. Ces vacances furent inoubliables ainsi que celles qui suivirent. J'ai découvert une personne très douce, avec d'innombrables qualités et surtout nous avons des centres d'intérêts communs. Nous avons grandi et nous nous sommes épanouis ensemble. Tu me soutiens toujours, tu es toujours là pour moi, tu es mon soutien indéfectible. Je suis ton pilier sur lequel tu peux te reposer. On se connaît parfaitement maintenant, je connais tes réactions avant qu'elles n'arrivent et c'est la même chose pour toi, tu devines ce que je vais dire avant que je n'aie pu prononcer mes paroles. Nous sommes fusionnels. Le futur est à nous. Il nous reste de nombreuses choses à vivre tous les deux et je suis impatient de pouvoir les réaliser avec toi. J'espère que ces mots te feront plaisir et que tu ressentiras tout l'amour que j'ai pour toi. Je t'aime, chou.

**A notre Président de Jury de thèse,**

**Monsieur le Professeur Philippe KEMOUN**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Habilitation à diriger les recherches (HDR)
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous sommes extrêmement reconnaissants d'avoir accepté la présidence de cette thèse.  
Merci également pour votre accompagnement tout au long de notre cursus et pour votre  
bienveillance permanente.

## **A notre jury**

### **Madame la Docteure Marie GURGEL-GEORGELIN**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Doctorat d'Université - Université d'Auvergne-Clermont

Nous vous adressons nos plus sincères remerciements pour avoir accepté de siéger dans ce jury. Votre engagement, votre gentillesse, votre enthousiasme sont autant de qualités qui nous ont permis de nous sentir bien encadrés tout au long de notre cursus. Nous vous remercions chaleureusement pour tout.

**A notre jury,**

**Monsieur le Docteur Paul MONSARRAT**

- Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier en Odontologie,
- Master 1 Recherche : Biosanté et Méthodes d'Analyse et de Gestion en Santé Publique,
- Master 2 Recherche : mention : Biologie, santé; spécialité : Physiopathologie,
- Lauréat de la faculté de Médecine Rangueil et de Chirurgie Dentaire de l'Université Paul Sabatier,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier - Spécialité Physiopathologie,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D maxillo-faciale,
- CES Biomatériaux en Odontologie.
- Diplôme universitaire de Recherche Clinique en Odontologie

Merci d'avoir accepté de siéger à ce jury. Nous vous en sommes extrêmement reconnaissants. Nous retenons tout au long de notre cursus universitaire votre dévouement pour notre métier mais surtout ce qui nous a marqué dès la deuxième année, c'est votre gentillesse et votre compétence. Nous sommes contents d'avoir eu un professeur comme vous pour nous transmettre votre passion à travers vos différents cours. La qualité de votre enseignement nous sera d'une aide précieuse pour la suite. Encore merci.

**A notre Directeur de thèse,**

**Monsieur le Docteur Thibault CANCEILL**

- Assistant Hospitalier-Universitaire
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Master 1 Santé Publique : Biostatistiques, modélisation et méthodologie des essais cliniques
- Master 2 de Physiopathologie : du moléculaire au médical
- 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

Je t'adresse un mot plus personnel Thibault. Merci beaucoup pour ton aide durant cette thèse à la fois pour la partie expérimentale où j'ai pu compter sur toi lorsque je ne pouvais pas être là pour réaliser le protocole mais aussi pour toute l'aide que tu m'as apportée pour l'écriture. Tu as su m'accompagner depuis le choix du sujet jusqu'à la réalisation de ce travail. Te choisir en tant que directeur de thèse était pour moi une évidence. Il faut dire que cela fait plusieurs années que l'on se connaît. Cela a commencé lorsque je suis rentré en P2, et notre rencontre au célèbre DFC. Tu terminais tes études et étais également l'entraîneur/joueur du DFC. Nous sommes arrivés jusqu'en demi-finale ensemble, même si nous aurions pu, peut-être, faire un meilleur résultat. Je suis heureux d'avoir pu jouer à tes côtés lors de notre cursus universitaire. En te choisissant comme directeur de thèse, je savais que je serais bien encadré mais en plus que tu étais aussi un ami.

Je te remercie encore pour tout le travail que tu as fourni au travers de cette thèse.



# Sommaire

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCTION .....</b>                                             | <b>13</b> |
| <b>1- La Couleur et la lumière .....</b>                              | <b>14</b> |
| a. La couleur .....                                                   | 14        |
| i. La perception de la couleur .....                                  | 14        |
| ii. Les paramètres déterminants de la couleur .....                   | 15        |
| 1. La luminosité .....                                                | 16        |
| 2. La saturation .....                                                | 16        |
| 3. La teinte.....                                                     | 16        |
| III. Les différentes classifications spatiales des couleurs .....     | 17        |
| 1. Le cylindre de Munsell.....                                        | 17        |
| 2. Le système $L^*a^*b^*$ .....                                       | 18        |
| IV. Les paramètres complémentaires de la couleur .....                | 20        |
| 1. La translucidité et l'opacité .....                                | 21        |
| 2. L'opalescence (4,8) .....                                          | 22        |
| 3. La fluorescence (8) .....                                          | 22        |
| 4. État de surface (4,8) .....                                        | 22        |
| 5. Effet nacré (4,8).....                                             | 23        |
| <b>2- Les différents systèmes de détermination de la couleur.....</b> | <b>24</b> |
| a. Relevé visuel à l'aide des teintiers.....                          | 24        |
| i. Teintiers construits par groupes de teintes .....                  | 25        |
| ii. Teintiers construits par groupes de luminosité .....              | 26        |
| b. Relevé visuel assisté .....                                        | 28        |
| i. Par une caméra intra-orale SOPRO 717 (23) .....                    | 28        |
| ii. Par des lampes calibrées (23) .....                               | 29        |
| c. Relevé instrumental .....                                          | 29        |
| i. Spectrophotomètres et colorimètres .....                           | 29        |
| 1. Les spectrophotomètres.....                                        | 29        |
| 2. Les colorimètres (4,26,27) .....                                   | 31        |
| ii. Caméra optique intra-orale (4).....                               | 31        |
| d. L'appareil photo (28) .....                                        | 31        |
| <b>3- Les dentifrices.....</b>                                        | <b>32</b> |
| a. Généralités sur les dentifrices .....                              | 32        |
| i. Dentifrices cosmétiques .....                                      | 32        |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| ii. Les dentifrices thérapeutiques .....                 | 33 |
| iii. Les certifications.....                             | 34 |
| 1. La certification NF.....                              | 34 |
| 2. La certification CE .....                             | 34 |
| b. La composition générale des dentifrices .....         | 34 |
| i. Les excipients .....                                  | 35 |
| 1. Les agents abrasifs.....                              | 35 |
| 2. Les agents moussants.....                             | 37 |
| 3. Les agents humectants .....                           | 38 |
| 4. Les agents épaississants .....                        | 38 |
| 5. Les agents colorants .....                            | 39 |
| 6. Les arômes.....                                       | 39 |
| 7. Les agents conservateurs .....                        | 40 |
| 8. Les régulateurs de pH(39).....                        | 40 |
| 9. Les agents filmogènes (20,39) .....                   | 40 |
| ii. Les principes actifs/ thérapeutiques.....            | 40 |
| 1. Les fluorures .....                                   | 41 |
| a. Le mécanisme d'action des fluorures .....             | 41 |
| i. Les différents types de fluorures .....               | 42 |
| 1. Les fluorures inorganiques.....                       | 42 |
| a. Le fluorure de sodium (NaF) .....                     | 42 |
| b. Le monofluorophosphate de sodium (NaMFP).....         | 42 |
| c. Le fluorure d'étain (SnF <sub>2</sub> ) .....         | 42 |
| d. Le fluorure de potassium (KF).....                    | 42 |
| 2. Les fluorures organiques .....                        | 43 |
| a. Les fluorures d'amine .....                           | 43 |
| b. Le fluorhydrate de nicométhanol .....                 | 43 |
| 2. Les antibactériens.....                               | 44 |
| a. Les agents antibactériens cationiques.....            | 44 |
| i. La chlorhexidine (digluconate de chlorhexidine) ..... | 44 |
| ii. L'héxétidine .....                                   | 44 |
| iii. Les sels métalliques .....                          | 45 |
| b. Les agents phénoliques anioniques .....               | 45 |
| c. Les agents oxygénés (40).....                         | 45 |
| d. Les fluorures .....                                   | 46 |

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| e. Les sucres d'alcool (40).....                                                                  | 46        |
| f. Les agents filmogènes (40) .....                                                               | 46        |
| 3. Les agents blanchissants.....                                                                  | 46        |
| 4. Les anti-tartre .....                                                                          | 48        |
| 5. Les anti-halitose.....                                                                         | 49        |
| 6. Les anti-hypersensibilité dentinaire.....                                                      | 49        |
| <b>4- Étude in vitro de l'efficacité des dentifrices blanchissants sur la teinte dentaire ...</b> | <b>51</b> |
| a. Introduction et objectif .....                                                                 | 51        |
| b. Matériels et méthodes .....                                                                    | 51        |
| i. Design de l'étude.....                                                                         | 51        |
| ii. Dentifrices utilisés .....                                                                    | 52        |
| iii. Déroulé de l'étude.....                                                                      | 55        |
| iv. Analyses des données .....                                                                    | 56        |
| c. Résultats.....                                                                                 | 56        |
| i. Analyse de la luminosité.....                                                                  | 56        |
| ii. Analyse de la tonalité chromatique (teinte) .....                                             | 57        |
| iii. Analyse de la saturation .....                                                               | 58        |
| iv. Changement de score de teinte .....                                                           | 59        |
| v. Évaluation subjective photographique .....                                                     | 59        |
| d. Discussion.....                                                                                | 61        |
| <b>CONCLUSION .....</b>                                                                           | <b>64</b> |
| <b>TABLE DES TABLEAUX .....</b>                                                                   | <b>65</b> |
| <b>TABLE DES ILLUSTRATIONS .....</b>                                                              | <b>66</b> |
| <b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>                                                           | <b>67</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>                                                                              | <b>73</b> |
| ANNEXE 1 : Récapitulatif des excipients contenus dans les dentifrices.....                        | 73        |
| ANNEXE 2 : Récapitulatif des agents blanchissants.....                                            | 74        |
| ANNEXE 3 : Récapitulatif des principes actifs contenus dans les dentifrices.....                  | 75        |

## **INTRODUCTION**

Les dentifrices sont un exemple très concret de la diversité des produits conçus et commercialisés chaque année par les entreprises du domaine médical. Vendus en grandes surfaces ou en (para)pharmacies, ils vantent tous des propriétés différentes les unes des autres, allant de l'action antibactérienne à l'effet blancheur. La denture est un atout important dans les échanges sociaux mais participe également à l'estime de soi. Chez les enfants, l'attractivité physique joue un rôle plus important que l'intelligence pour la sélection des amis. Ce phénomène est retrouvé à l'âge adulte dans la vie personnelle comme dans le monde du travail. En améliorant son sourire, le patient participe à augmenter son attractivité physique lui permettant de paraître plus jeune et en pleine santé (1). A l'heure actuelle, la société, par les médias ou les réseaux sociaux, véhicule une certaine idée de la beauté, une norme, donnant de la visibilité aux produits cosmétiques (2). L'émergence des modes de vies basés sur le recours massif aux produits bio, végétan et naturels, a participé au développement de produits à base d'ingrédients naturels avec pour but notamment de blanchir les dents sans recourir à des produits synthétiques.

Devant la multiplicité des dentifrices disponibles dans les rayons, et du fait du packaging très travaillé par les marques, le choix est difficile pour le consommateur (3). Il appartient alors au chirurgien-dentiste, seul professionnel de santé compétent en matière d'hygiène bucco-dentaire, de conseiller ses patients selon leurs besoins. L'objet de cette thèse est de déterminer l'efficacité de différents dentifrices vantant un effet blancheur pour permettre au praticien de répondre aux questions – souvent fréquentes – de ses patients concernant l'efficacité de ces dentifrices.

Les premières parties de ce travail serviront de rappel sur l'évaluation de la teinte des dents et sur la composition des dentifrices, puis le protocole et les résultats d'une étude de laboratoire seront ensuite présentés pour répondre à l'objectif énoncé.

## 1- La Couleur et la lumière

### a. La couleur

#### i. La perception de la couleur

La couleur permet de différencier deux objets semblables avec une même structure ou forme.

La couleur peut être définie comme la perception visuelle de la répartition spectrale de la lumière visible(4). Plus simplement, elle peut être définie comme « la qualité de la lumière que renvoie un objet et qui permet à l'œil de le distinguer des autres objets, indépendamment de sa nature et sa forme »(5). La lumière est caractérisée par deux paramètres : la longueur d'onde et l'amplitude. Le spectre du visible se situe entre une longueur d'onde allant de 380 nanomètres (nm), qui est perçue comme un violet, à 780 nm qui correspond au rouge le plus extrême (Figure 1). L'œil humain est incapable de distinguer les longueurs plus petites et plus grandes que le spectre du visible.

Dans les longueurs d'onde plus petites (300nm), on se trouve dans le domaine des ultraviolets et dans les longueurs d'onde plus grandes, nous sommes dans le domaine des infrarouges.



Figure 1 Spectre du visible ([Source Google Images](#))

La sensation de couleur que l'on perçoit est fondée sur la stimulation de photorécepteurs spécialisés (les bâtonnets et les cônes) situés au niveau de la rétine.

Les cônes sont responsables de la vision des couleurs et de la vision diurne. On en dénombre trois types. Chacun va être spécialisé dans la perception d'une longueur d'onde correspondant au rouge, au vert ou au bleu. On les classe en 3 catégories (Figure 2) (6) :

- Les cônes « S » ou « Short » qui présentent une majorité de pigments sensibles au bleu (absorption maximale à 420nm)
- Les cônes « M » ou « Medium » qui ont une majorité de pigments sensibles au vert (absorption maximale à 534 nm)
- Les cônes « L » ou « Long » qui vont avoir une majorité de pigments sensibles au rouge (absorption maximale à 564nm)

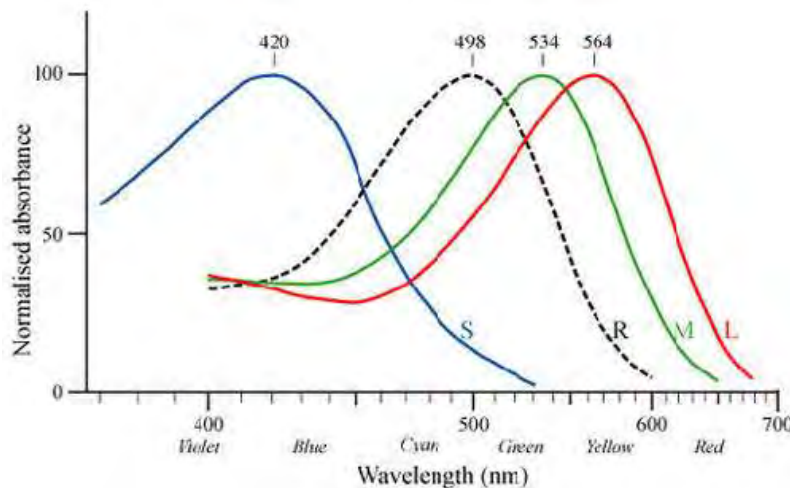


Figure 2 Spectre représentant l'absorption de la lumière par les cônes (Source futurasciences)

Les bâtonnets sont responsables de la vision de l'intensité lumineuse (appelée aussi quantité de lumière) et utiles pour la vision nocturne.

Selon les lumières qu'un objet reçoit, il peut apparaître de couleur différente. Cela est lié à l'interaction entre la lumière et la matière. Pour prendre un exemple simple, si une fraise rouge est exposée à une lumière qui dans son spectre lumineux ne contient pas le rouge, elle ne pourra pas ressortir rouge car cette couleur ne pourra pas être réfléchiée. La fraise ressortira noire. En effet, la fraise absorbe tout le spectre partiel et ne réfléchit aucune des radiations incidentes. C'est pour cette raison que l'on essaye d'uniformiser la lumière lors du choix d'une teinte dentaire au cabinet sans cumuler une exposition à la fois par le scialytique et la lumière du jour.

## ii. Les paramètres déterminants de la couleur

Au fil des siècles, de nombreux auteurs et physiciens ont essayé de décrire la couleur. Le peintre américain Albert Henry Munsell, est le premier à avoir classé la couleur selon trois paramètres : la luminosité, la saturation et la teinte. On parle de trivariance de la couleur (7,8). C'est sur ce système que nous appuierons notre étude *in vitro* présentée en fin de manuscrit.

### *1. La luminosité*

Ce terme désigne la quantité de blanc contenu dans une couleur ou encore la quantité de lumière réfléchie par un objet. Si cette quantité de lumière réfléchie est importante, alors l'objet apparaîtra plus clair. Au contraire, moins il y aura de lumière réfléchie, plus l'objet sera sombre. L'axe blanc/noir constitue l'axe de luminosité dans les différents systèmes de représentation des couleurs. Pour pouvoir l'apprécier de manière optimale, une ambiance lumineuse de faible intensité tout en clignant des yeux pour privilégier la mise en fonction des bâtonnets rétiens permettra de percevoir l'intensité lumineuse. Il est important de noter que ce paramètre est le plus important dans la détermination d'une couleur car il fait appel aux bâtonnets qui sont très sensibles et nombreux (4).

### *2. La saturation*

La saturation représente la densité ou l'intensité d'une couleur. Concrètement, c'est la quantité de pigments présents dans la couleur. On pourra désaturer une couleur en y ajoutant du blanc ou la saturer en y ajoutant du noir. Une couleur totalement désaturée correspond à un gris. Il est important de comprendre que la saturation et la luminosité ne sont pas semblables et leurs modifications n'entraînent pas les mêmes changements sur la couleur. Si on diminue la luminosité d'une couleur, on se rapproche du noir alors que si on diminue la saturation, on se rapproche du gris (9).

La dentine est le tissu dentaire qui donne la saturation d'une dent mais elle est modulée par la translucidité et l'épaisseur de l'émail.

C'est le deuxième paramètre qu'il faudra étudier pour réussir le choix de prise de la teinte d'une dent.

### *3. La teinte*

Elle est également appelée tonalité chromatique, ton ou chromaticité. C'est la longueur d'onde dominante de la lumière réfléchie par un objet. Ce qui représente les différentes sensations colorées ( le rouge, le vert , le bleu, l'orange... )(4).

