

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE SANTE

ANNEE 2022

2022 TOU3 3021

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

VRIGNAUD Emmanuelle

le 28/02/2022

**ABRASIVITE DES DENTIFRICES SOLIDES VIS-A-VIS DES
TISSUS DENTAIRES : ETUDE IN-VITRO**

Directeurs de thèse : Dr. Alexia VINEL et Dr. Thibault CANCEILL

JURY

Président :	Professeur Jean-Noël VERGNES
1er assesseur :	Docteur Alexia VINEL
2 ^{ème} assesseur :	Docteur Thibault CANCEILL
3 ^{ème} assesseur :	Docteur Paul PAGES
Invité :	Viviane TURQ





Faculté de santé
ancienne Faculté
de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

M. Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

MEMBRE DU DIRECTOIRE ADMINISTRATIF DE LA FACULTE DE SANTE

Mme Muriel VERDAGUER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

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

CHARGÉS DE MISSION

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)
M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)
M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)
M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)
M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université :	Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE
Maîtres de Conférences :	Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY
Assistants :	Mme Marion GUY-VERGER, Mme Alice BROUTIN (associée)
Adjoints d'Enseignement :	M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE,

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences :	M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG
Assistants :	Mme Isabelle ARAGON, M. Vincent VIDAL-ROSSET

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

Professeurs d'Université :	M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES
Assistante :	Mme Géromine FOURNIER
Adjoints d'Enseignement :	Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL, Mme Carole KANJ

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

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

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences :	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 : 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. Matthieu MINTY, Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET
GALY-CASSIT
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

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

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE
Assistants : M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme Marion SAUCOURT, M. Ludovic PELLETIER
M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean- Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE,
Mme Lucie RAPP

PROTHESES

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

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT, M. Thibault CANCEILL
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, Mme Julie FRANKEL
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGE, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 01 février 2022

Remerciements généraux

A mes parents à qui je dois beaucoup de choses. A toi Mamouth pour ton soutien indéfectible durant toutes ces années, si j'en suis là aujourd'hui c'est surtout grâce à toi. A toi Papa, je ne suis peut-être pas toujours tendre avec toi mais comme on dit qui aime bien châtie bien ! Merci pour ces heures passées aux relectures et merci à vous d'avoir bien voulu être mes cobayes au début de ma pratique.

A mes sœurs Sara et Marie ainsi que toute leur petite famille : Romain, Léo, Ana, Anton et Gaston. Vous comptez énormément pour moi !!!

A Nico, pour cette rencontre qui a changé toute ma petite vie. Merci pour tous ces petits moments de bonheur au quotidien, je ne m'en laisserai pas. J'ai le meilleur compagnon qui soit !

Aux Quatre Petites Miettes. Je n'aurais su rêver de meilleures partenaires durant ces merveilleuses années d'études. Merci Barbie d'être cette personne si attentionnée et bienveillante, j'ai eu le best binôme ! Merci Yoyo d'avoir toujours été là tout simplement. On a fait les 400 coups ensemble ma juju, et ce n'est que le début ! Et enfin merci pour tout Nineb ! Ta folie est contagieuse, je ne sais pas si je préfère faire une thérapie du rire ou un concours de regard avec toi. Je suis si fière de tout ton parcours et d'être ton amie. Merci à vous 3, c'est aussi grâce à vous que j'ai pu me lancer dans ce sujet de thèse.

Aux meilleurs partenaires d'aventure : Owen, Clara et Tildou. Merci pour ces riches moments passés avec vous, pour toutes nos discussions, nos délires, nos voyages et j'en passe... Vivement le prochain la team !

Aux copains de promo Léa, Nico, Chloé, Claude. Merci pour ces années d'études remplies de joie, de soirées plus ou moins arrosées, de journées BU/RU productives comme on les aime.

A mes copains du lycée, Cyssou, Mandou, Cass, Lucas, Alex, Charlotte et Elise. De voir que malgré les années qui passent, nous arrivons toujours à nous retrouver et partager nos petits délires. On se connaît depuis 2012, petit clin d'œil à Cyssou, qui sait ce que 2022 signifie...

A toi Audrey ma plus belle rencontre de la PACES. Nos liens se renforcent et je suis heureuse de partager ces moments de festivals, nos randonnées, nos sorties campings. Il me tarde les prochaines ! Tu m'as fait découvrir les vocaux, et j'y suis devenue accro. C'est aussi grâce à toi que j'ai rencontré de belles personnes comme Les frères FRESLON.

Je voulais remercier également l'équipe du Cirimat notamment Viviane Turq, Raphaël Laloo et Vincent Baylac. Vous m'avez permis de mener à bien les expériences dans le laboratoire et vous avez pris le temps pour m'expliquer le fonctionnement de toutes ces machines.

Enfin je voulais remercier toute l'équipe du cabinet dentaire à Noé. J'ai appris beaucoup de choses à vos côtés et je vous en suis très reconnaissante.

A notre Président du jury,

Monsieur le Professeur Jean-Noël VERGNES,

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR)
- Docteur en Epidémiologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Professeur associé, Oral Health and Society Division, Université McGill, Montréal, Québec – Canada,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous remercions d'avoir accepté la présidence du jury de cette thèse. Nous vous sommes reconnaissants pour tous vos enseignements et vos valeurs transmises lors de notre cursus au niveau théorique et surtout clinique. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur Alexia VINEL,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Université de Recherche Clinique en Odontologie,
- Diplôme d'Université de Parodontologie,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier
- Docteur en Sciences
- Diplôme d'Université de Pédagogie en Sciences de la Santé

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de diriger cette thèse. Merci de nous avoir soutenue dans chaque choix de sujet. Nous sommes très reconnaissants pour toute la qualité de vos enseignements au fil des années. Veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde gratitude.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Thibault CANCEILL,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences des Matériaux
- Master 1 Santé Publique :
- Master 2 de Physiopathologie
- CES Biomatériaux en Odontologie
- D.U. de Conception Fabrication Assisté par Ordinateur en Odontologie (CFAO)
- D.U. de Recherche Clinique en Odontologie
- Attestation de Formation aux Gestes et Soins d'Urgence Niveau 2

Nous sommes très honorés de l'intérêt que vous avez pu porter à ce travail et d'en avoir accepté la direction. Nous vous remercions pour votre disponibilité, votre soutien et vos précieux conseils. Merci pour tout ce que vous nous avez transmis, et votre bienveillance quand nous débutions nos vacances d'urgences en clinique. Veuillez trouver, au travers de ce travail, l'expression de notre respect pour votre travail et vos enseignements.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Paul PAGES,

- Assistant Hospitalo-Universitaire d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Master 1 Sciences, Technologies, Santé Mention Biologie-Santé
- CES Biomatériaux en Odontologie Mention Caractérisation et Evolution,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous remercions de l'honneur que vous portez à ce sujet en acceptant de faire partie de notre jury. Merci pour votre encadrement en clinique, apprendre à vos côtés a été très enrichissant, nous avons l'impression de nous améliorer chaque jour. Veuillez trouver au travers de cette thèse, l'expression de toute notre gratitude.

A notre jury de thèse,

Madame Viviane TURQ,

- MCU au Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie en Matériaux
(CIRIMAT)

Nous vous remercions de l'intérêt que vous avez porté à ce sujet de thèse et avoir permis la réalisation des expériences au laboratoire. Merci de m'avoir fait rencontrer l'équipe du CIRIMAT et d'avoir pris du temps pour me prodiguer des conseils dans la réalisation de ce travail. Veuillez trouver au travers de cet écrit, l'expression de notre profond respect.

Sommaire

Liste des abréviations.....	12
INTRODUCTION	13
I- Matériel et méthodes	15
a. Design de l'étude.....	15
b. Dentifrices utilisés	15
c. Déroulé de l'étude.....	17
i. Préparation des échantillons.....	17
ii. Le brossage.....	18
iii. Test de rugosité.....	20
1) Le profilomètre utilisé	20
2) Calcul réalisé avant/après brossage avec les différents paramètres de rugosité.....	24
iv. Test de micro-dureté.....	24
d. Analyse des données.....	25
II- Résultats.....	26
a. Concernant la rugosité	26
i. La Hauteur Moyenne Arithmétique (Sa)	26
ii. La Profondeur de Rugosité Centrale (Sk)	27
iii. Le Facteur d'Aplatissement (Sku).....	29
iv. La Hauteur Maximale (Sz)	30
b. Concernant la micro-dureté	32
c. Concernant la rugosité liée à la microdureté.....	33
III- Discussion.....	35
CONCLUSION	41
TABLE DES ILLUSTRATIONS	42
ANNEXES	43
Annexe 1 : Composition générale des dentifrices utilisés dans cette étude	43
Annexe 2 : Méthodes d'essai de l'abrasivité.....	44
L'échelle de Mohs	44
Le RDA (<i>Relative Dentin Abrasivity</i>), méthode de l'ADA.....	44
L'équivalence par le profil de surface	45
BIBLIOGRAPHIE.....	46

Liste des abréviations

UFSBD : L'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

RDA : Relative Dentin Abrasivity ou Radioactive Dentin Abrasivity

Sa : Hauteur Moyenne Arithmétique

Sk : Profondeur de Rugosité Centrale

Sku : Facteur d'Aplatissement

Sz : Hauteur Maximale

HV : dureté Vickers

INTRODUCTION

Depuis quelques années, on remarque l'essor de dentifrices dits « solides ». Ils intéresseraient environ 5% de la population française d'après une étude de l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) datant de 2018 (1). Il n'existe pas de définition exacte pour les décrire mais on les retrouve sous forme de galet, poudre, pâte, pastille dans un emballage en carton, verre ou métallique. L'idée est d'oublier le tube en plastique classique afin de limiter ses emballages.

La composition de ces dentifrices solides diffère selon les marques mais est simplifiée par rapport aux dentifrices classiques. On retrouve des agents abrasifs (du carbonate de calcium, du bicarbonate de sodium, de l'argile, de la silice et/ou du charbon), des huiles végétales ou encore des huiles essentielles. Généralement ces dentifrices solides contiennent moins d'agents moussant qui n'ont pas de réel effet sur les dents et sont dépourvus de fluor (2).

En ce qui concerne la réglementation en France, tous les dentifrices ne sont pas soumis aux mêmes règles. Il existe des dentifrices soumis à Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) et des dentifrices cosmétiques (3). A ce jour, tous les dentifrices solides sont des dentifrices cosmétiques. Ils ne sont pas soumis à AMM mais doivent quand même remplir un certain nombre de critères, notamment respecter la concentration maximale de certaines substances. Par exemple dans un dentifrice, la concentration maximale en fluor doit être inférieure à 0,15%, c'est-à-dire 1500 ppm (4).

