

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

N°24

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le jeudi 1^{er} avril 2021

par

ETTWILLER Inès

née le 09 octobre 1995 à COLMAR

**COMPARAISON DE DEUX SYSTÈMES DE POLISSAGE DE COMPOSITE :
ÉTUDE DE L'INTÉGRITÉ DE L'ÉMAIL MARGINAL APRÈS POLISSAGE**

Président : Professeur Florent MEYER

Assesseurs : Docteur Florence FIORETTI

Docteur Sophie JUNG

Docteur François REITZER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur Corinne TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur Robert FRANK

Professeur Maurice LEIZE

Professeur Youssef HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur Henri TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme Françoise DITZ-MOUGEL

Professeurs des Universités

Vincent BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
Agnès BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
François CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
Jean-Luc DAVIDEAU	Parodontologie
Youssef HAÏKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier HUCK	Parodontologie
Marie-Cécile MANIERE	Odontologie Pédiatrique
Florent MEYER	Sciences Biologiques
Marilyne MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Anne-Marie MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Corinne TADDEI-GROSS	Prothèses
Béatrice WALTER	Prothèses
Matthieu SCHMITTBUHL	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie

Délégation (Juin 2024)

Maîtres de Conférences

Youri ARNTZ	Biophysique moléculaire
Sophie BAHI-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Yves BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
Fabien BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Abdessamad BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
Claire EHLINGER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Olivier ETIENNE	Prothèses
Florence FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Catherine-Isabelle GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques - Biophysique - Radiologie
Sophie JUNG	Sciences Biologiques
Nadia LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique

Disponibilité (Nov. 2020)

Davide MANCINO	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Damien OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Catherine PETIT	Parodontologie
François REITZER	Odontologie Conservatrice - Endodontie
Martine SOELL	Parodontologie
Marion STRUB	Odontologie Pédiatrique
Xavier VAN BELLINGHEN	Prothèses
Delphine WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale

Délégation (Août 2021)

Etienne WALTMANN	Prothèses
------------------	-----------

Equipes de Recherche

Nadia JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche/Directrice d'UMR
Philippe LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
Pierre SCHAAP	UNISTRA / Professeur des Universités / Directeur d'UMR
Bernard SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

A mon Papounet chéri qui me manque tant

A Notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Florent MEYER, je vous remercie du grand honneur que vous m'avez fait en acceptant de présider ce jury de thèse. Merci également de l'intérêt que vous avez témoigné à notre étude en venant nous dire bonjour et nous questionner sur notre avancement à chacune de nos manipulations.

Je garderai en mémoire l'image d'un professeur exigeant mais juste dans ses décisions et compréhensif. Je me souviendrai également du jour où nous avons fait le polissage des échantillons avec le Docteur REITZER en clinique et que j'ai pu vous « aider » ou plutôt vous interroger sur la création des échantillons de recherche à partir de pulpe dentaire de dents de sagesse avulsées au pôle. C'était un moment très intéressant.

Merci pour ces 5 années passées à la faculté de chirurgie dentaire de STRASBOURG.

A Notre Directeur de thèse,

Monsieur le Docteur François REITZER, j'admets ne pas vraiment t'avoir laissé le choix mais très sincèrement, un grand Merci d'avoir accepté de diriger cette thèse. Tu as été un directeur très présent, toujours disponible pour m'aider à tout moment et tu as permis à cette thèse d'être rédigée au mieux.

Merci d'avoir répondu à toutes mes questions et nous savons tous les deux à quel point elles étaient nombreuses. Bravo d'avoir réussi à supporter mon côté psychorigide pendant des mois.

Nous avons passé de très bons moments lors des manipulations et des observations. Je souris encore en repensant à nos lapsus pendant les observations avec tous ces « p...d...b... » sur les échantillons. Il est loin le temps où je n'osais pas te parler en clinique après les soirées de conférence car je ne savais pas si je devais dire « Docteur REITZER » ou « François ».

Cher François, Merci d'avoir rendu la rédaction de la thèse agréable.

Enfin, Marie, Louis et Emilien, pardonnez-moi d'avoir accaparé si souvent votre mari et votre papa, promis j'arrête !

A Notre Jury de thèse,

Madame le Docteur Florence FIORETTI, recevez mes remerciements les plus chaleureux pour votre présence dans ce jury de thèse. Vous m'avez encadrée lors des Travaux Pratiques en préclinique et nombreuses sont les ivoirines qui ont été taillées sous votre surveillance.

Ensuite, j'ai eu la chance de bénéficier de votre encadrement lors des vacations de clinique le jeudi après-midi. Votre engagement pour les étudiants et les patients est toujours manifeste.

Merci pour votre aide et votre gentillesse pendant ces 5 dernières années. Vous avez toujours été présente pour me conseiller ou répondre à mes interrogations pendant mes études.

A Notre Jury de thèse,

Madame le Docteur Sophie JUNG, Merci de tout cœur d'avoir accepté de siéger dans le jury de cette thèse. C'est un réel honneur de vous compter parmi nous.

J'ai eu la chance de participer à l'enseignement complémentaire de « soins sous anesthésie générale chez l'enfant » avec vous et cela a été très instructif. Lors de mes vacances d'odontologie pédiatrique cela a toujours été un plaisir de venir vous assister lors des soins ou de discuter de votre pratique ou d'autres sujets avec vous lorsque nous avons du temps libre.

Je me souviendrai de bons moments passés avec vous, j'ai toujours attendu avec gaité mes vacances d'odontologie pédiatrique.

A Notre Parrain de thèse,

Monsieur le Docteur Christophe FORESTI, voilà maintenant 3 ans et demi que vous m'avez proposé de remplacer Marguerite HAAG au cabinet à ROSHEIM. Je me rappelle quand Cyrille JAOUEN m'a écrit un message pour me proposer de venir travailler en tant qu'assistante dans un cabinet dentaire. Moi qui pensais être définitivement grillée auprès de l'encadrant après m'être assise à côté du patient au bout de 4 heures d'assistance d'un étudiant sans chaise... Et ben non !

Ensuite, après la visite du cabinet et un repas chez Bruno SOHN, je n'ai pu qu'accepter. J'ai donc travaillé chez vous en tant qu'assistante, réalisé mon stage actif et exercé en tant que chirurgien-dentiste adjoint au sein du cabinet.

Merci de m'avoir fait confiance ! J'ai appris beaucoup de choses grâce à la Faculté, mais j'ai également appris en travaillant à vos côtés.

Merci à **Annie, Aurélie, Mélina et Valérie** qui sont toujours prêtes à me conseiller sur la conduite à tenir dès que j'ai un doute. Merci à mes anciennes collègues assistantes, **Audrey, Delphine, Élodie, Marguerite, Mathilde, Sandrine, Virginie** qui m'ont appris en quoi consistait leur travail.

A **Amandine, Hélène et Ramona** qui ont accepté de changer de côté autour du fauteuil pour me permettre de travailler correctement en tant que gauchère. Merci pour votre aide au quotidien.

Une pensée pour Daniela, Fanny, Marielle et Murielle qui ont quitté l'équipe.

A Madame le Doyen, Madame le Professeur TADDEÏ-GROSS, vous faites un travail remarquable pour diriger notre faculté de Chirurgie Dentaire. Tout au long de mes études, j'ai pu participer aux Conseils Plénier de la Faculté et j'ai pu constater que vous mettez toujours les étudiants au centre de votre préoccupation. Pour cela, Merci !

A toute l'équipe de Direction et l'Équipe Administrative, Merci de votre investissement pour notre faculté.

A toute l'Équipe Pédagogique, Merci pour tout ce que vous m'avez appris ! Je garderai en mémoire de bons moments passés en préclinique ou en clinique.

A Madame Lauriane BURCKEL, très sincèrement, Merci pour votre gentillesse et votre disponibilité pendant 5 ans. Vous avez toujours fait votre maximum pour répondre à mes interrogations et m'aider dans toutes les démarches administratives. Encore très récemment lors du dépôt de dossier à la scolarité pour la soutenance de thèse vous avez été d'une réactivité et d'une sympathie admirables.

A Kadour, je sais que tu n'aimes pas être mis en avant et que tu préfères chercher des ragots, mais Merci pour ta présence pendant mes années précliniques et lors des manipulations pour cette thèse. Tu constitues un support technique indispensable pour la Faculté. Si tu lis ces lignes je sais que tu seras gêné, mais je te remercie pour ta bonne humeur permanente et pour ton aide lors de nos manipulations.

Merci à la Faculté de Chirurgie Dentaire qui nous a permis de préparer les échantillons avant observation dans les salles de simulateurs.

Merci au Pôle de Médecine et Chirurgie Buccale et plus particulièrement le Service d'Odontologie Conservatrice où les étapes de finition et de polissage des échantillons ont été réalisées.

Merci au centre de recherche en biomédecine de Strasbourg (CRBS) qui m'a accueillie dans ses locaux pour les observations au microscope.

Je déclare n'avoir eu aucun conflit d'intérêt lors de la rédaction de cette thèse mais je tiens à remercier **Jean-Michel WATTEBLED de la société Komet** qui nous a fourni les instruments de finition multi-lames et les polissoirs Kompoline® qui nous ont permis de mener cette étude. J'ai beaucoup apprécié travailler avec toi pendant mes mandats à l'Association Amicale des Étudiants en Chirurgie Dentaire de Strasbourg. Merci pour ta gentillesse et Merci de nous avoir fourni une partie du matériel pour que cette thèse puisse être menée à bien.

Merci également aux sociétés **Bisico, Dentsply Sirona, GC** (notamment Mickaël que j'ai harcelé à l'ADF pour obtenir du composite), **Micro-Mega, Omni-dent, SDI, W&H** et **Young Innovations** dont nous avons utilisé les produits pour cette thèse.

À mes amis,

A Sarah LEROUX, ma meilleure amie, ma petite sœur et tout cela depuis 1999, Merci d'être là pour moi, Merci d'être mon amie, Merci d'avoir accepté d'être ma témoin, Merci d'avoir continué à être mon amie après tout ce que je t'ai fait subir quand nous étions enfants et que ma maman te gardait, Merci pour toutes les cabanes que nous avons construites, Merci de m'avoir fait découvrir Liège, Merci d'accepter que tu soies encore et toujours mon petit bébé même si nous n'avons que 9 mois de différence, Merci à ta famille d'être si adorable, Merci pour toutes les parties de jeux jouées ensemble même si je suis las du fait que tu gagnes toujours, Merci pour tout ce que nous avons vécu ensemble, Merci d'être toi ! Je t'aime !

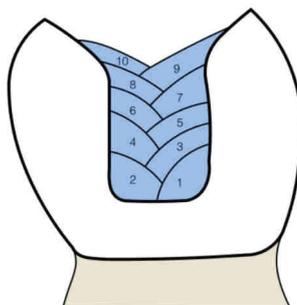
A Claire ANNEBI, au lycée jamais nous n'aurions pensé être amies jusqu'au jour où nous avons été à une réunion d'informations à la prépa Horizon. A partir de ce jour j'ai découvert une personne attentionnée, avec le cœur sur la main, plutôt très drôle et, je dois l'avouer, un peu difficile sur ses goûts alimentaires ! Cela fait maintenant 8 ans que nous avons appris à nous connaître. On en aura passé des heures à admirer les robes de mariées en rentrant des planchages, à parler de bagues de fiançailles, à se confier l'une à l'autre, à avoir des sujets de discussion que je ne peux pas relater ici ;) Nous avons également passé de belles soirées entre filles avec **Elise FLECK** où les sujets abordés n'étaient pas beaucoup mieux. Je suis vraiment contente d'être ton amie et Merci pour tout ce que nous avons partagé ensemble. Merci aussi pour ta recette de pâte à crêpes qui me fait penser à chaque fois à toi. Il est vrai qu'actuellement nous avons moins l'occasion de nous voir, mais je ne t'oublie pas, tu es toujours présente dans mon cœur et toujours aussi importante à mes yeux !

A Maxime BASILI, notre amitié a commencé dans le train après un TP de morpho et s'est confirmée quand je t'ai proposé de garder Axel pour l'anniversaire de Cindy et où tu m'as fait confiance. Depuis, nous avons passé pas mal de temps ensemble à la Fac, à Pasteur, au ski, chez vous ou chez nous... Je sais bien que tu réalises en permanence une analyse psychiatrique sur moi et que les résultats doivent être très mauvais, mais malgré tout tu acceptes de rester mon ami. Alors Merci pour cela.

A tous les membres de la maison Alpacorne, Adèle, Chloé, Damien, Lucile, Ophélie et JérémY le petit nouveau : Merci pour votre grain de folie, Merci de me permettre d'être moi-même sans m'inquiéter de ce que vous penserez de moi. Nous en avons passé de bons moments ensemble avec nos blind-tests (Merci Chloé pour ton organisation « aux petits oignons »), nos discussions (que ce soit en rapport avec des soirées, l'URSSAF ou voire même les couches avec Ophélie), nos pétages de câble, nos restaurants, nos batailles de boules de neige quand les gestes barrières n'existaient pas encore (je dois vous le dire, j'ai largement gagné) et de belles promesses pour les moments à venir ! Une page se tourne, il est temps d'écrire un nouveau chapitre de la vie d'adulte, mais ensemble ce sera drôlement mieux !
Ne changez pas vous êtes GÉNIAUX !!!

A Lucile GINDRE, en plus de ne pas t'inviter au mariage, je t'aurais bien oubliée dans mes remerciements, mais comme je te devais un caractère par article recherché, je n'ai pas eu le choix ! À nos deux mois de vie vietnamienne, à nos « longues » journées de travail, à nos deux lits plutôt différents quant à l'utilisation, à nos escapades en scooter, à ta cheville, à ton pantalon, à nos discussions pendant le repas pour savoir ce qu'on mangera le soir ou le lendemain, à notre moment d'émotion dans un fast-food, à ma wedding-planeuse, à ton côté hypochondriaque, à ton stress d'avant examens et nos révisions, à ma prof d'anglais même si je n'aime pas toujours quand tu me corriges, à ta façon théâtrale de raconter nos péripéties, à ta culture sans limite qui je l'avoue m'agace parfois, à nos papas... un grand hommage !

Merci pour la vérification de mes traductions, pour ton schéma qui n'a pas trouvé sa place et que je mets donc ici. Merci de m'avoir expliqué comment faire !



A Emmanuelle et Sarah ATTIAS qui m'ont permis de découvrir la culture juive pendant leur mariage, Merci pour ces moments partagés et Merci d'avoir toujours ri à mes blagues.

A toutes les personnes que j'ai rencontrées pendant mes études, la vie étudiante nous offre de belles rencontres, Merci d'avoir croisé mon chemin.

A tous les amis avec qui j'ai partagé de bons moments pendant les repas au Restaurant Universitaire, je ne pourrai pas tous vous citer, mais Merci pour ces instants partagés.

À ma famille,

Je terminerai par vous, car vous le savez tous, la famille est la chose la plus primordiale pour moi !

A mon papa, si seulement je pouvais exprimer à quel point tu me manques. Je te dédie cette thèse. J'aimerais tellement que tu puisses me prendre dans tes bras, plaisanter avec moi comme tu avais l'habitude de le faire, m'emmener faire des balades à vélo, bricoler avec moi, m'emmener à l'autel et tellement d'autres choses qu'on n'aura plus l'occasion de faire ensemble. J'espère que tu es fier de la personne que je suis devenue. Si aujourd'hui je reçois le titre de Docteur, c'est grâce à ce que tu as fait de moi avec maman. Je t'aimais, je t'aime et je t'aimerai !

A ma Maman, depuis 12 ans tu as dû endosser le rôle de papa en plus de ton rôle de maman et tu t'en es sorti avec brio ! Je te remercie d'avoir toujours tout fait pour que l'on ne manque de rien et que l'on soit heureuse. Merci d'avoir accepté que je dorme avec toi de si nombreuses fois. Tes enfants et maintenant tes petits-enfants sont ta préoccupation première. Merci de nous avoir toujours fait passer au premier plan. Merci pour les valeurs que vous m'avez inculquées avec papa. Tu veux toujours que tout soit parfait et même si parfois cela a le don de m'énerver, je suis un peu comme toi et je suis fière d'avoir puisé cela de toi. Cela n'a pas été tous les jours facile pour toi depuis le départ de papa mais tu as tenu bon chaque jour pour nous ! S'il fallait que je liste toutes les choses que tu as faites pour moi depuis ma naissance, il me faudrait beaucoup trop de papier mais sache que je te suis à jamais reconnaissante pour tout ! Je t'aime énormément !

Je suis tellement en colère que la vie nous ait enlevé papa, nous ne passerons jamais à autre chose mais en même temps je suis très heureuse pour toi que tu aies rencontré **Henri**. Une personne formidable, bien trop gentille, avec qui vous vous soutenez mutuellement et vous faites tout votre possible pour les enfants et petits-enfants. Merci à tous les deux pour votre présence. **Henri**, Merci d'être toujours présent pour nous. Je te remercie sincèrement pour tout le temps que tu as passé à relire cette thèse pour chasser la moindre faute qui se serait glissée dans mes mots.

A ma grande sœur, que dire... Il y aurait tellement de choses à écrire que je ne saurais pas par quoi commencer ! 9 ans d'écart, pas toujours facile : Toi mon premier modèle sur cette Terre qui me faisait sans cesse peur en me faisant croire qu'il y avait quelqu'un derrière ! Moi la petite sœur collante qui voulait toujours tout faire avec toi mais qui faisait semblant de pleurer quand Papa et Maman appelaient... Au final, on s'en est plutôt très bien sorties ! Pas jumelles mais plus que fusionnelles et bien complices. Il ne faut pas que l'on m'embête de trop sinon tu sors les crocs ! On en aura passé des heures à discuter depuis que je suis un peu plus « grande », ça fait longtemps que je te dépasse en taille d'ailleurs mais je reste ton bébé ! ;) Je suis bien heureuse d'avoir une grande sœur à qui me confier, avec qui plaisanter, pour qui j'ai fait tête à coiffer, avec qui j'ai appris à me maquiller, que je peux copier et que j'ai choisie pour être mon témoin comme une évidence.

Avec **Abilio**, tu m'as fait le plus beau des cadeaux. Vous m'avez choisie comme marraine de votre fille Nora ! Je suis tellement heureuse d'avoir ces deux potatoes dans ma vie. A vous deux, Merci de me faire confiance. Avec Livio, le frère jumeau de Nora, je vous aime tous les quatre jusqu'aux étoiles et même jusqu'à Papy Serge !

A Grégory, mes parents ont vraiment eu une très bonne idée de te choisir comme parrain ! Je ne pouvais pas rêver mieux ! **A toi, Christelle et Léane**, Merci pour tous ces superbes moments passés ensemble ! Majorque, Lacanau, Brétigny, les USA, le Canada... nous en avons des beaux souvenirs ! A toutes les vacances scolaires, c'était un bonheur de venir par chez vous. Merci d'être toujours présents malgré la distance, Merci pour toutes ces fois où vous m'avez vraiment trop gâtée, Merci pour tout ce que vous m'avez apporté.

A Jeannine, Mireille, Pascal et Patrick, un grand Merci pour tous les repas de famille, toutes les descentes de ski, tous les moments partagés, toutes les chansons inventées... Trois sœurs et 3 « beaufs » qui sont plutôt comme des frères, Merci d'avoir toujours été aussi proches et de nous avoir permis de créer tant de bons souvenirs avec les cousins et cousines.

Aux cousins, venons en ! Que ce soit en Autriche, à Baldersheim, à Colmar, à Dambach-La-Ville, à Oberhergheim, à Ruelisheim ou partout ailleurs, nous avons passé des moments extraordinaires tous ensemble ! Grâce à vous, je sais escalader un grillage pour m'échapper d'un poulailler, je suis la meilleure au roi du silence et j'ai de superbes souvenirs d'enfance.