C'est l'élément le moins important pour le choix de la couleur de la dent.

Le terme de couleur est souvent utilisé à tort pour désigner la teinte alors que c'est la combinaison de trois facteurs que sont la luminosité, la saturation et la teinte.

### III. Les différentes classifications spatiales des couleurs

Pour représenter la couleur dans l'espace, différents systèmes ont été utilisés et améliorés au fil des années. Ils utilisent les trois paramètres de la lumière : luminosité, saturation et teinte.

#### 1. Le cylindre de Munsell

A.H Munsell a pour la première fois proposé une représentation en trois dimensions de la couleur grâce à un cylindre appelé le cylindre de Munsell (Figure 3). Dans ce système chaque couleur possède des coordonnées en rapport avec l'axe vertical, l'axe horizontal et la périphérie. Chacun de ses axes va correspondre à l'un des trois paramètres définissant la couleur (4,10) :

- L'axe vertical central correspond à la luminosité. L'extrémité supérieure correspond à une luminosité importante (blanc) alors que l'extrémité inférieure correspond à une faible luminosité (noir). C'est le paramètre le plus important dans la détermination d'une couleur. La luminosité est nommée *value*, *brighthness* ou *lightness* en anglais
- La saturation quant à elle varie selon l'axe horizontal (rayon). Plus une couleur se rapproche du périmètre du cercle plus elle est saturée et inversement, plus une couleur se rapproche du centre plus elle est désaturée. La saturation est nommée *chroma* en anglais
- La teinte est répartie autour de l'axe central. La teinte est appelée *hue* en anglais. C'est le paramètre le moins important lors de la détermination de la couleur.

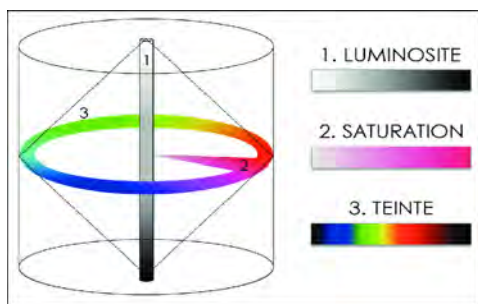


Figure 3 Cylindre de Munsell prenant en compte par ordre d'importance les trois paramètres de la couleur (4)

Ces trois paramètres, luminosité, saturation et teinte constituent le système LST qui définit toute couleur. En anglais ce système, est appelé LCH (lightness-chroma-hue)(8).



## 2. Le système $L^*a^*b^*$

En 1976, la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) a élaboré l'espace CIE  $L^*a^*b$ . Dans cet espace chromatique comparable à celui de Munsell, chaque couleur est représentée par trois coordonnées :

- L'axe  $L^*$  vertical correspond à la luminosité. Les valeurs vont de  $L=0$  qui correspond au noir à  $L=100$  qui correspond au blanc.
- L'axe  $a^*$  et  $b^*$  expriment le caractère coloré du flux lumineux.
  - o L'axe  $a^*$  varie du rouge au vert
  - o L'axe  $b^*$  varie du bleu au jaune

Dans la sphère chromatique qui représente le système  $L^*a^*b$  (Figure 4), les dents naturelles forment un volume de forme rhomboïde appelé couramment « banane chromatique ».

Cet espace varie le long de l'axe  $L^*$  (luminosité) dans l'hémisphère supérieur de l'espace CIE  $L^*a^*b^*$ . Cela montre que même si la luminosité des dents reste élevée des variations importantes de luminosité pour les dents naturelles sont retrouvées de manière globale. En général, les dents jeunes seront situées plutôt vers le haut de ce rhomboïde et les dents âgées plutôt vers le bas.

Cet espace se situe dans un cadran compris entre l'axe des jaunes ( $+b^*$ ) et l'axe des rouges ( $+a^*$ ). On en déduit donc que la teinte des dents naturelles est dans l'ensemble jaune orangé.

De plus, la banane chromatique ou rhomboïde est très étroite dans le sens transversal, ce qui induit de faibles variations de saturation.

Enfin sa partie inférieure est plus externe que sa partie supérieure plus proche de l'axe  $L^*$ . Cela démontre que les dents sombres sont aussi plus saturées en teinte.

Pour résumer, les dents naturelles auront une luminosité élevée et une teinte plutôt uniforme jaune orange très désaturée.

Avec cette représentation de la position de la banane chromatique, on comprend mieux pourquoi la luminosité est le facteur essentiel et que les autres auront une importance moindre (4,8,11,12).

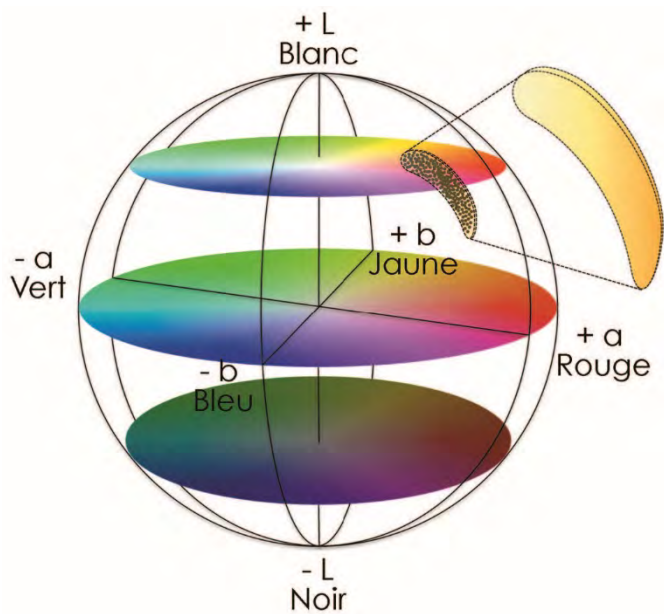


Figure 4 Représentation de la "banane chromatique dentaire" au sein de l'espace chromatique CIE L\*a\*b\* (4)

Il est possible de quantifier arithmétiquement la différence entre deux couleurs. En connaissant les coordonnées tri-axiales d'une couleur dans l'espace CIE L\*a\*b\*, il est possible de calculer  $\Delta E$ . On calcule donc la distance entre deux points dans l'espace chromatique CIE L\*a\*b\* et on obtient ainsi la différence de couleur entre 2 objets.

Mac Adam a créé un graphique qui indique les couleurs qui ne peuvent pas être discernées par l'œil humain (Figure 5). Les ellipses représentées sur le graphique correspondent aux zones non discernables pour l'œil humain. Par conséquent, des dents peuvent avoir une même couleur apparente mais avec des coordonnées tridimensionnelles différentes car les couleurs se trouvent dans une de ces ellipses. Cette tolérance varie selon de nombreux facteurs dont l'expérience de l'observateur, la nature des matériaux ou encore les conditions opératoires. Dans des conditions expérimentales, la valeur de  $\Delta E$  admise est  $\Delta E=1$  et pour un observateur expérimenté, elle sera plutôt située autour de  $\Delta E=0.5$  (13).

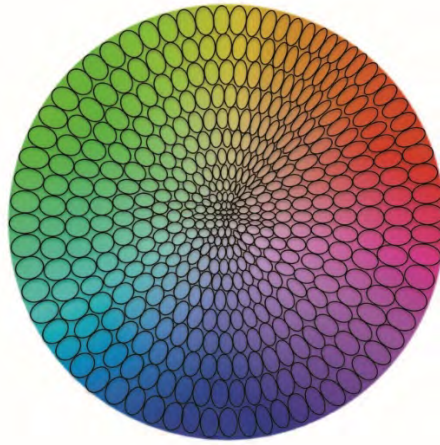


Figure 5 Élipse de MacAdam

#### IV. Les paramètres complémentaires de la couleur

D'autres auteurs ont complété les trois facteurs fondamentaux de la couleur par des paramètres complémentaires pour en étoffer la description. Lors de la prise de teinte au cabinet une couleur plus adaptée et plus précise est ainsi obtenue.

La structure de la dent n'est pas homogène mais stratifiée ce qui fait que la couleur n'est pas uniforme. La structure, composition et épaisseur de l'émail, de la dentine et enfin de la pulpe participe à l'obtention de la couleur de la dent. Chacune va avoir des propriétés optiques différentes. Le comportement optique de la dent et par conséquent la couleur de la dent sont influencés par les paramètres suivants : la stratification, l'opacité, la translucidité, la fluorescence, l'effet nacré, l'opalescence, l'état de surface et les caractérisations.

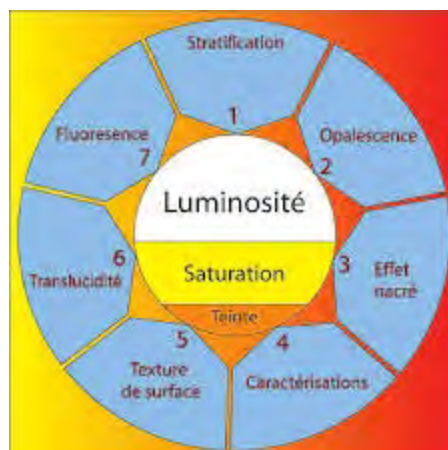


Figure 6 Schéma représentant les 7 dimensions de la couleur (8)

### *1. La translucidité et l'opacité*

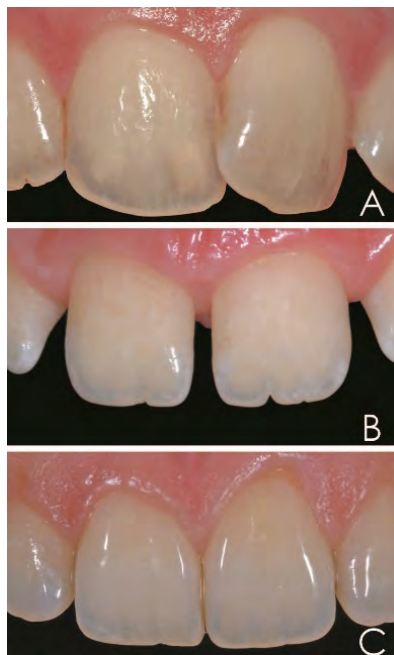
La translucidité est définie comme la propriété du matériau à laisser passer la lumière (8). C'est le contraire de l'opacité qui est la propriété du matériau à empêcher le passage de la lumière (4). L'opacité peut être attribuée à la visibilité du noyau dentinaire. Celle-ci varie selon la localisation et selon l'âge des individus. Plus la translucidité d'une dent est importante, plus la luminosité va baisser car une grande partie de la lumière pénétrera dans la dent.

Au niveau de l'émail, la translucidité est élevée (70%) alors que la dentine est plus opaque (40% de translucidité).

Sur une même dent, l'épaisseur de l'émail diminue du bord libre vers le collet ce qui en parallèle, en augmente la translucidité. Un dégradé de plus en plus opaque se crée sur la dent en direction du collet.

Yamamoto décrit en 1985 une classification de la translucidité des dents (Figure 7) où il définit 3 types (14) :

- Type A où la translucidité est répartie sur l'ensemble de la face vestibulaire
- Type B où la translucidité est localisée dans la région incisale
- Type C où la translucidité est localisée dans la région incisale et sur les faces proximales



*Figure 7 Classification la translucidité selon Yamamoto (4)*

Sur une dent jeune, la translucidité est importante et la dentine est opaque. Sur une dent âgée, l'émail est usé et s'affine, la dent perd ses effets de transparence et sa saturation augmente car la dentine devient de plus en plus saturée avec l'âge. En observant des coupes de dents naturelles, il existe souvent sous l'émail une sous-couche transparente. Elle est apparentée à de la dentine et permet à la lumière de circuler de façon plus facile sous la couche d'émail (8).

## *2. L'opalescence (4,8)*

C'est la propriété optique d'un matériau transparent ou translucide qui lui donne un aspect ou une teinte laiteuse avec des reflets irisés rappelant ceux de l'opale.

L'opale est une pierre qui renvoie les courtes longueurs d'onde en réflexion lumineuse, elle prend un aspect bleuté. Cependant, en transmission lumineuse, seules les longueurs d'onde les plus hautes passent, ce qui lui donne un aspect orangé rouge. L'émail possède une composition cristalline semblable à celle de l'opale ce qui lui permet d'acquérir ces caractéristiques à la fois en termes de réflexion lumineuse et de transmission lumineuse.

## *3. La fluorescence (8)*

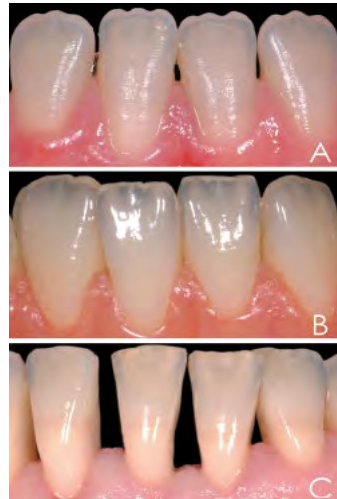
C'est la capacité d'un matériau à absorber de l'énergie lumineuse appelée lumière d'excitation qui correspond à un rayonnement ultraviolet et à la restituer rapidement sous forme d'autres radiations dans le spectre visible, présentant une longueur d'onde courte (lumière d'émission).

Lorsque l'on soumet une dent à un ultraviolet, la dentine réémet un rayonnement sous forme de longueur d'onde courte donc une couleur blanc bleuté. Les dents présentent donc une fluorescence blanc bleuté. C'est la dentine qui est majoritairement responsable de cet effet. En avançant en âge, cette propriété s'estompe à cause de son hyperminéralisation liée au vieillissement.

## *4. État de surface (4,8)*

L'état de surface, appelé aussi texture de surface ou encore microgéographie de surface des dents, influence la manière dont est réfléchi le rayon lumineux. Il conditionne le pourcentage de flux lumineux réfléchis par rapport au pourcentage de flux lumineux transmis ou absorbés par la dent et cela joue par conséquent sur la perception de la couleur.

Une surface rugueuse retrouvée sur des dents jeunes avec des irrégularités importantes va réfléchir la lumière dans un plus grand nombre de directions alors qu'une surface lisse plutôt retrouvée sur une dent âgée ou usée va avoir un seul rayon réfléchi, c'est ce que l'on appelle la réflexion spéculaire. La conséquence est que pour une dent jeune, on retrouvera un état de surface brillant et lumineux même quand la dent est sèche alors que sur une dent âgée, on aura une diminution de la luminosité (15).

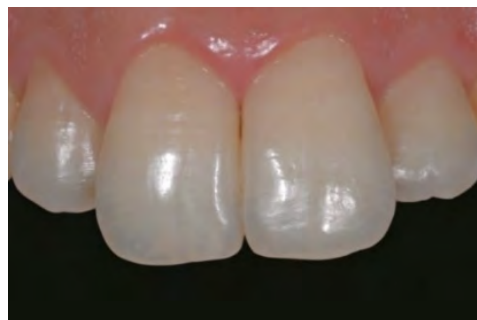


*Figure 8 Photo représentant les cas de figure pour l'état de surface (4)*

*C= Personne âgée B= Adulte jeune A= Adolescent*

### **5. Effet nacré (4,8)**

On retrouve cet effet sur les dents jeunes. Il se présente sous la forme d'un brillant légèrement métallique comparable aux reflets irisés des cristaux d'aragonite et de conchyoline de certaines coquilles de mollusques. Cet effet est moins important que les précédents.



*Figure 9 Effet nacré retrouvé chez le jeune individu (4)*

## ***2- Les différents systèmes de détermination de la couleur***

Il existe 3 systèmes différents :

- Relevé visuel à l'aide des teintiers
- Relevé visuel assisté
- Relevé instrumental

### **a. Relevé visuel à l'aide des teintiers**

C'est la méthode la plus répandue au sein de la majorité des cabinets dentaires et la moins onéreuse. Elle va consister à comparer visuellement la dent qui va servir de modèle pour la couleur de la dent à restaurer avec les dents témoins du teintier choisi. Le but est de trouver l'échantillon du teintier se rapprochant au mieux de la couleur de la dent.

Pour un choix optimal, un environnement coloré neutre en lumière naturelle sera nécessaire. Il sera quelquefois difficile d'avoir ces conditions de luminosité (16,17).

L'inconvénient majeur de ce type de système est qu'il est subjectif et opérateur-dépendant et sera influencé par différents facteurs : l'éducation visuelle et l'expérience clinique, la qualité de la lumière environnante, la physiologie de l'œil de l'observateur et son vieillissement et enfin d'éventuelles dyschromatopsies que l'on peut définir comme des troubles de la perception des couleurs comme le daltonisme (4,18).

Il existe différents types de teintier dont le praticien peut se servir. Selon le teintier, le fabricant indiquera une méthodologie claire qu'il faudra respecter pour pouvoir l'utiliser de manière optimale.

Ces teintiers ont été séparés en 2 groupes :

- Teintiers construits par groupes de teintes
- Teintiers construits par groupes de luminosité, plus récents

#### i. Teintiers construits par groupes de teintes

On en retrouve plusieurs dont la référence reste le VITA Classical© qui a été inventé en 1956 sous le nom de Lumin Vacuum par la société Vita Zahnfabrik. Il est très utilisé au sein des cabinets dentaires même s'il existe aujourd'hui d'autres méthodes plus précises qui ont fait leur apparition ces dernières années. Son agencement se fait en 4 groupes de teintes différentes auxquels correspond une lettre (19,20) :

- A = Rougeâtre-Brunâtre
- B = Rougeâtre-Jaunâtre
- C = Tons de gris (Grisâtre)
- D = Gris Rougeâtre

Au sein de ces quatre groupes, nous aurons une classification en fonction de la saturation. Les couleurs iront du moins saturé (le 1) au plus saturé (le 4). La saturation correspondra au numéro (1-2-3-4). On retrouve par conséquent 16 couleurs possibles :

- A1 / A2 / A3 / A4
- B1 / B2 / B3 / B4
- C1 / C2 / C3 / C4
- D1 / D2 / D3 / D4

Il existe une couleur additionnelle, le A 3.5.

Le problème avec ce type de teintier est la luminosité. Il n'est pas conçu pour une évaluation précise de la luminosité des dents.

Pour diminuer ce problème, le fabricant propose un rangement par gradient de luminosité décroissant, de la plus grande luminosité à la plus faible (B1-A1-B2-D2-A2-C1-C2-D4-A3-D3-B3-A3.5-B4-C3-A4-C4) (21).