Tous les dentifrices qu'ils soient en tube, solides ou même « faits maison » contiennent des particules abrasives qui représentent 20 à 60% de la composition totale du dentifrice (5). Les abrasifs utilisés dans les dentifrices permettent d'éliminer au mieux les tâches et la plaque au niveau des dents (6). Le pouvoir abrasif de ces particules dépend généralement de 3 facteurs : la taille des particules, leur propre degré d'abrasion et enfin leur concentration dans le dentifrice. Les particules abrasives retrouvées le plus fréquemment dans les dentifrices sont : la silice, le carbonate de calcium, le bicarbonate de sodium, l'argile et le charbon. Prenons l'exemple de plusieurs dentifrices solides. Le dentifrice naturel en poudre au Siwak® (Comme Avant, France) ne contient que 4 ingrédients : de l'argile blanche, du siwak, du carbonate de calcium et des cristaux de menthe. Le site internet met en avant l'utilisation de carbonate de calcium comme « agent abrasif doux ».

Toutefois, le carbonate de calcium n'est que le 3^{ème} élément dans cette composition, et il faut s'interroger sur le pouvoir abrasif de l'argile blanche, 1^{er} élément de ce dentifrice. Un autre dentifrice naturel à croquer® (Respire, France) qui contient près de quinze ingrédients possède deux agents abrasifs à savoir le carbonate de calcium et la silice hydratée. Toutes les explications des ingrédients utilisés dans les dentifrices sont résumées dans l'Annexe 1.

Connaître le pouvoir abrasif d'un dentifrice est intéressant, car s'il est trop important il existe un risque d'usure prématuré des tissus dentaires. Les meilleurs dentifrices en termes d'abrasivité sont ceux qui ont la meilleure efficacité de nettoyage des dents tout en ayant une abrasivité minimale (7). Il existe différentes méthodes pour mesurer le pouvoir abrasif des dentifrices (Annexe 2). L'indice de référence en terme d'abrasivité est le RDA (Relative Dentin Abrasivity ou Radioactive Dentin Abrasivity) (8). C'est une méthode basée sur la mesure de la radioactivité. L'indice est compris entre 0 et 250 ; plus la valeur est élevée, plus le dentifrice étudié est abrasif. Par exemple, l'industriel du dentifrice naturel en poudre au Siwak® (Comme Avant, France) a indiqué un RDA de 57,23 ; ce qui placerait ce dentifrice comme peu abrasif. Selon les besoins des patients, le RDA d'un dentifrice doit se situer entre 20 et 120. Il ne doit pas être trop élevé au risque de léser les tissus dentaires mais suffisant pour éliminer au mieux la plaque dentaire (9). Une variante est également proposée par la mesure par profilométrie avant et après brossage par un dentifrice (10). Un profilomètre est un appareil qui analyse l'état de surface d'un matériau afin d'en évaluer la micro-géométrie. Enfin une méthode plus théorique s'appuie sur l'échelle de Mohs pour hypothétiser l'abrasivité d'un dentifrice (11). C'est une échelle ordinale qui compare la dureté des minéraux entre eux. Ainsi on peut déduire la dureté plus ou moins élevée des particules abrasives utilisées. Cependant cette échelle ne donne aucune information sur la taille et la concentration des particules abrasives contenues dans les dentifrices.

Les données concernant l'abrasivité des dentifrices solides dans la littérature sont encore peu nombreuses. Il est donc intéressant d'étudier dans ce travail l'interaction de ces nouveaux dentifrices avec les tissus dentaires. L'objectif principal de cette thèse est ainsi d'évaluer le pouvoir abrasif de trois dentifrices solides sur la dentine. L'objectif secondaire de l'étude est d'évaluer la micro-dureté des surfaces dentaires après brossage avec ces dentifrices.

I- Matériel et méthodes

a. Design de l'étude

Une étude *in vitro* a été mise en œuvre au sein du Laboratoire CIRIMAT (CIRIMAT, Equipe RTS, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cédex 9) ainsi que du plateau technique de la Faculté de Chirurgie-Dentaire de Toulouse (Université Toulouse III Paul Sabatier, 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cédex 9).

L'étude a été menée sur dents naturelles humaines et a conduit à comparer leur brossage avec 4 dentifrices différents (trois dentifrices solides, un dentifrice conventionnel du commerce en guise de contrôle) et sans dentifrice (contrôle négatif).

b. Dentifrices utilisés

La sélection des dentifrices utilisables pour l'étude a été guidée par les règles suivantes :

- Destinés aux adultes
- Vendus sur la marché français (internet ou dans des commerces)
- Format de poudre, galet, pâte ou pastilles
- Être cités dans « La crème des cosmétiques » un hors-série de la revue 60 millions de consommateurs (paru en janvier 2021) ; car cela aurait potentiellement un impact sur les futurs acheteurs
- Contenir au moins un agent abrasif

Les dentifrices solides retenus pour l'étude sont : Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France), Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) et Dentifrice Solide Black Is Black®(Pachamamai, France). Leurs propriétés sont résumées dans le tableau 1.

Le dentifrice Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA) a été utilisé dans le groupe contrôle.

Tableau 1: Récapitulatif des dentifrices utilisés dans cette étude

Dentifrice	Composition (Annexe 1 pour le rôle des différents ingrédients)	Choix dans l'étude et explication
<p>Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France)</p> 	<p>Cellulose microcristalline, bicarbonate de sodium, silice, sodium lauroyl glutamate, stearate de magnésium, arôme, menthol, gomme de xanthan, stérioride, acide citrique, fluorure de sodium (1450ppm), eugénol</p>	<p>C'est un des seuls dentifrices solides contenant du fluor. (1450ppm de fluor) Cela peut être un argument de vente pour des consommateurs voulant mieux consommer tout en continuant d'utiliser du fluor.</p> <p>Le format des pastilles peut être intéressant également lors de voyages et même en matière d'hygiène.</p> <p>Les ingrédients abrasifs sont le bicarbonate de sodium et la silice.</p>
<p>Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France)</p> 	<p>Carbonate de calcium, huile de coco*, alcool cétearylique, cire de tournesol*, amidon de maïs*, xylitol, decyl glucoside, lauryl glucoside, eau, glycérine végétale*, huiles essentielles de menthe poivrée et de citron*, citral, limonene, linalool *issu de l'Agriculture Biologique</p>	<p>Ce dentifrice solide certifié bio a une liste d'ingrédients assez réduite.</p> <p>L'abrasif utilisé est le carbonate de calcium.</p>
<p>Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France)</p> 	<p>Xylitol, SCI (sodium cocoyl isethionate), huile de coco, carbonate de calcium, ci77268:1, glycérine, huile essentielle de menthe, eau, huile essentielle de citron, sodium lauryl lactylate, sodium isethionate, sodium citrate, citrate de sodium, limonène, citral</p>	<p>Ce dentifrice solide végétan au charbon végétal est attractif pour ses propriétés détoxifiantes, anti-odeurs et blanchissantes.</p> <p>Il est facile à transporter avec sa boîte métallique recyclable et rechargeable.</p> <p>L'agent abrasif mis en avant dans ce dentifrice est le charbon végétal. Il contient</p>

		également du carbonate de calcium.
<p>Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA)</p> 	<p>Glycérine, silice hydratée, hexamétaphosphate de sodium, PEG-6, propylène glycol, eau, lactate de zinc, phosphate trisodique, gluconate de sodium, sodium lauryl sulfate, arôme, saccharine de sodium, ci77891, fluorure d'étain, chlorure d'étain, gomme de xanthan, PVP, carraghénane, fluorure de sodium, hydroxyde de sodium</p>	<p>C'est le dentifrice témoin, une pâte dentifrice classique contenue dans un tube en plastique.</p> <p>L'agent abrasif est la silice.</p>

c. Déroulé de l'étude

i. Préparation des échantillons

Dans un premier temps, avant d'initier la réalisation des expérimentations, 80 molaires et prémolaires humaines saines extraites pour raisons orthodontiques ou parodontales ont été récoltées, décontaminées et stockées dans une solution de chloramine à 1% (décontaminante et peu influente sur les résultats d'essais mécaniques menés sur la dentine (12)). Les dents cariées, fêlées, fracturées, restaurées et/ou traitées endodontiquement n'ont pas été utilisées.

Les patients ont tous donné leur accord à l'utilisation des dents à des fins de recherche.

Les dents collectées ont ensuite été nettoyées et triées et un socle en résine Ivolen® (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) a été réalisé autour de leurs racines pour faciliter leur préhension et leur disposition lors de leur utilisation.

Les dents ont ensuite été découpées à l'aide d'une scie diamantée sous irrigation (IsoMet 2000®, Buehler, USA) afin de créer un plan dentinaire horizontal nécessaire pour la suite des expériences. La découpe est réalisée de sorte à ne pas couper dans une zone mixte email-dentine ni dans la cavité pulpaire (Figure 1).



Figure 1 : Découpe des échantillons de dents à la disqueuse (Faculté de Chirurgie Dentaire, Toulouse)

Les dents ont été réparties de manière aléatoire entre les différents groupes tout en veillant à avoir le même nombre de prémolaires et de molaires dans chacun.

Pour tout le reste du protocole, les dents ont été conservées dans un incubateur en atmosphère humide à 37°C pour reproduire au mieux les conditions de la cavité buccale.

ii. Le brossage

Chaque dent a été brossée pendant 15 minutes (Figure 2) avec une brosse à dent électrique Triumph Professional Care[®] (Oral-B, USA), permettant de simuler 6 mois de brossage selon le calcul suivant :

On considère un brossage de 3 minutes, deux fois par jour, en brossant 28 dents soit 72 faces, ce qui fait 360 secondes de brossage pour la bouche entière et 5 secondes par face de dent et par jour, soit 15 minutes (5 secondes x 180 jours).



Figure 2 : Brossage d'une dent témoin sans dentifrice

Chaque dent a constitué son propre témoin grâce à un ruban adhésif positionné sur la moitié de sa surface (Figure 3). La surface dentaire recouverte de ruban adhésif était considérée comme « avant brossage » et la partie non protégée par le ruban était considérée comme « après brossage » (13), (14).



Figure 3 : Dent avec ruban adhésif sur la moitié de la dent

Une brosse à dent électrique a été choisie afin de limiter les biais opérateur-dépendants ; celle-ci était dotée d'un capteur de pression maximale. Les têtes de brosse à dent ont été changées pour chaque groupe.

Les fabricants donnent des recommandations sur la quantité de dentifrice à utiliser pour un brossage classique de 3 minutes, ce qui correspond à une dose de dentifrice. On prépare préalablement 5 doses de dentifrice par dent (15 minutes de brossage par dent, on change le dentifrice toutes les 3 minutes).

Lors d'un brossage classique en bouche, on considère que le dentifrice est dilué à 33% par la salive (15). Dans cette étude nous avons remplacé la salive par de l'eau.