A mes grands-parents qui ne sont plus parmi nous mais que je n'oublie pas.

Aux grands-pap's bis, bien-sûr, vous ne remplacez pas les grands-parents biologiques mais vous prenez votre rôle de grands-parents bis très à cœur. Merci pour votre présence à nos côtés depuis toujours. Merci d'avoir toujours une attention pour nous. Vos messages, vos cartes, vos Bredalas, vos sms, vos mms (et oui modernes les grands-pap's !) me font toujours extrêmement plaisir.

A toute la famille ETTWILLER que je vois moins souvent mais avec qui j'ai pu créer de beaux souvenirs depuis que je suis née. Marie-Anne et Daniel, Merci de m'avoir accueillie si souvent chez vous pendant les vacances et de prendre toujours aussi souvent des nouvelles.

A Claudine, Denis, Anémone et Arnaud, Merci de m'avoir acceptée dans votre famille. Claudine, Merci pour notre complicité belle-mère/belle-fille, Anémone Merci d'être aussi pipelette que moi. Arnaud et Denis, désolée de ne pas me laisser faire lorsque vous me taquinez mais je m'entraîne bien car Laurent est pareil que vous !

A Guerlain, notre petit guerrier, plein de bonnes ondes positives pour la suite !

Enfin, à toi Laurent, mon amoureux, mon MOML, mon chéri, mon petit cœur, mon fiancé, mon futur mari... Merci d'être mon premier fan depuis tant d'années ! Merci d'avoir permis que cette thèse se termine en me laissant ton ordinateur lorsque le mien n'en pouvait plus et pour les distractions d'après rédaction de cette thèse ! Merci pour nos voyages passés et à venir ! Merci (ou pas) pour toutes ces fois où tu m'embêtes vraiment, mais où tu finis quand même par me faire sourire. Merci de me rappeler que je suis ton rayon de soleil même si je suis une pile, Merci de me suivre dans mon besoin de toujours être en action. Merci d'avoir toujours la tête pleine de projets, mais Merci aussi de savoir parfois être calme et posé dans notre nouveau chez nous ! Merci pour l'un des premiers sourires que tu as dessiné sur mon visage quand tu es venu me chercher à la gare en Août 2012 et Merci pour tous les sourires depuis. Cela n'a pas toujours été un long fleuve tranquille depuis que nous nous connaissons entre la PACES, le magasin... mais nous avons toujours su traverser les épreuves ensemble en se soutenant et en sortant plus forts qu'avant. Merci pour cette belle promesse de la suite de notre histoire car « Pour ce qui est de l'avenir il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible. »

Je t'aime !

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

N°24

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le jeudi 1^{er} avril 2021

par

ETTWILLER Inès

née le 09 octobre 1995 à COLMAR

**COMPARAISON DE DEUX SYSTÈMES DE POLISSAGE DE COMPOSITE :
ÉTUDE DE L'INTÉGRITÉ DE L'ÉMAIL MARGINAL APRÈS POLISSAGE**

Président : Professeur Florent MEYER

Assesseurs : Docteur Florence FIORETTI

Docteur Sophie JUNG

Docteur François REITZER

TABLE DES MATIÈRES

<u>LISTE DES FIGURES</u>	4
<u>LISTE DES ANNEXES</u>	7
<u>Introduction</u>	8
<u>Partie 1 : La finition et le polissage des résines en composite</u>	10
I. <u>Les résines composites utilisées en technique directe</u>	10
1. <u>La composition des composites</u>	10
A. La matrice organique.....	11
B. La phase minérale	12
C. L'agent de couplage organo-minéral : le silane	13
2. <u>La classification des composites</u>	14
A. Selon leur viscosité	14
B. Selon leur mode de polymérisation	15
C. Selon l'indication clinique requise.....	15
D. Selon leur teneur/taille en charge.....	15
3. <u>L'évolution des composites</u>	18
II. <u>La composition de l'émail</u>	18
1. <u>Les structures primaires de l'émail</u>	19
A. L'émail aprismatique	19
B. L'émail prismatique	19
2. <u>Les structures secondaires de l'émail</u>	21
III. <u>Les propriétés mécaniques et le vieillissement des restaurations composites</u>	21
1. <u>Les propriétés mécaniques</u>	21
A. L'absorption d'eau et la solubilité	22
B. La stabilité chromatique	22
C. Le coefficient d'expansion thermique	23
D. La résistance à la compression, la traction et la flexion	23
E. La ténacité ou la résistance à la fissuration.....	24
F. Le Module de Young ou le module d'élasticité	24
G. La résistance à la fatigue	24
H. La dureté	25
I. La résistance à l'usure	25
2. <u>Le vieillissement</u>	27
A. Les effets de l'alimentation	27
B. Le brossage.....	27
C. Le joint dent-restauration	28
IV. <u>La finition et le polissage du composite</u>	29
1. <u>L'intérêt biologique de la finition et du polissage</u>	29
2. <u>L'efficacité des différentes séquences de polissage : état des lieux actuel de la littérature</u>	31
3. <u>L'impact du polissage sur l'intégrité des tissus dentaires</u>	32

Partie 2 : Etude ex-vivo sur le maintien de l'intégrité de l'émail marginal : comparaison de deux systèmes de polissage.....	33
I. Introduction	33
II. Les objectifs	33
III. Matériel et méthodes	34
1. Matériel	34
A. Les dents	34
B. La mise en œuvre du composite	34
C. La finition et le polissage	37
D. L'observation au microscope.....	39
2. La méthode	40
A. La préparation des échantillons	40
B. L'observation avant polissage	43
C. La finition et le polissage	45
D. L'observation après le polissage	49
E. L'analyse statistique	51
IV. Résultats	52
1. La comparaison de l'atteinte de l'émail entre les deux séquences	54
2. La comparaison inter-praticien	57
A. Le groupe Sof-Lex®	58
B. Le groupe Kompoline®.....	61
C. La comparaison des deux groupes en intra-praticien.....	64
D. La synthèse des diagrammes	66
V. Discussion	67
1. La comparaison de l'atteinte de l'émail entre les deux séquences	69
2. La comparaison de l'atteinte de l'émail inter-praticien	70
3. La comparaison des deux groupes en intra-praticien	70
 Conclusions	 71
 Bibliographie	 73
 Annexes	 82
I. Les valeurs	82
1. Le polissoir Sof-Lex®	82
2. Le polissoir Kompoline®.....	82
II. Les statistiques	83
1. La comparaison de l'atteinte de l'émail entre les deux séquences	83
2. La comparaison de l'atteinte de l'émail inter-praticien	85
A. Le groupe Sof-Lex®	86
B. Le groupe Kompoline®.....	87
C. La comparaison des deux groupes en intra-praticien.....	88

LISTE DES FIGURES

- **Figure 1** : Représentation schématique des trois éléments constituant la résine composite, selon Frédéric Chaput & Anne-Charlotte Faure
- **Figure 2** : Tableau classifiant les composites selon l'indication clinique
- **Figure 3** : Tableau classifiant les différentes charges selon leur taille
- **Figure 4** : (a) : Schéma représentant l'organisation de l'émail ; (b) & (c) : observation au microscope électronique à balayage (MEB) des différentes faces. R : émail prismatique et IR : émail interprismatique. Schéma issu de l'article Analyse mécanique et optimisation géométrique de la dent restaurée par méthode indirecte de Kyo Shindo
- **Figure 5** : Tableau résumant l'influence des caractéristiques du composite sur les propriétés mécaniques inspiré du travail de thèse de Frédéric Chapus & Anne-Charlotte Faure (26)
- **Figure 6** Illustration du silicone putty utilisé pour la création des supports pour les échantillons (image issue du site web de la marque)
- **Figure 7** : Illustration de l'acide orthophosphorique utilisé pour le protocole de collage du composite (image issue du site web de la marque)
- **Figure 8** : Illustration de l'adhésif utilisé dans le protocole de collage du composite (image issue du site web de la marque)
- **Figure 9** : Illustration du composite Essentia® utilisé pour les reconstructions (image issue du site web de la marque)
- **Figure 10** : Photo des fraises multi-lames (Komet) utilisées pour la finition
- **Figure 11** : Photo de la séquence Sof-Lex® (3M) utilisée dans le premier groupe
- **Figure 12** : Photo de la séquence Kompoline® de chez Komet utilisée dans le second groupe
- **Figure 13** : Photo prise pendant l'observation des échantillons au microscope numérique Keyence dans le laboratoire de l'INSERM UMR-S 1121
- **Figure 14** : Illustration de la création des supports, première étape de la préparation des échantillons
- **Figure 15** : Photo des cavités réalisées sur les prémolaires avulsées
- **Figure 16** : Photo de l'application de l'adhésif
- **Figure 17** : Photo du composite avant polissage
- **Figure 18** : Vérification de l'étalonnage du microscope numérique

- **Figure 19** : Observation au microscope numérique avant polissage, Grossissement x30
- **Figure 20** : Observation au microscope numérique avant polissage, Grossissement x50
- **Figure 21** : Observation au microscope numérique avant polissage, Grossissement x100
- **Figure 22** : Schéma représentant les observations au microscope d'un échantillon. Le bleu correspond à la restauration en composite, les disques roses aux différentes zones d'observation et la ligne en pointillés matérialise la séparation en deux groupes, polissage avec le Sof-Lex® à gauche et avec le Kompoline® à droite
- **Figure 23** : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour la finition
- **Figure 24** : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour le polissage du 1^{er} groupe
- **Figure 25** : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour le polissage du 2^{ème} groupe
- **Figure 26** : Observation au microscope numérique après polissage, Grossissement x50
- **Figure 27** : Observation au microscope numérique après polissage, Grossissement x100
- **Figure 28** : Observation au microscope numérique après polissage avec les mesures, Grossissement x50
- **Figure 29** : Observation au microscope numérique avant polissage, Grossissement x50
- **Figure 30** : Observation au microscope numérique après polissage, Grossissement x50
- **Figure 31** : Observation au microscope numérique avant polissage, Grossissement x100
- **Figure 32** : Observation au microscope numérique après polissage, Grossissement x100
- **Figure 33** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude. L'étoile exprime la significativité du test.

- **Figure 34** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint dans chaque groupe de l'étude uniquement sur les faces vestibulaires. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 35** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint dans chaque groupe de l'étude uniquement sur les faces occlusales. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 36** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur
- **Figure 37** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex®. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 38** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex® sur la Face V
- **Figure 39** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex® sur la Face O. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 40** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline®
- **Figure 41** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline® sur la Face V. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 42** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline® sur la Face O. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 43** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint dans chaque groupe de l'étude par le praticien 1. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 44** : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'email atteint dans chaque groupe de l'étude par le praticien 2. L'étoile exprime la significativité du test.
- **Figure 45** : Synthèse des diagrammes précédents. En bleu : Sof-Lex®, en rose : Kompoline® en violet : neutre

LISTE DES ANNEXES

- **Annexe 1** : Tableau reprenant l'ensemble des mesures de la largeur de l'émail atteint par le polissage dans le groupe « Sof-Lex® » en μm
- **Annexe 2** : Tableau reprenant l'ensemble des mesures de la largeur de l'émail atteint par le polissage dans le groupe « Kompoline® » en μm
- **Annexe 3** : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline®
- **Annexe 4** : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline® en fonction du site de polissage
- **Annexe 5** : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs des différents praticiens
- **Annexe 6** : Tests de Fischer et de Student pour les valeurs du Sof-Lex® en fonction du praticien
- **Annexe 7** : Tests de Fischer et de Student pour les valeurs du Kompoline® en fonction du praticien
- **Annexe 8** : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline® en fonction du praticien

Introduction

Les résines composites sont aujourd'hui largement plébiscitées pour la réalisation de restaurations directes. En effet, elles sont utilisées dans 95% des restaurations dentaires antérieures et 50% des restaurations dentaires postérieures (54). Les résines composites possèdent des propriétés mécaniques et esthétiques de plus en plus performantes, grâce notamment à l'évolution de la chimie de la phase résineuse mais également grâce à l'augmentation de la teneur en charges. Les composites directs majoritairement utilisés aujourd'hui sont des composites microhybrides ou microhybrides nano-chargés.

Actuellement, quand une restauration composite est envisagée, le débat porte majoritairement sur le choix des matériaux et sur la technique de stratification. La finition et le polissage des composites, souvent réalisés très rapidement en fin de séance, restent les étapes les plus négligées. Si les protocoles de stratification des composites sont aujourd'hui bien codifiés, aucun consensus n'existe, à l'heure actuelle, pour le polissage des composites. Par ailleurs, il est nécessaire de corrélérer le système de polissage à la nature du composite utilisé.

En 2017, une thèse de revue de la littérature sur le polissage des composites a été réalisée à l'Université de Bordeaux. La thèse conclut que le système majoritairement étudié et utilisé dans la pratique est le système de disques diamantés Sof-Lex® fabriqué par l'entreprise 3M. D'après ces études (2 à 24), le Sof-Lex® permet d'obtenir la surface la moins rugueuse.

En revanche peu d'études font mention du respect de l'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration. Le polissoir idéal doit certes permettre de lisser et polir la surface en composite, mais il doit être suffisamment sélectif pour préserver au maximum l'émail adjacent.

L'objectif de ce travail de thèse est de comparer deux séquences de polissage, le Sof-Lex® de chez 3M au polissoir Kompoline® de chez Komet, conçu pour optimiser le polissage du composite tout en préservant les tissus adjacents.

Une étude *ex-vivo* a été réalisée sur dents avulsées. L'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration a été observée au microscope numérique. Ce travail de recherche a pour but d'objectiver le délabrement dentaire généré par les séquences de polissage actuellement plébiscitées et d'étudier si les nouveaux systèmes commercialisés préservent davantage les tissus dentaires tout en permettant un polissage efficace du composite.

Partie 1 : La finition et le polissage des résines en composite

I. Les résines composites utilisées en technique directe

1. La composition des composites (30 et 55)

Le terme “composite” désigne le fait d'utiliser différents éléments ensemble. Un matériau composite est donc un matériau hétérogène. Chaque composant lui apporte des propriétés, le but étant de combiner les différents avantages des matériaux tout en neutralisant les défauts. En résumé, le composite est constitué de plusieurs corps d'origines et/ou de natures différentes dont les qualités sont supérieures à celles de chaque composant pris individuellement.

La résine composite dentaire (ci-dessous nommée composite) est décrite en 1981 par Phillips (56) comme un matériau d'obturation esthétique se composant d'une combinaison tridimensionnelle d'au moins deux substances chimiques différentes, avec entre elles une substance de liaison (25). La première partie de la résine est la phase ou matrice organique résineuse qui permet au composite d'être inséré en phase plastique et de durcir in situ. Cependant, elle présente une faible résistance mécanique, une forte rétraction de prise et un coefficient d'expansion thermique important. Ensuite, la phase inorganique, représentée par les charges minérales, possède des propriétés esthétiques et mécaniques très satisfaisantes. Enfin, un agent de couplage appelé également liant relie ces deux phases entre elles par un procédé de silanisation (55).

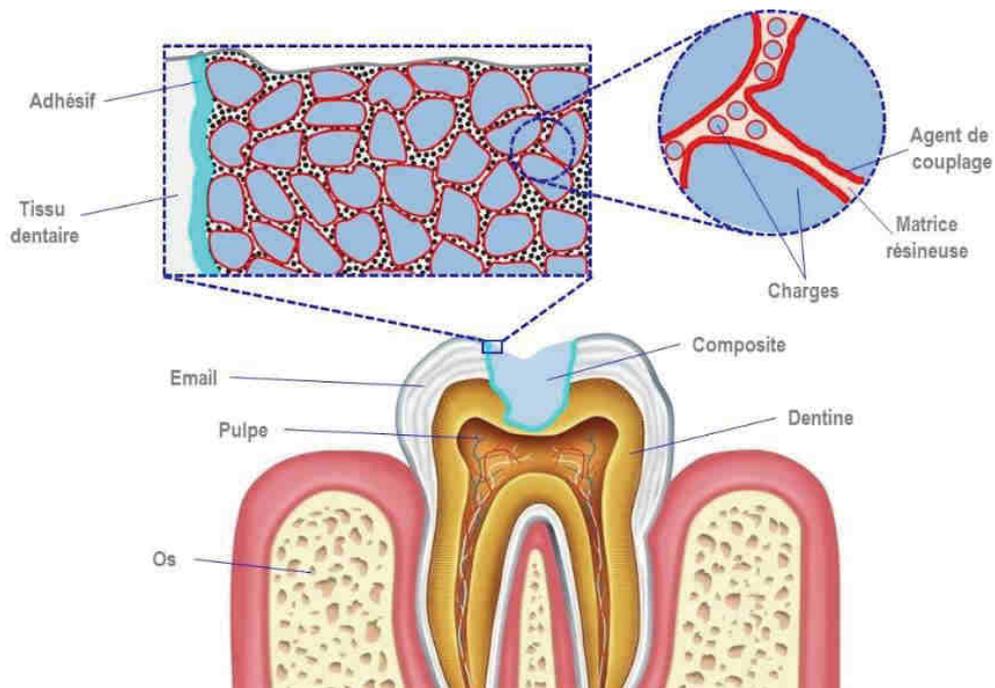


Figure 1 : Représentation schématique des trois éléments constituant la résine composite, selon Frédéric Chaput & Anne-Charlotte Faure (26)

A. La matrice organique

La phase résineuse ou dispersante ou continue, appelée également matrice organique, représente entre 25 à 50% du volume total du composite. Le pourcentage varie selon le composite utilisé.

Elle est principalement composée par des résines matricielles et des contrôleurs de viscosité. Les résines matricielles peuvent être représentées par le Bis-GMA dans 90 à 95% des cas, mais également par le diméthacrylate de diuréthane (UDMA) ou une association des deux. Ce sont des composants chimiquement actifs permettant une compatibilité entre les différents composites mais aussi avec les adhésifs. Une réaction d'addition, la polymérisation, transforme ces monomères fluides en un polymère rigide permettant d'utiliser les résines composites en restauration directe.

Les monomères de Bis-GMA et de diméthacrylate d'uréthane ont un poids moléculaire élevé qui leur confère une viscosité très importante, 1200 PI pour le Bis-GMA et 23 PI pour l'UDMA. L'addition d'une trop grande quantité de charges

provoque la formation d'un matériau de consistance trop épaisse pour que l'utilisation en clinique soit possible. Par conséquent, pour compenser ce problème, des monomères de faible viscosité sont ajoutés. Ce sont par exemple les contrôleurs de viscosité ou les diluants. Ils servent à fluidifier le composite afin qu'il puisse être compacté à l'intérieur de la cavité de restauration avant qu'il ne devienne rigide.

Le procédé par lequel le passage de la résine composite de faible viscosité à un matériau dur se fait, est la polymérisation de la matrice résineuse. Il existe la chémozopolymérisation et la photopolymérisation. Actuellement la plupart des résines composites sont photopolymérisables, c'est à dire que la réaction est initiée par des photons appartenant au domaine de la lumière visible. Pour éviter que la polymérisation ne soit trop rapide, des inhibiteurs de prise sont ajoutés, augmentant ainsi le temps de travail.

Des pigments sont également présents dans la phase organique pour favoriser l'intégration esthétique de la restauration. Ils permettent de se rapprocher au maximum de la teinte de la dent afin que la restauration soit le moins visible possible. Il est important qu'ils soient le plus stables possible dans la durée pour garantir une restauration conservant sa couleur initiale le plus longtemps possible. Les agents fluorescents servent à reproduire la fluorescence naturelle des tissus dentaires. Enfin, la radioopacité des restaurations est assurée par les oxydes de métaux ainsi que les pigments.