Un autre problème se pose avec les patients âgés car la saturation est plus importante avec l'âge et le teintier ne propose pas assez d'échantillons saturés pour couvrir toutes les possibilités.

Il existe d'autres teintiers (Chromascop de Ivoclar) qui utilisent le même système.





Figure 10 Teintier Vita Classical

## ii. Teintiers construits par groupes de luminosité

Le plus connu dans ce groupe est le teintier VITA 3D Master© de Vita qui a été créé en 1998 pour essayer de diminuer les inconvénients des teintiers vus précédemment. Selon Vita, il contiendrait toutes les teintes possibles des dents naturelles car pour le créer, des mesures au spectrophotomètre ont été réalisées sur des dents naturelles (22). Il va prendre en compte la trivariance de la couleur, donc les trois dimensions de la couleur pour essayer au maximum de mimer le comportement visuel de la dent.

Ce teintier possède un total de 26 échantillons répartis en 5 familles de luminosité croissante (groupes 1-2-3-4-5). Le groupe 1 sera le plus lumineux et le 5 le plus sombre.

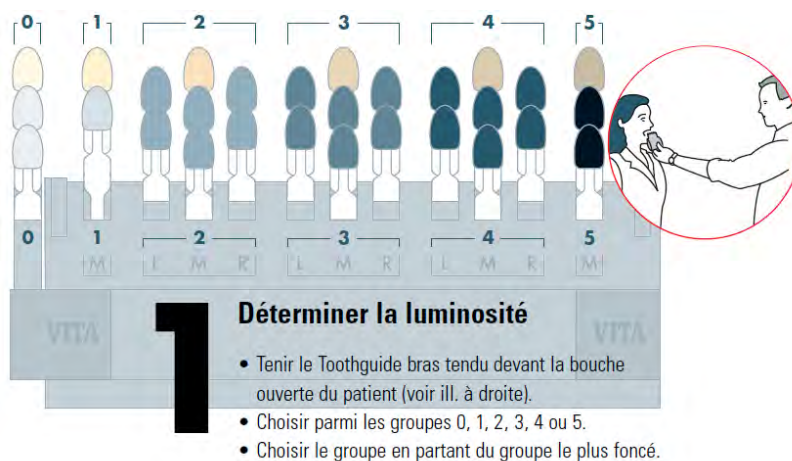


Figure 11 VITA 3D MASTER : Choix de la luminosité (Guide d'utilisation du Vita 3D Master)

La saturation s'évalue ensuite directement au sein du groupe de luminosité choisi, dans le groupe central M par un chiffre allant de 1 (le moins saturé) à 3 (le plus

saturé). Le groupe 1 en terme de luminosité est le seul groupe où l'on va retrouver 2 niveaux de saturation et pour les autres groupes, on retrouvera 3 niveaux de saturations (23).

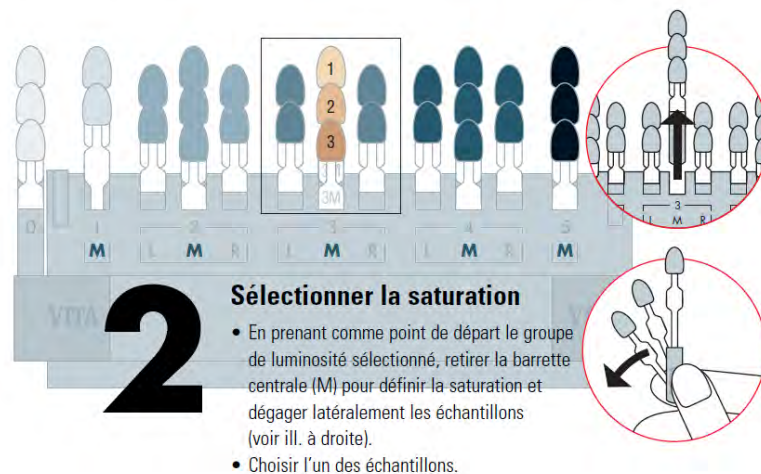


Figure 12 VITA 3D MASTER : Choix de la saturation (Guide d'utilisation du Vita 3D Master)

Enfin, le dernier élément à prendre en compte est la teinte. Trois choix sont possibles. Soit la teinte est équilibrée et correspond au sous-groupe « M » situé au milieu. Soit la teinte est à tendance rouge et correspond au sous-groupe « R » situé à droite. Enfin la teinte pourra prendre une dominante de jaune « L » et sera située à gauche.

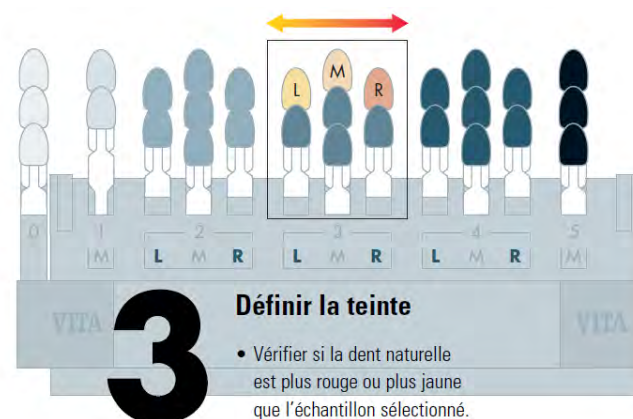


Figure 13 VITA 3D MASTER : Choix de la teinte (Guide d'utilisation du Vita 3D Master)

Ce type de teintier présente une gamme étendue d'échantillons dans les couleurs saturées et claires avec la possibilité de rajouter un groupe « 0 » pour représenter les dents éclaircies ce qui augmente encore le nombre d'échantillons présents dans le teintier.

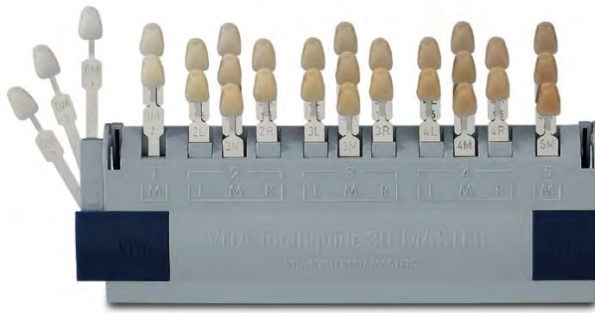


Figure 14 Teintier Vita 3D Master (24)

Récemment, ce teintier a été actualisé et réorganisé en Vita Linearguide 3D Master©. Grâce à cette réorganisation il n'existe plus que 2 étapes. La première est le relevé de la luminosité à l'aide d'échantillons classés de 0 à 5 et placés sur une palette. Ensuite et en fonction de l'échantillon choisi, le praticien se réfère à la palette correspondante qui contient des échantillons de même luminosité mais de saturation croissante. Cela permet au praticien un gain de temps non négligeable et améliore également la qualité de la prise de teinte (4,22).



Figure 15 VITA Linearguide 3D-MASTER

#### b. Relevé visuel assisté

##### i. Par une caméra intra-orale SOPRO 717 (23)

Cette technique est un intermédiaire entre un choix purement visuel déterminé par les teintiers et un choix purement instrumental.

Le choix de la couleur de la dent reste visuel grâce aux échantillons des teintiers habituels mais les images de la dent et les échantillons sont reportés sur un écran d'ordinateur qui permet d'agrandir l'image. La comparaison entre la dent et le teintier est alors facilitée.



Figure 16 Caméra Sopro 717

ii. Par des lampes calibrées (23)

Il est possible d'utiliser des lampes calibrées contenues dans un cadre pour s'aider au choix de la teinte. Le choix visuel s'effectue au travers du cadre et illumine les dents selon une lumière calibrée. C'est utile surtout lorsque l'on ne peut pas obtenir un éclairage suffisant au sein du cabinet.

c. Relevé instrumental

On retrouve 2 grands groupes : les spectrophotomètres et les colorimètres. Mais il existe également d'autres moyens instrumentaux pour prendre la teinte : une caméra optique intra orale et enfin l'appareil photo.

i. Spectrophotomètres et colorimètres

1. Les spectrophotomètres

Les spectrophotomètres effectuent une mesure spectrale du flux lumineux transmis ou réfléchi sous leur propre source lumineuse. Il s'agit d'une lumière incidente polychromatique visible qui n'est donc pas influencée par l'éclairage du cabinet (4,23).

La dent à évaluer est frappée par la lumière du spectrophotomètre et devient saturée de lumière. Le spectre réfléchi est mesuré en de très nombreux points, à intervalles faibles, et est ensuite comparé à une base de données qui permettra d'en déduire la couleur de la dent dans l'espace chromatique CIE  $L^*a^*b^*$ . La mesure optique typique mesure des millions de points (21).

Il en existe différents types. Certains vont fournir une mesure ponctuelle, d'autres en 3 points de la dent alors que d'autres vont permettre une cartographie 3D de la couleur.

Sur le teintier Vita Easyshade 4.0, utilisé plus bas dans notre étude *in vitro*, les données analysées sont converties selon deux référentiels, soit le teintier VITA Classical, soit le VITA 3D-MASTER. L'appareil fournit également les valeurs  $L^*a^*b^*$ , LCH et le DeltaE entre la couleur mesurée et l'échantillon de teintier le plus proche.



Figure 17 Vita EasyShade 4.0

L'utilisation de cet appareil est accompagnée d'une fiabilité (96,4%) et d'une exactitude (92,6%) importantes ce qui n'est pas le cas de tous les autres (4). La fiabilité correspond à l'étroitesse de l'accord entre les valeurs obtenues par des relevés répétés sur un même objet. L'exactitude est la combinaison entre la fiabilité et la notion de justesse (à savoir si la moyenne des valeurs obtenues est proche de la vraie valeur) (Figure 20) (25):

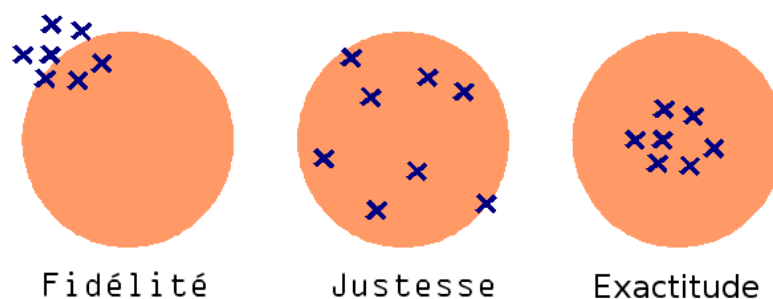


Figure 18 Représentation symbolique de la fidélité, la justesse et la précision

## *2. Les colorimètres (4,26,27)*

Les colorimètres vont analyser la couleur par des mesures de réflexion de la lumière source au travers de trois filtres : rouge, vert et bleu, ce qui définit une couleur par ses coordonnées trichromatiques. Ces appareils de mesure sont moins précis et plus sensibles au vieillissement de la lumière ou des différents filtres.

Les spectrophotomètres et les colorimètres sont très utiles pour la détermination, la communication et la vérification de la couleur au laboratoire. Ils permettent de s'affranchir de la déshydratation des tissus grâce à leur vitesse d'enregistrement.

Les dernières études réalisées ont pu montrer qu'avec un spectrophotomètre ou un colorimètre, de manière plus générale avec un relevé instrumental, les résultats obtenus étaient plus précis que les relevés visuels. Même si les instruments de mesure de teintes peuvent aider le clinicien à obtenir une teinte de manière plus précise, il est tout de même important de combiner les deux méthodes d'évaluation (visuelle et instrumentale) car elles sont complémentaires.

### *ii. Caméra optique intra-orale (4)*

Certaines caméras optiques sont maintenant dotées de la capacité à déterminer la couleur des dents tout en assurant l'enregistrement des arcades. Cette technologie est encore récente. La fidélité et l'exactitude de ce système doivent être encore analysées. La caméra de chez TRIOS 3Shape a été une des premières à être équipée de cette technologie.

### *d. L'appareil photo (28)*

Certains systèmes de prise de teinte ont été conçus pour permettre un enregistrement via la prise de photographies. C'est le cas du système eLAB, nécessitant un appareil réflex numérique, équipé d'un objectif macro, d'un flash spécialisé et d'un filtre de polarisation croisée. Son fonctionnement ne sera pas détaillé ici car il peut constituer à lui seul un travail complet de thèse.

### **3- Les dentifrices**

#### **a. Généralités sur les dentifrices**

On peut distinguer 2 types de dentifrices. Ceux qui vont être simplement des dentifrices cosmétiques et les autres considérés comme des médicaments (29).

##### **i. Dentifrices cosmétiques**

Les grandes surfaces, les pharmacies ou encore les parapharmacies vendent librement les dentifrices cosmétiques car ces produits ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché (AMM). La majorité des dentifrices sont classés comme cosmétiques.

L'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament), définit un produit cosmétique comme «une substance ou un mélange destiné à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain (épiderme, système pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles » (30).

Les industriels ne peuvent pas inclure dans ces produits tous les ingrédients qu'ils souhaitent surtout depuis l'arrêté du 6 février 2001 paru au Journal Officiel n°46 du 23/02/2001 fixant la liste des substances qui ne peuvent pas être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste. On y retrouve les substances comme les colorants, les conservateurs ou tout autre produit qui peuvent être inclus dans les produits cosmétiques ainsi que la concentration légale. Les industriels doivent suivre ces informations pour rester dans le cadre légal (31). A titre d'exemple :

- Pour les Chlorates de métaux Alcalins : la concentration ne doit pas dépasser 5%
- Pour le Fluor : La concentration maximale en fluor doit être inférieure à 0.15% soit 1500 ppm
- Pour l'Acétate de Strontium (hemihydraté) : la concentration doit être de 3,5% maximum.

- Pour le peroxyde d'hydrogène et autres composés ou mélanges libérant du peroxyde d'hydrogène, dont le peroxyde de carbamide et le peroxyde de zinc et pour les produits bucco-dentaires y compris les produits de rinçage buccal, les dentifrices et les produits de blanchiment ou d'éclaircissement des dents : la concentration doit être inférieure à 0,1% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> présent ou dégagé
- Pour la chlorhexidine : la concentration ne doit pas dépasser 0,3%

## ii. Les dentifrices thérapeutiques

Ce type de dentifrice est nommé : thérapeutique ou pharmaceutique. Concrètement ils sont considérés comme des médicaments. Selon le Code de la Santé publique et l'article L5111-1, on considère comme médicament « toute substance ou composition présentées comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisées chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrées, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique » (32).

Ils nécessitent par conséquent une autorisation de mise sur le marché. Voici une liste de quelques dentifrices possédant une AMM et étant considérés comme un médicament. Cette liste est non exhaustive (33,34).

*Tableau 1 Exemples de dentifrices thérapeutiques sur le marché Français*

| <b>Médicament</b>       | <b>Forme</b>    |
|-------------------------|-----------------|
| Duraphat 500mg/100g     | Pâte dentifrice |
| Fluodontyl 1350 mg      | Pâte dentifrice |
| Fluospelgine            | Pâte dentifrice |
| Hextril                 | Pâte dentifrice |
| Selgine                 | Pâte dentifrice |
| Fluocaril Bi-Fluoré 250 | Pâte dentifrice |
| Fluogel                 | Gel dentifrice  |
| Arthrodont 1%           | Pâte gingivale  |
| Sanogyl blanc fluor     | Pâte dentifrice |

Ils possèdent une concentration supérieure à 1500 ppm de Fluor.



L'AMM est délivrée par les autorités compétentes européennes soit la commission européenne après l'avis de l'EMA (European Medicines Agency) si la demande est communautaire, soit l'agence nationale à savoir l'ANSM en France si ce médicament a vocation à n'être commercialisé que dans un seul pays (15).

### iii. Les certifications

Pour plus de sécurité, des certifications ont vu le jour au niveau national et d'autres qui auront un impact européen ou international.

#### 1. La certification NF

La certification nationale française est déclinée sous la forme de la marque NF (Norme Française). C'est l'Association Française de Normalisation (AFNOR) qui la décerne pour donner suite à une demande du fabricant après avoir effectué les différents contrôles sur le produit. Le produit est contrôlé une fois par an pour obtenir le renouvellement annuel de la certification NF ou non. Cela permet de garantir un niveau de qualité constant (35,36).

#### 2. La certification CE

Elle représente selon les termes du Journal Officiel des Communautés Européennes : « un marquage de conformité obligatoire, indiquant que les produits respectent toutes les dispositions des directives européennes traitant des questions de sécurité, de santé publique, de protection des consommateurs ou d'autres exigences essentielles d'intérêt communautaire ». Elle suit une réglementation issue de directives européennes d'harmonisation qui impose des normes en matière de sécurité, de santé ou de respect de l'environnement pour la fabrication de ces produits. Le produit répond alors à certaines normes techniques ce qui lui permet d'avoir une libre circulation sur l'ensemble du territoire de l'UE (37).

### b. La composition générale des dentifrices

La composition des nombreux dentifrices revêt une base commune avec un mélange d'eau, d'excipients et de principes actifs. Certains vont avoir soit une concentration plus importante d'un principe actif ou d'un excipient soit un principe actif différent qui va le distinguer des autres. L'ensemble des composants que nous verrons dans ce paragraphe seront repris et résumés en Annexe 1.

## i. Les excipients

### 1. Les agents abrasifs

Les agents abrasifs sont aussi appelés agents polissants. Ce sont des charges minérales insolubles dans l'eau. Ce sont les principaux éléments de la composition d'un dentifrice puisqu'ils peuvent représenter jusqu'à 60% de la composition globale.

Leur rôle est de venir polir la surface dentaire sans endommager la dent ni l'émail. En polissant la surface dentaire, ils éliminent à la fois la plaque bactérienne et les colorations qui se fixent dessus.