Pour résumer :

- Groupe Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) : Poids d'1 pastille = 0,30g dilué dans 0,10g d'eau
- Groupe Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France) : 1 dose de dentifrice = 0,10g dilué dans 0,033g d'eau
- Groupe Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) : 1 dose de dentifrice = 0,15g dilué dans 0,05g d'eau
- Groupe Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA) : 1 dose de dentifrice = 0,45g dilué dans 0,15g d'eau
- Groupe témoin : Pas de dentifrice, brosse à dent humidifiée

Une fois toutes les dents brossées, le ruban adhésif a été retiré à l'aide d'acétone puis des tests de micro-dureté et de rugosité ont été réalisés.

iii. Test de rugosité

1) *Le profilomètre utilisé*

Pour analyser l'état de surface de nos échantillons, un profilomètre 3D S-Neox® (Sensofar, Espagne) a été utilisé en mode confocal (résolution 75nm). Il s'agit d'une des méthodes décrites par la norme ISO 11-609 pour évaluer l'abrasivité des dentifrices (13) (Figure 4).



Figure 4 : Profilomètre S-Neox®, (Sensoflar, Espagne) au Laboratoire CIRIMAT à Toulouse

Les paramètres surfaciques suivants ont été relevés :

- La Hauteur Moyenne Arithmétique : S_a (μm). Ce paramètre étend le paramètre de profil (rugosité de ligne) R_a en trois dimensions. Il représente la moyenne arithmétique de l'ordonnée absolue Z (x, y) dans la zone de caractérisation (Figure 5)

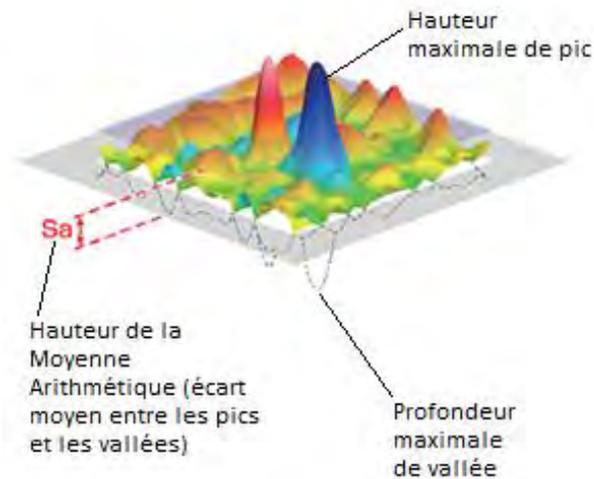


Figure 5 : Schéma explicatif du S_a

- La Profondeur de Rugosité Centrale : S_k (μm). C'est un paramètre de rugosité qui se sert de la courbe d'Abbott Firestone pour comprendre la distribution du volume (16). S_k est mesuré en μm et il correspond à la hauteur où l'on s'affranchit de S_{pk} et S_{vk} . S_{pk} est la hauteur des plus grands pics éliminés et S_{vk} la profondeur des plus grandes vallées éliminées. Pour simplifier, S_k est la hauteur où l'on retrouve le plus de pourcentage de matière en s'étant affranchi des valeurs extrêmes des pics et des vallées. En général les valeurs de S_k diminuent au fur et à mesure de l'abrasion (Figures 6 et 7).

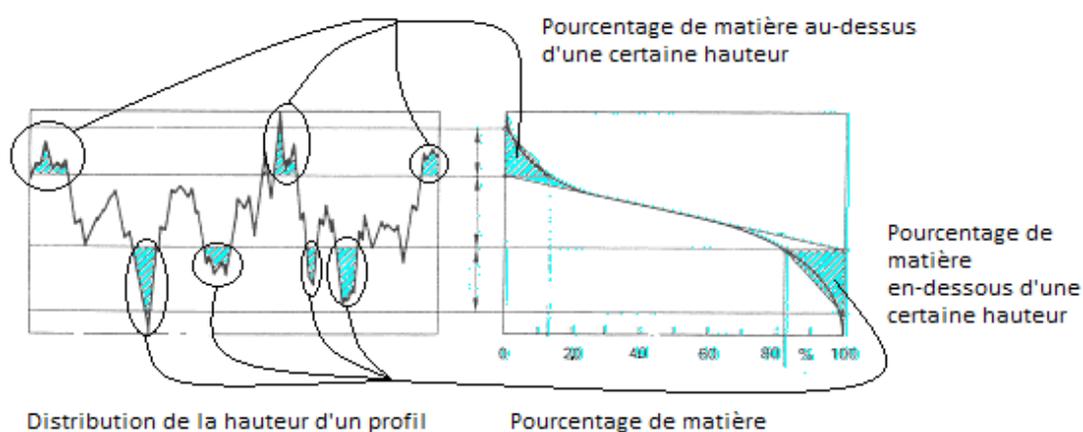


Figure 6 : Schéma explicatif du S_k en reprenant la courbe D'Abbott Firestone (1)

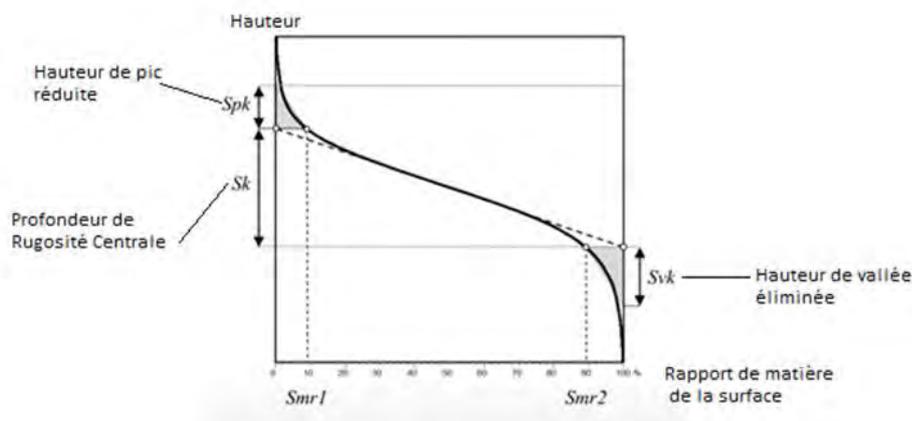


Figure 7 : Schéma explicatif du S_k en reprenant la courbe D'Abbott Firestone (2)

- L'Aplatissement : Sku . Sku est le facteur d'aplatissement utilisé pour évaluer la netteté de la distribution des hauteurs, c'est-à-dire la géométrie de la pointe des crêtes et des vallées (17) (Figure 8).

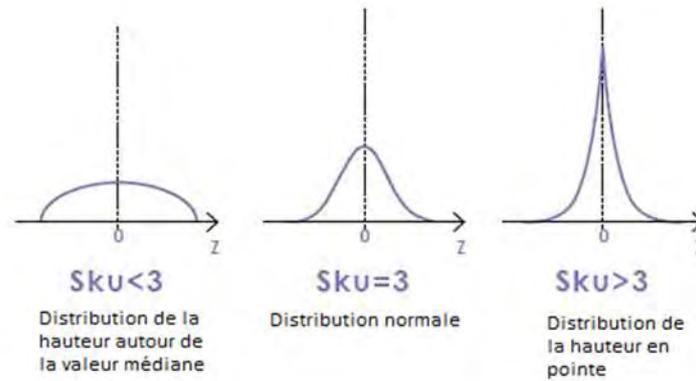


Figure 8 : Schéma explicatif du Sku

- La hauteur maximale : $Sz(\mu m)$. Elle est définie comme la somme de la valeur de la hauteur de crête maximale S_p et la profondeur de puit S_v la plus grande dans la zone définie. Elle est influencée par le bruit de mesure (Figure 9).

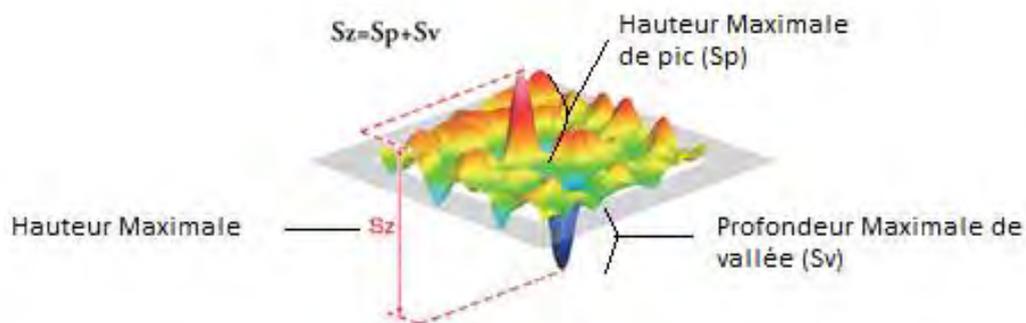


Figure 9 : Schéma explicatif du Sz

2) Calcul réalisé avant/après broyage avec les différents paramètres de rugosité

Pour chaque dent, le calcul suivant a été fait

$$\Delta S_i = \frac{S_i \text{ non brossé} - S_i \text{ brossé}}{S_i \text{ non brossé}}$$

Avec i correspondant respectivement aux paramètres a , ku , k et z .

La moyenne de ΔS_a , ΔS_{ku} , ΔS_k et ΔS_z pour chaque groupe a ensuite été calculée. Puis les moyennes de chaque ΔS_i ont été comparées deux à deux. Les analyses statistiques sont uniquement faites sur la variation de ΔS_i , c'est ce qui est précisé dans la norme ISO11-609 sur l'étude de l'abrasivité des dentifrices (13). Ce qui importe est de voir s'il existe une différence significative entre les parties non brossées et brossées.

iv. Test de micro-dureté

Un test de micro-dureté Vickers a été réalisé à l'aide d'un microduromètre HM-200® (Mitutoyo, Japon). Les tests ont été réalisés avec une charge de 300 grammes pendant 15 secondes (13), à raison de 10 indentations par dent (5 du côté non brossé et 5 du côté brossé) (Figure 10).



Figure 10 : microduromètre HM-200(Mitutoyo, Japon) au Laboratoire CIRIMAT à Toulouse

d. Analyse des données

Les variables quantitatives sont présentées sous la forme [moyenne \pm écart type]. La comparaison entre tous les groupes (p -value totale) a été assurée par l'application d'une analyse Anova ou d'un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis selon la vérification ou non d'une distribution normale des valeurs et de l'égalité des variances. La comparaison des groupes deux à deux a été soumise à des tests de Student selon les mêmes conditions, sinon dans le cas contraire, un test non paramétrique de Mann Whitney Wilcoxon a été préféré. Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

La base de données a été constituée sur le logiciel Microsoft Excel® puis les analyses et figures réalisées grâce aux logiciels Stata v.13®, R v.3.5.1® et GraphPad Prism 5®.