B. La phase minérale

La proportion de la phase minérale peut atteindre plus de 75% du volume de la composition de la résine composite chez certains types de composites. Elle est composée d'une phase dispersée contenant des particules appelées charges. Elles peuvent être minérales, organiques ou organo-minérales. Elles renforcent le matériau en influant les propriétés physico-mécano-chimiques et la stabilité dimensionnelle du composite. A l'intérieur de la résine, la taille, la nature et la quantité des charges sont modulées pour obtenir des qualités optimales. La phase minérale compense les inconvénients de la matrice organique : plus la proportion des charges est augmentée, plus les propriétés mécaniques sont bonnes (30).

Cependant, l'augmentation du pourcentage des charges minérales présente une limite car cela augmente la viscosité. Or, si la viscosité du composite est trop importante, il est difficilement manipulable. En outre, la facilité de manipulation est une qualité importante pour une résine composite dentaire.

Actuellement, les charges contenues dans la phase inorganique des composites ont une taille variable de 0,002 μm à 50 μm . La diminution de la taille des particules entraîne une amélioration des propriétés physico-mécano-chimiques du composite (30). En effet, le fait d'avoir des charges de petite taille permet d'en incorporer davantage et donc d'optimiser les propriétés mécaniques. Cela engendre également une augmentation de la résistance à l'usure, diminue l'abrasivité par rapport aux autres dents et présente un avantage esthétique. De surcroît, plus les charges sont petites, plus le composite est facile à polir. Cependant plus la diminution de taille est importante, plus la surface développée augmente et plus le matériau a une viscosité élevée. Or, pour que le composite soit utilisable en clinique, la viscosité se doit de rester suffisamment faible. L'ajout de microcharges est donc limité. Pour résoudre ce problème, le couplage entre des charges de différentes tailles (micro- et nano-charges) a été envisagé.

Pour obtenir un composite avec une quantité élevée de charges, la meilleure solution est d'utiliser des granulométries différentes. De ce fait, l'espace laissé par les grandes charges est comblé par les charges de tailles inférieures. Actuellement, le matériau le plus répandu est le composite nano-hybride ou composite microhybride nano-chargé composé de micro-charges et de nano-charges. Cela permet d'obtenir des propriétés physico-mécano-chimiques optimales.

C. L'agent de couplage organo-minéral : le silane

Pour rappel, un matériau composite est une somme de deux entités combinées afin de potentialiser leurs qualités tout en neutralisant leurs défauts. En outre, pour parvenir à cela, une liaison forte et durable est nécessaire entre la phase minérale et la phase organique. C'est le rôle des agents de couplage.

La mise en commun de la matrice organique et de la phase inorganique ne permet pas de créer une liaison chimique entre les deux. L'agent de couplage, nécessaire à la liaison entre la phase résineuse et la matrice minérale, est donc indispensable. L'agent de couplage utilisé est une molécule bipolaire appelée le silane. Ce dernier permet une stabilité du matériau grâce à des propriétés physico-mécano-chimiques améliorées. Plus les charges seront silanisées, plus le composite crée des liaisons avec la matrice organique et plus le composite est stable. En d'autres termes, plus les charges ont d'affinité pour la résine, meilleures sont les propriétés mécaniques (57).

2. La classification des composites

Les composites ont été répartis en différentes catégories selon leur propriétés physico-mécano-chimiques afin d'utiliser le bon composite pour la bonne indication.

A. Selon leur viscosité

La viscosité des composites est différente en fonction de la quantité ou de la taille des charges. La viscosité des composites peut être fluide, moyenne ou compacte. D'après la morphologie de la cavité, l'une ou l'autre viscosité est sélectionnée. En effet, la facilité de mise en place du matériau est fortement corrélée à la viscosité du composite.

De plus, la viscosité influe la capacité de la résine à s'étaler, la facilité pour la mise en forme mais aussi son adhérence aux tissus dentaires. Ainsi, le temps opératoire et surtout la pérennité de la restauration sont intimement liés à la viscosité du matériau. (58 à 65).

B. Selon leur mode de polymérisation

Lors d'une restauration directe en composite, le passage de l'état de résine en phase plastique (modulable à l'intérieur de la cavité) à un état solide (indéformable), est la polymérisation. Il existe différents types de polymérisation, la chémo-polymérisation et la photopolymérisation. Cette dernière est la plus utilisée de nos jours pour réaliser des restaurations en technique directe.

C. Selon l'indication clinique requise

L'indication clinique varie en fonction des charges présentes dans le composite. Ci-dessous, le tableau reprend les principales indications cliniques et les composites associés. Par ailleurs, actuellement, la majorité des composites sont microhybrides ou microhybrides nano-chargés. En effet, leurs propriétés esthétiques sont aussi bonnes que leurs « ancêtres » tout en ayant de meilleures propriétés mécaniques.

Indication	Composite indiqué
Restauration de fond de cavité ou de collet	Composite flow, faiblement chargé
Restauration antérieure	Composite micro-chargé, 50% de charges
Restauration postérieure (ou antérieure)	Composite micro-, nano-hybride, 70% de charges

Figure 2 : Tableau classifiant les composites selon l'indication clinique

D. Selon leur teneur/taille en charge

Les composites diffèrent par la taille et donc la masse de charges présentes. La communauté scientifique s'accorde pour dire que plus le taux de charges d'une résine composite est élevé, plus ses propriétés mécaniques sont optimales (66 à 68) et (41 à 43).

Par conséquent, des restaurations faites avec des composites hautement chargés auraient une meilleure pérennité. Cependant, certaines indications cliniques nécessitent l'utilisation d'un matériau plus fluide. Pour rendre la résine plus fluide, l'une des techniques consiste à diminuer le taux de charge or cela diminue inéluctablement les avantages du point de vue mécanique. Pour y remédier, la taille des charges a été diminuée. Ainsi, leur quantité dans le composite est augmentée et les propriétés mécaniques sont améliorées tout en conservant une fluidité permettant la mise en forme du composite dans la cavité.

Nom de la charge	Taille de la Charge
Macro-charges	10 à 100 μm
Midi-charges	1 à 10 μm
Mini-charges	0,1 à 1 μm
Micro-charges	0,01 à 0,1 μm
Nano-charges	0,002 à 0,07 μm (2 à 70 nm)

Figure 3 : Tableau classifiant les différentes charges selon leur taille

Vers 1960, les composites macro-chargés sont les premières résines à être mises sur le marché. Ils sont aussi appelés composites traditionnels. Leur viscosité est moyenne et leur mode de polymérisation est à activation chimique. Ils sont composés de macro-particules de verre, quartz ou céramique mesurant de 1 à 40 μm . Le taux de charge est compris entre 60 et 80% du volume de la résine. A ce jour, ils ne sont plus utilisés car malgré leur bonne résistance mécanique, ils présentent un état de surface passable, peu propice au polissage.

Les composites micro-chargés quant à eux apparaissent dans les années 70 avec le développement de la photopolymérisation. Ces composites contiennent des microcharges de silice organique d'une taille de 0,04 μm et dont le taux s'élève à 40% du volume. La petite taille des particules engendre un état de surface du matériau acceptable, la résistance à l'usure est supérieure et ces composites ne sont pas abrasifs pour les dents antagonistes. La viscosité de ces composites peut être fluide, moyenne ou compacte.

Cependant, malgré l'incorporation de charges pré-polymérisées (10 à 50 μm) contenant les microcharges, il est impossible d'obtenir des propriétés mécaniques suffisantes. Longtemps réservé à la restauration des dents antérieures, ne subissant que des contraintes de flexion, ce type de composite est aujourd'hui abandonné.

En 1990, des composites micro-chargés renforcés ont été mis au point. Ils possèdent les mêmes composants que les composites micro-chargés mais le taux de charge est plus important. En effet, les microparticules représentent 50% du volume de la résine composite micro-chargée renforcée.

Dans les années 1980, des matériaux hybrides sont mis au point. Leur viscosité, comme celle des composites micro-chargés peut être fluide, moyenne ou compacte. Ils sont composés de microparticules et macroparticules de différentes morphologies. Ils présentent des qualités mécaniques optimales et l'état de surface est convenable. En effet, ils combinent les avantages des microparticules et des macroparticules. Ce type de composite peut être subdivisé en deux catégories selon la taille de la macro-charge :

- Les **composites hybrides à midiparticules** : ce sont les premiers composites hybrides développés. Ils sont composés de microcharges de Silice mesurant 0,04 μm et de midicharges de verre dont la taille peut varier de 1 à 15 μm . Leur taux de charge est compris entre 65 et 77% du volume. Les composites aux charges plus petites sont préférés à ceux présentant des charges moyennes (5 à 10 μm).
- Les **composites hybrides à miniparticules** : ils sont plus récents, sont apparus au début des années 1990 et ont été améliorés tout au long de la décennie. Ils sont composés de minicharges allant de 0,4 à 0,7 μm et toujours de microcharges de Silice dont la taille est de 0,04 μm . Le taux de charges moyen varie entre 40 à 70% du volume. Grâce à la diminution de la taille des particules, un meilleur contrôle de la distribution des tailles de particules est possible. Le pourcentage de charges est ainsi plus élevé et confère à la résine une haute résistance à la compression et un état de surface satisfaisant.

3. L'évolution des composites

Afin de toujours améliorer les matériaux, la nanotechnologie a été développée. Le but est de réaliser des restaurations en composite avec une meilleure longévité. Cette nouvelle technologie a permis d'augmenter de façon considérable les qualités des résines. Les charges étant beaucoup plus petites, l'esthétique, l'état de surface, la résistance à l'usure et la possibilité de polir sont augmentés. De surcroît, l'agencement des nanoparticules permet d'augmenter le pourcentage de charges. En outre, les propriétés physico-mécano-chimiques des composites sont améliorées. Ces derniers ont été perfectionnés au fil du temps pour optimiser leur qualité et leur intégration esthétique.

Cependant, il est important de noter que, quel que soit le matériau, la pérennité de la restauration est grandement corrélée à la bonne mise en œuvre du protocole clinique. Le consensus scientifique établissant le protocole clinique se base sur la composition des différents tissus dentaires. L'intérêt de l'étude étant d'étudier l'intégrité de l'émail après polissage, seule la composition de l'émail est étudiée dans la suite de l'exposé.

II. La composition de l'émail

L'émail est une structure très minéralisée, non innervée d'environ 2,5 mm d'épaisseur au niveau des cuspidés. Cette épaisseur diminue progressivement jusqu'à la jonction amélo-cémentaire (37). Il est d'origine épithéliale, contrairement à la dentine ou au cément, qui sont des structures d'origine mésenchymateuses. Cela implique qu'il ne peut pas être remplacé s'il est détruit, car l'épithélium disparaît lors de l'éruption, empêchant ainsi la formation d'émail. C'est pourquoi, il est primordial de le préserver au maximum lors de la pratique de la dentisterie restauratrice.

L'émail se compose à environ 96% de substances inorganiques qui sont des phosphates de calcium, réunis en cristaux d'hydroxyapatite qui se présentent sous la forme de monocristaux hexagonaux, légèrement aplatis. Cela correspond à la phase minérale.

A cela, il faut ajouter 4% d'eau, qui conditionne les échanges physiques et permet la translucidité de la dent, et 0,5% de matière organique (33). Cette dernière potentialise la résistance à la fracture (27,28). La phase organique contient de l'amélogénine et d'autres protéines. La matière organique et l'eau sont présentes dans les espaces intercrystallins.

1. Les structures primaires de l'émail

A. L'émail aprismatique

Il existe deux sortes d'émail : l'émail prismatique et l'émail aprismatique. Ce dernier correspond à la couche extérieure de l'émail, mais il est également retrouvé au niveau de la jonction amélo-dentinaire. Il est très présent au niveau des dents temporaires, mais l'est beaucoup moins à la surface des dents permanentes. Les cristaux sont semblables et parallèles entre eux, mais perpendiculaires à la surface de la dent (39).

B. L'émail prismatique

L'émail prismatique est une structure organisée, constitué de trois grandes structures : le prisme, la structure interprismatique et la gaine du prisme (40).

i. Le prisme

L'élément constitutif de l'émail est le monocristal d'hydroxyapatite, à l'intérieur duquel les atomes sont organisés en réseau. Le prisme correspond à plusieurs cristaux, reliés entre eux, et constitue l'unité morphologique de l'émail. C'est un long cordon minéralisé de diamètre de 6 à 10 μm sur une dent permanente. Il s'étend de l'émail de la jonction amélo-dentinaire à la surface. Les cristaux d'hydroxyapatite sont parallèles entre eux et parallèles au grand axe du prisme. Les prismes ondulent en globules tous les 4 à 5 μm et constituent, en microscopie optique, des structures appelées des striations transversales. Elles correspondent à l'empilement des globules de sécrétion pendant l'amélogénèse selon un rythme circadien. Le diamètre du prisme correspond ainsi au diamètre de l'améloblaste qui s'est rétracté.

ii. La substance interprismatique

La substance interprismatique se trouve entre les prises d'émail. Comme au niveau du prisme, les cristaux sont parallèles entre eux. Cependant, l'orientation des cristaux est de 45° par rapport à l'axe du prisme.

iii. La gaine du prisme

Entre les deux structures citées ci-dessus, il existe une zone d'interface faiblement minéralisée, appelée la gaine du prisme. Son diamètre est de l'ordre de 1000 \AA au moment de l'éruption dentaire mais cet espace diminue avec la minéralisation post-éruptive. Au niveau de l'émail mature, cette gaine est un espace intercrystallin virtuel.

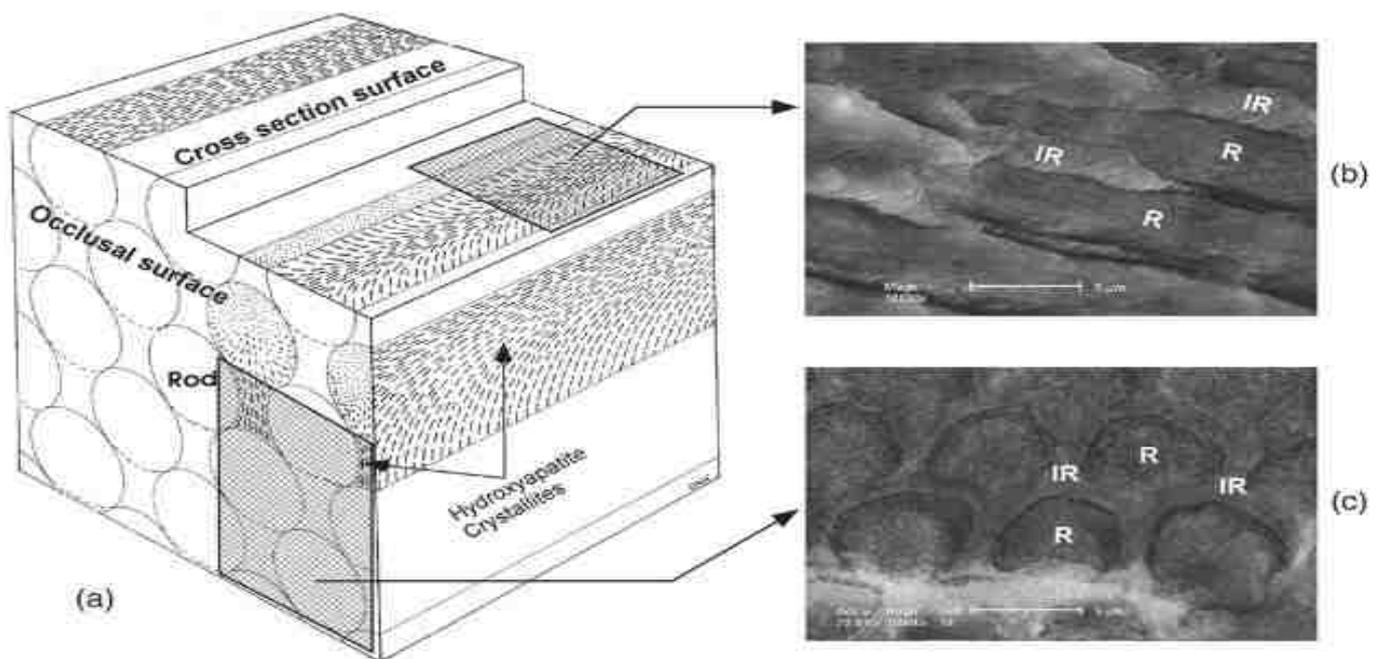


Figure 4 : (a) : Schéma représentant l'organisation de l'émail ; (b) & (c) : observation au microscope électronique à balayage (MEB) des différentes faces. R : émail prismatique et IR : émail interprismatique. Schéma issu de l'article Analyse mécanique et optimisation géométrique de la dent restaurée par méthode indirecte de Kyo Shindo

2. Les structures secondaires de l'émail

La surface de la dent n'est pas plane, il existe des reliefs naturellement présents au niveau de la dent. Par exemple, les périkyrmies, bandes de 40 µm de largeur et parallèles entre elles, qui correspondent à une variation du rythme d'apposition de l'émail. Elles sont observables à la surface de l'émail, sur toute la hauteur de la couronne, chez le sujet jeune. Elles correspondent à l'aboutissement des stries de Rétzius. Ces reliefs ont tendance à diminuer au cours du temps. En effet, la dent devient plane avec l'âge ou de manière iatrogène, lors du polissage par exemple. Pourtant, ces reliefs jouent un rôle important dans l'esthétique car ils permettent le bon réfléchissement de la lumière. Les différentes structures constitutives de l'émail doivent donc être au maximum conservées lors de la réalisation de la restauration. Il convient dès lors de réaliser le polissage et la finition du composite de manière sélective pour minimiser l'impact de ces dernières étapes sur l'émail. Cependant, afin de garantir une longévité optimale de la restauration, les étapes de polissage et de finition du composite sont indispensables et ne peuvent pas être oubliées.

III. Les propriétés mécaniques et le vieillissement des restaurations composites

1. Les propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques d'une restauration en composite doivent se rapprocher au maximum de celles de l'émail et de la dentine. Il est important de noter que les propriétés mécaniques sont tributaires de différents facteurs. D'une part, il existe les facteurs intrinsèques qui sont liés à la qualité et au type du matériau utilisé. Notamment, la nature des charges et des monomères, la capacité d'absorption de l'eau ou encore la qualité des liaisons entre les charges et la matrice (69 et 79).

D'autre part, le praticien peut contrôler les facteurs extrinsèques tels que le mode de photopolymérisation, le respect du protocole et une qualité de la finition et du polissage optimale. (69 à 76). Tout d'abord, il convient de procéder à une mise en œuvre clinique respectant les principes de collage. En outre, il ne faut pas incorporer de bulles ou de porosités à l'intérieur de la masse de composite. En effet, une bulle, correspondant à une présence d'oxygène, inhibe la polymérisation (29).

Une restauration dont la polymérisation est incomplète, voit ses propriétés mécaniques diminuer de manière importante. Les porosités quant à elles, représentant un défaut dans la structure, empêchent la répartition des contraintes dans l'ensemble du matériau. Les contraintes sont ainsi localisées au niveau de ces zones de faiblesse et le risque de fracture est grandement augmenté.

A. L'absorption d'eau et la solubilité

L'absorption d'eau entraîne des variations dimensionnelles du composite ainsi que des colorations. Par conséquent, la mesure de la capacité d'un matériau à résister à l'absorption d'eau, participe à l'évaluation clinique de ce dit matériau. Les molécules d'eau, mesurant 0,158 nm, peuvent diffuser à l'intérieur des polymères puisque les chaînes de ces derniers sont espacées de la matrice résineuse de 0,4 nm. De plus, les polymères absorbent l'eau à différents degrés selon la microstructure du composite. Plus les résines composites sont chargées, plus l'absorption d'eau est faible. L'intrusion d'eau entraîne une hydrolyse du silane, une décohésion des charges, une promotion de micro-fissures et par conséquent une diminution des propriétés mécaniques. D'autre part, la dureté du composite est diminuée par l'absorption d'eau. De surcroît, le retrait de polymérisation, associé à l'absorption d'eau, constitue un chemin de diffusion. Cela permet alors aux micro-fissures de se propager et la dégradation est d'autant plus rapide. L'absorption d'eau est plus élevée avec des substrats hydrophiles qu'avec des substrats hydrophobes.