L'efficacité de cet agent dépend de trois facteurs :

- Son degré d'abrasion
- La taille de ses particules
- Sa concentration

Pour évaluer le degré d'abrasion, les industriels ont différentes échelles à leur disposition. Une des plus connues étant l'échelle de MOHS (Figure 19). Elle permet de comparer les matériaux entre eux selon une échelle qui possède dix degrés (de 1 à 10). Si par exemple, un minéral a une dureté de 6 alors il rayera tous les minéraux ayant une dureté inférieure à 6 mais tous les minéraux ayant une dureté supérieure à 6 le rayeront. L'émail de la dent, matériau le plus dur de l'organisme, possède une dureté de 5 sur cette échelle ; elle est de 4 pour la dentine. Les abrasifs utilisés dans la composition des dentifrices doivent avoir, de ce fait, un degré d'abrasion inférieur à 4/5 pour ne pas endommager les tissus (38,39).

| L'ÉCHELLE DE MOHS |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| 1                 | Talc, friable sous l'ongle                  |
| 2                 | Gypse, rayable avec l'ongle                 |
| 3                 | Calcite, rayable avec une pièce cuivrée     |
| 4                 | Fluorite, rayable au couteau                |
| 5                 | Apatite, rayable au couteau                 |
| 6                 | Orthose, rayable à la lime, par le sable    |
| 7                 | Quartz, qui raye une vitre                  |
| 8                 | Topaze, rayable par le carbure de tungstène |
| 9                 | Corindon, rayable au carbure de silicium    |
| 10                | Diamant, rayable avec un autre diamant      |

Figure 19 Échelle de MOHS ( <https://www.rahitirobson.com/lechelle-de-mohs/>)

Les principaux agents abrasifs utilisés dans les formulations des dentifrices sont :

- Le carbonate de calcium précipité
- Le bicarbonate de sodium
- Les phosphates de calcium qui peuvent être dicalciques hydratés (moins abrasifs que le carbonate de calcium) ou tricalciques (possèdent une faible abrasivité)
- Le métaphosphate de sodium
- Le pyrophosphate de calcium
- L'alumine x-trihydratée
- Les silices précipitées (hydratées)
- La pumice (Pierre ponce)
- L'hydroxyapatite (40)

Il existe une incompatibilité de certains de ces agents polissants avec les fluorures ioniques. Les fluorures, pour avoir un effet, doivent être présents sous forme soluble, ionisée. Lors du stockage du dentifrice, certains agents abrasifs au contact des fluorures de sodium (NaF), fluorures d'étain ( $\text{SnF}_2$ ) ou fluorures d'amine vont former des fluorures très peu solubles par exemple le  $\text{CAF}_2$ . Par conséquent il ne restera plus beaucoup de fluorures sous forme ionisée  $\text{F}^-$  et leur action sera minime. La liste des agents abrasifs compatibles avec les fluorures est disponible dans le tableau ci-dessous décrit par MELLBERG en 1991 (41).

Tableau 2 Compatibilité des fluorures et abrasifs

| <b>Abrasifs compatibles avec les fluorures NaF, <math>\text{SnF}_2</math>, AmF (sous forme ionisée)</b> | <b>Abrasifs compatibles avec le fluorure NaMFP** (sous forme non ionisée)</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Méthacrylate (polymère)                                                                                 | Méthacrylate (polymère)                                                       |
| Métaphosphate de sodium insoluble                                                                       | Méthaphosphate de sodium insoluble                                            |
| Pyrophosphate de calcium                                                                                | Pyrophosphate de calcium                                                      |
| Silice Hydratée                                                                                         | Silice hydratée                                                               |
| Bicarbonate de Sodium*                                                                                  | Bicarbonate de sodium                                                         |
|                                                                                                         | Phosphate de calcium anhydre                                                  |
|                                                                                                         | Trihydrate d'aluminium                                                        |
|                                                                                                         | Phosphate de calcium dihydraté                                                |
|                                                                                                         | Carbonate de Calcium                                                          |

\*incompatible avec l'association AmF +  $\text{SnF}_2$

\*\* NaMFP = Monofluorophosphate de Sodium

## 2. Les agents moussants

Ces agents, en plus d'être moussants, peuvent également présenter l'avantage d'être mouillants (en diminuant la tension superficielle sur la dent), émulsifiants (ils mettent en suspension les débris détachés des surfaces dentaires) et détersifs.

L'ensemble de ces propriétés va concourir à favoriser le nettoyage des dents. Lors du brossage, ces agents se manifestent par la présence de mousse. On les retrouve en moins grande quantité que les précédents car ils ne représentent que 1 à 2 % de la composition globale du dentifrice. Ils peuvent être appelés également agents émulsifiants ou agents détergents.

Ce sont aussi des solvants. Cette dernière propriété permet de solubiliser les arômes très souvent insolubles dans un milieu aqueux (39).

On classe les agents moussants selon leurs caractéristiques chimiques :

- **Agents moussants ioniques :**
  - o *Anioniques* : Ils se dissocient en particules chargées négativement
  - o *Cationiques* : Ils se dissocient en particules chargées positivement
- **Agents moussants non ioniques** : Ils se dissocient en particules non chargées
- **Amphotères** : Ils se dissocient en particules chargées positivement et négativement

Parmi les principaux agents moussants, on retrouve :

- Le laurylsulfate de sodium qui est un ionique anionique
- Le Na-N-Laurylsarcosinate qui est aussi ionique anionique
- L'Olafluor (molécule brevetée par Elmex)
- L'huile de ricin hydrogénée et éthoxylé
- Le taurate sodique de méthylcocoyl

Comme pour les agents abrasifs décrits précédemment, la molécule détergente utilisée sera dépendante du type de fluorure présent dans la composition du dentifrice.

Si l'on retrouve des fluorures inorganiques (NaF, NaMFP, SnF<sub>2</sub>), des détergents anioniques comme le laurylsulfate de Sodium ou le Na-N-laurylsarcosinate seront

préférés. Le laurylsulfate de Sodium est utilisé pour son action antibactérienne et fongistatique.

Si au contraire, on retrouve des fluorures organiques comme les fluorures d'amines (plus précisément l'OlaFluor© d'Elmex), leur partie organique leur confère une structure tensioactive cationique qui ne nécessite donc pas l'ajout d'un agent moussant.

### *3. Les agents humectants*

Ces substances sont ajoutées à la composition du dentifrice pour lui permettre de garder sa consistance fluide et éviter qu'au contact de l'air, il ne durcisse. Ces agents sont présents dans des proportions comprises entre 15 et 25% de la composition globale du dentifrice (40).

La famille des polyols et l'eau sont les principaux agents utilisés dans ce but. On retrouve dans la famille des polyols : le sorbitol, le glycérol, le xylitol, le propylène glycol et le polyéthylène glycol (PEG-32).

Ils ont un goût légèrement sucré. Cela permet dans la formulation du dentifrice d'atténuer l'amertume des abrasifs. Ces édulcorants sont bien sur non cariogènes car dans un dentifrice vantant l'effet anti-carie cela n'aurait aucun intérêt d'y inclure des sucres cariogènes (40).

Il est également possible de retrouver comme agents humectants de la glycérine, de l'hydrolysat d'amidon hydrogéné et enfin de l'hydroxyde d'aluminium qui joueront le même rôle.

### *4. Les agents épaississants*

La présence d'agents épaississants permet de donner à la pâte dentifrice son aspect, sa consistance. On y retrouve les agents gélifiants et liants. Ils peuvent représenter entre 0.5 et 2 % de la composition globale.

Leur but est d'augmenter la viscosité de la pâte au contact de l'eau. Ils permettent donc une certaine cohésion lors de l'utilisation du dentifrice et sa stabilité lors du stockage dans le tube.

Il est courant d'utiliser des extraits de plantes (alginate), des dérivés hémi-synthétiques de la cellulose, de la glycérine, de la gélatine ou du carbomère.

### 5. *Les agents colorants*

Ils sont utilisés pour donner la couleur définitive à un dentifrice. Chaque fabricant va choisir la couleur qu'il veut donner à son produit. Par contre, ils ne peuvent pas utiliser n'importe quel colorant et sont tenus de les choisir parmi une liste de colorants autorisés par les directives européennes 76/768/EEC et en fonction de l'arrêté du 6 février 2001 qui fixe la liste des colorants que peuvent contenir les produits cosmétiques (31,42).

Pour donner une couleur blanche, les industriels utilisent souvent le dioxyde de titane aussi appelé additif E171 ou CI 77891. Celui-ci est en ce moment dans la tourmente car il contient des nanoparticules qui seraient potentiellement cancérigènes (43). Ces nanoparticules ont une taille inférieure à 100 nanomètres ce qui facilite leur pénétration au sein de l'organisme. Le 17 Mars 2019 l'interdiction du dioxyde de titane ou additif E171 a été annoncée dans l'alimentation en France. Elle fait suite à la publication d'un avis de l'ANSES qui soulignait le manque de données scientifiques pour lever les incertitudes sur l'absence de risques liés au E171. Cette interdiction est effective depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2020 (44). Cependant, elle ne concerne pas les cosmétiques donc les dentifrices ainsi que les médicaments. Bien qu'il n'existe aucune interdiction formelle pour les autres produits, certains industriels ont décidé de retirer de manière préventive le dioxyde de titane de leurs produits comme Signal© avec son dentifrice Protection naturelle Bio®.

### 6. *Les arômes*

Ils sont essentiels pour donner un goût agréable au produit fini et une sensation d'haleine fraîche qui doit durer le plus longtemps possible. Il existe sur le marché des goûts multiples et variés qui permettent aux consommateurs d'avoir un choix important. Il existe même des dentifrices au chocolat, au bacon, à la crème glacée ou encore aux cornichons...(45).

De manière plus générale, les arômes sont soit d'origine naturelle (comme par exemple des huiles essentielles de plantes) soit d'origine synthétique et permettront d'avoir des goûts plus particuliers comme la vanille. Un édulcorant peut être ajouté à la composition. Ce sera un agent sucrant synthétique comme la saccharine, l'aspartame ou l'acésulfate qui peut être ajouté dans la composition du dentifrice pour lui donner son goût définitif. Bien sûr, cet agent ne sera pas cariogène

### *7. Les agents conservateurs*

Il est courant de retrouver au sein du dentifrice des agents conservateurs pour répondre aux impératifs bactériologiques. Ils empêchent le développement de microorganismes donc de moisissures ou de bactéries. Il faut ajouter à cela des agents qui possèdent des propriétés antibactériennes comme par exemple les acides benzoïques et leurs sels.

Certains fluorures possèdent directement une activité antibactérienne intrinsèque comme le fluorure d'amines ou le fluorure d'étain ce qui permet de s'affranchir de l'adjonction d'un agent conservateur (46).

De plus, il peut y avoir dans la formule du dentifrice du digluconate de chlorhexidine qui possède une activité antiseptique à large spectre d'action. Dans ce cas, un agent conservateur ne sera pas nécessaire.

### *8. Les régulateurs de pH(39)*

Pour stabiliser et/ou ajuster le pH de la formule de la pâte dentifrice, il peut être ajouté des régulateurs de pH. Parmi les plus connus, on retrouve, l'hydroxyde de sodium, le phosphate de disodium, le phosphate de trisodium et enfin le silicate de sodium.

### *9. Les agents filmogènes (20,39)*

On les définit comme des substances ajoutées aux produits cosmétiques pour produire lors de l'application un film continu sur la peau, les ongles et les cheveux. Ils peuvent être ajoutés à la composition des dentifrices pour recouvrir l'émail sous la forme d'un film siliconé protecteur avec une tension de surface faible. Cela permet de créer une compétition avec la formation du biofilm bactérien. Les plus connus sont le siliglycol, le diméthixone, le cyclométhicone, le polydiméthylsiloxane, la gomme d'Acacia du Sénégal ou encore la gomme xanthan.

#### *ii. Les principes actifs/ thérapeutiques*

Les dentifrices, en plus des excipients, contiennent des principes actifs ou thérapeutiques qui lui permettent d'exercer un rôle particulier (anti-caries, anti-sensibilité, blancheur...). Le plus connu est le Fluor dont l'incorporation dans les dentifrices depuis les années 1950 a permis de réduire les atteintes carieuses dans la population (47).

## 1. Les fluorures

### a. Le mécanisme d'action des fluorures

Selon l'ANSM, « 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) ». De plus, il est recommandé par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament de faire des apports faibles mais réguliers de fluorures dans la cavité buccale pour avoir une présence continue d'ions fluorures à la surface de l'émail qui permettra d'avoir une efficacité carioprotectrice maximale (48).

- Comment les fluorures agissent sur les dents ? Via deux mécanismes :
  - o En limitant la déminéralisation et favorisant la reminéralisation :
    - ➔ Concrètement, lors de la reminéralisation et la formation des nouveaux cristaux d'hydroxyapatite, les ions fluor s'insèrent dans la composition des nouveaux cristaux enrichis en hydroxyapatite désormais fluorée. Ils sont plus résistants à l'attaque acide. A plus forte concentration, les ions fluorures précipitent sous forme de fluorure de calcium ( $\text{CaF}_2$ ), des microcristaux très labiles, sur les surfaces dentaires déminéralisées, saines, les muqueuses et au sein de la plaque. Ils vont alors constituer une réserve de fluorures importante lors des chutes de pH. Ils auront l'avantage d'être disponibles immédiatement.
  - o En inhibant le métabolisme des bactéries cariogènes et par conséquent la prolifération bactérienne :
    - ➔ Lors d'une diminution du pH au sein de la plaque, l'action des fluorures est accrue car les bactéries deviennent plus sensibles à ces molécules. Cela permet aux fluorures de pénétrer avec plus de facilité dans la cellule si le pH est faible. Les fluorures vont s'attaquer à des cibles intracellulaires à savoir l'énolase, une enzyme de la glycolyse, et la « pompe à protons ». La tolérance à un environnement acide des bactéries cariogènes est donc diminuée (48,49).



### i. Les différents types de fluorures

Il existe deux types de fluorures : les fluorures inorganiques (minéraux) et les fluorures organiques.

#### 1. Les fluorures inorganiques

##### a. *Le fluorure de sodium (NaF)*

Ce composé est très soluble ce qui lui permet de libérer facilement l'ion Fluor (F-) qui va interagir avec la surface de l'émail. Ce fut le premier type de fluorures ajoutés à la composition des dentifrices.

##### b. *Le monofluorophosphate de sodium (NaMFP)*

Dans cette molécule, le fluor est lié de manière covalente au reste de la molécule et donc à l'atome de phosphore. Pour qu'il ait une réelle action, il faut qu'une hydrolyse enzymatique soit réalisée par les enzymes salivaires (50).

Des études animales puis un essai clinique ont montré qu'en l'associant avec du glycérophosphate de calcium qui est un sel minéral, l'effet anti-carie est plus important que si l'on utilise le monofluorophosphate de sodium seul (51).

De plus, il ne colore pas les dents, n'irrite pas les gencives et réduit l'hyperesthésie au niveau des collets.

##### c. *Le fluorure d'étain (SnF<sub>2</sub>)*

Il est connu pour ses propriétés cariostatiques, antibactériennes et désensibilisantes. Dans la prise en charge des maladies parodontales, il peut être utilisé lors d'une manifestation douloureuse d'hyperesthésie dentinaire liée à la maladie parodontale mettant à nu les racines dentaires. Le fluorure d'étain déstabilise la croissance bactérienne par différents mécanismes comme l'inhibition de leur cohésion et de leur adhésion (52).

##### d. *Le fluorure de potassium (KF)*

Il est retrouvé pour la fabrication de sel de cuisine fluoré principalement mais peut aussi être ajouté pour la confection de dentifrices dans le but de traiter l'hypersensibilité dentinaire.

## 2. Les fluorures organiques

### a. Les fluorures d'amine

Ils sont produits par l'addition d'amines organiques basiques et d'acide fluorhydrique. Lors de la mise en contact avec la salive, il se produit une ionisation de cette molécule ce qui provoque la libération de leurs ions fluorures.

Dans ce groupe, on retrouve la molécule d'Olafluor® (fluorure d'amine 297) qui est utilisée par Elmex pour ses propriétés d'agents tensioactifs, sa forte affinité à l'émail et son action rémanente prolongée due à une longue chaîne carbonée. Cela permet de former une pellicule homogène protégeant l'ensemble des dents grâce à ses propriétés tensioactives.

### b. Le fluorhydrate de nicométhanol

Il possède un fluorure lié de manière ionique au reste de la molécule. Contrairement aux fluorures d'amines, cette molécule n'a pas de pôle hydrophobe donc le caractère tensioactif ne peut pas être obtenu.

Tableau 3 Récapitulatif des fluorures (39,50–52)

| Fluorures inorganiques                                                                                                                                                       | Fluorures organiques                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fluorure de sodium (NaF): <ul style="list-style-type: none"><li>- 1<sup>er</sup> fluor incorporé aux dentifrices</li></ul>                                                   | Fluorure d'amine : <ul style="list-style-type: none"><li>- Fort potentiel anti-carie</li><li>- Caractère tensioactif</li></ul> |
| Monofluorophosphate de sodium (NaMFP) : <ul style="list-style-type: none"><li>- Aucune incompatibilité avec les abrasifs</li><li>- Pouvoir cariostatique important</li></ul> | Fluorhydrate de nicométhanol : <ul style="list-style-type: none"><li>- Pas de caractère tensioactif</li></ul>                  |
| Fluorure d'Etain (SnF <sub>2</sub> ) : <ul style="list-style-type: none"><li>- Action cariostatique</li><li>- Antibactérien</li><li>- Désensibilisant</li></ul>              |                                                                                                                                |
| Fluorure de Potassium (KF) : <ul style="list-style-type: none"><li>- Utilisé dans le traitement de l'hypersensibilité</li></ul>                                              |                                                                                                                                |

## 2. Les antibactériens

L'action mécanique initiée par le brossage des dents participe au contrôle de plaques mais l'utilisation d'un dentifrice en plus de l'élimination mécanique des bactéries permet d'agir chimiquement sur leur organisation en biofilm (53). L'incorporation d'agents antibactériens dans la composition des dentifrices doit respecter un spectre d'action large qui ne déstabilise pas la flore buccale. Dans le cas contraire, cela pourrait se traduire par l'apparition de pathologies opportunistes avec un microbiote émergent composé de micro-organismes résistants aux molécules et souvent virulents (54). Pour avoir un effet optimal, ces agents antibactériens doivent être disponibles, le plus longtemps possible, dans la cavité buccale.

### a. Les agents antibactériens cationiques

Il y en deux qui sont majoritairement présents dans la composition des dentifrices :

#### i. La chlorhexidine (digluconate de chlorhexidine)

C'est un agent bactéricide qui agit sur les bactéries Gram + majoritairement, Gram – et les Candida (55). Loë et Schiott, ont démontré que l'inhibition complète de la plaque dentaire et la prévention de la gingivite peuvent être obtenues par une application quotidienne de chlorhexidine à la surface de toutes les dents (56).