II- Résultats

a. Concernant la rugosité

i. La Hauteur Moyenne Arithmétique (Sa)

Pour rappel : Plus le Sa est petit, plus la surface analysée est considérée comme lisse.

On observe globalement que la moyenne du Sa est plus petite au niveau de la partie brossée des dents sauf pour le groupe Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) (Tableau 2).

Tableau 2 : récapitulatif des moyennes et écart-type du Sa sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSa pour chaque groupe

	APO	Pacha.	Bélice	Oral-B	Témoin
Sa (sans brossage)	1,32 ± 0,46	1,56 ± 0,68	2,09 ± 1,55	1,47 ± 0,87	1,31 ± 0,55
Sa (après brossage)	1,15 ± 0,55	1,69 ± 0,53	1,83 ± 1,42	1,30 ± 0,41	1,30 ± 0,52
ΔSa	0,05 ± 0,5	-0,22 ± 0,5	-0,03 ± 0,52	-0,02 ± 0,41	-0,1 ± 0,48

- ➔ $\Delta Sa > 0$: on considère que la surface est plus lisse au niveau de la partie brossée des dents
- ➔ $\Delta Sa < 0$: on considère que la surface est plus lisse au niveau de la partie non brossée des dents

Il n'existe aucune différence significative entre les 5 groupes pour les variations de Sa entre les parties brossées et non brossées.

C'est le groupe brossé avec le Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) qui a la différence de Sa la plus élevée mais elle est non significativement différente par rapport aux autres groupes (Figure 11).

De plus avec la moyenne \pm écart-type de chaque groupe, ΔSa est positif ou négatif. On ne peut donc pas conclure si les dents sont plus lisses sur la partie brossée ou non brossée (Figure 11).

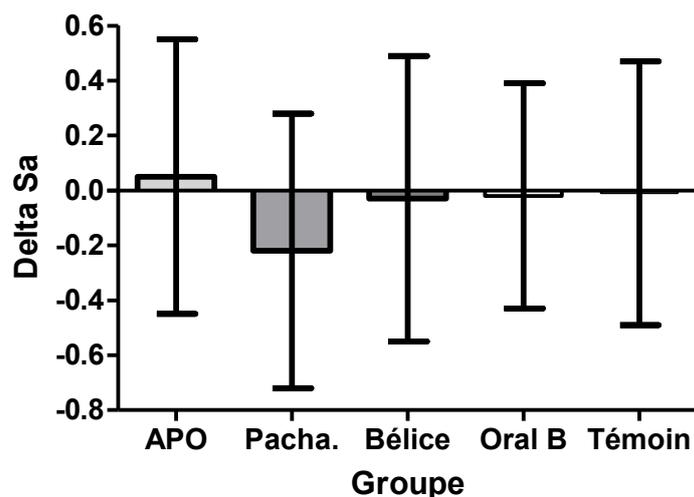


Figure 11 : Graphique montrant le ΔSa des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) entre les parties non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$

ii. La Profondeur de Rugosité Centrale (Sk)

Pour rappel : En général les valeurs de Sk diminuent au fur et à mesure que l'abrasion est importante.

La moyenne du Sk est plus importante sur la partie brossée des dents pour les groupes Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France), Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France) et Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA) alors qu'elle est plus importante sur la partie non brossée pour les groupes Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) et Témoin (Tableau 3).

Tableau 3 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sk sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSk pour chaque groupe

	APO	Pacha.	Bélice	Oral-B	Témoin
Sk (sans brossage)	4,28 \pm 1,68	4,77 \pm 2,01	6,47 \pm 5,12	4,53 \pm 2,69	4,00 \pm 1,72
Sk (après brossage)	3,55 \pm 1,66	5,02 \pm 1,69	5,53 \pm 4,48	4,03 \pm 1,22	4,15 \pm 1,59
ΔSk	0,08 \pm 0,47	-0,17 \pm 0,5	0,01 \pm 0,49	-0,03 \pm 0,4	-0,15 \pm 0,5

- $\Delta Sk > 0$: progression de l'abrasion de la partie non brossée vers la partie brossée
- $\Delta Sk < 0$: progression de l'abrasion de la partie brossée vers la partie non brossée

Il n'existe aucune différence significative entre les 5 groupes pour les variations de Sk entre les parties brossées et non brossées.

Ce sont les dents appartenant aux groupe Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) et Témoin qui détiennent la plus grande variation de Sk, mais ce n'est pas significatif par rapport aux autres groupes.

De plus avec la moyenne \pm écart-type de chaque groupe, ΔSk est soit positif ou négatif. On ne peut donc pas conclure à une progression de l'abrasion (Figure 12).

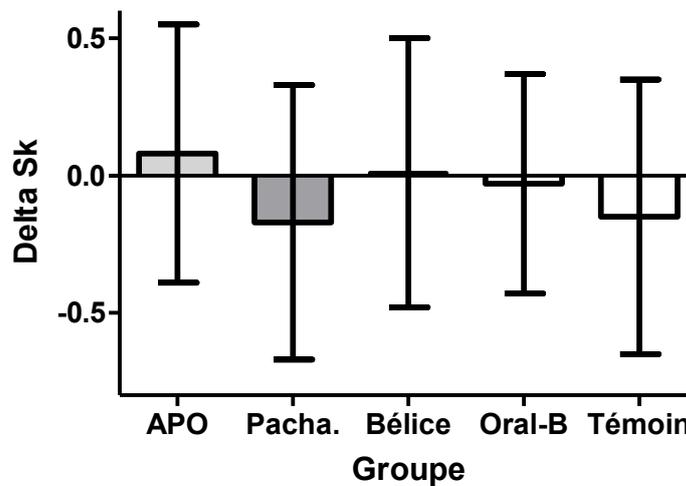


Figure 12 : Graphique montrant le ΔSk des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) entre les parties non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$.

iii. Le Facteur d'Aplatissement (Sku)

Pour rappel :

- $Sku > 3$: la distribution de la hauteur est plus large, les pics pointus et les vallées étroites et profondes prédominent
- $Sku = 3$: la distribution de la hauteur est moyenne, les parties pointues et indentées coexistent
- $Sku < 3$: la distribution de la hauteur est resserrée autour de la valeur médiane, les pics et vallées sont larges et leur extrémité est peu éloignée du plan moyen

Pour chaque groupe de dents, qu'elle ait été brossée ou non, la moyenne du facteur d'aplatissement Sku est supérieure à 3. Ce qui signifie globalement que la distribution de la hauteur sur nos échantillons se fait en pointe.

La moyenne du Sku est à chaque fois plus important sur la partie brossée des dents quel que soit le groupe (Tableau 4)

Tableau 4 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sku sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSku pour chaque groupe

	APO	Pacha.	Bélice	Oral-B	Témoin
Sku (sans brossage)	3,79 ± 1,64	4,00 ± 1,75	3,31 ± 1,00	3,70 ± 1,47	4,37 ± 1,85
Sku (après brossage)	4,06 ± 1,62	4,29 ± 2,89	4,13 ± 3,36	4,34 ± 3,35	4,85 ± 4,92
ΔSku	-0,24 ± 0,78	-0,14 ± 0,79	-0,21 ± 0,7	-0,28 ± 1,02	-0,23 ± 1,21

➔ $\Delta Sku > 0$: Distribution plus en pointe au niveau de la partie brossée

➔ $\Delta Sku < 0$: Distribution plus en pointe au niveau de la partie non brossée

Il n'existe aucune différence significative entre les 5 groupes pour les variations de Sku entre les parties brossées et non brossées.

Les différents groupes ont une variation de Sku à peu près équivalente sauf pour le groupe Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) où la variation est plus petite mais non significative.

De plus avec la moyenne \pm écart-type de chaque groupe, ΔS_{ku} est positif ou négatif. On ne peut pas affirmer que la distribution est plus en pointe sur la partie brossée ou non brossée des dents (Figure 13).

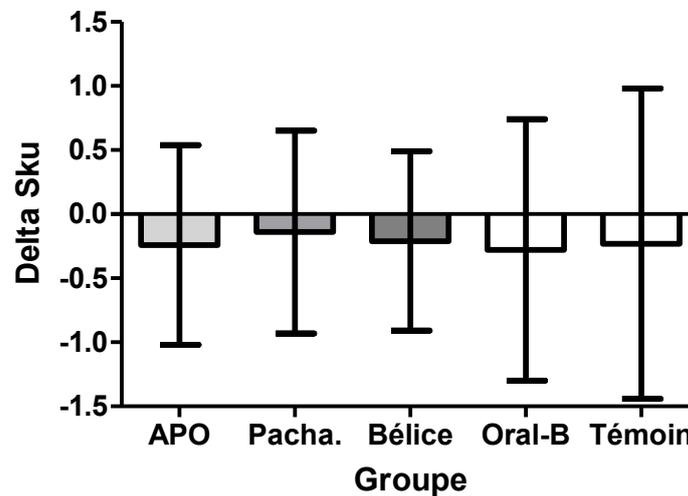


Figure 13 : Graphique montrant le ΔS_{ku} des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) entre les parties non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$.

iv. La Hauteur Maximale (S_z)

Pour rappel : plus le S_z est élevé, plus la hauteur maximale du profil analysé est importante

Quel que soit le groupe, on observe une moyenne de S_z plus petite sur la partie brossée des dents (Tableau 5).

Tableau 5 : récapitulatif des moyennes et écart-type du S_z sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔS_z pour chaque groupe

	APO	Pacha.	Bélice	Oral-B	Témoin
S_z (sans brossage)	19,96 \pm 8,74	21,31 \pm 8,49	22,78 \pm 10,79	19,28 \pm 6,00	21,96 \pm 10,79
S_z (après brossage)	15,59 \pm 6,10	18,94 \pm 7,49	15,84 \pm 7,09	17,16 \pm 8,60	18,63 \pm 5,75
ΔS_z	0,11 \pm 0,47	-0,01 \pm 0,56	0,21 \pm 0,36	0,01 \pm 0,34	0,02 \pm 0,44

→ $\Delta S_z > 0$: hauteur maximale globalement plus élevée au niveau de la partie non brossée

→ $\Delta S_z < 0$: hauteur maximale globalement plus élevée au niveau de la partie brossée

Il n'existe aucune différence significative entre les 5 groupes pour les variations de Sz entre les parties brossées et non brossées.

La plus grande variation de Sz entre les parties brossées et non brossées est observée chez le groupe Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France), mais une fois encore ce n'est pas statistiquement différent des résultats obtenus avec les autres groupes.

De plus avec la moyenne \pm écart-type de chaque groupe, ΔSz est positif ou négatif. On ne peut pas affirmer qu'il y ait une hauteur maximale plus importante sur la partie brossée ou non brossée des dents (Figure 14).