B. La stabilité chromatique

La stabilité chromatique est liée à l'absorption d'eau (45). En effet, si le composite est sujet à l'absorption d'eau, il l'est aussi à l'absorption des pigments comme le thé ou le café par exemple. La coloration du composite ou la diminution de la translucidité est plus rapide si l'absorption hydrique est grande. Le changement de teinte d'un composite est engendré par une altération de la stabilité de la teinte, de la coloration et une diminution de la translucidité. Un changement de teinte du composite engendre son renouvellement car l'esthétique du composite est une propriété importante.

C. Le coefficient d'expansion thermique

Le coefficient d'expansion thermique de l'émail est de $11,4 \text{ ppmK}^{-1}$ et celui de la dentine de $8,3 \text{ ppmK}^{-1}$. Le coefficient d'expansion thermique du composite devrait donc idéalement être d'environ 10 ppmK^{-1} car cela constitue une valeur moyenne entre celles de l'émail et de la dentine. Cependant, il est en réalité supérieur à cette valeur. Les composites les moins chargés présentent des valeurs de coefficient d'expansion thermique plus élevées. Inversement, plus le composite est chargé, plus son coefficient d'expansion thermique est proche de la valeur moyenne des coefficients d'expansion thermique de l'émail et de la dentine (30). Si le composite s'expand de manière plus importante que les dents lors des changements de température, des contraintes à l'intérieur de la dent sont créées. Cela augmente le risque de fracture et le composite présente alors une longévité réduite.

D. La résistance à la compression, la traction et la flexion (26 et 30)

La résistance à la compression est une valeur facilement mesurable *in vitro* mais doit être relativisée. En effet, en réalité, le composite est plutôt soumis à la traction. Cependant, la mesure de cette force est plus compliquée à mettre en place que celle de la compression. Les composites présentent une flexion car ils sont composés d'une matrice résineuse. A l'inverse, plus le composite est chargé :

- Moins il y a de contraction à la polymérisation
- Plus la dureté est importante
- Moins l'absorption d'eau et la solubilité sont présentes
- Plus il est résistant à la rupture
- Moins il est résilient et moins il y a de déformation avant la rupture
- Meilleure est la stabilité chromatique

La résistance à la flexion d'une restauration en occlusale doit être 80 MPa tandis que celle des autres restaurations doit être de 50 MPa. La résistance idéale des composites devrait être de 10 000 MPa mais peu de composites atteignent une telle valeur.

E. La ténacité ou la résistance à la fissuration (30)

La ténacité est la propriété traduisant la capacité d'un matériau à s'opposer à la propagation de craquelures (31). Ces dernières accélèrent le vieillissement et diminuent les propriétés mécaniques. Les restaurations peuvent se fissurer ou se fracturer. En présence de micro-fractures, le composite est plus fragile et vieillit donc plus rapidement.

F. Le Module de Young ou le module d'élasticité (30)

Le Module de Young est caractérisé par le rapport de la contrainte sur la déformation. Plus ce rapport est élevé, plus le matériau est rigide. Il permet l'appréciation du comportement d'un matériau soumis à des contraintes. La valeur du module d'élasticité correspond à la force à partir de laquelle le matériau est déformé. Il est dans un premier temps déformé de manière réversible, puis de manière irréversible. Une valeur élevée du Module d'Young est intéressante car si le matériau se déforme, il exerce des contraintes sur les parois de la cavité, engendrant un risque de fracture. Encore une fois, plus les charges sont nombreuses, meilleures sont les propriétés mécaniques et plus élevé est le module d'Young. Notons cependant qu'une valeur faible du module d'Young peut être intéressante, par exemple, dans le cas d'une restauration de classe 5 de Black car elle est ainsi capable de se déformer sous les contraintes appliquées aux dents et donc de diminuer le risque d'expulsion de la restauration (26).

G. La résistance à la fatigue (30)

Les contraintes cycliques notamment dues au cycle masticatoire ou à des para-fonctions engendrent des microtraumatismes. La résistance à la fatigue est la capacité de la restauration à supporter ces contraintes mécaniques sans engendrer de fracture de fatigue. Ces dernières sont surtout présentes en occlusal.

H. La dureté (30)

La dureté dépend de la ductilité, de la malléabilité et de la résistance à l'abrasion et à la coupure. Cela correspond à la capacité d'un matériau à résister au stress généré par les contraintes de mastication sans se déformer. En d'autres termes, c'est une propriété mécanique de surface qui définit la résistance à la pénétration d'un matériau ou à la déformation permanente par unité de surface. Elle est déterminée en calculant l'enfoncement d'un corps dans le matériau sous l'effet de l'application d'une charge déterminée.

I. La résistance à l'usure

L'usure a longtemps été considérée comme le point faible majeur des restaurations directes. En effet, selon les études cliniques de Manhart & coll., l'usure fait partie des principales causes d'échec (32). L'usure intervient principalement dans les zones molaires, dans le cas de cavités de taille importante dans des zones de contact occlusal, car les forces masticatoires sont plus importantes. Lorsque la taille des charges diminue, l'usure diminue également car la perte d'une charge de grande taille engendre une usure plus rapide qu'une perte d'une charge de petite taille. Cependant, le risque de déformation est plus élevé, car le Module de Young est faible dans le cas de composites comportant des charges de petite taille. Ceci est utile pour les restaurations de classe V pour lesquelles le risque de fracture apparaît avec un matériau ayant un E élevé.

La principale cause du renouvellement d'une restauration en composite est la récurrence de carie. Cette dernière peut être en relation, entre autres, avec des mauvaises propriétés mécaniques ou physiques. Le rôle du praticien pour diminuer ces paramètres est fondamental. Il est primordial de suivre rigoureusement le protocole pour que le vieillissement du composite ne soit pas trop rapide. En revanche, la récurrence carieuse intervient toujours au niveau du joint dent-restauration. Le maintien de l'intégrité de cette zone doit être préservée grâce à une hygiène bucco-dentaire irréprochable de la part du patient et des polissages réguliers des restaurations en composite par le chirurgien-dentiste afin de contrer les effets du vieillissement.

Propriété	Intérêt clinique
Absorption d'eau	Une forte absorption d'eau diminue la pérennité du matériau
Stabilité chromatique	Plus la stabilité chromatique est grande moins le composite se colore
Coefficient d'expansion thermique	Il doit être le plus proche possible de la valeur moyenne des coefficients d'expansion thermique de l'émail et de la dentine.
Résistance à la compression, traction ou flexion	La résistance à la compression n'est pas réellement corrélée aux propriétés cliniques d'un composite. (44) Les contraintes en traction sont parmi les causes les plus fréquentes de fracture d'une restauration en composite. (44) Une résistance à la flexion élevée est primordiale pour que le composite puisse supporter les forces masticatoires en cas de restauration postérieure.
Ténacité	Plus la ténacité du matériau est faible, plus il existe de risques pour le composite de se fracturer (34)
Module d'élasticité ou Module de Young	Plus le Module de Young du composite est élevé, moins il est susceptible de se déformer. Un module de Young élevé est intéressant dans le cas d'une restauration de volume important alors que dans le cas d'une restauration de petite taille, une valeur faible est préférée.
Résistance à la fatigue	
Dureté	Plus la dureté du matériau est grande, plus le matériau est résistant. Cependant, cela augmente la difficulté de mise en œuvre du polissage.
Résistance à l'usure	L'usure est une cause prépondérante d'échec de restaurations, une résistance à l'usure élevée est donc recherchée
Aptitude au polissage	Pour une restauration optimale, il faut une bonne aptitude au polissage.

Figure 5 : Tableau résumant l'influence des caractéristiques du composite sur les propriétés mécaniques inspiré du travail de thèse de Frédéric Chapus & Anne-Charlotte Faure (26)

2. Le vieillissement

Dès la fin de la mise en œuvre clinique la restauration directe en composite est soumise à différentes contraintes dispensées par le contact avec les joues, la langue, les dents antagonistes, les aliments, la brosse à dents... A ceci s'ajoutent d'éventuelles para-fonctions et l'action chimique de l'acidité apportée par l'alimentation. Tous ces rapports avec le composite affectent sa surface. Le temps engendre un vieillissement qui lui-même engendre une diminution des propriétés mécaniques, notamment au niveau de la dentine.

Pour une longévité optimale, le composite doit être capable de résister à l'absorption d'eau, la solubilité, la traction, la fissuration, la déformation, la fatigue, la pénétration et l'usure. La stabilité dépend également de la contraction de polymérisation et du coefficient d'expansion thermique.

A. Les effets de l'alimentation

L'apport alimentaire diminue le pH intra-buccal. Un pH faible favorise la dégradation du composite, diminuant ainsi les propriétés mécaniques et la longévité de la restauration. Un brossage immédiat après un apport acide augmente considérablement la rugosité du composite (46). En effet, l'acidité diminuant la dureté et la résistance à l'usure de la résine, le brossage attaque le composite et le rend rugueux. Il faut donc attendre 30 minutes entre la diminution du pH et le brossage. L'exposition à l'acide augmente également la sensibilité à la coloration du composite. Enfin, le composite étant plus rugueux, ce dernier constitue un facteur de rétention de plaque, augmentant le risque de caries secondaires et diminuant la longévité du composite.

B. Le brossage (77)

Le brossage dentaire, bien qu'étant une pratique d'hygiène indispensable, représente une contrainte mécanique et chimique endommageant la surface de la restauration en composite. Une contrainte mécanique, du fait de l'action des poils de la brosse à dents et de la force exercée lors du brossage sur la résine. Une

contrainte chimique, de part l'action du dentifrice qui est composé entre autres de carbonate de calcium et de silice. L'augmentation de la rugosité rend le composite plus propice à la coloration, à l'accumulation de plaque, à l'inflammation des tissus mous et augmente le risque d'apparition de caries secondaires. Il doit par conséquent être plus rapidement renouvelé. Cette augmentation de la rugosité est d'autant plus importante que le brossage est fréquent et effectué avec une force importante.

C. Le joint dent-restauration

La pérennité de la restauration dépend très fortement du joint entre le composite et la dent. Ce dernier est impacté en cas de porosités mais il peut également être dégradé par différents facteurs extrinsèques ou intrinsèques.

i. Les facteurs de dégradation exogènes

- Les **contraintes physiques** qui sont mécaniques pendant les cycles masticatoires et thermiques lors des variations de température. Le coefficient d'expansion thermique étant différent entre le composite et les tissus dentaires, l'augmentation de la température engendre des contraintes au niveau de la bordure de la restauration.
- L'**hydrolyse** qui dégrade la résine de collage. L'hydrolyse correspond à la modification d'un composé par fixation d'une molécule d'eau. Elle peut être due à l'infiltration de l'eau, permise par des hiatus entre le composite et les tissus dentaires, ou à la présence d'eau résiduelle dans la restauration. L'eau engendre la dégradation de la résine, la matrice de collagène est alors peu à peu exposée et peut à son tour être dégradée.
- Le **nanoleakage** qui correspond à des microporosités dans la couche hybride permettant la diffusion d'ions et de molécules. Dans le cas d'un collage avec un système d'adhésif auto-mordant en un temps (SAM1), la couche hybride se comporte comme une membrane semi-perméable (78), générant une dégradation précoce de la couche hybride.

ii. Les facteurs de dégradation intrinsèques

Les fibres de collagène non enrobées par la résine de collage peuvent être dégradées par des enzymes protéolytiques d'origine endogène. Ces dernières sont activées par la déminéralisation des tissus lors d'attaques acides ou en présence d'une lésion carieuse.

IV. La finition et le polissage du composite

1. L'intérêt biologique de la finition et du polissage

Une irrégularité est potentiellement à l'origine de zones de faiblesses mécaniques diminuant la qualité d'un matériau. La dégradation d'une surface non polie est nettement supérieure à celle d'une surface polie. Ainsi, la finition et le polissage de la résine composite sont des étapes clés dans la restauration.

Initialement, les composites étaient constitués de macro-charges. Ces dernières ayant pour la plupart une taille de 1 μm , les composites présentaient une surface difficile à polir et ont donc été qualifiés de peu esthétiques. Les nouveaux composites présentent des charges plus petites. En plus d'améliorer les propriétés mécaniques, ils permettent un polissage plus facile et un meilleur rendu esthétique. Les composites nano-hybrides permettent d'obtenir une surface plus lisse après polissage, génèrent un retrait de polymérisation moindre, une meilleure stabilité de teinte et donc un rendu esthétique et une longévité très satisfaisants.

Le succès clinique d'un composite dépend de la qualité de surface de la résine. La finition et le polissage influent donc la longévité et l'esthétique de la restauration en permettant un état de surface optimal. Pour mesurer l'efficacité d'un polissage de composite, il convient de mesurer la rugosité qui est définie par la Rugosité Moyenne Arithmétique (Ra) et qui doit tendre vers 0,2 μm (35). En effet, une rugosité supérieure conduit à l'augmentation de la plaque dentaire et subséquemment, à l'augmentation du risque d'apparition de caries et de maladies parodontales. Il est dès lors nécessaire d'obtenir cette valeur seuil de 0,2 μm . Pour cela, il convient d'utiliser des instruments spécifiques et adaptés au matériau en travaillant de

manière progressive. Afin d'être efficace, le système utilisé doit être composé de particules abrasives plus dures que les particules présentes dans le composite (1). En effet, si ce n'est pas le cas, seule la matrice résineuse est éliminée, laissant ainsi les charges en saillie. La surface est donc toujours rugueuse malgré le recours à la finition et au polissage. Le polissage se réalise en plusieurs étapes :

- Le **contourage** qui permet d'obtenir une restauration avec une morphologie en adéquation avec la dent qu'elle restaure. Pour reproduire l'anatomie dentaire le plus fidèlement possible, des fraises diamantées à bague rouge ou des disques à polir de grande granulométrie sont utilisés.
- Lors de la **finition**, il s'agit de supprimer tous les excès de résine mais aussi la couche dont la polymérisation a été inhibée par l'oxygène. La face occlusale va être sculptée en précisant les sillons et l'anatomie de la restauration. Des bagues diamantées à bague jaune ou des disques présentant une granulométrie légèrement plus fine peuvent être utilisés.
- Le but de l'étape de **polissage** est de supprimer toutes les irrégularités présentées par la surface de la résine. La rugosité est ainsi diminuée au maximum. A ce stade, il convient d'utiliser des polissoirs en caoutchouc ou des disques à polir à grains fins.
- Le **brillantage** qui donne un aspect brillant et naturel. Il peut être réalisé avec des polissoirs en caoutchouc ou des disques à granulométrie extra-fins.

À la fin du processus, la restauration doit avoir un état de surface et une brillance équivalents à ceux de l'émail. Toutefois, il est intéressant de noter que pendant la procédure de finition et de polissage, des microfissures et des défauts ponctuels peuvent apparaître suite à l'action des instruments rotatifs s'ils sont utilisés sans irrigation par exemple (36). Ces microfissures peuvent être le point de départ de fissures ou fractures et entraîner une usure excessive. Il est donc primordial de respecter un protocole strict de finition et de polissage pour parvenir à un succès clinique. Cependant, il existe de nombreux instruments et de nombreux protocoles mais aucun consensus scientifique n'existe à l'heure actuelle.

2. L'efficacité des différentes séquences de polissage : état des lieux actuel de la littérature

L'efficacité des différentes séquences de polissage a été étudiée dans une revue systématique de la littérature en 2017 à Bordeaux (1). Il existe une multitude de dispositifs différents comme les disques en silicone, les pâtes de polissage, les fraises de finition en carbure de tungstène, les bandes abrasives ou encore les abrasifs revêtus d'oxyde d'alumine. L'état de surface final varie en fonction de la flexibilité du matériau, de la dureté de l'abrasif, de la taille du grain et de la technique de mise en œuvre de la finition et du polissage du composite.

Certaines études ont mis en évidence des systèmes moins performants que les autres. *Aytac et coll.* ont obtenu, au cours de leur étude, les moins bons résultats avec le système Occlubrush®, constitué de brosses recouvertes de carbure de silicium qui est un agent de polissage intégré à ce système.

Au contraire, le système se démarquant des autres, avec le meilleur état de surface final, est un système de disques abrasifs revêtus de particules d'oxyde d'aluminium appelé le Sof-Lex®. Des valeurs de rugosité de surface acceptables ont également été obtenues lors de la finition et du polissage avec les roues spirales de polissage diamantées Sof-Lex® et les polissoirs Clearfil Twist Dia® (1).

Concernant l'utilisation du système Sof-Lex®, il faut néanmoins considérer le fait que des particules de charges délogées et des éraflures ont été observées. *Yadav et coll.* ont étudié, entre autres, le système Super-snap Rainbow® de Shofu qui correspond à des disques d'oxyde d'aluminium. Dans l'étude, ce système ne semble pas déloger les particules de charge. En outre, les disques d'oxyde étant souples, ils permettent une abrasion homogène de la matrice et des charges selon *Setcos et coll.*

Certains auteurs ont recommandé de procéder à la finition et au polissage des composites de manière différée. En effet, le taux de conversion étant seulement de 75% à 10 minutes après l'insolation, des déformations de la résine pourraient avoir lieu.

Cependant, selon les études, les valeurs de rugosité des échantillons polis plus de 24 heures après sont, pour la plupart, inacceptables cliniquement. *Yap et coll.* recommandent de procéder à la finition et au polissage immédiatement après la polymérisation.

Enfin, les instruments utilisés pour la finition et le polissage entraînent une élévation de chaleur. Si cette dernière n'est pas contrôlée, elle peut être à l'origine de fissures et une rugosité de la surface du composite supérieure. Il convient donc de procéder à la finition et au polissage avec un spray de refroidissement (36). Les séquences d'instruments multiples sont à privilégier car l'utilisation de grains décroissants apporte une surface plus lisse (1).

Malgré les nombreuses études qui ont été menées, il n'existe, à l'heure actuelle, aucun consensus scientifique sur la mise en œuvre clinique de la finition et du polissage afin de garantir un état de surface optimal et une longévité maximale.

3. L'impact du polissage sur l'intégrité des tissus dentaires

La finition et le polissage sont très importants dans la mise en œuvre d'une restauration directe par composite. Cependant, ces étapes peuvent être délétères pour l'intégrité des tissus dentaires. En effet, les instruments utilisés pour les étapes de contourage, de finition, de polissage et de brillantage ont certes une action sur le composite mais sont-ils réellement sélectifs ? En d'autres termes, leur action abrasive intervient-elle uniquement sur la surface du composite ou également sur les tissus dentaires ? Si les instruments agissent également sur les tissus dentaires, les reliefs naturellement présents sur les dents comme les périkymaties, les fosses, les sillons... sont dégradés par les instruments. L'anatomie dentaire est ainsi modifiée et le soin n'est pas totalement conservateur. Actuellement, la pratique tend vers une microdentisterie qui se veut le moins délétère possible pour les tissus dentaires. Pour suivre cette volonté, il conviendrait donc d'utiliser des instruments sélectifs qui abraseraient uniquement la résine et pas l'émail. Pourtant, l'impact du polissage sur l'intégrité de la dent n'est que très peu étudié dans la littérature. C'est pourquoi le choix a été fait de comparer deux séquences d'instruments en observant l'intégrité de l'émail marginal après polissage.