Elle a l'avantage de rester active plusieurs heures après son application grâce à son effet rémanent.

Dans le cadre des dentifrices cosmétiques, une concentration de 0,3% maximum est autorisée (31).

Elle présente une incompatibilité avec le lauryl sulfate de sodium (agent moussant) et le monofluorophosphate de sodium (fluorures, anti caries) (57,58). Les différentes incompatibilités entre les molécules posent des problèmes pour créer le dentifrice idéal.

#### ii. L'héxétidine

C'est une molécule antibactérienne à large spectre et antifongique, inefficace sur les levures. Elle est aussi anti inflammatoire, antalgique, cicatrisante, désodorisante mais surtout elle possède une action anti acide au niveau de la plaque dentaire en présence de glucose (59). Son action anti-plaque est cependant inférieure à celle de la chlorhexidine (60,61).

### iii. Les sels métalliques

On retrouve dans ce groupe des ions antibactériens comme le zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ), l'étain ( $\text{Sn}^{2+}$ ) et le cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ).

Le citrate de zinc est la forme la plus répandue dans la composition des dentifrices. Il est souvent utilisé en association avec le triclosan qui possède également une activité antibactérienne (62,63).

Ces sels métalliques sont aussi intéressants pour leur capacité à contrôler l'halitose car ils diminuent la conversion de l'urée en ammoniacque par les bactéries (64).

### b. Les agents phénoliques anioniques

Dans ce groupe, le triclosan est le produit le plus utilisé. C'est un agent antimicrobien non ionique synthétique de la famille des phénols. Il est utilisé dans la composition de nombreux cosmétiques et médicaments, notamment pour ses propriétés antibactériennes sur les bactéries Gram + et Gram -. A faible concentration il est bactériostatique, et à forte concentration bactéricide (65).

Une concentration maximale de 0,3% est autorisée pour les dentifrices. A cette concentration associée à une concentration de 5% de Pyrophosphate, la réduction de la formation de la plaque est significative par rapport aux dentifrices témoins à base de NaF/Silice à cinq semaines, 3 mois et enfin 6 mois (66).

Il a été montré que cette molécule possédait différentes propriétés supplémentaires comme d'être anti-halitose et anti-inflammatoire par inhibition de la cyclooxygénase COX 1, de la COX 2, de la 5-lipooxygénase, et de la 15-lipooxygénase (64,67,68).

La plupart du temps, le triclosan est utilisé en association à d'autres principes actifs comme le citrate de zinc, les fluorures, le xylitol ou encore le pyrophosphate d'étain pour favoriser les effets anti-plaque, anti-gingivite, anti-halitose, anti-caries... (40).

### c. Les agents oxygénés (40)

Ces molécules possèdent un mode d'action simple. En libérant de l'oxygène actif, elles permettent de lutter efficacement et majoritairement contre les bactéries anaérobies Gram - que l'on retrouve en nombre important lors des gingivites ou des parodontites. De manière plus globale, ils ont un vaste spectre d'activités sur les bactéries, les virus ou encore les champignons.

On peut citer à titre d'exemple certaines molécules qui sont utilisées dans la composition des dentifrices comme le peroxyde d'hydrogène, l'enzyme glucose oxydase, le peroxyde d'urée et enfin le peroxydiphosphate de tétrapotassium

#### *d. Les fluorures*

Déjà détaillés auparavant. On retrouve principalement le fluorure d'étain stabilisé et les fluorures d'amines.

#### *e. Les sucres d'alcool (40)*

Le xylitol est le principal sucre d'alcool retrouvé dans les dentifrices. Il n'est pas fermenté par les bactéries de la salive (donc pas cariogène) et il inhibe le métabolisme glucidique des bactéries cariogènes.

#### *f. Les agents filmogènes (40)*

Ces agents sont utilisés pour lutter contre les bactéries. Ils ne sont pas bactéricides mais ils se fixent sur la surface de l'émail de manière compétitive avec le biofilm et donc empêchent sa formation. On retrouve en plus de ceux déjà cités, l'alcool d'amine et l'homopolymère de l'acide polyvinylphosphonique qui possèdent une grande affinité d'absorption sur l'émail.

### *3. Les agents blanchissants*

La couleur des dents est la combinaison de colorations intrinsèques et extrinsèques. De nombreuses colorations proviennent de l'absorption de pigments colorés dans la pellicule acquise à la surface de l'émail (exemple du thé ou du café) (69).

Les dentifrices, pour pouvoir éliminer les colorations extrinsèques, utilisent le plus souvent des abrasifs dans leur composition. Ils permettent de rendre les dents propres et éclatantes. Il doit cependant exister un compromis entre l'efficacité du nettoyage et l'usure des dents. Le nettoyage avec des abrasifs influence principalement les taches extrinsèques et n'a aucun effet réel sur les colorations intrinsèques ou sur la couleur naturelle des dents.

Il a été introduit depuis plusieurs années des dentifrices dits « blanchissants » qui ne se contentent pas d'agents abrasifs seuls pour produire un effet « blancheur ».

On retrouve dans leur composition généralement des enzymes qui aident à décomposer les composants organiques du biofilm et à éliminer les taches. De plus, un détergent est souvent présent dans la composition comme le laurylsulfate de sodium. Il permet de diminuer la tension superficielle des molécules productrices des colorations perturbant ainsi leur potentiel de liaison à l'émail (70).

Les dentifrices blanchissants peuvent contenir des agents supplémentaires chimiques qui augmentent le nettoyage des abrasifs en facilitant l'élimination et / ou la prévention des colorations extrinsèques comme :

- Le peroxyde de Calcium / d'Hydrogène
- Les enzymes (Papaïne)
- Le citrate de Sodium
- Le pyrophosphate de sodium
- L'héxamétaphosphate de sodium

L'éclaircissement au peroxyde de carbamide ou d'hydrogène est répandu dans les cabinets dentaires mais l'application de peroxyde dans les dentifrices est beaucoup plus difficile en termes de formulation et les temps d'exposition sont raccourcis. Cependant, certaines études ont été réalisées avec des dentifrices contenant 1% de peroxyde d'hydrogène ou de bicarbonate de sodium. Il a été démontré une diminution significative du jaunissement des dents et une augmentation de la luminosité par rapport à un dentifrice témoin contenant simplement de la silice (69).

En France et en Europe, il n'est pas possible d'utiliser des dentifrices contenant 1% de peroxyde d'hydrogène. Le règlement européen n°1223/2009 du 30 novembre 2009 précise le mode d'emploi de cette substance pour les produits cosmétiques compte tenu des risques que le peroxyde d'hydrogène peut présenter pour la sécurité des utilisateurs (71,72). La concentration maximale en peroxyde d'hydrogène présent ou dégagé dans les produits bucco-dentaires vendus directement au consommateur comme les dentifrices, les produits de rinçage buccal, de blanchiment ou d'éclaircissement de dents ne doit pas dépasser 0.1%.

On peut également retrouver dans la composition de ces dentifrices des agents optiques qui vont augmenter la blancheur des dents juste après le brossage comme la covarine bleue.

Celle-ci, lors du brossage, se dépose sur les surfaces dentaires pelliculées sous la forme d'une pellicule, un film bleu. Cela provoque un décalage dans l'axe de couleur jaune-bleu (CIELa\*b\*, réduction de b\*) qui permet d'avoir l'impression que la dent est plus blanche. On a un changement de couleur qui va tendre plus vers le bleu ce qui participe à une amélioration globale du blanchiment de la dent (69). Collins et *al.* ont montré que le dentifrice blanchissant à la silice contenant de la covarine

bleue était significativement plus efficace qu'un dentifrice témoin n'en contenant pas. Une étude croisée contrôlée en simple aveugle a été réalisée. Pour la mesure de la teinte dentaire, un système d'imagerie numérique équipé d'une caméra a été utilisé et les résultats ont été exprimés en valeurs CIELab et WIO (indice de blancheur). Le dentifrice à la covarine bleue a permis une réduction significative du jaunissement des dents ainsi qu'une amélioration de la blancheur des dents immédiatement après le brossage (73).

De plus, Joiner a démontré que le dentifrice à la covarine bleue n'a pas une abrasivité plus importante pour l'émail ou la dentine que d'autres produits disponibles dans le commerce. Il peut très bien être utilisé pour l'effet blanchissant recherché mais également comme un dentifrice basique présentant une source de fluorure nécessaire pour les divers effets précédemment cités (74).

L'ensemble des agents blanchissants évoqués dans ce paragraphe a été résumé dans un tableau consultable en annexe (Annexe 2).

Depuis 5 ans, le marché a vu arriver des dentifrices « bio » à base d'ingrédients d'origine naturelle comme des extraits de thé ou du charbon actif. Les rares études s'étant intéressées à leur efficacité sur l'émail humain semblent montrer que les dentifrices à principe d'action chimique restent les plus efficaces (75)

Le charbon actif restant un minéral abrasif, son incorporation dans les dentifrices suscite la préoccupation des professionnels de santé du secteur quant aux risques de détérioration des surfaces dentaires et de la gencive. Cependant dans une revue publiée en 2017, il a été montré que les données actuelles de la science ne permettaient pas de démontrer les potentiels effets néfastes ou bénéfiques du charbon. Des études contrôlées sont nécessaires pour prouver l'efficacité du produit et surtout sa sécurité (76).

#### *4. Les anti-tartre*

Les précédents agents antibactériens décrits participent indirectement au contrôle de la formation du tartre en agissant sur le développement de la plaque bactérienne. Il existe certaines molécules anti-tartre qui vont jouer sur la minéralisation de la plaque dentaire mais ne vont pas enlever ou détruire le tartre au sens propre. Ces molécules inhibent la croissance cristalline et vont être plus actives sur les formes amorphes du tartre. Parmi ces molécules, on note les sels de zinc (chlorure et citrate de zinc), l'acide diphosphonique azocycloheptane, les pyrophosphates solubles,

l'hexamétaphosphate de sodium, l'acide citrique ou encore le système polymère Gantrez® qui permettent de chélater les ions calcium et d'inhiber la formation des cristaux (77).

#### 5. *Les anti-halitose*

Dans 85% des cas, l'halitose est d'origine bucco-dentaire mais des causes loco-régionales, générales et médicamenteuses peuvent aussi être évoquées (78,79).

Des gaz malodorants sont émis au niveau buccal et sont constitués de composants chimiques volatils (composés sulfurés volatils (CSV) essentiellement, diamines, acides organiques...).

Dans la composition des dentifrices anti-halitose, on retrouve les associations de chlorhexidine, de chlorure de zinc, de bicarbonate de sodium, de triclosan et enfin de citrate de zinc. Cela va transformer les CSV en composés non volatiles et par conséquent réduire l'halitose (80).

#### 6. *Les anti-hypersensibilité dentinaire*

Les agents anti-hypersensibilité dentinaire que l'on retrouve dans la composition des dentifrices sont (81) :

- Le chlorure de strontium ( $\text{SrCl}_2$ ) qui agirait par substitution du calcium de l'hydroxyapatite par le strontium favorisant ainsi la minéralisation des tubules et donc leur obturation.
- Le formaldéhyde qui a la capacité de précipiter les protéines salivaires dans les tubules dentinaires ce qui permettrait de diminuer l'hypersensibilité dentinaire.
- Le chlorure ou nitrate ou oxalate de potassium dont les mécanismes d'action sont encore mal connus (effet oxydant ou blocage tubulaire) (82)
- Le citrate de sodium et de potassium
- Les fluorures grâce à la présence des fluoroapatites diminuent la perméabilité dentinaire.
- L'hydroxyapatite
- La technologie Pro Argin© formée d'arginine et de carbonate de calcium dont le mécanisme d'action consiste à obturer les tubules dentinaires (83)



- La technologie NOVAMIN® composée de phosphosilicate de calcium et de sodium permettent de former une couche réparatrice qui peut être assimilée à de l'hydroxyapatite sur la dentine exposée ainsi que dans les canalicules dentinaires ouverts (84)

L'ensemble des composants que nous avons vu dans ce paragraphe sont repris et résumés en Annexe 3.

## **4- Étude *in vitro* de l'efficacité des dentifrices blanchissants sur la teinte dentaire**

### **a. Introduction et objectif**

Les agents blanchissants utilisés dans les dentifrices sont, comme détaillés précédemment, très nombreux et d'origines variées. Certains sont chimiques et d'autres d'origine naturelle. Tous les produits existants ont été développés pour répondre à la demande des profils très disparates des consommateurs. Il apparaît cependant difficile de répondre aux patients sur l'efficacité ou non d'un dentifrice en particulier pour éclaircir leurs dents. L'objectif de cette étude est d'évaluer *in vitro* l'effet éclaircissant de plusieurs dentifrices dits « blanchissants » sur la teinte dentaire.

### **b. Matériels et méthodes**

#### **i. Design de l'étude**

Une étude *in vitro* a été mise en œuvre au sein du plateau technique de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse (Université Toulouse III – Paul Sabatier) durant l'année 2019.

4 dentifrices revendiquant un effet « blancheur » ainsi qu'un dentifrice contrôle « non blancheur » ont été utilisés pour le brossage de dents en laboratoire. Un sixième groupe nommé « témoin négatif » a été constitué pour brosser des dents sans dentifrice.

Pour cette étude, il a fallu choisir des dentifrices blanchissants selon différents critères d'inclusion :

- Dentifrices vendus dans le commerce ou sur internet
- Argument de vente : l'effet blancheur du dentifrice
- Destinés aux adultes

## ii. Dentifrices utilisés

Le choix des dentifrices « blancheurs » retenus s'est basé sur les règles suivantes :

- 1) tous devaient présenter un mécanisme d'action différent,
- 2) ils devaient être commercialisés sur le marché Français,
- 3) ils devaient ouvertement revendiquer un effet « blancheur ».

Ont été ainsi retenus VADEMECUM BIO Blancheur Naturelle, SIGNAL White Now, AQUASILICE et ELMEX Sensitive Blancheur. Leurs propriétés sont résumées dans le Tableau 4.

Le dentifrice ORAL B Répare et Protège a été utilisé dans le groupe contrôle.

Tableau 4 Choix et propriétés des différents dentifrices utilisés dans l'étude

| Dentifrice                                                                                                                               | Composition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Choix dans l'étude et explications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VADEMECUM BIO BLANCHEUR Naturelle (85)</b><br><br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aqua</li> <li>- Glycerin</li> <li>- Hydrated silica</li> <li>- Alcohol*</li> <li>- Mentha piperita water*</li> <li>- Sodium lauryl sulfate</li> <li>- Alumina</li> <li>- Camellia sinensis leaf extract*</li> <li>- Cellulose gum</li> <li>- Aroma</li> <li>- Disodium phosphate</li> <li>- Sodium fluoride</li> <li>- Sodium sulfate</li> <li>- Benzyl alcohol</li> <li>- Limonene</li> <li>- CI 77891(dioxyde de titane)</li> </ul> <p>*Ingrédients issus de l'agriculture biologique</p>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pourquoi ce dentifrice ? <ul style="list-style-type: none"> <li>o Les ingrédients naturels et encore plus le bio sont de plus en plus prisés</li> <li>o Impression d'une consommation plus responsable.</li> <li>o La santé et la préservation de la planète sont les autres arguments des produits bio.</li> </ul> </li> <li>- Effet Blancheur : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 99% d'ingrédients d'origine naturelle</li> <li>• 10% de l'agriculture Bio</li> </ul> </li> <li>- Met en avant l'efficacité du <b>thé blanc bio</b> et de la <b>silice hydratée</b> pour redonner la blancheur naturelle des dents tout en préservant l'émail.</li> </ul> |
| <b>SIGNAL WHITE NOW</b><br><br>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrogenated Starch Hydrolysate</li> <li>- Aqua</li> <li>- Hydrated Silica</li> <li>- PEG-32</li> <li>- Sodium Lauryl Sulfate</li> <li>- Aroma</li> <li>- Cellulose Gum</li> <li>- Sodium Fluoride</li> <li>- Sodium Saccharin</li> <li>- Trisodium Phosphate</li> <li>- PVM/MA, Copolymer</li> <li>- Mica</li> <li>- Glycerin</li> <li>- Lecithin</li> <li>- Limonene</li> <li>- <b>CI 74160 (Blue de Covarine, colorant bleu chimique)</b></li> <li>- <b>CI 77891 (Dioxyde de Titane)</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pourquoi ce dentifrice ? <ul style="list-style-type: none"> <li>o Effet blancheur : <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Dents instantanément plus blanches <b>après le premier brossage.</b></li> <li>➔ Action blancheur progressive et élimine les taches</li> <li>➔ Intéressant de <u>tester l'effet immédiat</u> après le premier brossage puis à <u>moyen terme</u> pour voir s'il conserve cet effet</li> </ul> </li> <li>o Mis en avant dans de nombreuses GMS (grandes et moyennes surfaces)</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Par rapport à un dentifrice classique :</p> <p>Ajout du <b>CI 74160</b> (pigment bleu chimique) appelé <b>Bleu de Covarine</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Colorant responsable de l'effet de dents plus blanches après un seul brossage. Un film de couleur bleue vient s'apposer à la surface de la dent sans modifier la teinte de l'émail ou de la dentine.</li> </ul> <p>Dans l'espace chromatique CIE L*a*b*, l'axe b* varie du jaune au bleu. Comme un film bleu s'est formé à la surface de l'émail, la lumière bleue est réfléchiée et sa couleur complémentaire à savoir le jaune est absorbé. La dent paraît moins jaune, on a l'impression <u>qu'elle est plus blanche</u>. Ce mécanisme permet d'avoir un effet optique en faveur d'un effet blanchissant.</p> <p>Sur le site de Signal, il est bien précisé que l'on peut instantanément gagner une teinte de blanc et que <b>cet effet blancheur est optique et temporaire</b> (86) .</p> <p>Au fil du temps, le film bleu va progressivement disparaître et parallèlement l'effet optique va diminuer. Ce mécanisme optique n'est pas très agressif contrairement à d'autres techniques utilisées par d'autres dentifrices comme une abrasion importante.</p>                                                                                                                                                                    |
| <p><b>AQUISILICE Dentifrice Blanchissant charbon actif menthe vegan 50ml</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aqua</li> <li>- Glycerin</li> <li>- Silica</li> <li>- Hydroxyethylcellulose</li> <li>- Silanetriol</li> <li>- Sodium hyaluronate</li> <li>- Charcoal powder</li> <li>- Mentha spicata herb oil</li> <li>- Mentha piperita oil</li> <li>- Citrus aurantium dulcis peel oil</li> <li>- Disodium cocoyl glutamate</li> <li>- Sodium cocoyl glutamate</li> <li>- Benzyl alcohol</li> <li>- Potassium sorbate</li> <li>- Sodium benzoate</li> <li>- Dehydroacetic acid</li> <li>- Citric acid</li> <li>- Potassium hydroxide</li> <li>- Sodium hydroxide</li> <li>- Limonene.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pourquoi ce dentifrice ? <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mode du charbon actif actuellement</li> <li>o Mis en avant par les influenceurs sur les réseaux sociaux</li> </ul> </li> <li>- Qu'est-ce que le charbon actif ? <ul style="list-style-type: none"> <li>o Issu de différentes sources végétales carbonisées comprenant du carbone (Bambou, bouleau, coques de noix de coco).</li> <li>o Rendu actif par une cuisson à basse température pour augmenter les propriétés.</li> <li>o <b>Propriété absorbante et abrasive importante</b></li> <li>o Utilisé pour réduire les gaz intestinaux, baisser le taux de cholestérol, piéger les toxines ...</li> </ul> </li> <li>- <b>Non recommandé par les chirurgiens-dentistes :</b> <p>→ Grande prudence ; maximum 1 fois par mois avec une poudre fine (87). Pourquoi ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Abrasivité importante</b> provoquant une fragilité de l'émail et une sensibilité accrue. Élimine les taches de surface à court terme, donc dents plus blanches. Au long terme, l'abrasivité va user l'émail laissant apparaître la dentine plus jaune et va favoriser le développement des caries. La dent paraîtra plus jaune finalement. (87).</li> <li>o La revue de littérature de Brooks a conclu que <b>les preuves scientifiques étaient insuffisantes</b></li> </ul> </li> </ul> |