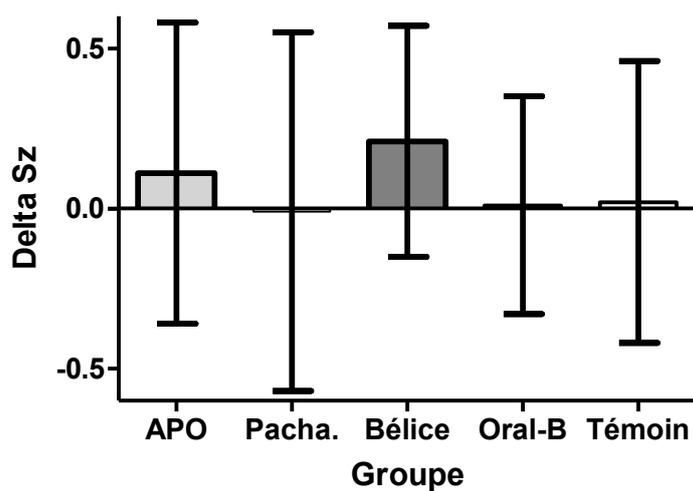


Figure 14 : Graphique montrant le ΔSz des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) entre les parties non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$

b. Concernant la micro-dureté

Le brossage des dents avec les différents dentifrices solides ne modifie pas leur dureté. Il en est de même pour le dentifrice témoin et le brossage sans dentifrice qui sert de contrôle négatif (Tableau 6). Les valeurs de dureté sont cependant différentes selon les groupes que ce soit avant le brossage ($p=0,0006$) ou après brossage avec une p -value largement significative ($p=0,0012$). La comparaison des groupes 2 à 2 met en évidence que le brossage avec les Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) réduit la dureté dentinaire qui devient significativement différente de celle des témoins (respectivement $65,9 \pm 4,11$ vs. $60,14 \pm 5,31$; $p=0,002$) alors qu'elle ne l'était pas sans brossage. De plus le brossage avec le Dentifrice Bélice Certifié Bio® (Bélice, France) ne montre pas d'influence significative sur la dureté dentinaire avec les Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France), le Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) et Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA). Tandis qu'avant le brossage, la surface des dents appartenant au groupe Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France) apparaissait plus dure ($74,81 \pm 8,8$) par rapport aux dents des groupes Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) ($66,51 \pm 8,11$; $p=0,009$), Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) ($67,83 \pm 9,62$; $p=0,04$) et Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA) ($68,69 \pm 6,85$; $p=0,04$) (Voir Figure 15).

Tableau 6 : récapitulatif des moyennes et écart-type de micro-dureté pour chaque groupe

	Non brossée (n=16)	Brossée (n=16)	<i>p-value</i>
APO	$66,51 \pm 8,11$	$65,9 \pm 4,11$	$>0,99$
Pachamamai	$67,83 \pm 9,62$	$70,07 \pm 10,66$	0,54
Bélice	$74,81 \pm 8,8$	$69,29 \pm 12,28$	0,15
Oral-B	$68,69 \pm 6,85$	$69,11 \pm 4,97$	0,84
Témoin	$61,08 \pm 8,38$	$60,14 \pm 5,31$	0,52
<i>p-value</i>	0,0006	0,0012	

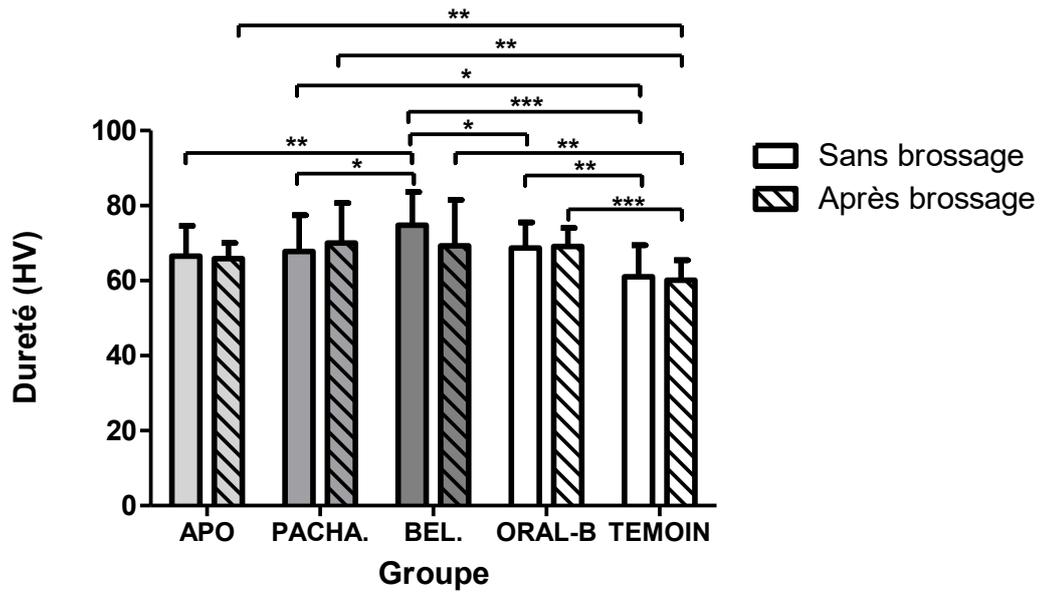
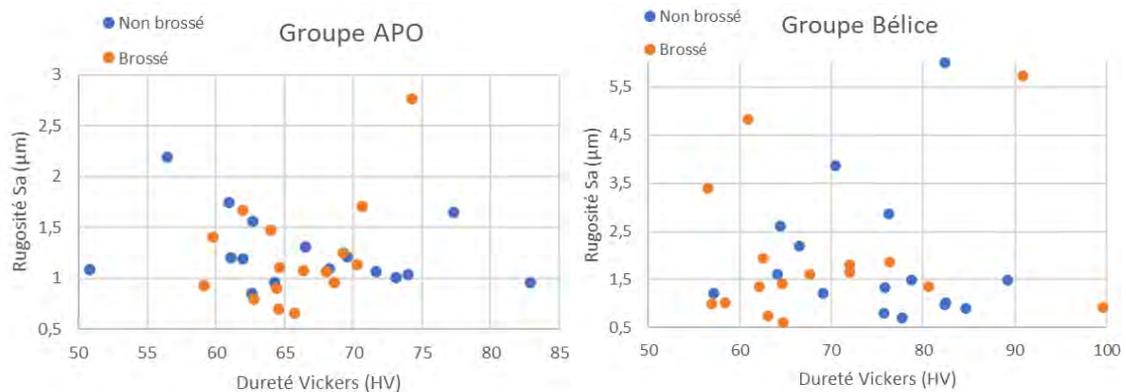


Figure 15 : Graphique montrant la dureté des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) entre les parties non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p < 0,05$; ** si $p < 0,01$; *** si $p < 0,001$

c. Concernant la rugosité liée à la microdureté

Pour chaque groupe, nous avons voulu observer s'il existait un lien entre la rugosité et la dureté. C'est-à-dire par exemple savoir si une dent avec une dureté plus élevée aurait une rugosité Sa moins élevée ou inversement. Nous avons donc réalisé ces différents graphiques en nuage de points (Figure 16). On observe que les données présentent une importante dispersion sur les graphes.



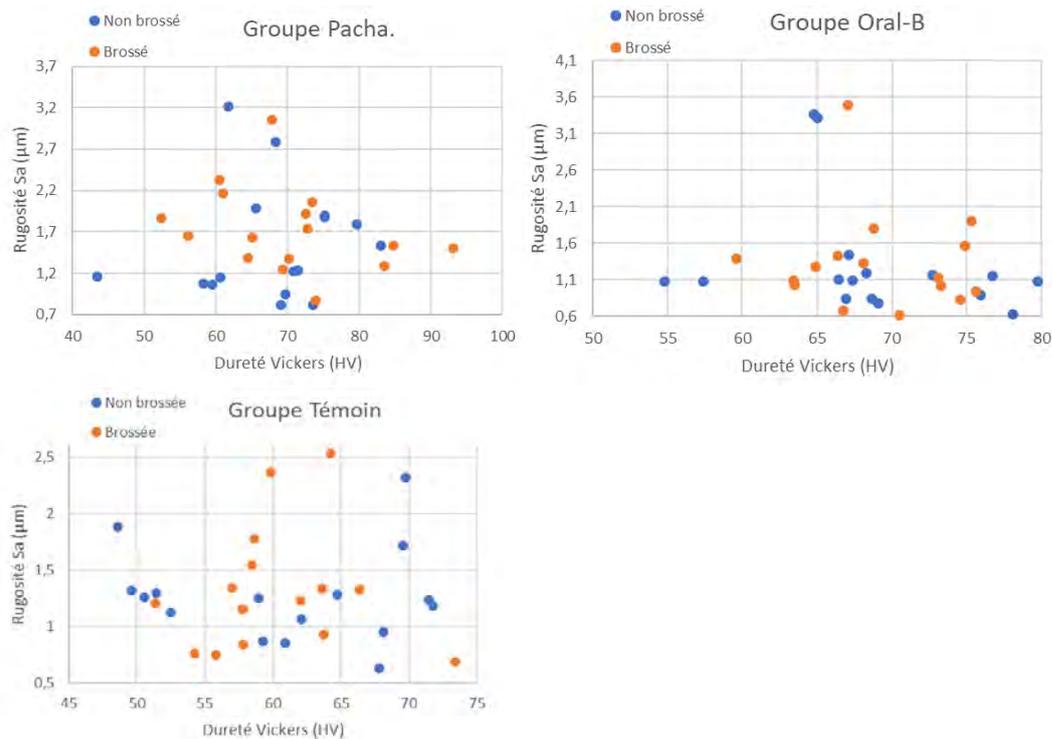


Figure 16 : Graphiques représentant la rugosité Sa en fonction de la dureté de chaque dent pour chaque groupe

Il serait judicieux de calculer le facteur de corrélation de chaque groupe afin d'établir un éventuel lien entre dureté et rugosité. Le facteur de corrélation (r) varie entre -1 et 1. On considère qu'il existe un lien de corrélation significatif quand $r > 0,5$ ou $r < -0,5$ (18). De plus si $r > 0$, on considère que les paramètres de rugosité et dureté ont tendance à augmenter ensemble. Inversement si $r < 0$; on considère que si la dureté diminue, la rugosité a tendance à augmenter. Ici, tous les r sont compris dans l'intervalle $[-0,19 ; 0,08]$ (Tableau 7). Globalement le facteur de corrélation est très proche de 0, ce qui indique une absence de relation linéaire entre rugosité et dureté. Le facteur de corrélation est plus élevé pour le groupe Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA), mais ce n'est pas significatif. r est supérieur à 0 pour les groupes Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France), Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France) et Témoin: s'il existe un lien de corrélation, la rugosité augmenterait avec la dureté. Pour les groupes Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) et Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA), r est inférieur à 0 : s'il existe un lien de corrélation, la rugosité diminuerait avec l'augmentation de la dureté.