Partie 2 : Etude *ex-vivo* sur le maintien de l'intégrité de l'émail marginal : comparaison de deux systèmes de polissage

I. Introduction

La dentisterie contemporaine se veut être la plus conservatrice possible. Ainsi, les restaurations directes par résines composites insérées en phase plastique sont très largement utilisées. Les dernières étapes cliniques de la réalisation de ces soins sont la finition et le polissage. Bien que nécessaires à la longévité et à la non iatrogénie du composite, elles sont souvent négligées, réalisées rapidement ou même oubliées. De plus, aucun consensus scientifique n'existe à l'heure actuelle sur une séquence définie de polissage des composites.

Bien que le polissage soit indispensable à la pérennité des composites, il n'existe à l'heure actuelle que peu d'études qui font mention du respect de l'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration. Le polissoir idéal doit certes permettre de lisser et polir la surface en composite, mais il doit être suffisamment sélectif pour préserver au maximum l'émail adjacent.

II. Les objectifs

L'objectif principal du travail exposé ici est d'observer l'influence du polissage des composites sur l'intégrité de l'émail marginal à travers la comparaison de deux séquences de polissage actuellement commercialisées.

III. Matériel et méthodes

1. Matériel

A. Les dents

Pour l'étude, six prémolaires avulsées, pour la plupart pour des raisons orthodontiques, ont été utilisées. Les dents ont été conservées dès leur extraction dans un milieu humide, composé d'eau et d'Hypochlorite de Sodium dilué à 2,5%. Les proportions d'eau et d'hypochlorite de sodium étaient respectivement de 80% et 20%, soit une concentration d'hypochlorite de sodium finale de 0,5%.

B. La mise en œuvre du composite

Les matériaux utilisés pour la mise en œuvre du composite sont les suivants :

- Putty Aquasil® Ultra + de chez Dentsply Sirona, Versailles, France.
- Contre-angle Rouge de chez Micro-Mega, Besançon, France
- Fraise diamantée à congé de chez Komet, Paris, France
- Omni-etch® de chez Omni-dent
- Prime & Bond Active® de chez Dentsply Sirona, Versailles, France
- Microbrush de chez Young innovations, Algonquin, USA
- Lampe à photopolymériser radii-cal® de chez SDI, Victoria, Australie
- Essentia® masse émail LE de chez GC, France
- Pinceau d'application T-pen® de chez Bisico, Lançon, Provence, France
- Spatule de Hollenback



Figure 6 Illustration du silicone putty utilisé pour la création des supports pour les échantillons (image issue du site web de la marque)



Figure 7 : Illustration de l'acide orthophosphorique utilisé pour le protocole de collage du composite (image issue du site web de la marque)



Figure 8 : Illustration de l'adhésif utilisé dans le protocole de collage du composite (image issu du site web de la marque)



Figure 9 : Illustration du composite Essentia® utilisé pour les reconstructions (image issu du site web de la marque)

C. La finition et le polissage

Pour les étapes de finition et de polissage du composite, différents instruments ont été utilisés :

- Contre-angle Rouge synea FUSION® WG-99-LT de chez W&H, Eckbolsheim, France
- Contre-angle vert 15-LT de chez Micro-Mega, Besançon, France
- Mandrin et disques Sof-Lex® de chez 3M
- Fraises multi-lames H48LQ314.012 et H390Q.314.018 de chez Komet, Paris, France
- Kompoline®, coffret 4678 de chez Komet, Paris, France



Figure 10 : Photo des fraises multi-lames (Komet) utilisées pour la finition



Figure 11 : Photo de la séquence Sof-Lex® (3M) utilisée dans le premier groupe



Figure 12 : Photo de la séquence Kompoline® de chez Komet utilisée dans le second groupe

D. L'observation au microscope

Toutes les observations au microscope ont été réalisées dans les locaux de l'unité biomatériaux et bioingénierie sur le site du centre de recherche en biomédecine de Strasbourg (CRBS). Les observations ont été faites au microscope numérique. Le modèle utilisé est le microscope numérique VHX-S550E de chez Keyence, Osaka, Japon. L'objectif VH-Z20R/W/T de chez Keyence, Osaka, Japon dont le grossissement varie de x20 à x200 a été utilisé.



Figure 13 : Photo prise pendant l'observation des échantillons au microscope numérique Keyence dans le laboratoire de l'INSERM UMR-S 1121

2. La méthode

A. La préparation des échantillons

La préparation des échantillons a été réalisée dans les salles de simulateurs de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg. Six dents numérotées de 1 à 6 ont été utilisées pour cette étude. Deux groupes de 3 dents ont été réalisés et attribués aléatoirement à deux praticiens.

Les dents ont tout d'abord été insérées dans du Silicone putty (Dentsply Sirona) afin d'en faciliter la préhension pour les différentes étapes de l'étude.



Figure 14 : Illustration de la création des supports, première étape de la préparation des échantillons

Les dents ont ensuite été préparées afin de permettre la mise en place de la restauration en composite. Pour cela, un contre-angle rouge (Micro-Mega) a été utilisé ainsi qu'une fraise diamantée d'un diamètre de 9 dixièmes de millimètres (Komet). Deux cavités ont été réalisées sur chaque dent afin de pouvoir comparer les deux séquences de polissage sur chaque échantillon (cf. Partie 2. III.2.C.).

Chaque cavité s'étend de la face vestibulaire à la face occlusale afin d'obtenir des mesures sur chacune des deux faces. Ainsi, un échantillon permet l'obtention de 20 valeurs.



Figure 15 : Photo des cavités réalisées sur les prémolaires avulsées

Pour la réalisation du composite, un système d'adhésif MR2 a été sélectionné. Le mordantage a été réalisé grâce à un acide orthophosphorique à 37% commercialisé sous le nom d'Omni-etch® (Omni-dent). L'acide a été appliqué pendant 30 secondes sur l'émail. L'adhésif utilisé est le Prime & Bond Active® (Dentsply Sirona), il a été appliqué sur la dent pendant 20 secondes grâce aux microbrushs (Young innovations). L'adhésif a ensuite été soufflé en prenant garde à souffler en direction de la cavité et non vers la dent. Enfin, l'adhésif a été polymérisé grâce à la lampe à photopolymériser Radium-cal® (SDI) pendant 20 secondes.



Figure 16 : Photo de l'application de l'adhésif

Ensuite, le composite Essentia® a été appliqué grâce au pinceau d'application T-pen® (Bisico) et à l'aide d'une spatule de Hollenback puis le composite polymérisé pendant 30 secondes grâce à la lampe à photopolymériser (SDI).



Figure 17 : Photo du composite avant polissage

B. L'observation avant polissage

Dans un premier temps, avant de passer à l'observation au microscope, l'étalonnage du microscope numérique a été contrôlé en utilisant une règle graduée. L'échelle de 1000 μm indiquée par le microscope correspondant à l'indication d'1 millimètre sur la règle, l'étalonnage est donc correct.

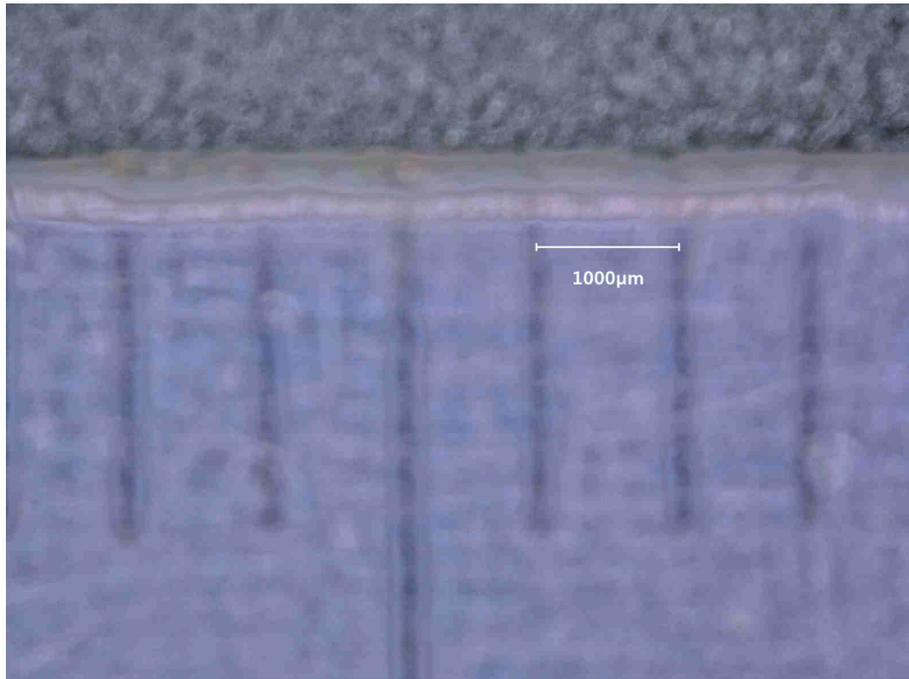


Figure 18 : Vérification de l'étalonnage du microscope numérique

Pour cette étude, c'est le grossissement x50 qui a été principalement utilisé mais aussi le grossissement x100 pour certains échantillons. L'utilisation du grossissement x50 a été motivée par la volonté d'avoir sur la même image le composite et le tissu dentaire afin de pouvoir réellement étudier l'intégrité de l'émail marginal en mesurant la surface détériorée par le polissage. Le grossissement x100 a été également utilisé car il permet des images plus précises. Ce grossissement n'a été utilisé que sur un nombre réduit d'échantillon car il ne permet de voir que de très petites zones, ce qui n'était pas intéressant pour la problématique.



Figure 19 : Observation au microscope numérique avant polissage,
Grossissement x30



Figure 20 : Observation au microscope numérique avant polissage,
Grossissement x50



Figure 21 : Observation au microscope numérique avant polissage,
Grossissement x100

C. La finition et le polissage

Après la première observation, la finition et le polissage des différents échantillons ont été réalisés au sein du service d'Odontologie Conservatrice et Endodontie du Pôle de Chirurgie Buccale de l'Hôpital Civil de Strasbourg. Chaque praticien a effectué la finition et le polissage sur les échantillons qu'il avait préparés. La finition a été réalisée dans les deux groupes par des fraises multi-lames de chez Komet. Le choix d'utiliser un instrument multi-lames dans les deux groupes permet de comparer les étapes de polissage et non les étapes de finition du composite.

Ensuite, les échantillons ont été polis avec l'une ou l'autre séquence en fonction de l'appartenance au groupe Sof-Lex® ou au groupe Kompoline®. Afin de minimiser au maximum les biais, chaque dent a été séparée en deux pour pouvoir appartenir aux deux groupes à savoir au groupe Sof-Lex® et au groupe Kompoline® (cf. Figure 22 ci-contre).

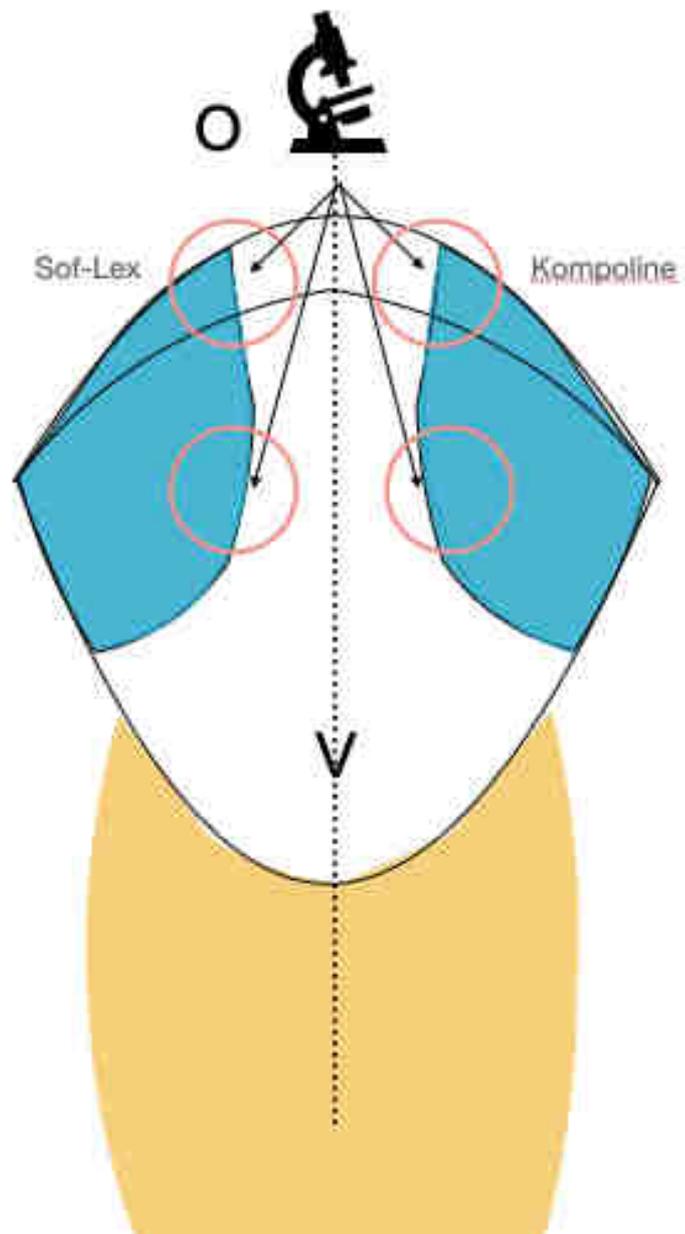


Figure 22 : Schéma représentant les observations au microscope d'un échantillon. Le bleu correspond à la restauration en composite, les disques roses aux différentes zones d'observation et la ligne en pointillés matérialise la séparation en deux groupes, polissage avec le Sof-Lex® à gauche et avec le Kompoline® à droite

La vitesse de rotation optimale des fraises multi-lames de chez Komet étant de 20 000 tours.min⁻¹, c'est la vitesse qui a été choisie pour mettre en œuvre la finition. Lorsque le praticien est gaucher, il faut penser à utiliser l'option « Reverse » afin de faire tourner la fraise dans l'autre sens pour une bonne utilisation.



Figure 23 : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour la finition

i. Le premier groupe

Dans le premier groupe, la finition a été réalisée avec les fraises multi-lames et le polissage avec la séquence Sof-Lex®. La mise en œuvre a été faite sur le côté gauche de la dent lorsque la face vestibulaire est face au praticien. À chaque échantillon, de nouveaux instruments ont été utilisés, afin de ne pas laisser l'usure éventuelle biaiser les résultats.

La vitesse de rotation optimale de la séquence Sof-Lex® n'est pas mentionnée par le fabricant ni dans le conditionnement des instruments ni dans leur documentation. En outre, dans la littérature, les informations varient fortement selon les sources.

La vitesse de rotation la plus fréquemment rencontrée au sein des différentes sources étant de 15 à 30 000 tours.min⁻¹, la vitesse a été réglée sur 30 000 tours.min⁻¹ en laissant l'opérateur apprécier la vitesse de rotation et l'adapter en fonction du ressenti.



Figure 24 : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour le polissage du 1^{er} groupe

ii. Le second groupe

Le protocole utilisé dans le premier groupe est le suivant : la finition a été réalisée avec les fraises multi-lames et le polissage avec la séquence Kompoline®. La mise en œuvre a été faite sur la droite de la dent lorsque la face vestibulaire est face au praticien. À nouveau, à chaque échantillon, de nouveaux instruments ont été utilisés, afin de ne pas laisser l'usure éventuelle biaiser les résultats.

Les paramètres utilisés dans le premier groupe pour les instruments multi-lames ont également été utilisés dans le second groupe pour n'induire aucune différence au stade de la finition.

Concernant le polissage, la vitesse optimale de rotation des polissoirs Kompoline® est de 6000 tours.min⁻¹, c'est donc cette valeur qui a été utilisée comme paramètre sur le micromoteur.



Figure 25 : Photo des paramètres du micromoteur utilisés pour le polissage du 2^{ème} groupe

D. L'observation après le polissage

Après avoir mis en œuvre la finition et le polissage, les dents ont à nouveau été observées au microscope numérique afin de comparer l'émail en pré- et en post-opératoire. Le grossissement x100 a été utilisé pour avoir des informations qualitatives et le grossissement x50 sur tous les échantillons pour obtenir des informations quantitatives, grâce à des mesures de la largeur d'émail atteint par le polissage.



Figure 26 : Observation au microscope numérique après polissage,
Grossissement x50



Figure 27 : Observation au microscope numérique après polissage,
Grossissement x100

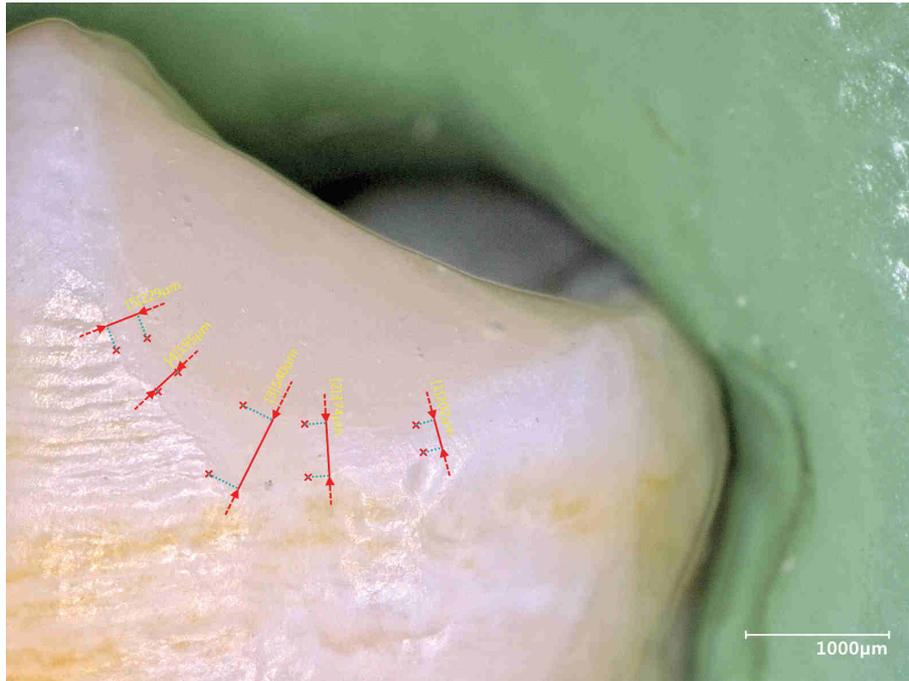


Figure 28 : Observation au microscope numérique après polissage avec les mesures, Grossissement x50

E. L'analyse statistique

Une fois toutes les mesures enregistrées, les moyennes et écarts-types ont été calculés, ainsi que les variances, au sein de chaque groupe d'analyse. Pour l'analyse des résultats, un test de Fischer a dans un premier temps été réalisé afin de comparer les variances des différents groupes. Dans un second temps, un test de Student a été utilisé afin d'objectiver l'existence ou non d'une différence significative grâce à la valeur p dont le seuil a été fixé à $p=0,05$.

IV. Résultats

Lors de l'étude, les échantillons ont été observés avant et après le polissage. D'un point de vue qualitatif, il est aisé de remarquer que visuellement, le composite avant polissage a une rugosité très importante. Cet aspect diminue fortement avec la finition et le polissage du composite.