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>concernant l'efficacité des produits au charbon de bois (76).</b><br/>Il faut réaliser des essais cliniques contrôlés et des investigations de laboratoire sur les dentifrices à base de charbon de bois pour déterminer la sécurité et l'efficacité du produit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les chirurgiens-dentistes doivent <b>éduquer les patients à la fois sur les risques de l'utilisation d'un dentifrice au charbon de bois et sur les <u>risques de développer des caries</u></b> avec l'utilisation de ces dentifrices car le fluor est souvent inexistant ou inactivé (76).</li> </ul> |
| <p><b>ELMEX</b>                      <b>Sensitive</b><br/><b>Blancheur</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcium Carbonate</li> <li>- Aqua, Sorbitol</li> <li>- Bicarbonate</li> <li>- Sodium Lauryl Sulfate</li> <li>- Sodium Monofluorophosphate</li> <li>- Aroma</li> <li>- Sodium Silicate</li> <li>- Cellulose Gum</li> <li>- Sodium Bicarbonate</li> <li>- Titanium Dioxide</li> <li>- Potassium Acesulfame</li> <li>- Xanthan Gum</li> <li>- Sucralose.</li> </ul>                                                                                                                                                         | <p>Pourquoi ce dentifrice ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Souvent <b>recommandé par les chirurgiens-dentistes et vendu en supermarchés et parapharmacies</b></li> <li>- Vante un effet blancheur non agressif pour retrouver la blancheur naturelle des dents</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>ORAL-B Répare et Protège</b></p>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glycerin</li> <li>- Hydrated silica</li> <li>- Sodium hexametaphosphate</li> <li>- PEG-6</li> <li>- Propylene glycol</li> <li>- Aqua</li> <li>- Zinc lactate</li> <li>- Sodium gluconate</li> <li>- CI77891 (Dioxyde de Titane)</li> <li>- Sodium lauryl sulfate</li> <li>- Silica</li> <li>- Aroma</li> <li>- Sodium saccharin</li> <li>- Chondrus crispus powder</li> <li>- Trisodium phosphate</li> <li>- Stannous fluoride</li> <li>- Stannous chloride</li> <li>- Xanthan gum</li> <li>- Sodium fluoride</li> </ul> | <p>Pourquoi ce dentifrice ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Dentifrice témoin sans effet blancheur.</b> Pas de molécule pouvant engendrer un blanchiment des dents.</li> <li>- Couramment retrouvé dans les GMS.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

### iii. Déroulé de l'étude

En parallèle de l'achat des dentifrices nécessaires à la réalisation de l'étude, 84 dents naturelles humaines extraites pour raisons parodontales ou orthodontiques ont été récupérées, nettoyées et décontaminées. Elles ne devaient pas présenter d'obturation coronaire ni de lésion carieuse perturbant la prise de teinte en vestibulaire. Toutes ont été stockées dans une solution de chloramine à 1% en attendant le début de l'étude.

Les 84 dents ont été positionnées sur 6 arcades en silicone (Kite Surf Putty®, Acteon) regroupant ainsi chacune 4 incisives, 2 canines, 4 prémolaires et 4 molaires. Un relevé de teinte préalable à la constitution des arcades a été entrepris de façon à harmoniser les teintes de départ entre les groupes. Chaque arcade a ensuite été attribuée à un traitement par un dentifrice particulier :

- Groupe 1 : Vademecum Bio Blancheur naturelle
- Groupe 2 : Signal White Now
- Groupe 3 : Aquasilice dentifrice blanchissant charbon actif menthe vegan
- Groupe 4 : Elmex Sensitive Blancheur
- Groupe 5 : Oral B Répare Gencives et Email
- Groupe 6 : Pas de dentifrice



Les arcades une fois constituées ont été placées en atmosphère aqueuse mimant une cavité buccale dans un récipient fermé hermétiquement lui-même stocké dans une étuve à 37°C.

2 brossages de 1 minute ont été réalisés tous les jours pendant 1 mois pour chaque arcade par deux opérateurs à l'aide d'une brosse à dents électrique (ORAL B Pro 600). Les deux opérateurs ont pu se calibrer sur la technique de brossage au début de l'étude.

Un relevé de la teinte de chaque dent a été réalisé à des jours différents (T0, 1<sup>er</sup> jour, 3<sup>ème</sup> jour, 7<sup>ème</sup> jour, 10<sup>ème</sup> jour, 14<sup>ème</sup> jour, 21<sup>ème</sup> jour et 29<sup>ème</sup> jour) à l'aide d'un teintier électronique (Easysshade IV, VITA). Celui-ci a été calibré avant chaque relevé et utilisé sur le mode « One Point » pour enregistrer la teinte au centre de la face vestibulaire de chaque dent. Les mesures de teintes relevées ont donné lieu à la collecte des informations de luminosité, de saturation et de tonalité chromatique selon l'analogie avec le teintier manuel Vita 3D Master. Cela permet d'évaluer le changement de teinte éventuellement perceptible à l'œil nu par un praticien et/ou son patient.

Des photographies des arcades par secteurs ont aussi été réalisées sur fond noir à l'aide d'une light box et d'un objectif macro. A l'issue du mois de brossage, les photographies ont été présentées en aveugle à deux évaluateurs étrangers à l'étude mais entraînés au relevé de teinte. Ces derniers ont ainsi rempli un formulaire d'évaluation subjective de l'évolution de la teinte de chaque dent entre le temps 0 et la fin des brossages. Trois possibilités de réponses leur étaient offertes : « Dent éclaircie », « Dent non éclaircie » et « Ne se prononce pas ».

#### iv. Analyses des données

Les données ont été compilées sur un classeur Excel (Microsoft Excel 2010®) et analysées à l'aide des logiciels Stata v.13® et GraphPad Prism 5®. La comparaison entre les groupes sur chacun des paramètres évalués a été assurée par des tests non paramétriques de Mann-Whitney Wilcoxon ou de Kruskal-Wallis.

#### c. Résultats

##### i. Analyse de la luminosité

Lorsqu'une mesure est effectuée dans le référentiel VITA 3D Master, une mesure comme 2M3 est obtenue. Le premier chiffre correspond à la luminosité de la dent testée. Plus le chiffre est petit, plus la luminosité est importante.

Malgré de légères évolutions des scores de luminosité moyens dans les différents groupes, aucune différence n'apparaît statistiquement significative entre eux au cours du temps (Figure 20).

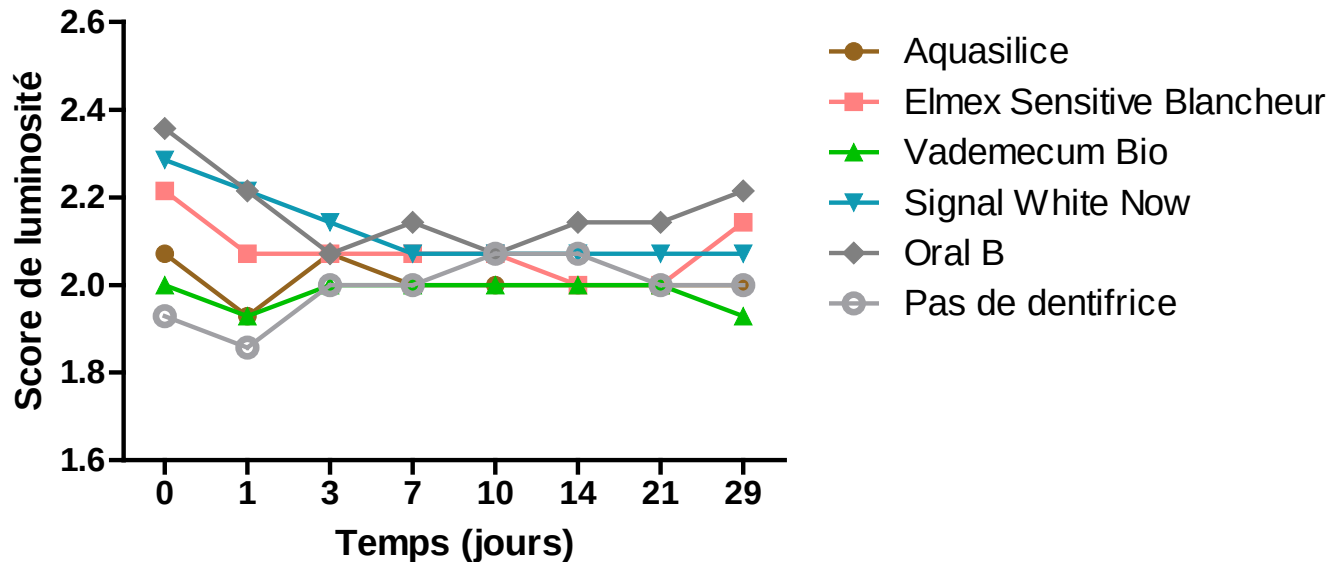


Figure 20 Évolution de la luminosité moyenne des dents selon le type de dentifrice utilisé (n=14 par groupe). Les écarts-types ont été masqués pour clarifier le graphe. Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis ont été utilisés.

## ii. Analyse de la tonalité chromatique (teinte)

Pour analyser la teinte sur les mesures effectuées au spectrophotomètre, il faut observer la lettre que l'on retrouve dans les mesures (Exemple : 2M3, le « M » représente une teinte et plus précisément une teinte équilibrée).

L'évolution de la tonalité chromatique dans les différents groupes ne concerne que quelques dents (1 dans le groupe Aquasilice, 1 dans le groupe Elmex, 1 dans le groupe Vademecum, 2 dans le groupe Signal, 1 dans le groupe contrôle et 2 parmi les témoins négatifs brossés sans dentifrice) (Figure 21). Aucune différence n'apparaît statistiquement significative entre les groupes ni au sein d'un même groupe sur l'échelle du temps.



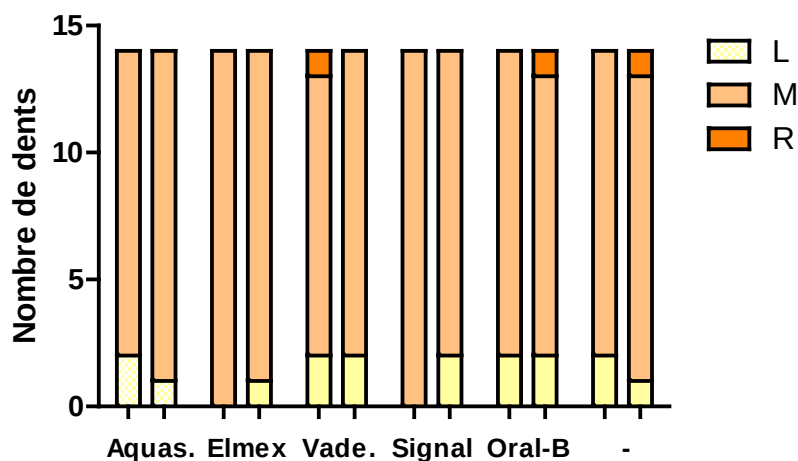


Figure 21 Évolution entre J0 (colonnes de gauche) et J29 (colonnes de droite) du nombre de dents à teinte équilibrée (en rose-orangé), à dominante jaune L ou à dominante rouge R selon les dentifrices utilisés (n=14 par groupe). Les tests non paramétriques de Mann Whitney Wilcoxon ont été utilisés.

### iii. Analyse de la saturation

Elle correspond au dernier chiffre de la mesure obtenu avec le spectrophotomètre

La saturation moyenne des dents évaluées n'évolue que peu dans chaque groupe.

**Aucune différence n'apparaît statistiquement significative entre les groupes** au cours de la période (Figure 22).

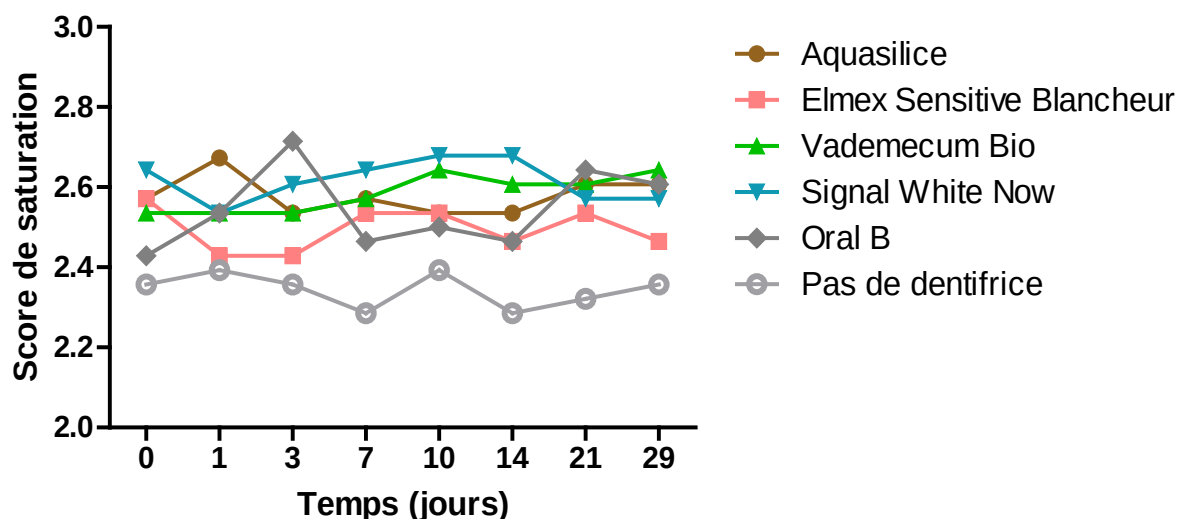


Figure 22 Évolution de la saturation moyenne des dents selon le type de dentifrice utilisé (n=14 par groupe). Les écarts-types ont été masqués pour clarifier le graphique. Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis ont été utilisés.

#### iv. Changement de score de teinte

Le dentifrice Signal White Now est celui pour lequel le plus de dents ont présenté un score de teinte différent à l'issue du mois de brossage (6 dents soit 42,86% de l'arcade) par rapport au temps 0. Mais les autres dentifrices utilisés ont également eu un effet similaire. Le dentifrice contrôle a modifié le score de 3 dents soit 21,43% de l'arcade, et le brossage seul en a modifié 4 (28,57%) (Tableau 5).

*Tableau 5 Nombre de dents ayant présentées un changement de teinte perceptible par le teintier électronique à l'issue des 29 jours de brossage*

|                                                    | Aquasicile | Elmex Sensitive Blancheur | Vadémécum Bio | Signal White Now | Oral-B Répare et Protège | Aucun dentifrice | p    |
|----------------------------------------------------|------------|---------------------------|---------------|------------------|--------------------------|------------------|------|
| Nombre de dents présentant un changement de teinte | 5 (35,71%) | 5 (35,71%)                | 4 (28,57%)    | 6 (42,86)        | 3 (21,43)                | 4 (28,57%)       | 0,93 |

#### v. Évaluation subjective photographique

Un degré de concordance de 65,99% au niveau de l'ensemble des réponses des évaluateurs a été retrouvé. Il est important de noter qu'en général, lorsque l'on trouve un degré de concordance inférieur à 85/90%, on se trouve face à un agrément difficile à interpréter.

Pour estimer plus précisément leur taux d'accord, le coefficient Kappa a été calculé à 0,42 ( $p < 0,001$ ).

Cela signifie que les évaluateurs sont modérément d'accord sur leurs évaluations et que cela n'est pas simplement dû au hasard.

Leurs évaluations révèlent que, selon eux, la majorité des dents ont été éclaircies avec les dentifrices « blancheurs ». Cependant leurs avis sont très partagés sur les deux groupes contrôles et compliquent l'interprétation de leur évaluation (Tableau 6).

Tableau 6 Présentation des changements de teinte en faveur d'un éclaircissement observés par les deux évaluateurs à l'issue des 29 jours de brossage. La comparaison entre les deux observateurs a été assurée grâce à un test exact de Fisher.

|                                  | Observateur 1       | Observateur 2       | p     |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|-------|
|                                  | n=14 par dentifrice | n=14 par dentifrice |       |
| <b>Aquasilice</b>                |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 12 (85,71%)         | 14 (100%)           | 0,48  |
| - Pas de changement observé      | 2 (14,29%)          | 0 (0%)              |       |
| <b>Elmex Sensitive Blancheur</b> |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 13 (92,86%)         | 9 (64,29%)          | 0,17  |
| - Pas de changement observé      | 1 (7,14%)           | 5 (35,71%)          |       |
| <b>Vademecum Bio</b>             |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 12 (85,71%)         | 14 (100%)           | 0,48  |
| - Pas de changement observé      | 2 (14,29%)          | 0 (0%)              |       |
| <b>Signal White Now</b>          |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 7 (50%)             | 14 (100%)           | 0,006 |
| - Pas de changement observé      | 7 (50%)             | 0 (0%)              |       |
| <b>Oral-B Répare et Protège</b>  |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 13 (92,86%)         | 6 (42,86%)          | 0,01  |
| - Pas de changement observé      | 1 (7,14%)           | 8 (57,14%)          |       |
| <b>Pas de dentifrice</b>         |                     |                     |       |
| - Eclaircissement                | 10 (71,43%)         | 1 (7,14%)           | 0,001 |
| - Pas de changement observé      | 4 (28,57%)          | 13 (92,86%)         |       |

#### d. Discussion

Les résultats de notre étude *in vitro* mettent en évidence l'absence d'effet significatif des dentifrices « blanchisseurs » sur l'éclaircissement des dents après un mois de brossage. Seul le Signal White Now a tendance à éclaircir les dents sans pour autant que cela soit significatif.