Tableau 7 : Récapitulatif des différents coefficients de corrélation pour chaque groupe

Groupe	APO	Pacha.	Bélice	Oral-B	Témoin
Facteur de corrélation	$r = 0,03$	$r = -0,07$	$r = 0,08$	$r = -0,19$	$r = 0,006$

III- Discussion

→ Explication des choix de l'étude

Tout d'abord, la majorité des études sur l'abrasivité des dentifrices (19), (9) se fait sur de la dentine humaine car celle-ci est moins dure que l'émail. C'est d'ailleurs ce qui est décrit dans la norme ISO 11-609.

Concernant les essais pour déterminer le pouvoir abrasif d'un dentifrice, il existe différentes méthodes (Annexe 2). Dans les études, les auteurs utilisent majoritairement le paramètre de rugosité Sa ou Ra (20), (14), (21). C'est l'un des paramètres les plus largement utilisés car il fournit des résultats stables ; en effet ce paramètre n'est pas significativement influencé par les rayures, la contamination et le bruit de mesure (22). Cependant dans notre étude, les surfaces analysées entre les parties brossées et non brossées sont très hétérogènes (Figure 17). Il convient de mesurer d'autres paramètres de surface pour se faire une idée plus globale (23). C'est pourquoi nous avons aussi calculé les paramètres Sk, Sku et Sz.

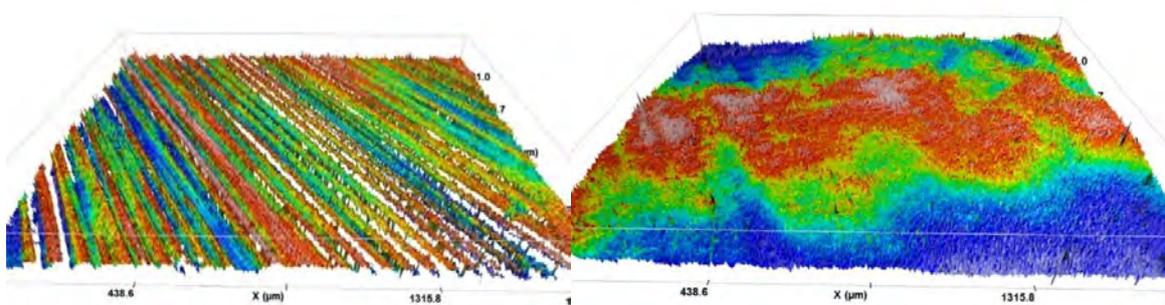


Figure 17 : Image obtenue avec le profilomètre d'une dent appartenant au groupe Pachamamai ; à gauche au niveau de la partie non brossée et à droite au niveau de la partie brossée

→ Résumé des résultats importants

Tout d'abord, dans notre étude il n'existe pas de différence significative pour les paramètres de rugosité entre les différents groupes. **Donc d'après nos résultats, il n'existe pas de différence en termes d'abrasivité entre les trois dentifrices solides entre eux ni entre les dentifrices solides et le dentifrice solide du commerce.**

Ensuite au niveau de la dureté, il n'existe aucune différence significative entre les parties brossées et non brossées de chaque groupe. On trouve cependant des différences significatives de dureté entre les groupes en les comparant deux à deux.

Nous ne trouvons pas de différence de dureté avant vs. après le brossage, mais comparés deux à deux des différences apparaissent. Notamment en comparant le groupe Pastilles Dentifrice Solide®(APO, France) avec le groupe témoin, les surfaces dentinaires sont significativement plus dures après le brossage avec les Pastilles Dentifrice Solide®(APO, France) alors qu'elles ne l'étaient pas avant. Nous savons que la dentine n'est pas un tissu homogène (24). Lors du test de Vickers, les indentations ne sont pas réalisées au même endroit avec vs. sans brossage. On peut émettre l'hypothèse que les indentations faites après le brossage entre les Pastilles Dentifrice Solide®(APO, France) et le groupe témoin n'étaient pas localisées sur des zones présentant une densité dentinaire similaire.

→ Biais de l'étude

- Dents de dureté comparable

Dans cette étude nous avons considéré la mesure de la dureté comme un critère de jugement secondaire. Cependant il aurait pu être judicieux également de s'en servir comme d'un critère clé, à mesurer avant le début de l'étude, pour répartir les dents dans les groupes en harmonisant les duretés moyennes dès le début. Nous avons préféré la méthode de la randomisation pour nous concentrer ensuite sur les paramètres d'abrasivité. Les dents retenues pour les expériences ont une dureté HV comprise entre 30 et 70 au niveau de la dentine et sont réparties uniformément (13). Dans notre étude la dureté des dents est comprise entre 37 et 111. L'importance d'avoir des duretés de dents équivalentes est de ne pas avoir de biais liés au brossage, c'est-à-dire qu'une dent avec une dureté moins élevée s'abriterait plus rapidement.

- Le ruban adhésif

L'utilisation du ruban adhésif pour que la dent soit son propre témoin présente quelques problèmes. Nous avons réalisé les mesures des paramètres de rugosité sur 2 surfaces différentes ; celle où il y avait le ruban adhésif et celle sans. Il aurait été plus précis de mesurer la même surface avant et après le brossage, mais les indentations laissées par le duromètre abimaient la surface dentaire et nous avons préféré diviser les tables occlusales en deux pour la comparaison (14). De plus nous pouvons nous poser la question de résidus de ruban adhésif sur la surface dentaire.

- L'absence de polissage

L'absence de polissage après la découpe à la disqueuse a pu être un frein dans cette étude. Le polissage avant brossage n'a pas été effectué car nous ne disposions pas de cette machine. Sans polissage, les 2 profils comparés entre les parties brossées et non brossées peuvent être différents (figure 17). Comparer 2 profils différents est compliqué : par exemple nous pouvons avoir le même paramètre S_a pour deux profils très différents (figure 18). C'est pour cela que nous avons calculé plusieurs paramètres de rugosité car un seul paramètre ne peut pas définir un profil (23).

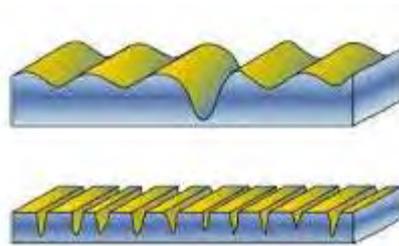


Figure 18 : Image représentant 2 états de surface ayant le même S_a , avec un profil très différent

On trouve des valeurs de $\Delta S_k < 0$, ce qui pencherait vers une abrasion de la partie brossée vers la partie non brossée. Cela paraît illogique comme résultat car nous n'avons pas touché à la partie non brossée des dents mais les résultats peuvent s'expliquer par la présence des stries au niveau de la partie non brossée. On compare alors 2 profils différents.

- Le brossage

L'utilisation d'un simulateur de brossage améliorerait la reproductibilité de l'abrasivité sur l'émail et la dentine de plusieurs dentifrices. C'est d'ailleurs le simulateur de brossage dans les essais d'abrasion qui est indiqué dans la norme ISO 11-609 (13). En revanche, en utilisant une brosse à dent électrique au lieu d'une brosse à dent manuelle dans notre étude, nous limitons un petit peu ce biais, d'autant plus que la brosse à dent utilisée est dotée d'un capteur de pression maximale. De plus, 1 seule personne a effectué le brossage, empêchant de créer une erreur inter-opérateur.

Nous ne trouvons pas de différence d'abrasivité entre ces dentifrices mais il faut aussi garder à l'idée que celui-ci dépend également de la méthode de brossage de chacun. En effet un brossage horizontal va avoir des effets plus délétères sur les tissus dentaires (15).

- Conditions buccales

De plus les conditions buccales ne sont pas parfaitement représentées. Par exemple des particules abrasives comme la silice ou le carbonate de calcium n'ont pas la même mouillabilité *in vivo* qu'*in vitro* ; et donc pas le même pouvoir abrasif (25). Dans notre étude, les Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) et Oral-B Répare Gencives&Email® (Oral-B, USA) contiennent de la silice tandis que le Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France), et le Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) contiennent du carbonate de calcium.

➔ Réflexion sur les méthodes d'essai de l'abrasivité des dentifrices

Selon la norme ISO11-609, il existe 2 méthodes d'essai pour évaluer l'abrasivité d'un dentifrice (Annexe 2). Pour évaluer l'abrasivité d'un dentifrice, le RDA est la valeur de référence. On considère un dentifrice ayant une abrasivité correcte avec un RDA se situant entre 20 et 120 (9). Pour calculer cette valeur, la méthode par radioactivité est le gold standard. Cependant elle peut être difficile à mettre en place en laboratoire. L'équivalence par mesure par profilométrie est alors une bonne alternative.

Dans une étude, il a été montré que les valeurs de Sa en terme d'abrasivité pour un dentifrice ne correspondent pas aux valeurs de RDA (26). Dans une autre étude, une corrélation a été démontrée entre les valeurs de Sa et de RDA mais la méthode par radioactivité reste la référence car elle offre une meilleure différenciation statistique (27). Nous n'avons pas étudié les valeurs de RDA dans cette étude, car nous avons préféré calculer différents paramètres de rugosité avec les instruments disponibles au laboratoire.

→ Que retrouve-t-on dans la littérature sur le pouvoir abrasif des particules contenues dans les dentifrices ?

Plusieurs études montrent que les dentifrices contenant du carbonate de calcium sont plus abrasifs que ceux contenant de la silice (28),(29). A contrario, ceux contenant du bicarbonate de sodium seraient moins abrasifs (29), (6), (7). Concernant les dentifrices au charbon, les avis divergent. Des articles montrent que l'ajout de charbon actif augmenterait le pouvoir abrasif des dentifrices (30), (31), tandis que d'autres études ne montrent pas de différence significative en terme d'abrasivité avec des dentifrices contenant du charbon (32), (33). Il faudrait peut-être augmenter les études à ce sujet, c'est ce que conclut d'ailleurs une revue de littérature publiée par Brooks J .K. en 2017 (34). D'autre part, les brossages avec de la salive artificielle ou certains dentifrices n'ont pas de différence significative en terme d'usure sur les tissus dentaires (29), (21).

→ Etudes concernant les dentifrices solides

On trouve également des études sur l'abrasivité de dentifrices solides. Dans une étude (29), 3 dentifrices solides (contenant respectivement comme agent abrasif du phosphate dicalcique, du carbonate de calcium et de la pierre ponce) sont comparés à 3 dentifrices classiques (contenant de la silice, de l'alumine et du bicarbonate de sodium). Dans cette étude, les dentifrices solides sont plus abrasifs par rapport aux dentifrices classiques. Seul celui contenant le phosphate dicalcique a une réelle différence significative.