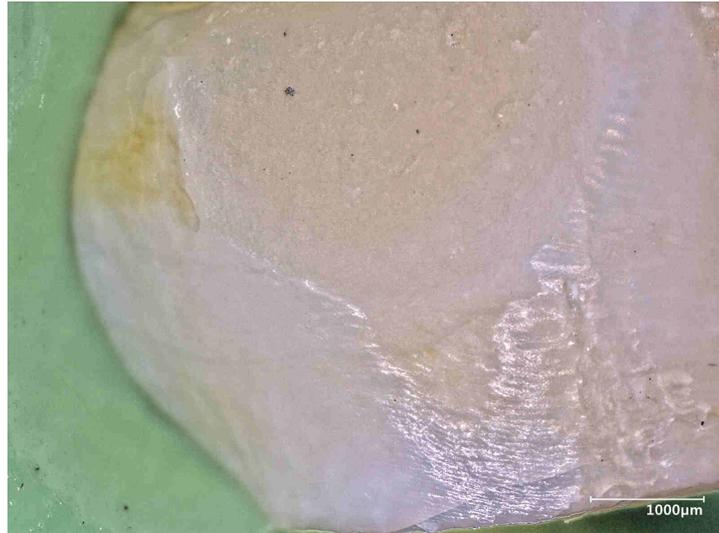


Figure 29 : Observation au microscope numérique avant polissage,
Grossissement x50



Figure 30 : Observation au microscope numérique après polissage,
Grossissement x50

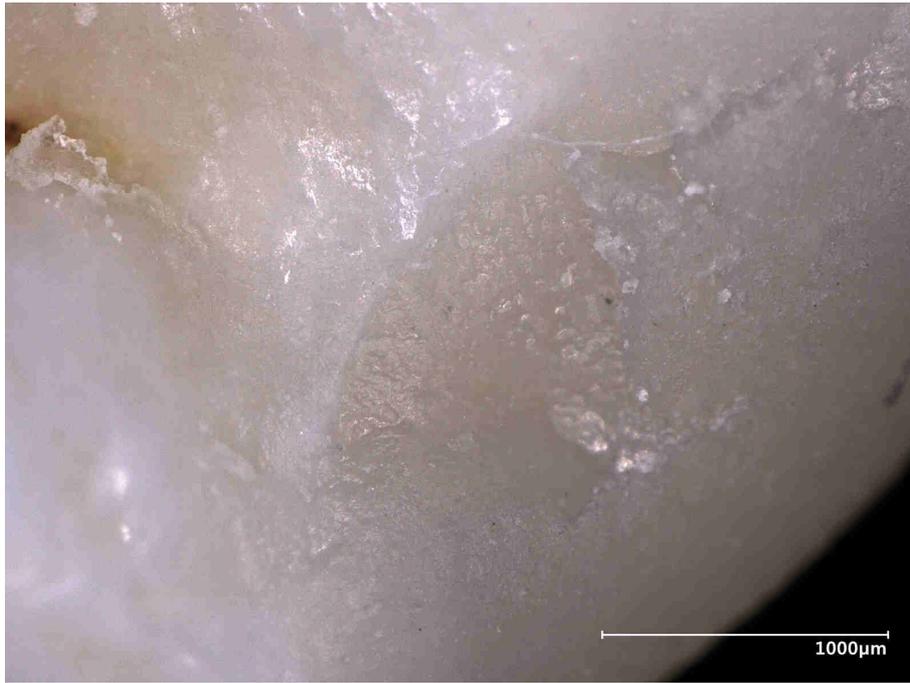


Figure 31 : Observation au microscope numérique avant polissage,
Grossissement x100

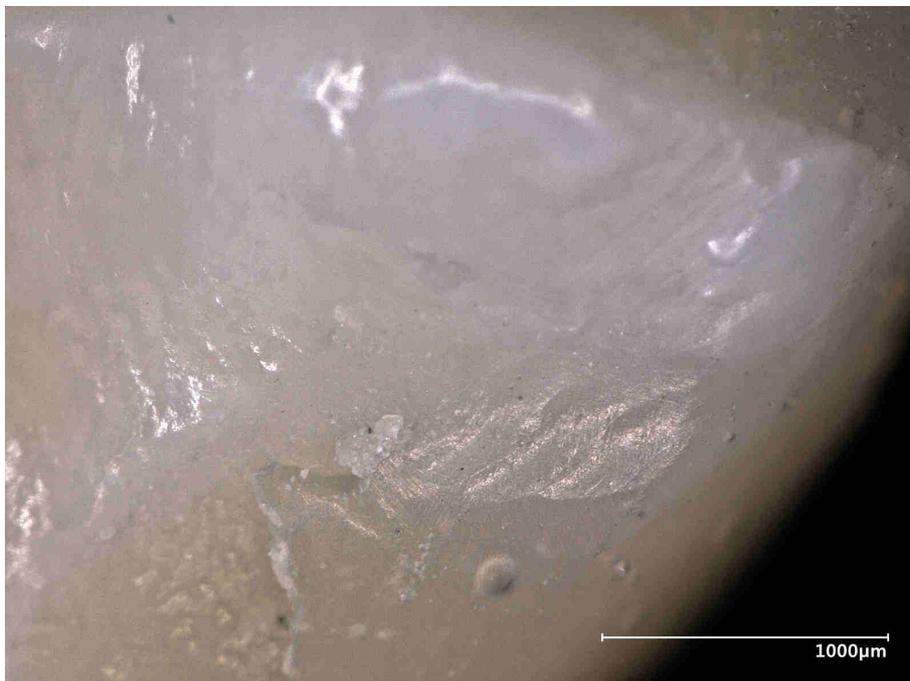


Figure 32 : Observation au microscope numérique après polissage,
Grossissement x100

Les différentes mesures, évaluées grâce aux observations au microscope, ont été regroupées en tableaux puis les moyennes, écarts-types et variances ont été calculés. Les résultats aux tests de Fischer et de Student ont ensuite permis de déterminer si une différence significative existe entre les moyennes ou si au contraire elles sont sensiblement identiques. Les résultats sont présentés sous forme de diagramme avec présence d'une étoile si une différence significative est révélée.

1. La comparaison de l'atteinte de l'émail entre les deux séquences

La moyenne de la largeur d'émail atteint par l'utilisation du Sof-Lex®, indifféremment sur la face vestibulaire ou occlusale, est de $439 \pm 301 \mu\text{m}$ alors que dans le groupe Kompoline® elle est de $213 \pm 187 \mu\text{m}$. En utilisant le Test de Fischer, le résultat obtenu est que les variances sont différentes. Ainsi, grâce au test de Student, une valeur de $p = 1,54 \cdot 10^{-6}$ est obtenue. Cette valeur étant inférieure à la valeur seuil de $p=0,05$, la différence est significative.

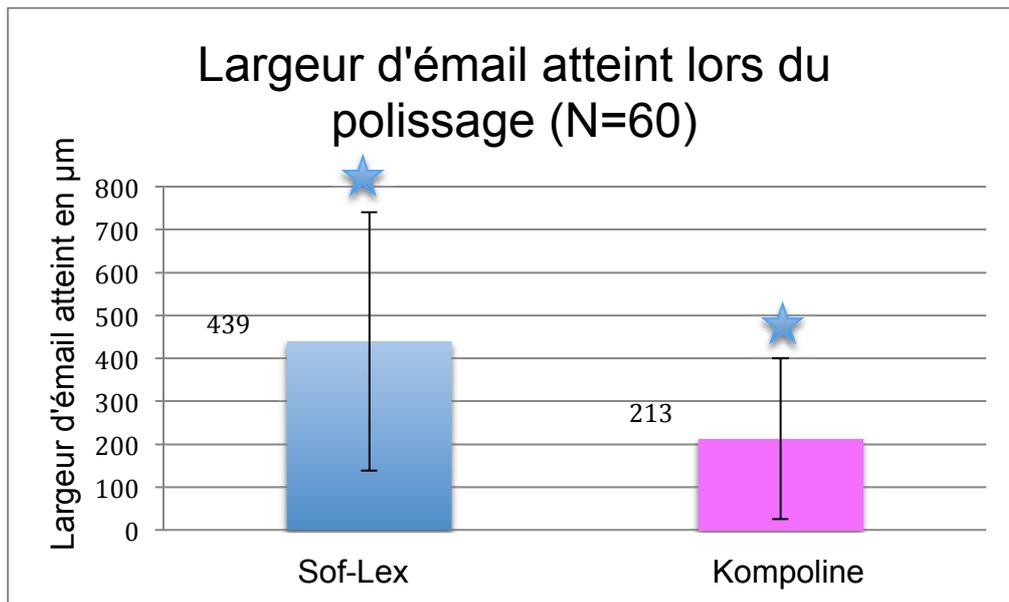


Figure 33 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude. L'étoile exprime la significativité du test.

La moyenne de la largeur d'émail, atteint par l'utilisation du Sof-Lex®, sur les faces vestibulaires (abrégées faces V ou V sur le graphique), est de $464 \pm 191 \mu\text{m}$ alors que la moyenne de la largeur d'émail atteint par l'utilisation du polissoir Kompoline® sur les faces vestibulaires est de $214 \pm 231 \mu\text{m}$. La valeur de p obtenue grâce aux tests de Fischer et de Student est de $1,24 \cdot 10^{-5}$. Cette valeur étant inférieure à la valeur seuil fixée à 0,05, la différence est donc significative.

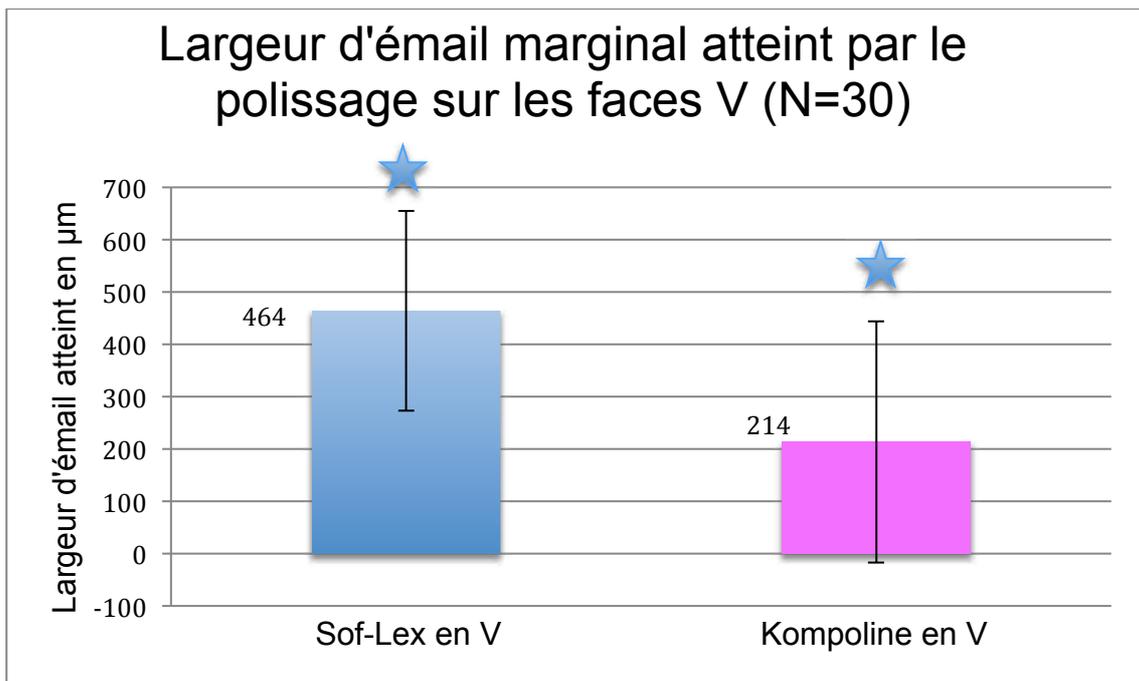


Figure 34 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude uniquement sur les faces vestibulaires. L'étoile exprime la significativité du test.

La moyenne de la largeur d'émail atteint par le polissage, sur les faces occlusales (abrégées faces O ou O sur le graphique), est de $414 \pm 383 \mu\text{m}$ en utilisant le Sof-Lex® et de $212 \pm 135 \mu\text{m}$ avec la séquence Kompoline®. En utilisant les tests de Fischer et de Student, la valeur de p obtenue est de $4,85 \cdot 10^{-3}$. A nouveau, la valeur étant inférieure à la valeur seuil de $p=0,05$, la différence est significative.

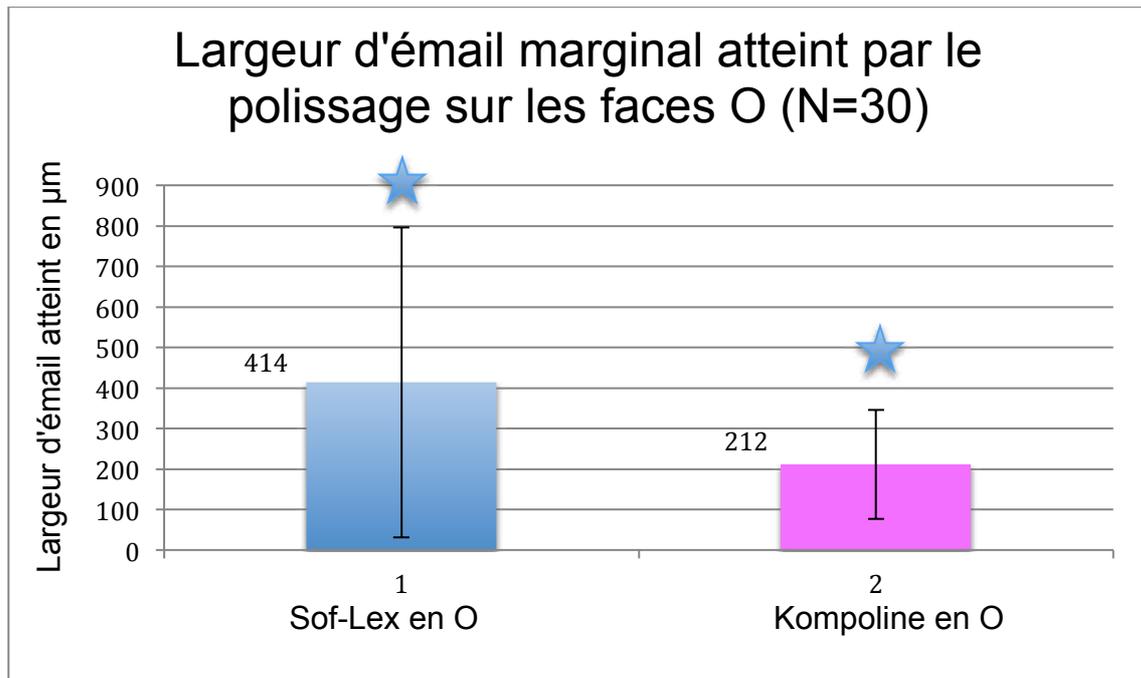


Figure 35 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude uniquement sur les faces occlusales. L'étoile exprime la significativité du test.

2. La comparaison inter-praticien

Afin de savoir si la quantité d'émail atteint est praticien dépendante, les valeurs des échantillons préparés par le Docteur REITZER ont été comparées aux valeurs des échantillons préparés par mes soins. Pour l'exposition des résultats, le Docteur REITZER est le praticien numéro 1 et je suis le praticien numéro 2.

Dans le calcul suivant, toutes les valeurs de largeur d'émail atteint ont été intégrées. C'est à dire les valeurs du groupe Sof-Lex® et du groupe Kompoline® que ce soit en vestibulaire ou en occlusal. En moyenne, le praticien 1 a atteint $338 \pm 320 \mu\text{m}$ d'émail alors que pour le praticien 2, la valeur moyenne d'émail atteint est de $313 \pm 221 \mu\text{m}$. Selon les tests statistiques de Fischer et de Student, la valeur de p est de 0,31. Cette valeur étant supérieure à la valeur seuil de $p=0,05$, il n'existe pas de différence d'atteinte de l'émail entre les praticiens.

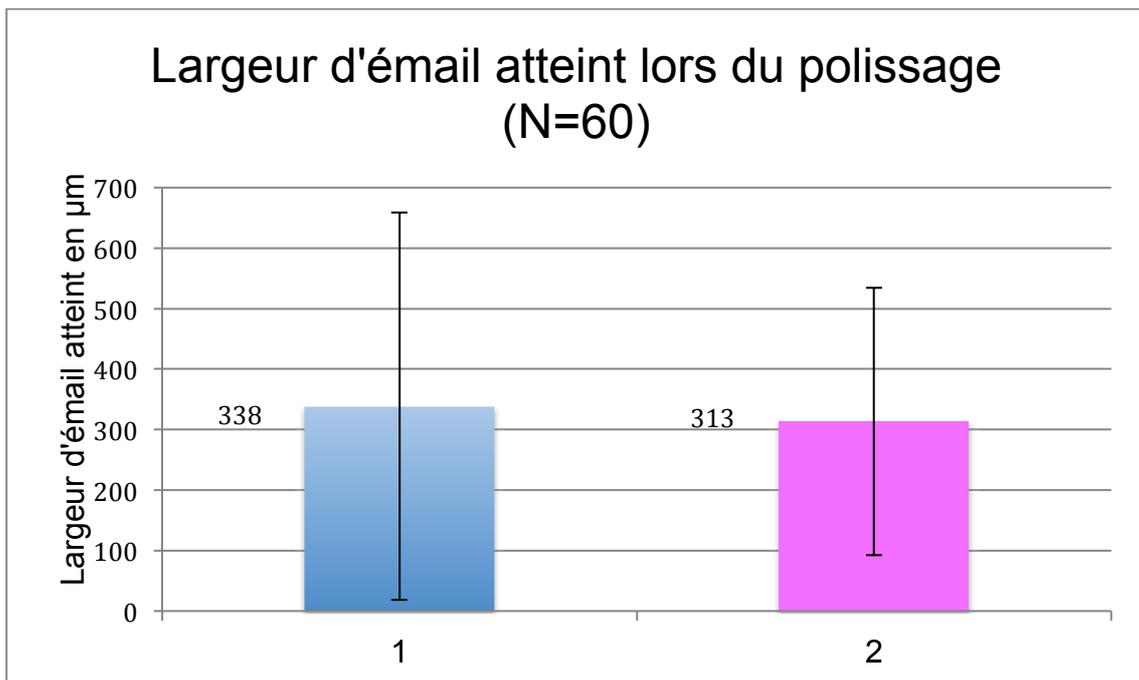


Figure 36 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur

Ensuite, les valeurs de chaque praticien au sein des différents groupes ont été sélectionnées pour les calculs. Pour chaque séquence et chaque site, les valeurs d'émail atteint par le polissage en fonction de l'opérateur ont été opposées.

A. Le groupe Sof-Lex®

Dans le groupe Sof-Lex®, indépendamment des faces vestibulaires ou occlusales, la moyenne d'émail atteint par le praticien 1 est de $503 \pm 358 \mu\text{m}$ alors qu'elle est de $375 \pm 217 \mu\text{m}$ pour les échantillons préparés par le praticien 2. La valeur p, déterminée grâce aux tests de Fischer et de Student étant de 0,0498, une différence significative est donc présente.