Des trois courbes obtenues de notre étude, nous pouvons avancer les conclusions suivantes concernant les dentifrices utilisés, et leur effet sur la teinte dentaire :

- **Il n'y a pas de réel changement au cours du temps quel que soit le dentifrice utilisé**
- **On ne peut écarter que les légères variations de mesure soient liées aux erreurs de lecture inhérentes à l'utilisation de l'appareil**

Aucun effet sur la luminosité, sur la saturation ou sur la teinte n'a pu être mis en évidence sur un mois de brossage régulier. Un brossage plus long aurait peut-être pu mettre en évidence un effet différé des dentifrices blanchisseurs. Des mesures avec des paramètres différents basés sur l'espace de couleur CIELab ou l'index de blancheur WID (développé spécifiquement pour l'évaluation de l'éclaircissement) auraient également pu montrer des variations des paramètres colorimétriques des dents avec des différences entre les différents groupes et donc entre les différents dentifrices (88).

La courbe d'apprentissage pour l'utilisation du EasyShade Compact est importante. Le positionnement exact du spectrophotomètre sur chacune des dents a été l'élément le plus difficile à mettre en place. L'utilisation d'un guide de positionnement du spectrophotomètre aurait permis une meilleure reproductibilité des mesures obtenues pour la comparaison des mesures obtenues dans le référentiel Vita 3D Master (89).

L'étude menée à la faculté de Chirurgie-Dentaire de Toulouse, a été réalisée *in vitro*, sur des dents extraites récupérées auprès de différents praticiens. Les études s'intéressant aux dentifrices blanchisseurs sont pour la plupart réalisées *in vitro* sur des dents extraites ou bien des blocs dentaires comprenant émail et dentine directement extraits des dents avulsées récemment (27,70). Certaines études sur les dentifrices blanchisseurs ont été effectuées en clinique après recueil du consentement des participants et approbation du protocole par un comité d'éthique (73). Il a été décidé de faire cette étude *in vitro* pour des questions à la fois de

praticité, d'organisation mais aussi d'éthique. Il aurait fallu passer devant un comité d'éthique pour pouvoir l'organiser en clinique ce qui aurait compliqué le protocole. Un essai clinique randomisé pourra toutefois être proposé dans le futur, au vu des résultats apportés en laboratoire et de l'expérience recueillie par la Faculté au cours de ce travail.

L'effet blancheur de certains dentifrices basé sur un effet optique dû à l'apposition d'un film à la surface de l'émail a pu être réduit suite à la diminution du temps d'apposition. Une étude clinique aurait permis d'avoir un temps d'apposition du film plus long à la surface de l'émail mettant en évidence un effet blancheur plus important au niveau des mesures prises par le spectrophotomètre.

L'évaluation photographique mise en place dans notre étude a débouché sur une double évaluation visuelle en aveugle de l'évolution des teintes au cours du temps. Les deux examinateurs étaient entraînés à la prise de teinte en clinique, mais les résultats obtenus ont montré la difficulté de se prononcer sur un changement de teinte dans cette étude. Des limites de la prise de photographies et de l'analyse sur un cliché numérique peuvent également être évoquées pour expliquer la discordance des évaluateurs. L'utilisation d'un filtre de polarisation croisée aurait pu aider à gagner en objectivité et en précision pour l'évaluation de la teinte dentaire. Grâce à cette technique, les caractéristiques de surface et de sous surface amélaire auraient pu être mieux visualisées. Les facteurs perturbant la perception des surfaces concernées étant éliminés, une cartographie chromatique très contrastée et hypersaturée est obtenue et permet une analyse colorimétrique objective de la teinte. Le protocole d'ELaborAid aurait pu être utilisé pour obtenir une meilleure objectivité pour l'évaluation des couleurs (28).

Le degré de concordance retrouvé lors de l'évaluation photographique est de 65,99%. Cet agrément est difficile à interpréter ce qui montre bien la difficulté de se prononcer sur une modification ou non de teinte à l'aide d'un cliché numérique. L'accord entre les jugements est défini comme « la conformité de deux ou plusieurs informations qui se rapportent à un même objet ». L'accord ou le désaccord résulte d'une part de hasard et d'une part de vérité (90). Cependant la part liée au hasard gêne l'appréciation. Pour contrôler cette variable, le coefficient Kappa (K) propose de chiffrer l'intensité ou la qualité de l'accord réel. C'est un indice qui permet de « retirer » la partie de hasard ou de subjectivité de l'accord entre les techniques.

- Le coefficient Kappa est calculé à 0,42 ( $p < 0,001$ ). Il est ainsi classé comme « Agrément modéré » ou « Accord modéré ». Il est statistiquement significatif (91).

Un nombre plus important d'évaluateurs aurait permis d'avoir une concordance plus élevée sur le changement ou non de la teinte des dents dans les différents groupes.

En comparant le nombre de dents ayant présenté un changement de teinte complet perceptible par le teintier électronique à l'issue du mois de brossage dans les différents groupes, il est apparu qu'aucun dentifrice n'avait fonctionné sur un plus grand nombre de dents. Un test exact de Fisher a été utilisé pour assurer la comparaison entre les groupes. La p value obtenue étant de 0,93, il n'y a pas de différence entre les groupes donc aucun dentifrice n'a provoqué un changement de teinte plus important sur un plus grand nombre de dents.

Une revue de la littérature sur les dentifrices au charbon a été menée. Certaines études montrent une réduction des caries non spécifiques, d'autres mettent en évidence l'apparition d'effets délétères pour les dents comme des abrasions ou encore des caries et une seule n'a indiqué aucun effet délétère pour l'hygiène bucco-dentaire (76). En plus de produire un effet blancheur, ils seraient utiles comme antibactériens, antifongiques, antiviraux et pour la détoxification orale. Il a été conclu que les données cliniques et de laboratoire étaient insuffisantes pour la sécurité et l'efficacité des dentifrices au charbon. Le principe de précaution étant de mise, il n'est pas conseillé aux patients de se brosser les dents avec des dentifrices aux charbons tant que d'autres études n'ont pas été menées sur le sujet. Les praticiens doivent être responsables et expliquer aux patients les potentiels risques encourus en se brossant les dents avec ce type de dentifrice à savoir les effets délétères et l'absence d'effets bénéfiques prouvés (76).

En complément de cette étude, un suivi de l'effet abrasif des différents dentifrices blanchisseurs serait intéressant pour confirmer ou non l'absence d'effet délétère pour l'émail des dents brossées. Des études ont été menées pour mesurer l'effet abrasif au niveau qualitatif et quantitatif en utilisant la RDA (Relative Dentine Abrasion) ainsi que les valeurs de rugosité. Il a été conclu que les dentifrices blanchissants testés n'avaient pas un effet abrasif plus important que les autres dentifrices (92). Une étude avec les dentifrices disponibles sur le marché français permettrait de voir ceux pouvant être recommandés ou non aux patients.

## CONCLUSION

La réponse à une question sur les dentifrices de la part d'un patient n'est jamais aisée pour les chirurgiens-dentistes tant les données sont discordantes dans la littérature. Il est reconnu de ne pas conseiller aux patients l'utilisation d'un dentifrice trop abrasif et il est même recommandé de privilégier des produits ayant déjà fait preuve dans la littérature d'effets bénéfiques sur la santé bucco-dentaire. Toutefois les études en ce sens ne sont pas facilement accessibles pour les praticiens qui exercent en libéral.

Les questions des patients s'orientent régulièrement autour de l'efficacité des dentifrices vantant un effet « blancheur », c'est pourquoi le travail réalisé ici s'est intéressé exclusivement au potentiel éclaircissant de différents produits. Les résultats obtenus *in vitro* ne montrent aucune différence significative sur le changement de teinte de la dent après un mois de brossage avec des dentifrices blanchissants ou standards.

Il s'agit de la première étude menée au sein de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse concernant les dentifrices. Son protocole ainsi que ses résultats pourront servir de base au développement de nouveaux protocoles de recherche, que ce soit dans les laboratoires du plateau technique de la Faculté, ou en clinique.

Des études observationnelles décrivant l'utilisation des dentifrices par les patients ou même des essais cliniques randomisés comparant cliniquement les effets de divers produits pourront être envisagées.

Vu le Président du jury



Vu le directeur de thèse



## **TABLE DES TABLEAUX**

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 Exemples de dentifrices thérapeutiques sur le marché Français .....                                                                                                                                                                        | 33 |
| Tableau 2 Compatibilité des fluorures et abrasifs .....                                                                                                                                                                                              | 36 |
| Tableau 3 Récapitulatif des fluorures (39,50–52).....                                                                                                                                                                                                | 43 |
| Tableau 4 Choix et propriétés des différents dentifrices utilisés dans l'étude .....                                                                                                                                                                 | 52 |
| Tableau 5 Nombre de dents ayant présentées un changement de teinte perceptible par le teintier électronique à l'issue des 29 jours de brossage .....                                                                                                 | 59 |
| Tableau 6 Présentation des changements de teinte en faveur d'un éclaircissement observés par les deux évaluateurs à l'issue des 29 jours de brossage. La comparaison entre les deux observateurs a été assurée grâce à un test exact de Fisher. .... | 60 |



## **TABLE DES ILLUSTRATIONS**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 Spectre du visible (Source Google Images).....                                                                                                                                                                                                                                                        | 14 |
| Figure 2 Spectre représentant l'absorption de la lumière par les cônes (Source futurasciences) ...                                                                                                                                                                                                             | 15 |
| Figure 3 Cylindre de Munsell prenant en compte par ordre d'importance les trois paramètres de la couleur (4).....                                                                                                                                                                                              | 17 |
| Figure 4 Représentation de la "banane chromatique dentaire " au sein de l'espace chromatique CIE L*a*b* (4).....                                                                                                                                                                                               | 19 |
| Figure 5 Élipse de MacAdam .....                                                                                                                                                                                                                                                                               | 20 |
| Figure 6 Schéma représentant les 7 dimensions de la couleur (8) .....                                                                                                                                                                                                                                          | 20 |
| Figure 7 Classification la translucidité selon Yamamoto (4) .....                                                                                                                                                                                                                                              | 21 |
| Figure 8 Photo représentant les cas de figure pour l'état de surface (4) .....                                                                                                                                                                                                                                 | 23 |
| Figure 9 Effet nacré retrouvé chez le jeune individu (4).....                                                                                                                                                                                                                                                  | 23 |
| Figure 10 Teintier Vita Classical.....                                                                                                                                                                                                                                                                         | 26 |
| Figure 11 VITA 3D MASTER : Choix de la luminosité (Guide d'utilisation du Vita 3D Master) .....                                                                                                                                                                                                                | 26 |
| Figure 12 VITA 3D MASTER : Choix de la saturation (Guide d'utilisation du Vita 3D Master).....                                                                                                                                                                                                                 | 27 |
| Figure 13 VITA 3D MASTER : Choix de la teinte (Guide d'utilisation du Vita 3D Master).....                                                                                                                                                                                                                     | 27 |
| Figure 14 Teintier Vita 3D Master (24) .....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 28 |
| Figure 15 VITA Linearguide 3D-MASTER.....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 28 |
| Figure 16 Caméra Sopro 717 .....                                                                                                                                                                                                                                                                               | 29 |
| Figure 17 Vita EasyShade 4.0.....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 30 |
| Figure 18 Représentation symbolique de la fidélité, la justesse et la précision .....                                                                                                                                                                                                                          | 30 |
| Figure 19 Échelle de MOHS ( <a href="https://www.rahitirobson.com/lechelle-de-mohs/">https://www.rahitirobson.com/lechelle-de-mohs/</a> ) .....                                                                                                                                                                | 35 |
| Figure 20 Évolution de la luminosité moyenne des dents selon le type de dentifrice utilisé (n=14 par groupe). Les écarts-types ont été masqués pour clarifier le graphe. Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis ont été utilisés. ....                                                                  | 57 |
| Figure 21 Évolution entre J0 (colonnes de gauche) et J29 (colonnes de droite) du nombre de dents à teinte équilibrée (en rose-orangé), à dominante jaune L ou à dominante rouge R selon les dentifrices utilisés (n=14 par groupe). Les tests non paramétriques de Mann Whitney Wilcoxon ont été utilisés..... | 58 |
| Figure 22 Évolution de la saturation moyenne des dents selon le type de dentifrice utilisé (n=14 par groupe). Les écarts-types ont été masqués pour clarifier le graphique. Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis ont été utilisés. ....                                                               | 58 |

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. Theobald AH, Wong BK, Quick AN, Thomson WM. The impact of the popular media on cosmetic dentistry. N Z Dent J. 2006;7.
2. François PILLON GP. Le blanchiment des dents, un acte sous contrôle des professionnels de santé. Actual Pharm. 1 févr 2014;53(533):49-52.
3. Edgar T, Huhman M, Miller GA. Where Is the Toothpaste? A Systematic Review of the Use of the Product Strategy in Social Marketing: Soc Mark Q. nov 2016
4. D'Incau E. Couleur et choix de la teinte en odontologie. In : Esthétique en Odontologie. Editions CdP. 2014.
5. Larousse. Définitions : couleur - Dictionnaire de français Larousse
6. König C. Structure de la rétine : cônes, bâtonnets et perception visuelle.
7. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. J Conserv Dent JCD. 2010;13(4):249-55.
8. Lasserre J-F. Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles. Clinic. 2007;28:14.
9. Giau F. Les différentes techniques d'enregistrement de la teinte en prothèse fixée. Université de Nantes; 2012.
10. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am. 1 avr 2004;48(2):341-58.
11. Haddad HJ, Salameh Z, Sadig W, Aboushelib M, Jakstat HA. Allocation of color space for different age groups using three-dimensional shade guide systems. Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent. 2011;6(1):94-102.
12. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent. 2004; 32: 3-12
13. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. J Dent. 1 juin 2014;42(6):637-44.
14. Yamamoto M. Metal-ceramics. Principles and methods of Makoto Yamamoto. Quintessence Publishing. 1985.
15. L'AMM et le parcours du médicament. Rapport de l'ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Disponible sur: [https://www.ansm.sante.fr/Activites/Autorisations-de-Mise-sur-le-Marche-AMM/L-AMM-et-le-parcours-du-medicament/\(offset\)/0](https://www.ansm.sante.fr/Activites/Autorisations-de-Mise-sur-le-Marche-AMM/L-AMM-et-le-parcours-du-medicament/(offset)/0)
16. Pineau S. Le relevé de la couleur : Quelles sont les évolutions instrumentales ? Le Fil Dentaire. août 2010.
17. Lee Y.K., Yoon T.H., Lim B.S., Kim C.W., Powers J.M. Effects of colour measuring mode and light source on the colour of shade guides. J Oral Rehabilitation. dec 2002.
18. Larousse. Définitions : dyschromatopsie - Dictionnaire de français Larousse
19. Laboratoire VITA - Données produits. VITA classical A1-D4 Farbskala.

20. Pizzamiglio E. A color selection technique. J Prosthet Dent. 1 nov 1991;66(5):592-6.
21. Lasserre J-F. Prise de teintes, des techniques conventionnelles aux techniques électroniques. Conférence ADF 2010.
22. Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. J Dent. 1 janv 2009;37:e15-20.
23. Lasserre J.-F., Pop I.S., d'Incau E. La couleur en Odontologie : déterminations visuelles et instrumentales 1ère partie. Cah. Prothèse 2006;(135):25-39
24. Laboratoire VITA - Données produits. VITA Toothguide 3D-MASTER®
25. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. J Prosthet Dent. 1 mars 2009;101(3):193-9.
26. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. Quintessence Int Berl Ger 1985. sept 2012;43(8):649-59.
27. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. Quintessence Int Berl Ger 1985. oct 2009;40(9):e69-79.
28. Hein S. eLABor\_aid : une nouvelle approche numérique de la teinte. Quintessence Int. mai 2018;12(2).
29. Dentifrices : guide d'achat. Association UFC Que Choisir.
30. Produits cosmétiques. Rapport de l'ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/Produits-de-sante/Produits-cosmetiques>
31. Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des colorants que peuvent contenir les produits cosmétiques.
32. Code de la santé publique - Article L5111-1. Code de la santé publique.
33. Autorisations de Mise sur le Marché des Dentifrices. Disponibles sur le site internet de l'ANSM.
34. Le fluor et la prévention des caries. Dossier VIDAL. Vidal Groupe, France.
35. Normes NF et Marques CE. Dossiers de l'Agence Française de Normalisation (AFNOR) [Internet].
36. La certification NF, une aide précieuse pour le consommateur. Groupe AFNOR. 2017 Disponible sur: [https://www.afnor.org/presse\\_dec2017/certification-nf-aide-precieuse-consommateur/](https://www.afnor.org/presse_dec2017/certification-nf-aide-precieuse-consommateur/)
37. Le marquage "CE". Dossier du Ministère de l'Economie, des Finances et de la Relance. Disponible sur [www.economie.gouv.fr](http://www.economie.gouv.fr)
38. François D. Essais mécaniques des métaux - Essais de dureté. Techniques de l'Ingénieur. Document n°M4160 V1. mars 2005
39. Chapusot E. Critères de choix d'une pâte dentifrice. Thèse d'exercice pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire. Université de Lorraine. 2006

40. Carrubba G. Les dentifrices commercialisés en grandes et moyennes surfaces : aide au choix du patient. Thèse d'exercice pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire. Université du droit et de la santé de Lille 2. 2017.
41. Mellberg JR. Fluoride dentifrices: current status and prospects. *Int Dent J.* févr 1991;41(1):9-16.
42. Directive 76/768/CEE du Conseil Européen, du 27 juillet 1976, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques
43. Zhao F, Wang C, Yang Q, Han S, Hu Q, Fu Z. Titanium dioxide nanoparticle stimulating pro-inflammatory responses in vitro and in vivo for inhibited cancer metastasis. *Life Sci.* juin 2018;202:44-51.
44. Alimentation -Additif E171 : le dioxyde de titane interdit dans les denrées alimentaires au 1er janvier 2020. [cité 27 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A13380>
45. Letourneau PS. 7 saveurs de dentifrice bizarres. Disponible sur: <https://www.selection.ca/sante/prevention/7-saveurs-de-dentifrice-bizarres/>
46. Marquis RE. Antimicrobial actions of fluoride for oral bacteria. *Can J Microbiol.* nov 1995;41(11):955-64.
47. ten Cate JM, van Loveren C. Fluoride mechanisms. *Dent Clin North Am.* oct 1999;43(4):713-42, vii.
48. Utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans. *J Pédiatrie Puériculture.* juill 2009;22(4-5):235-40.
49. Arnold WH, Dorow A, Langenhorst S, Gintner Z, Bánóczy J, Gaengler P. Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization. *BMC Oral Health.* 15 juin 2006;6:8.
50. Setnikar I, Maurer H. Bioequivalence of sodium monofluorophosphate with sodium fluoride and compatibility with calcium. *Arzneimittelforschung.* 1 sept 1990;40(9):994-9.
51. Lynch R.J.M., Calcium glycerophosphate and caries: a review of the literature. *Int Dent J.* dec 2010
52. Thrash WJ, Dodds MW, Jones DL. The effect of stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. *Int Dent J.* févr 1994;44(1 Suppl 1):107-18.
53. Rapport de la HAS sur les Stratégies de prévention de la carie dentaire. Sept 2010. Disponible sur le site [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges\\_synthese\\_carie\\_dentaire\\_version\\_postcollege-10sept2010.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf)
54. Sandham HJ. Criteria for the assessment of adverse effects of chemotherapy on the oral microflora. *J Dent Res.* mars 1994;73(3):692-4.
55. Ben Slama L, Djemil M. Antiseptiques buccaux. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 1 sept 2004;105(4):231-4.
56. Loe H, Schiøtt CR. The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *J Periodontal Res.* 1970;5(2):79-83.