Une autre expérience (35), compare l'abrasivité de dentifrice classique (contenant du phosphate dicalcique) VS dentifrices en tablette (1 : Silice + bicarbonate de sodium et 2 : Carbonate de calcium et bicarbonate de sodium). Ici, il n'y a pas de différence significative en termes d'abrasion.

→ Recommandations

Tout d'abord, très peu de dentifrices solides en France sont commercialisés avec du fluor. On peut expliquer cette absence de fluor par le débat qui existe avec la fluorose. La fluorose a pour étiologie une ingestion excessive de fluor lors de la formation de l'organe dentaire. Les conséquences sont une détérioration plus ou moins importante de l'émail (36). Or de nombreuses études s'accordent sur l'importance du fluor pour la prévalence des caries (37). L'UFSBD a d'ailleurs donné ses recommandations quant à la concentration de fluor contenus dans les dentifrices en fonction de l'âge du patient (38). Les utilisations du Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France) et du Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) seraient alors à déconseiller car ils ne contiennent pas de fluor. En ce qui concerne le pouvoir abrasif de ces dentifrices solides, même si nous n'observons pas une différence significative, le Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France) est celui qui se démarque des autres dentifrices. Nous pouvons, par principe de précaution, déconseiller aux patients de l'utiliser. Nous avons réalisé cette étude qui mime un brossage de 6 mois, quelles seraient les conséquences sur plusieurs années d'utilisation ? Les Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) n'ont pas montré dans cette étude une dangerosité liée à leur pouvoir abrasif. De plus, elles contiennent du fluor. Ces arguments permettraient de les recommander à des patients souhaitant utiliser un dentifrice solide.

CONCLUSION

L'objectif de cette thèse était d'étudier le pouvoir abrasif de trois dentifrices solides (Dentifrice Solide Black Is Black® (Pachamamai, France), Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) et Bélice Dentifrice Certifié Bio® (Bélice, France)). Les résultats obtenus n'ont pas montré de différence significative sur le pouvoir abrasif entre ces 3 dentifrices mais également avec le témoin dentifrice classique du commerce et le témoin sans dentifrice. On souhaitait également observer si le brossage exerçait une influence sur la dureté des tissus dentaires. Il n'existe pas de différence significative de micro-dureté avant/après brossage.

Les dentifrices solides étudiés ici ne seraient donc ni moins ni plus abrasifs que le dentifrice classique du commerce utilisé pour cette étude. Il pourrait être intéressant de les utiliser à plus grande échelle pour leurs avantages : une liste d'ingrédients réduite et des emballages plus écologiques. Cependant il faut garder à l'esprit que la grande majorité des dentifrices solides commercialisés ne contiennent pas de fluor. Or il a été démontré que le fluor réduit la prévalence de la maladie carieuse. Une bonne alternative serait un dentifrice écologique (avec moins d'emballage), qui ne compromettrait pas la santé bucco-dentaire (pas trop abrasif pour ne pas léser les tissus dentaires et avec du fluor pour prévenir de la maladie carieuse). Ce sont peut-être les Pastilles Dentifrice Solide® (APO, France) qui répondent à tous ces critères, en ayant conscience des limites d'une étude menée *in vitro*. Ce travail aura le mérite d'initier une réflexion sur l'utilisation des dentifrices solides à l'Université de Toulouse et de susciter le développement de nouveaux protocoles de recherche ayant une visée clinique à moyen ou long terme.

Il existe également un nombre de personnes plus important qui réalisent elles-mêmes leur propre recette de dentifrice. Il est légitime de se poser la question du pouvoir abrasif de ces dentifrices « faits maison » ainsi que la possibilité d'y ajouter du fluor.

Le/la Président(e) du jury



Les Directeurs de thèse

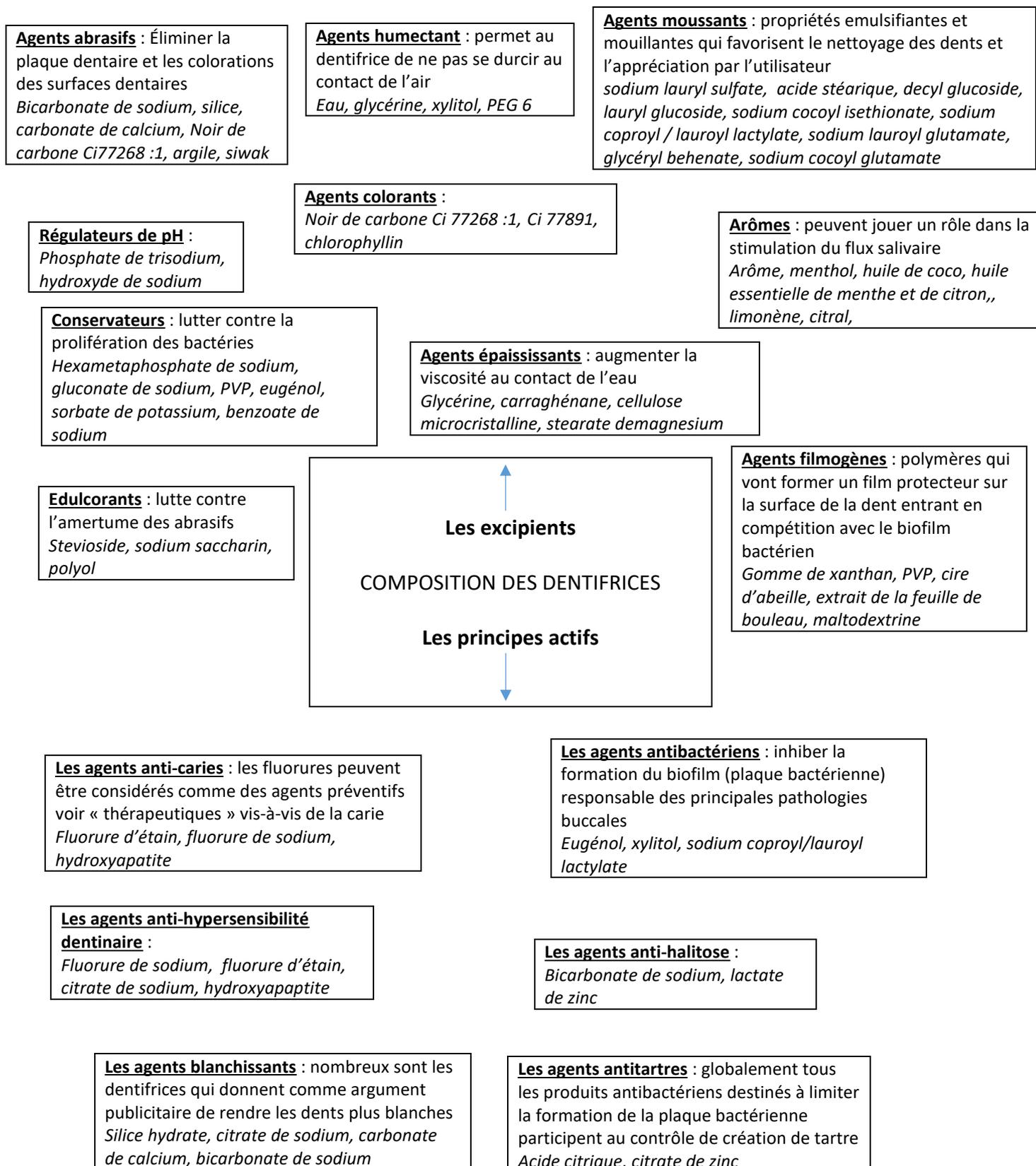


TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1: Récapitulatif des dentifrices utilisés dans cette étude	16
Tableau 2 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sa sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSa pour chaque groupe	26
Tableau 3 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sk sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSk pour chaque groupe	27
Tableau 4 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sku sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSku pour chaque groupe	29
Tableau 5 : récapitulant les moyennes et écart-type du Sz sur les parties sans brossage et après brossage ainsi que le ΔSz pour chaque groupe	30
Tableau 6 : récapitulant les moyennes et écart-type de micro-dureté pour chaque groupe	32
Tableau 7 : Récapitulatif des différents coefficients de corrélation pour chaque groupe	34
Figure 1 : Découpe des échantillons de dents à la disqueuse (Faculté de Chirurgie Dentaire, Toulouse)	18
Figure 2 : Brossage d'une dent témoin sans dentifrice	19
Figure 3 : Dent avec ruban adhésif sur la moitié de la dent	19
Figure 4 : Profilomètre S-Neox [®] , (Sensoflar, Espagne) au Laboratoire du CIRIMAT à Toulouse	21
Figure 5 : Schéma explicatif du Sa	21
Figure 6 : Schéma explicatif du Sk en reprenant la courbe D'Abott Firestone (1)	22
Figure 7 : Schéma explicatif du Sk en reprenant la courbe D'Abbott Firestone (2)	22
Figure 8 : Schéma explicatif du Sku	23
Figure 9 : Schéma explicatif du Sz	23
Figure 10 : microduromètre HM-200(Mitutoyo, Japon) au Laboratoire du CIRIMAT à Toulouse	25
Figure 11 : Graphique montrant le ΔSa des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) au niveau de la partie non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$	27
Figure 12 : Graphique montrant le ΔSk des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) au niveau de la partie non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$	28
Figure 13 : Graphique montrant le ΔSku des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) au niveau de la partie non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$	30
Figure 14 : Graphique montrant le ΔSz des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) au niveau de la partie non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$	31
Figure 15 : Graphique montrant la dureté des dents pour chaque groupe (moyenne \pm écart type) au niveau de la partie non brossée et brossée. Les p-values indiquant une différence statistiquement significative entre les groupes sont notées * si $p \leq 0,05$; ** si $p \leq 0,01$; *** si $p \leq 0,001$	33
Figure 16 : Graphiques représentant la rugosité Sa en fonction de la dureté de chaque dent pour chaque groupe	34
Figure 17 : Image obtenue avec le profilomètre d'une dent appartenant au groupe Pachamamai; à gauche au niveau de la partie non brossée et à droite au niveau de la partie brossée	35
Figure 18 : Image représentant 2 états de surface ayant le même Sa, avec un profil très différent	37

ANNEXES

Annexe 1 : Composition générale des dentifrices utilisés dans cette étude (40),(41)



Annexe 2 : Méthodes d'essai de l'abrasivité

L'échelle de Mohs

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.

L'échelle de durété de Mohs a été inventée en 1812 par le minéralogiste Friedrich Mosh afin de comparer la dureté des minéraux entre eux.(39)

C'est une échelle ordinale et non linéaire de 10 minéraux.