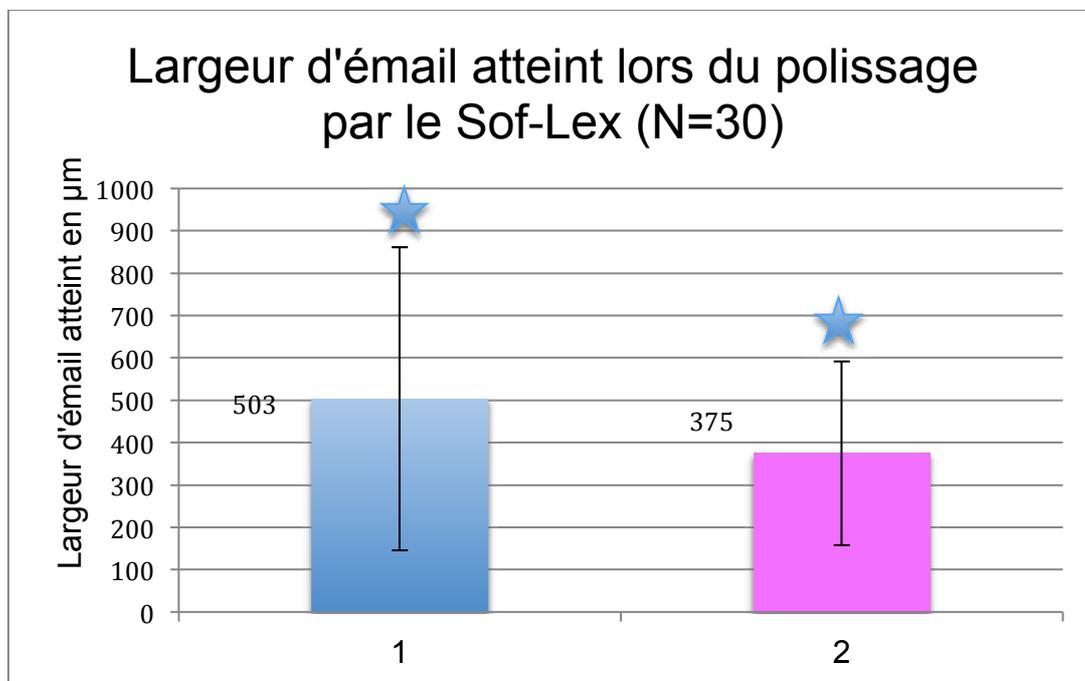


Figure 37 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex®. L'étoile exprime la significativité du test.

Dans le groupe Sof-Lex® et sur les faces vestibulaires, la moyenne d'émail atteint lorsque le polissage a été réalisé par l'opérateur 1 est de $417 \pm 128 \mu\text{m}$ et de $511 \pm 233 \mu\text{m}$ pour les échantillons de l'opérateur 2. La valeur p, calculée grâce aux tests de Fischer et de Student, de 0,0933 étant supérieure à la valeur seuil de $p=0,05$, la différence n'est pas significative.

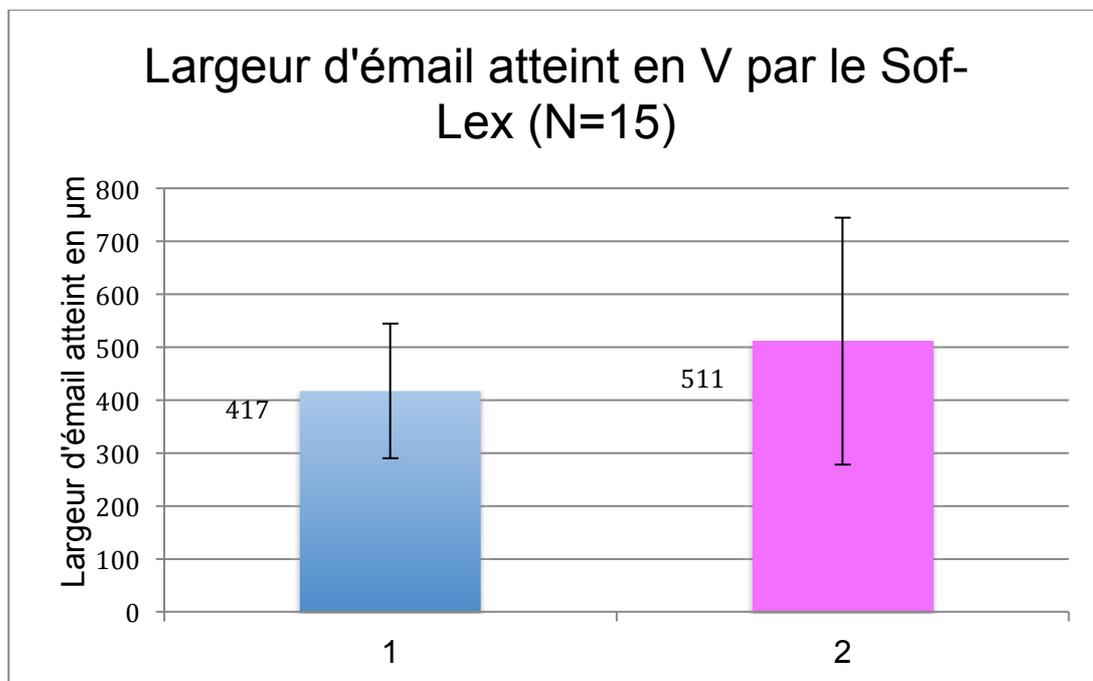


Figure 38 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex® sur la Face V

Dans le groupe Sof-Lex® et sur les faces occlusales, la largeur moyenne d'émail atteint est de $589 \pm 484 \mu\text{m}$ lorsque le polissage a été réalisé par le praticien 1 et de $239 \pm 60 \mu\text{m}$ lorsque cela a été effectué par l'opérateur 2. En utilisant les tests de Fischer et de Student, une valeur de $p = 0,0071$ a été obtenue. Cette valeur étant inférieure à la valeur seuil de $p = 0,05$, la différence est significative.

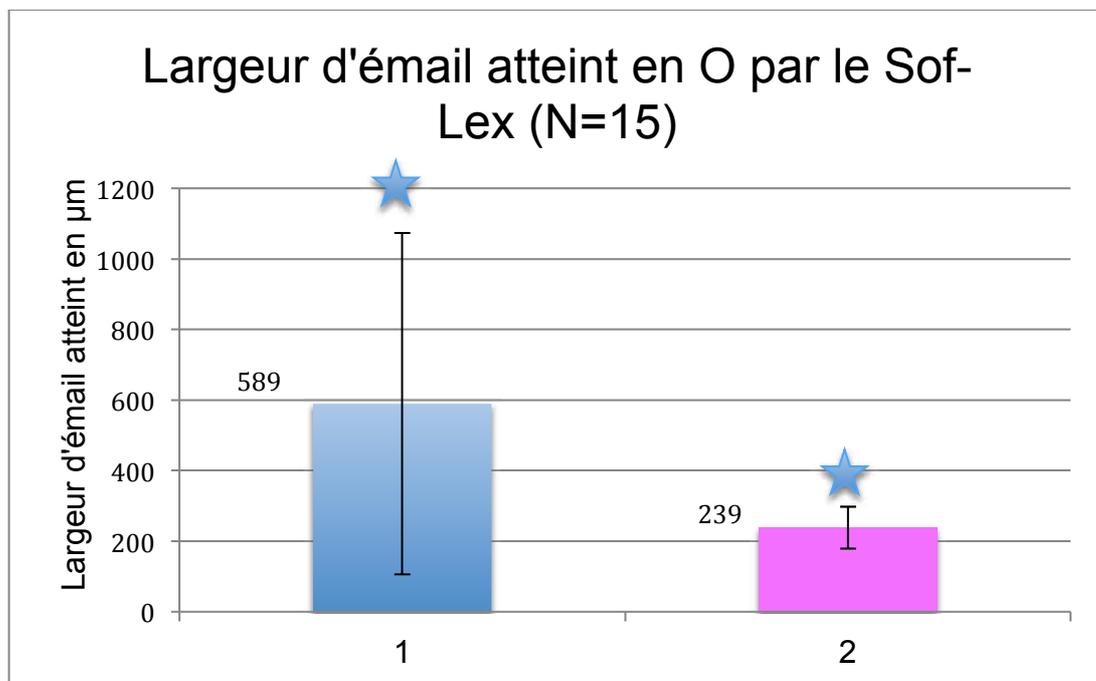


Figure 39 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Sof-Lex® sur la Face O. L'étoile exprime la significativité du test.

B. Le groupe Kompoline®

Dans le groupe Kompoline®, la comparaison porte dans un premier temps sur les valeurs en général, sans prendre en compte la face vestibulaire ou occlusale. La moyenne de la quantité d'émail atteint par le praticien 1 est de $173 \pm 154 \mu\text{m}$ alors qu'elle est de $252 \pm 211 \mu\text{m}$ pour les échantillons du praticien 2. Grâce aux tests statistiques précédemment cités, le calcul donne une valeur de $p = 5.25.10^{-2}$. Cette valeur étant supérieure à la valeur seuil de $p = 0,05$, elle ne montre donc aucune différence significative entre les échantillons des deux praticiens.

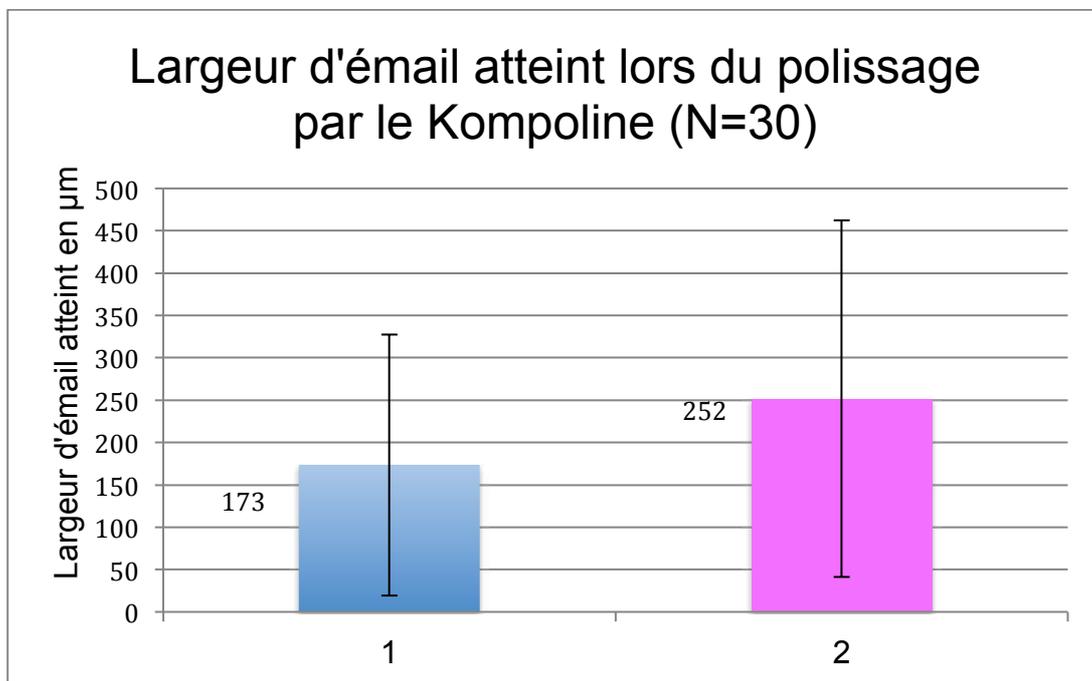


Figure 40 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline®

Concernant la face vestibulaire, la largeur moyenne de l'émail atteint lorsque le polissage a été réalisé par l'opérateur 1 est de $57 \pm 43 \mu\text{m}$ et de $371 \pm 235 \mu\text{m}$ pour les échantillons de l'opérateur 2. En utilisant les tests statistiques de Fischer et de Student, une valeur de $p = 6,77 \cdot 10^{-5}$ est calculée. Cette valeur étant inférieure à la valeur seuil de $p = 0,05$, elle montre que la différence est significative.

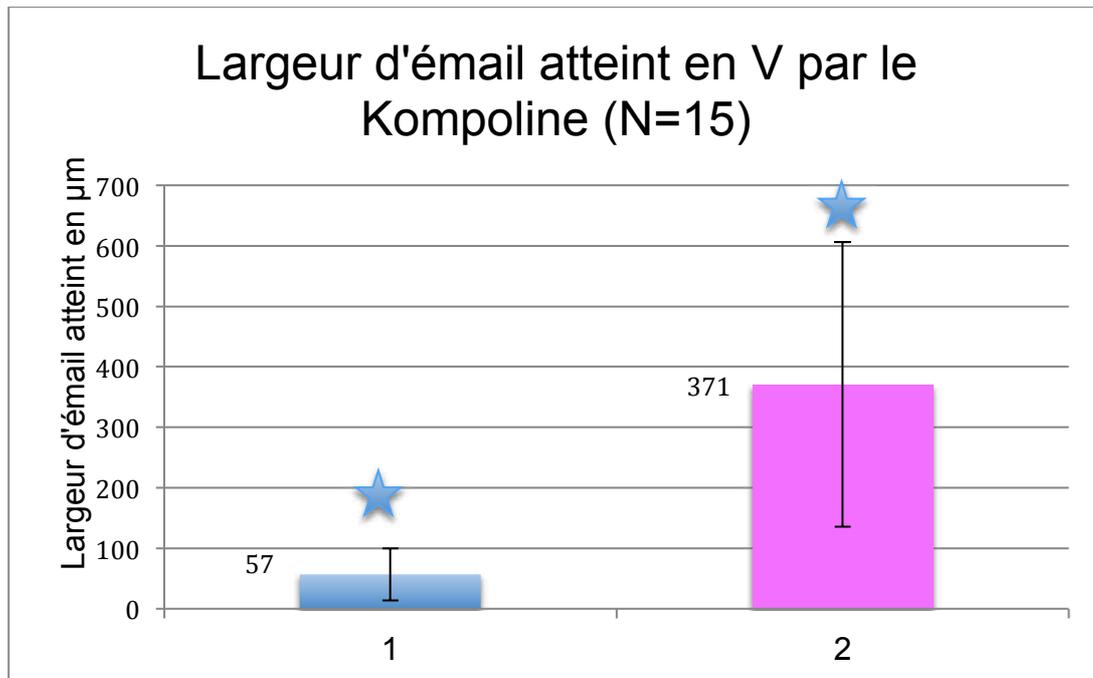


Figure 41 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline® sur la Face V. L'étoile exprime la significativité du test.

Concernant les faces occlusales, lorsque l'opérateur 1 utilise le Kompoline®, la moyenne de la largeur d'émail atteint de $290 \pm 135 \mu\text{m}$ alors que la moyenne de la largeur d'émail atteint des échantillons de l'opérateur 2 est de $133 \pm 79 \mu\text{m}$. Le calcul, réalisé dans le cadre des tests statistiques cités précédemment, donne une valeur de $p = 0,0003$, cette valeur étant inférieure à la valeur seuil de $p = 0,005$, la différence est significative.

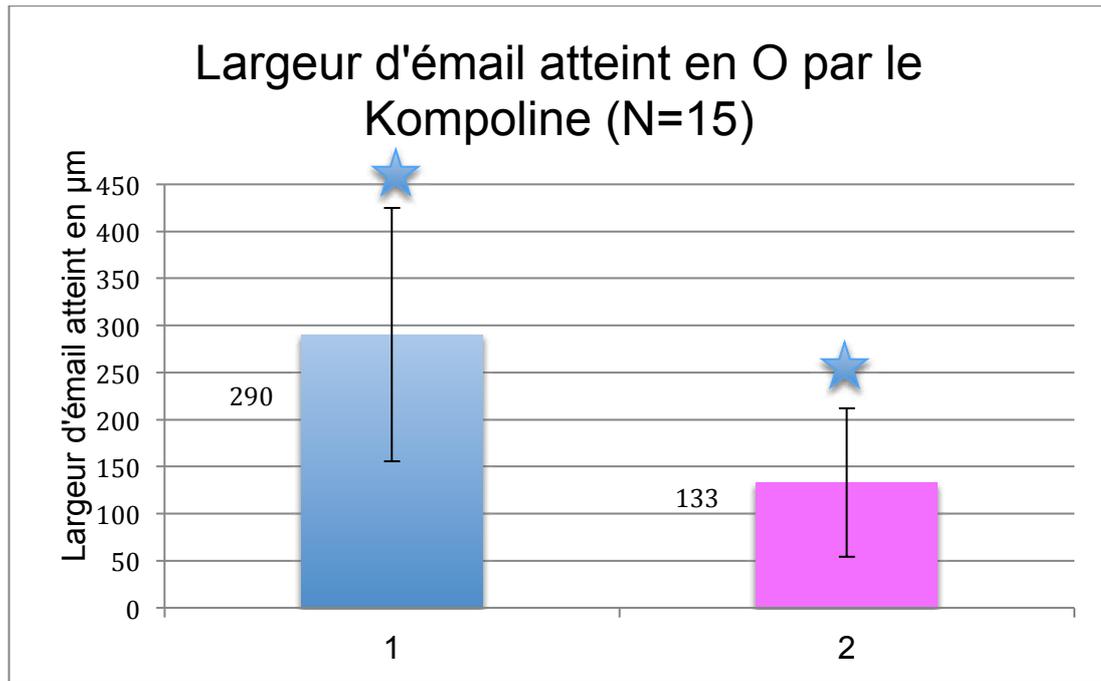


Figure 42 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint en fonction de l'opérateur dans le groupe Kompoline® sur la Face O. L'étoile exprime la significativité du test.

C. La comparaison des deux groupes en intra-praticien

A présent, la comparaison porte sur les deux séquences à savoir le Sof-Lex® et le Kompoline® mais en intra-praticien. C'est à dire que seuls les échantillons d'un praticien seront inclus pour les calculs suivants.

Lorsque le praticien utilise le Sof-Lex®, que ce soit en vestibulaire ou en occlusal, la quantité d'émail atteint est en moyenne de $503 \pm 358 \mu\text{m}$ alors que lorsqu'il utilise le Kompoline®, à nouveau, que ce soit en vestibulaire ou en occlusal, il atteint en moyenne $173 \pm 154 \mu\text{m}$ lors du polissage. Grâce aux tests de Fischer et de Student, une différence significative est mise en évidence. En effet, la valeur de p trouvée est de $1,96 \cdot 10^{-5}$ ce qui est inférieur à la valeur seuil de $p = 0,05$.

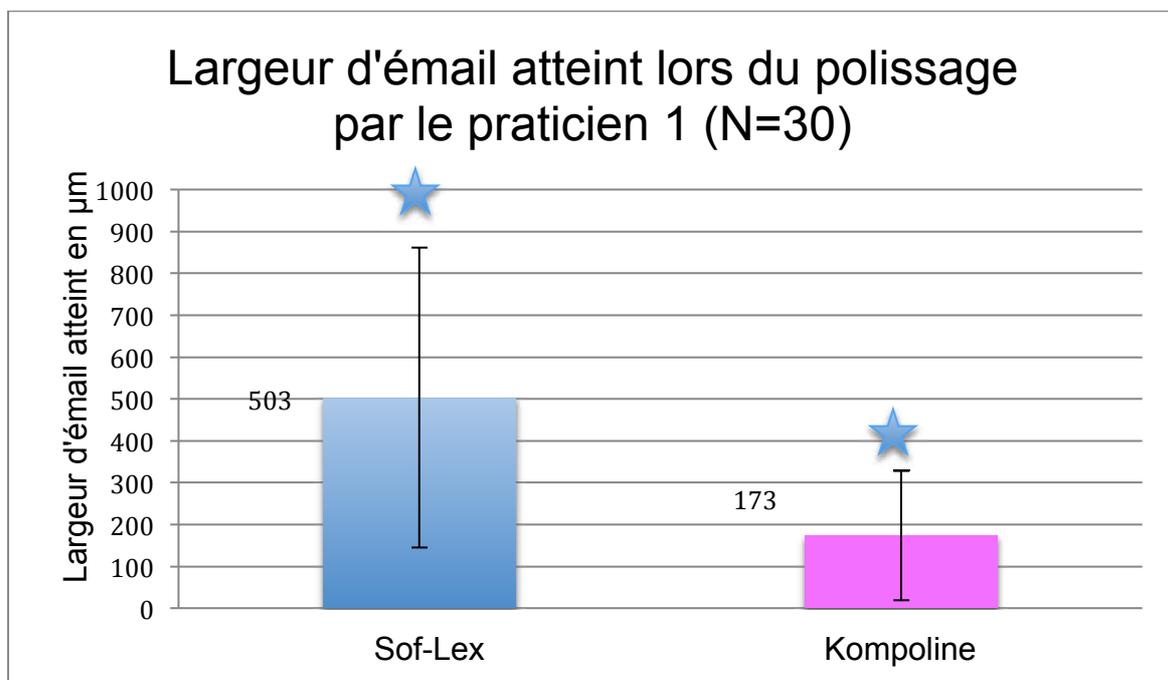


Figure 43 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude par le praticien 1. L'étoile exprime la significativité du test.