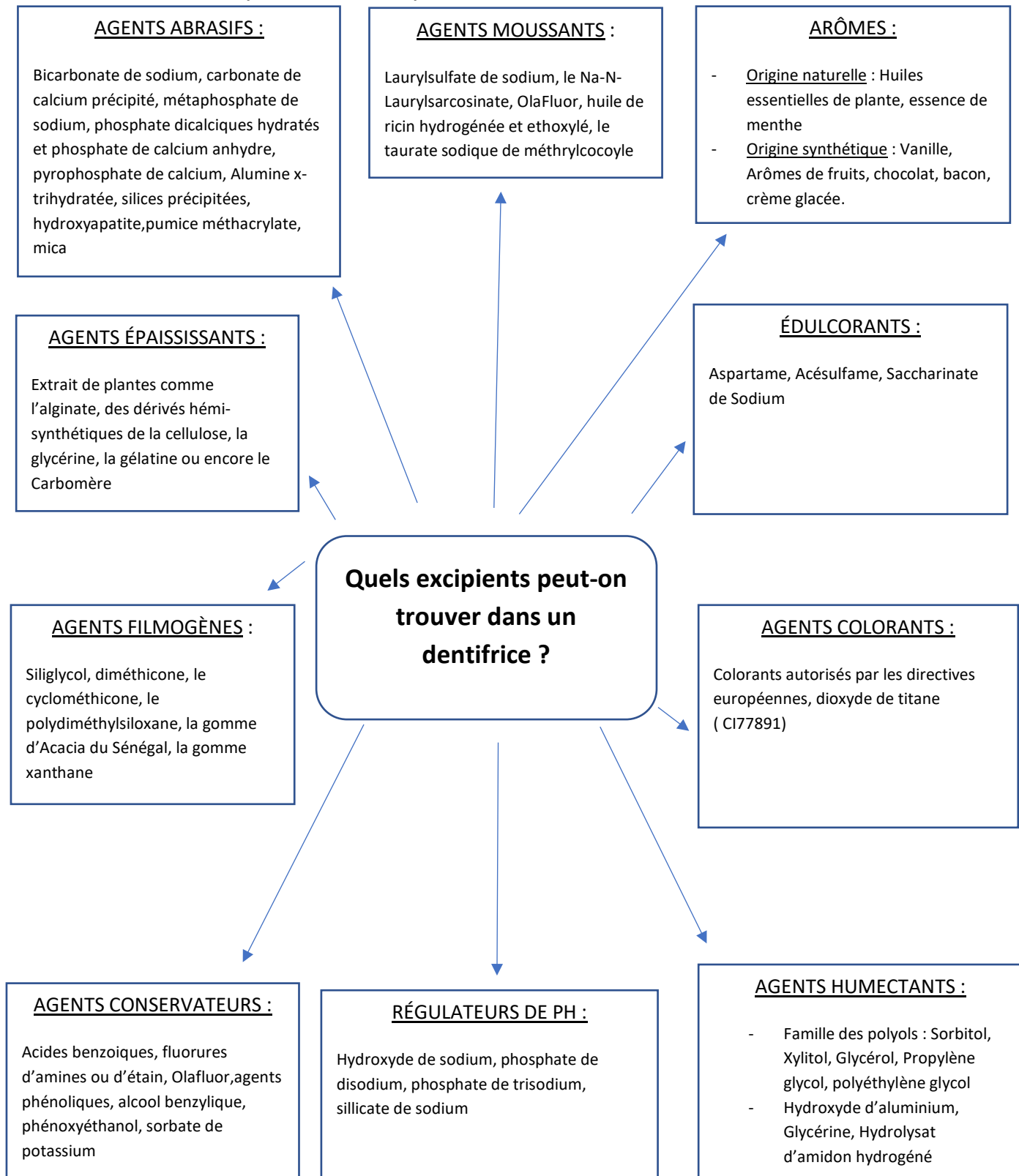
57. Barkvoll P, Rølla G, Bellagamba S. Interaction between chlorhexidine digluconate and sodium monofluorophosphate in vitro. *Scand J Dent Res.* févr 1988;96(1):30-3.
58. Barkvoll P, Rølla G, Svendsen K. Interaction between chlorhexidine digluconate and sodium lauryl sulfate in vivo. *J Clin Periodontol.* oct 1989;16(9):593-5.
59. Gauthier H. Les bains de bouche : apport du pharmacien dans leur usage et dispensation. Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Poitiers; 2017
60. Afennich F, Slot DE, Hossainian N, Weijden GV der. The effect of hexetidine mouthwash on the prevention of plaque and gingival inflammation: a systematic review. *Int J Dent Hyg.* Sept 2010
61. Aoun G, Saadeh M, Berberi A. Effectiveness of Hexetidine 0.1% Compared to Chlorhexidine Digluconate 0.12% in Eliminating *Candida Albicans* Colonizing Dentures: A Randomized Clinical In Vivo Study. *J Int Oral Health JIOH.* août 2015;7(8):5-8.
62. Adams SE, Theobald AJ, Jones NM, Brading MG, Cox TF, Mendez A, et al. The effect of a toothpaste containing 2% zinc citrate and 0.3% Triclosan on bacterial viability and plaque growth in vivo compared to a toothpaste containing 0.3% Triclosan and 2% copolymer. *Int Dent J.* déc 2003;53(6 Suppl 1):398-403.
63. Finney M, Walker JT, Marsh PD, Brading MG. Antimicrobial effects of a novel Triclosan/zinc citrate dentifrice against mixed culture oral biofilms. *Int Dent J.* déc 2003;53(6 Suppl 1):371-8.
64. Dadamio J, Laleman I, Quirynen M. The role of toothpastes in oral malodor management. *Monogr Oral Sci.* 2013;23:45-60.
65. Gilbert P, McBain AJ. Literature-based evaluation of the potential risks associated with impregnation of medical devices and implants with triclosan. *Surg Infect (Larchmt).* 2002; 3.
66. Grossman E, Hou L, Bollmer B.W, Court L.K, McClary J.M, Bennett S, Winston JL, McClanahan S.F. Triclosan/pyrophosphate dentifrice: dental plaque and gingivitis effects in a 6-month randomized controlled clinical study. *J Clin Dent.* 2002;13(4):149-57
67. Riley P, Lamont T. Triclosan/copolymer containing toothpastes for oral health. *Cochrane Database Syst Rev.* Dec 2013
68. Gaffar A, Scherl D, Afflitto J, Coleman EJ. The effect of triclosan on mediators of gingival inflammation. *J Clin Periodontol.* juin 1995;22(6):480-4.
69. Joiner A. Whitening toothpastes: A review of the literature. *J Dent.* 2010:38
70. Lima DANL, Silva ALF e, Aguiar FHB, Liporoni PCS, Munin E, Ambrosano GMB, et al. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Braz Oral Res.* juin 2008;22(2):106-11.
71. Blanchiment des dents : une réglementation protectrice des consommateurs. Ministère de l'Economie, des Finances et de la Relance. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/blanchiment-des-dents-reglementation-protectrice-des-consommateurs>
72. Règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

73. Collins LZ, Naeeni M, Platten SM. Instant tooth whitening from a silica toothpaste containing blue covarine. *J Dent*. 2008;36 Suppl 1:S21-25.
74. Joiner A. A silica toothpaste containing blue covarine: a new technological breakthrough in whitening. *Int Dent J*. 2009;59(5):284-288
75. Kalliath C, Mukunda A, Pynadath M, Venugopal V, Prethweeraj J. Comparison between the effect of commercially available chemical teeth whitening paste and teeth whitening paste containing ingredients of herbal origin on human enamel. *Ayu*. 2018;39(2):113-7.
76. Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *J Am Dent Assoc* 1939. 2017;148(9):661-70.
77. Koenigs P.M, Fallers R.V. Principes fondamentaux sur le dentifrice : des bienfaits pour la santé buccodentaire dans un tube. *Formation Continue en Soins Dentaires*. Canada (FR).
78. Guenane Y, Adel A, Lazili H. L'Halitose : Origine , Classification et Traitement. *Int Arab J Dent*. 2014;5(2):74-8.
79. Aka A, Diakité K. L'Halitose : données actuelles et prise en charge du patient. *Med Afr Noire*. 1999;46(12)
80. Davies R, Scully C, Preston Aj. Dentifrices; an update. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal*. 2010;e976-82.
81. Bartold P. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J*. 2006.
82. Tarbet WJ, Buckner A, Stark MM, Fratarcangelo PA, Augsburg R. The pulpal effects of brushing with a 5 percent potassium nitrate paste used for desensitization. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1 juin 1981;51(6):600-2.
83. Rapport Gaba-Colgate sur : La technologie Pro-Argin pour soulager l'hyperesthésie dentinaire [Internet].
84. Rapport GSK-Sensodyne : Science de la technologie NOVAMIN [Internet].
85. Rapport de l'Association UFC Que Choisir : Composition Vademecum Dentifrice bio - blancheur naturelle [Internet].
86. Rapport Colgate-Signal : Composition du dentifrice White Now [Internet].
87. Brucculieri J. Le dentifrice au charbon est-il vraiment un produit sûr? Des dentistes vous expliquent les risques. *Le Huffington Post* [Internet]. [cité 19 mars 2020]. Août 2018
88. Pérez M del M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. mars 2016;32(3):461-7.
89. Millán DF, Torreira MG, Peña VA de la. Using a repositioning splint to determine reproducibility in the color registers of a dental spectrophotometer. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(1):19-25.
90. Bergeri I, Michel R, Boutin J.P, Pour tout savoir ou presque sur le coefficient Kappa. *Med Trop*. 2002;62:634-636

91. Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med.* mai 2005;37(5):360-3.
92. Johannsen G, Tellefsen G, Johannsen A, Liljeborg A. The importance of measuring toothpaste abrasivity in both a quantitative and qualitative way. *Acta Odontol Scand.* 1 janv 2013;71(3-4):508-17.

## ANNEXES

### ANNEXE 1 : Récapitulatif des excipients contenus dans les dentifrices

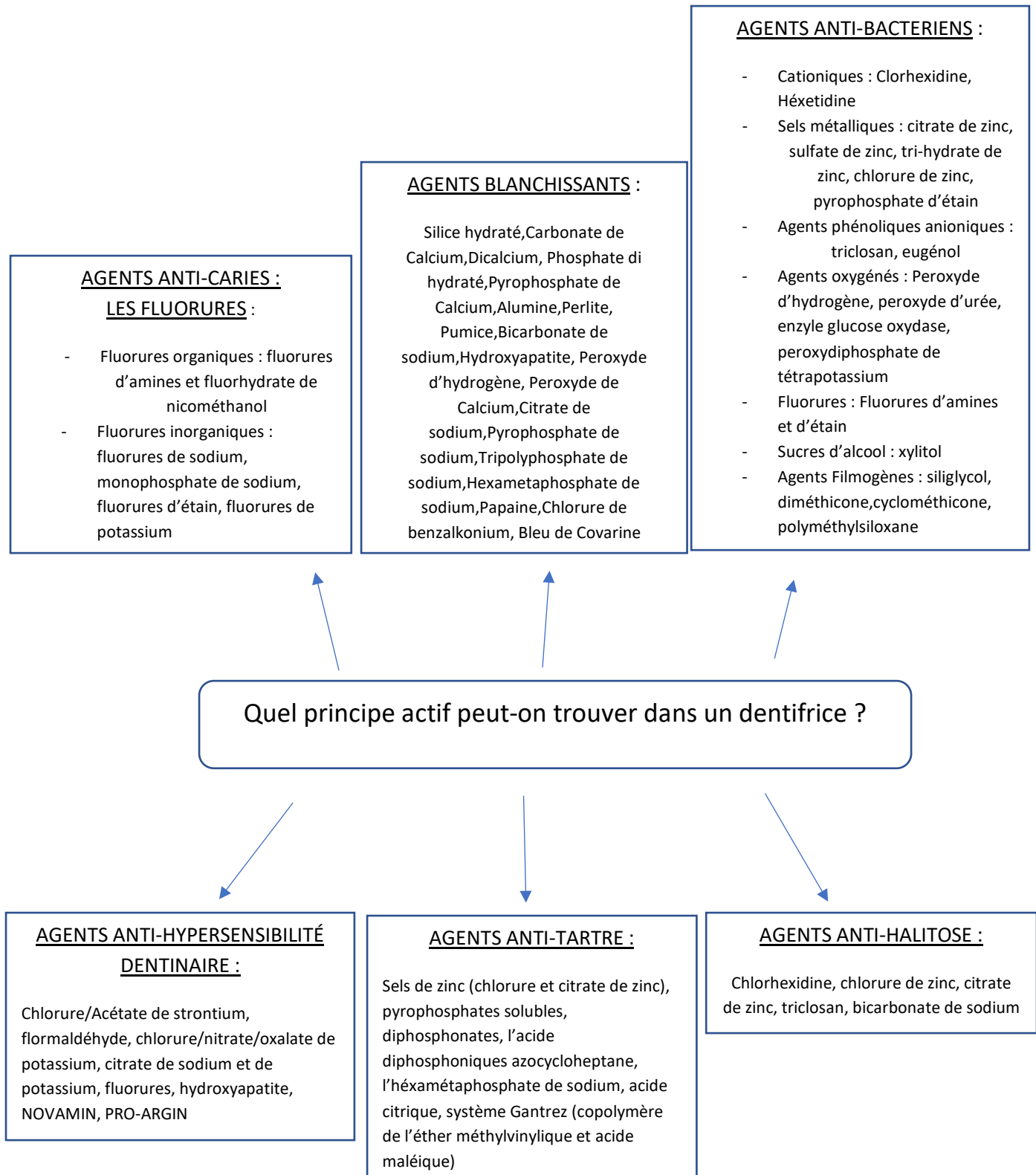




## ANNEXE 2 : Récapitulatif des agents blanchissants

|                  |                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abrasifs         | Silice hydraté, Carbonate de Calcium, Dicalcium, Phosphate di hydraté, Pyrophosphate de Calcium, Alumine, Perlite, Pumice, Bicarbonate de sodium, Hydroxyapatite                  |
| Agents chimiques | Peroxyde d'hydrogène, Peroxyde de Calcium, Citrate de sodium, Pyrophosphate de sodium, Tripolyphosphate de sodium, Hexametaphosphate de sodium, Papaine, Chlorure de benzalkonium |
| Agents optiques  | Bleu de Covarine                                                                                                                                                                  |

## ANNEXE 3 : Récapitulatif des principes actifs contenus dans les dentifrices



## **EFFICACITÉ DES DENTIFRICES BLANCHEURS SUR LA TEINTE DENTAIRE : ETUDE IN VITRO**

---

**RÉSUMÉ :** Les dentifrices « blanchisseurs » sont commercialisés en grande surface comme en (para)pharmacies. Chaque produit revendique un effet différent du fait de sa composition à base d'agents chimiques ou d'origine naturelle. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'efficacité de ces dentifrices sur la modification de la teinte des dents. Pour cela, une étude *in vitro* a été développée et a consisté à brosser des arcades de dents en laboratoire pendant 1 mois avec 4 dentifrices blanchissants différents, 1 dentifrice contrôle ou sans dentifrice. Un relevé de teinte électronique a été entrepris à différents moments de l'étude. Malgré le changement de teinte final objectivé sur 27 des 84 dents utilisées dans l'étude, aucune différence significative n'existe entre les groupes. L'efficacité des dentifrices blanchissants sur l'éclaircissement dentaire et la supériorité d'action d'un produit plutôt qu'un autre ne sont pas mis en évidence dans cette étude.

---

**TITRE EN ANGLAIS:** EFFECTIVENESS OF WHITENING TOOTHPASTES ON DENTAL COLOR : IN VITRO STUDY

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Chirurgie Dentaire

---

**MOTS CLÉS :** Dentifrices Blanchisseur, Teinte dentaire, Étude in vitro

---

**INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR :**

Université Toulouse III-Paul Sabatier  
Faculté de chirurgie dentaire  
3 chemin des Maraîchers  
31062 Toulouse Cedex

---

**DIRECTEUR DE THÈSE :** Docteur Thibault CANCEILL