Par exemple, l'apatite qui a une dureté de 5 rayera les minéraux plus tendres qu'elle comme la fluorite ou la calcite.

Le RDA (*Relative Dentin Abrasivity*), méthode de l'ADA

L'Association Dentaire Américaine a défini et expliqué le RDA (*Relative Dentin Abrasivity*). (8) qui est l'indice d'abrasion de référence des dentifrices. C'est une valeur calculée *in vitro* globalement située entre 0 et 250. Plus la valeur est élevée, plus le dentifrice est abrasif.

Cette méthode est basée sur la mesure de la radioactivité ; des échantillons de dentine radiculaire humaines sont placés dans un flux de neutrons afin de transformer le phosphore en phosphore radioactif. Ils sont entourés de résine afin de faire dépasser 2mm de dentine radiculaire.

Les dents ainsi préparées passent dans une machine à brosser où le nombre de coups de brosse appliqué est compris entre 1500 et 3000 en fonction du niveau de radioactivité des échantillons. Pendant le brossage, les échantillons sont plongés dans une solution de glycérine.

Le brossage est réalisé :

- Soit avec du pyrophosphate de calcium qui sert de matériau référence.
- Soit avec le dentifrice que l'on souhaite tester.

Après brossage la radioactivité dans la solution de glycérine est mesuré ; la radioactivité de la solution avec le pyrophosphate de calcium donne une valeur RDA de 100. Plus la radioactivité est élevée dans la solution, plus le dentifrice a un fort pouvoir abrasif.

Après une série de calcul, la valeur de RDA est connue pour chaque dentifrice.

L'équivalence par le profil de surface

C'est une méthode basée sur la mesure par profilométrie de la profondeur abrasée après le brossage.(10) Elle est équivalente à la mesure de RDA et beaucoup plus simple à mettre en œuvre pour les laboratoires car elle demande moins de matériel. Elle est d'ailleurs dénommée « méthode RDA-PE » pour *Relative Dentine Abrasion – Profilometry Equivalent*.

Un profilomètre avec ou sans contact, ou un autre appareil similaire doit être utilisé.

La préparation et le brossage des échantillons de dents sont similaires à la méthode de l'ADA. Une seule différence est à noter : on place sur les échantillons de dent (avant le brossage) un ruban adhésif qui servira ensuite de témoin pour la mesure par profilomètre.

Le profilomètre est utilisé après le brossage des échantillons. On mesure la profondeur d'abrasion moyenne en tant que profondeur abrasée par rapport à la zone témoin masquée sur la surface de l'échantillon (qui n'a pas subi les coups de brosse avec le dentifrice).

Par une série de calcul et à l'aide d'un logiciel, on trouve les valeurs de RDA-PE des différents dentifrices.

BIBLIOGRAPHIE

1. Les Français et la santé de leurs gencives. Enquête de l'UFSBD / Pierre Fabre Oral Care, 2018
2. Tout savoir sur le dentifrice solide . Dentaly.org. Anaïs GIBERT, publié le 2/11/2021
3. Martine BONNAURE-MALLET, Hélène CHARDIN, Jean-François NGUYEN, Charles-Daniel ARRETO, Philippe ROCHER, Agnès BLOCH ZUPAN. Les agents locaux en odonto-stomatologie. ADF dossier. 2009.
4. Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des colorants que peuvent contenir les produits cosmétiques.
5. Chapusot E. Les critères qui déterminent le choix d'une pâte dentifrice. 2006.
6. Subramanian S, Appukuttan D, Tadepalli A, Prakash P, Victor D. The role of abrasives in dentifrices. 1 févr 2017.
7. Schemehorn BR, Moore MH, Putt MS. Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices in vitro. J Clin Dent. 2011.
8. Hefferren JJ. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. J Dent Res. Août 1976.
9. Arnold WH, Gröger C, Bizhang M, Naumova EA. Dentin abrasivity of various desensitizing toothpastes. Head Face Med. 2 avr 2016.
10. Liljeborg A, Tellefsen G, Johannsen G. The use of a profilometer for both quantitative and qualitative measurements of toothpaste abrasivity. Int J Dent Hyg. Août 2010.
11. Ali S. et al. Common toothpastes abrasives and methods of evaluating their abrasivity. J Oral Resc. 2020.
12. Mobarak EH, El-Badrawy W, Pashley DH, Jamjoom H. Effect of pretest storage conditions of extracted teeth on their dentin bond strengths. J Prosthet Dent. 1 août 2010.

13. Norme ISO 11609:2017. Médecine bucco-dentaire - Dentifrices - Exigences, méthodes d'essai et marquage.
14. Onwubu SC, Mdluli PS, Singh S, Nyembe S, Thakur R. Evaluating the Abrasivity of a Nanosized Eggshell–Titanium Dioxide on Tooth Enamel Using Atomic Force Microscopy. Eur J Dent. oct 2020.
15. Joly F. Etude in vitro de l'influence du brossage horizontal sur la formation des lésions cervicales non carieuses.
16. Ramanantoandro T. Implications tactiles et visuelles de la rugosité du bois et des matériaux dérivés du pin maritime.
17. Norme ISO 25178. Spécification géométrique des produits (GPS). Etat de surface : surfacique.
18. Coefficient de corrélation (leçon). Khan Academy. Disponible sur: <https://fr.khanacademy.org/math/be-5eme-secondaire2h2/x741278364a599ec1:statistiques/x741278364a599ec1:nuage-de-points-et-correlation/a/correlation-coefficient-review>
19. González-Cabezas C, Hara AT, Hefferren J, Lippert F. Abrasivity testing of dentifrices - challenges and current state of the art. Monogr Oral Sci. 2013.
20. Niekawa CT, Kreve S, A'vila GB, Godoy GG, Eduardo Vieira da Silva JR, Dias SC. Analysis of the Mechanical Behavior and Surface Rugosity of Different Dental Die Materials. J Int Soc Prev Community Dent. févr 2017.
21. Young AA de A, Saliba NA, Consani S, Sinhoreti MAC. In vitro evaluation of the abrasiveness of a commercial low-abrasive dentifrice and an experimental dentifrice containing vegetable oil. Braz J Oral Sci. 2008.
22. Sa (hauteur moyenne arithmétique) | Paramètres de rugosité surfacique | KEYENCE International. Disponible sur: <https://www.keyence.eu/frfr/ss/products/microscope/roughness/surface/parameters.jsp>
23. LEBON N. Impact de l'usinage par CFAO sur l'intégrité de surface des prothèses dentaires coronaires. 2017.

24. Bakhsh TA, Abuljadayel JA, Alshouibi E, Abuljadayel RA. Advanced imaging of dentin microstructure. *Biomed Phys Eng Express*. 12 août 2021.
25. Parry J, Harrington E, Rees GD, McNab R, Smith AJ. Control of brushing variables for the in vitro assessment of toothpaste abrasivity using a novel laboratory model. *J Dent*. Févr 2008.
26. 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.
27. Sabrah AHA, Lippert F, Kelly AB, Hara AT. Comparison between radiotracer and surface profile methods for the determination of dentifrice abrasivity. *Wear*. 30 août 2013.
28. Shuto T, Mine Y, Makihira S, Nikawa H, Wachi T, Kakimoto K. Alterations to Titanium Surface Depending on the Fluorides and Abrasives in Toothpaste. *Mater Basel Switz*. 22 déc 2021.
29. Pascaretti-Grizon F, Mabilieu G, Chappard D. Abrasion of 6 dentifrices measured by vertical scanning interference microscopy. *J Appl Oral Sci Rev FOB*. oct 2013.
30. Greuling A, Emke JM, Eisenburger M. Abrasion Behaviour of Different Charcoal Toothpastes When Using Electric Toothbrushes. *Dent J*. 20 août 2021.
31. Koc Vural U, Bagdatli Z, Yilmaz AE, Yalçın Çakır F, Altundaşar E, Gurgan S. Effects of charcoal-based whitening toothpastes on human enamel in terms of color, surface roughness, and microhardness: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. oct 2021.
32. Hamza B, Tanner M, Attin T, Wegehaupt FJ. Dentin Abrasivity and Cleaning Efficacy of Novel/Alternative Toothpastes. *Oral Health Prev Dent*. 4 sept 2020.
33. Viana ÍEL, Weiss GS, Sakae LO, Niemeyer SH, Borges AB, Scaramucci T. Activated charcoal toothpastes do not increase erosive tooth wear. *J Dent*. juin 2021.
34. Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *J Am Dent Assoc* 1939. sept 2017.

35. Shaikh M, Lund G, Ko J, Roque-Torres G, Oyoyo U, Kwon SR. Micro computed tomography analysis of abrasivity of toothpaste tablets compared to conventional toothpaste. Am J Dent. oct 2021.
36. Gu LS, Wei X, Ling JQ. [Etiology, diagnosis, prevention and treatment of dental fluorosis]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi Chin J Stomatol. 9 mai 2020.
37. O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, et al. Fluoride and Oral Health. Community Dent Health. juin 2016.
38. Dentifrice sans fluor. Communiqué de presse de l'UFSBD. 2020.
39. Échelle de Mohs : définition et explications. Techno-Science.net. Disponible sur: <https://www.techno-science.net/definition/4662.html>
40. Lippert F. An introduction to toothpaste - its purpose, history and ingredients. Monogr Oral Sci. 2013.
41. INCI Beauty. Disponible sur: <https://incibeauty.com/>

**ABRASIVITE DES DENTIFRICES SOLIDES VIS-A-VIS DES TISSUS DENTAIRES :
ETUDE IN-VITRO**

RESUME EN FRANÇAIS

Les dentifrices solides connaissent un succès de plus en plus important auprès des acheteurs cependant il n'existe que très peu d'études concernant leur interaction avec les tissus dentaires. L'objectif de ce travail est d'évaluer le pouvoir abrasif de 3 dentifrices solides sur la dentine. Pour cela une étude *in vitro* a été réalisée. Cinq groupes de dents ont été brossés soit avec un dentifrice solide, soit un dentifrice classique du commerce, soit sans dentifrice ; simulant un brossage de 6 mois. Une mesure par profilométrie avant et après brossage de différents paramètres de rugosité a été effectuée pour évaluer le pouvoir abrasif. Aucune différence significative n'a été montrée dans cette expérience. Les dentifrices solides testés dans cette étude ne seraient pas plus abrasifs par rapport au dentifrice témoin ni même sans l'utilisation de dentifrice.

TITRE EN ANGLAIS: SOLID TOOTHPASTE'S ABRASIVITY AGAINST DENTAL TISSUES: IN-VITRO STUDY

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : dentifrice solide, abrasivité, étude in-vitro

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de santé : 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex

Laboratoire du CIRIMAT : 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex

Directeurs de thèse : Dr Alexia VINEL et Dr Thibault CANCEILL