En s'intéressant aux échantillons du praticien 2 : la moyenne d'émail atteint dans le groupe Sof-Lex®, indifféremment de la face concernée, est de $375 \pm 217 \mu\text{m}$ alors qu'elle est de $252 \pm 211 \mu\text{m}$ dans le groupe Kompoline®, quelle que soit la face. A nouveau, les Tests de Fischer et de Student ont été utilisés afin de déterminer si une différence significative existe entre les deux groupes. La valeur de $p = 1,50 \cdot 10^{-2}$ définie grâce aux calculs étant supérieure à la valeur seuil de $p = 0,05$, il y a bien une différence significative entre les deux groupes.

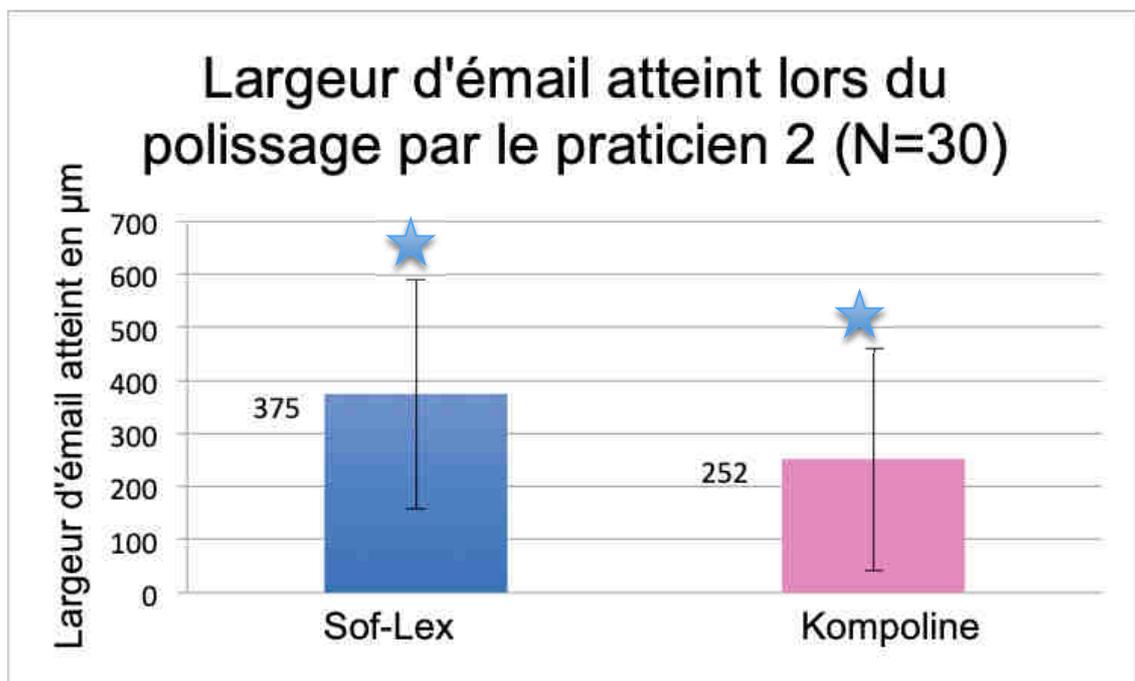


Figure 44 : Diagramme représentant les moyennes et les écarts-types de la largeur d'émail atteint dans chaque groupe de l'étude par le praticien 2. L'étoile exprime la significativité du test.

D. La synthèse des diagrammes

- 1 : Sof-Lex®
- 2 : Kompoline®
- 3 : Sof-Lex® V
- 4 : Kompoline® V
- 5 : Sof-Lex® O
- 6 : Kompoline® O
- 7 : Praticien 1
- 8 : Praticien 2
- 9 : Sof-Lex® par praticien 1
- 10 : Sof-Lex® par praticien 2
- 11 : Sof-Lex® en V par praticien 1
- 12 : Sof-Lex® en V par praticien 2
- 13 : Sof-Lex® en O par praticien 1
- 14 : Sof-Lex® en O par praticien 2
- 15 : Kompoline® par praticien 1
- 16 : Kompoline® par praticien 2
- 17 : Kompoline® en V par praticien 1
- 18 : Kompoline® en V par praticien 2
- 19 : Kompoline® en O par praticien 1
- 20 : Kompoline® en O par praticien 2

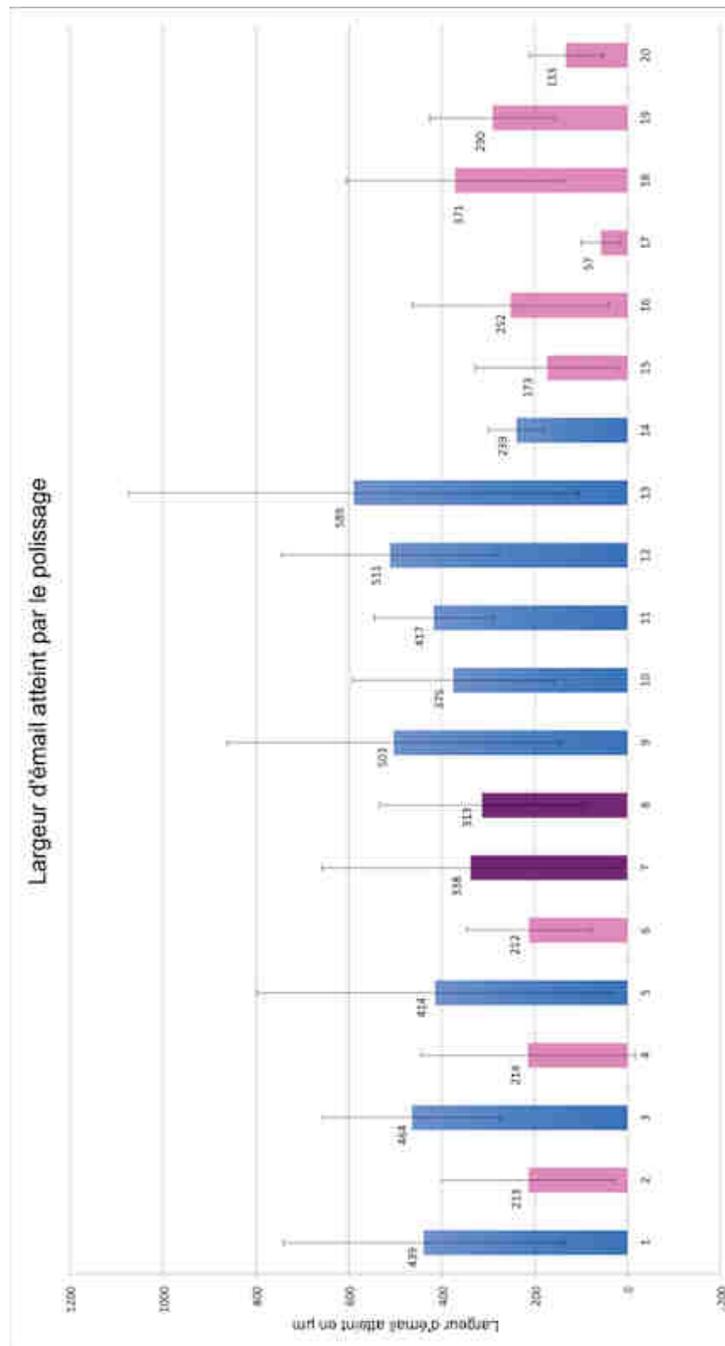


Figure 45 : Synthèse des diagrammes précédents.

En bleu : Sof-Lex®, en rose : Kompoline® en violet : neutre

V. Discussion

Suite aux observations au microscope, une amélioration de l'état de surface a été mise en évidence visuellement. Par exemple, en comparant les figures 29 et 30 et les figures 31 et 32, présentant chacune des échantillons qui ont été observés avant et après polissage, une diminution de la rugosité semble perceptible visuellement.

Cela permet de mettre en évidence l'importance de la finition et du polissage du composite sur la longévité d'un composite. En effet, en regardant les images avant polissage, le composite possède une rugosité indéniablement importante. Cela entrainera donc la rétention de pigments mais surtout de plaque bactérienne.

En outre, sur les observations après le polissage, la surface est bien plus lisse visuellement. C'est appréciable au grossissement x50 mais encore plus au grossissement x100.

Grâce à cette étude, l'importance fondamentale de la finition et du polissage du composite dans la pérennité d'une restauration a été rappelée. Bien entendu, l'intérêt biologique a été largement étudié dans la littérature et l'intérêt de cette étude n'est pas de montrer l'efficacité de ces étapes.

En effet, l'intérêt est porté plus particulièrement sur l'intégrité de l'émail marginal après le polissage car c'est une donnée qui n'est que très peu étudiée dans la littérature. Les articles qui s'intéressent à l'intégrité de l'émail sont principalement issus du domaine de l'orthopédie dento-faciale. Par exemple, le Docteur Olivier SOREL, cherche, dans son article publié en ligne le 25 Novembre 2011 sur le site de l'orthodontie française, à étudier l'effet du décollage des brackets sur l'émail en fonction du protocole de collage (53). Cependant, dans le cas de l'odontologie conservatrice, aucune étude ou aucun article traitant de l'intégrité de l'émail après le polissage n'a été trouvé bien que l'efficacité de cette étape soit largement étudiée dans la littérature.

Le choix des deux séquences comparées dans l'étude a été motivé par la revue de littérature menée par le Docteur Médiatrice Ndinkabandi (1). Dans l'étude, les valeurs recherchées étaient les valeurs de rugosité évaluées après polissage. Sur les 188 études trouvées sur les deux bases de données utilisées (PubMed et Scopus), 36 ont été retenues, totalisant un total de 61 procédures de finition et de polissage utilisées sur 54 composites différents. Suite à cette revue systématique de la littérature et concernant l'efficacité du polissage, un système présente des résultats supérieurs aux autres : le Sof-Lex®.

Une autre revue systématique de littérature et une étude *in-vitro*, menées par Séverine Thevenet (52) en 2017, ont permis de choisir le Sof-Lex® comme polissoir de référence. En effet, sur 391 articles recensés, 54 ont finalement été retenus pour la revue systématique de littérature. Sur ces 54, le Sof-Lex® présente les meilleurs résultats. Dans l'étude *in-vitro*, visant à comparer le Sof-Lex® et le StarTec® commercialisé par Edenta, les valeurs de rugosité étaient moindres dans le Groupe Sof-Lex®. C'est pourquoi cette séquence a été choisie pour l'étude.

Concernant le Kompoline®, la promesse de ce nouvel instrument commercialisé par Komet est d'être au maximum conservateur pour l'émail. L'objectif étant d'observer l'intégrité de l'émail après polissage, il est intéressant de comparer la séquence qui semble être parmi la plus citée dans la littérature comme étant très efficace, à un polissoir qui permettrait de préserver l'émail.

Concernant le choix des matériaux pour la finition, il est important d'utiliser des instruments identiques afin d'éviter un biais de confusion. C'est pourquoi des fraises de finition multi-lames ont été utilisées pour la finition, aussi bien dans le groupe Sof-Lex® que dans le groupe Kompoline®. En effet, si les mêmes instruments n'avaient pas été utilisés pour la finition dans les deux groupes, la critique qui aurait pu être faite est que l'abrasion de l'émail ne soit pas due à l'un ou l'autre polissoir mais aux instruments de finition.

1. La comparaison de l'atteinte de l'email entre les deux séquences

Afin d'évaluer l'atteinte de l'email lors du polissage par chaque séquence, le choix a été fait d'utiliser chaque dent dans les deux groupes. A nouveau, c'est la solution qui permettait la meilleure reproductibilité entre les deux groupes. En effet, la critique qui aurait pu être faite est que la différence entre les deux séquences soit liée à l'âge de la dent ou encore aux contraintes qu'elle aurait pu subir avant l'avulsion. Ainsi, le biais de sélection est minimisé.

Sur chaque échantillon, 5 mesures ont été réalisées en vestibulaire et 5 mesures en occlusal. Cela est expliqué par le fait que l'atteinte de l'email n'est pas la même sur tout le pourtour de la restauration. Ainsi, choisir un seul point de mesure aurait été trop arbitraire et n'aurait pas révélé la réalité.

Lorsque les deux séquences sont comparées sans se préoccuper du lieu du polissage, la différence est significative mais elle l'est également lors de la comparaison des deux polissoirs en utilisant uniquement les valeurs en vestibulaire ou en occlusal.

L'intégrité de l'email est donc mieux préservée lorsque le polissage est réalisé avec le Kompoline® qu'avec le Sof-Lex®. Afin d'être au mieux conservateur, l'étude encourage donc à utiliser le Kompoline® plutôt que le Sof-Lex®.

Cette étude contient cependant une limite car la rugosité n'a pas été étudiée. La suite consisterait à observer les mêmes échantillons, grâce au microscope à force atomique, afin de déterminer la rugosité de chaque échantillon et contrôler l'efficacité du polissage pour les deux groupes. Le fait qu'un polissoir soit conservateur pour les tissus dentaires est une donnée intéressante. Cependant, il a été exposé que le polissage permet une pérennité plus importante des restaurations, un polissoir se doit donc d'être suffisamment efficace pour obtenir un état de surface optimal. En effet, pour valider l'utilisation du Kompoline® il serait intéressant de valider son efficacité par une étude.

Dans l'étude *in-vivo* comparant le Sof-Lex® et le StarTec®(52), la méthode utilisée pour comparer la rugosité des composites est le Microscope Electronique à Balayage mais le Microscope à Force Atomique (ou AFM) permet une meilleure précision. Cependant, pour utiliser l'AFM, il faut que la courbure de la surface considérée ne soit pas trop importante. Sinon, la céramique piézoélectrique du microscope ne peut pas suivre les aspérités de la surface et donc la rugosité est impossible à mesurer. Il serait donc intéressant de comparer les rugosités à l'aide de l'AFM mais il faut avant tout déterminer si le rayon de courbure d'une dent n'est pas trop important.

2. La comparaison de l'atteinte de l'émail inter-praticien

Au cours de cette étude, les valeurs d'atteinte de l'émail de chaque praticien ont également été opposées. Il n'existe pas de différence en général mais en fonction des séquences, une différence significative a été mise en évidence pour le Sof-Lex® en général & en occlusal et pour le Kompoline® en vestibulaire & en occlusal.

Aléatoirement l'un ou l'autre praticien atteint l'émail de manière plus importante que l'autre. Au final, lorsque toutes les valeurs sont prises en compte, les praticiens atteignent l'émail de la même manière lors du polissage. Le questionnement de la raison de cette différence reste à ce jour sans réponse mais une hypothèse est soulevée. En effet, le praticien 1 est droitier alors que le praticien 2 est gaucher, cela pourrait expliquer une différence de réalisation du polissage en fonction du site de la restauration.

3. La comparaison des deux groupes en intra-praticien

Une différence ayant été mise en évidence sur l'atteinte de l'émail en fonction du praticien, il était nécessaire de comparer les deux séquences en fonction du praticien. Que ce soit pour les échantillons du praticien 1 ou pour les échantillons du praticien 2 une différence significative a été validée par les tests de Fischer et de Student dans la comparaison du Sof-Lex® et du Kompoline®. Ainsi, le Kompoline® semble en tout point plus conservateur que le Sof-Lex®.

Conclusions

L'étude *ex-vivo*, réalisée sur dents avulsées, a permis de mettre en évidence une différence d'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration en fonction de la séquence utilisée pour le polissage. En outre, dans tous les cas, une atteinte de l'émail est constatée. Cela permet une prise de conscience de l'impact des séquences de polissage sur l'organe dentaire. Le Sof-Lex®, plébiscité par les revues systématiques de littérature réalisées auparavant, est très délabrant alors que le Kompoline® semble tenir sa promesse de préserver l'émail.

Les restaurations en composite, utilisées dans 50 à 95% des cas (54), se veulent au maximum conservatrices des tissus dentaires. Cependant, il a été démontré lors de cette étude que l'émail marginal est atteint lors du polissage. Le débat actuel porte principalement sur les matériaux composites à utiliser et sur la technique de stratification mais peu sur les séquences de finition et de polissage à utiliser.

Il paraît primordial de s'intéresser davantage aux étapes de finition et de polissage des composites afin d'assurer une longévité maximale à nos restaurations directes en composite.

En outre, Le Kompoline® est désigné comme plus conservateur par cette étude mais la rugosité n'a pas été étudiée. Il conviendrait donc de continuer l'étude en comparant les rugosités des échantillons polit avec le Sof-Lex® et les échantillons polit par le Kompoline® afin de savoir si l'efficacité du Kompoline® est équivalente à celle du Sof-Lex®.

Pour finir, il serait intéressant de répondre aux questions suivantes : Lorsqu'un polissoir conserve totalement l'émail, permet-il d'éliminer un éventuel sur-contour ou sous-contour que présenterait la restauration en composite ? Si non, préserver l'émail marginal d'une restauration est-il plus important que d'obtenir un joint périphérique de la restauration en continuité avec les tissus dentaires ?

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : ETTWILLER Inès

Titre de la thèse : COMPARAISON DE DEUX SYSTÈMES DE POLISSAGE DE
COMPOSITE : ÉTUDE DE L'INTÉGRITÉ DE L'ÉMAIL MARGINAL
APRÈS POLISSAGE

Directeur de thèse : Docteur François REITZER

VU

Strasbourg, le :

23/02/2021

Le Président du Jury,

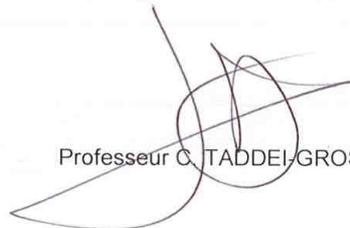


Professeur F. MEYER

VU

Strasbourg, le : **26 FEV. 2021**

Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,



Professeur C. TADDEI-GROSS

Bibliographie

1. Ndinkabandi M. Procédures de finition et de polissage des matériaux composites utilisés en technique directe. Revue systématique de la littérature. Thèse de Chirurgie Dentaire. Université de Bordeaux. 2017, 77 p.
2. Avsar A, Yuzbasioglu E, Sarac D. The Effect of Finishing and Polishing Techniques on the Surface Roughness and the Color of Nanocomposite Resin Restorative Materials. *Adv Clin Exp Med*. 2015 ; 24(5) : 881-90.
3. Hassan AM, Nabih SM, Mossa HM, Baroudi K. The effect of three polishing systems on surface roughness of flowable, microhybrid, and packable resin composites. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015 ; 5(3) : 242-7.
4. Kumari RV, Nagaraj H, Siddaraju K, Poluri RK. Evaluation of the Effect of Surface Polishing, Oral Beverages and Food Colorants on Color Stability and Surface Roughness of Nanocomposite Resins. *J Int Oral Health*. 2015 ; 7(7) : 63-70.
5. Yildiz E, Sirin Karaarslan E, Simsek M, Ozsevik AS, Usumez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J*. 2015 ; 34(5) : 629-39.
6. St Germain H, Samuelson BA. Surface characteristics of resin composite materials after finishing and Polishing. *Gen Dent*. 2015 ; 63(2) : 26-32.
7. Kaminedi RR, Penumatsa NV, Priya T, Baroudi K. The influence of finishing/polishing time and cooling system on surface roughness and microhardness of two different types of composite resin restorations. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2014; 4(Suppl 2): S99-S104.
8. Rai R, Gupta R. In vitro evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. *J Conserv Dent*. 2013; 16 (6) :564-7.

9. Sapra V, Taneja S, Kumar M. Surface geometry of various nanofiller composites using different polishing systems: A comparative study. *J Conserv Dent.* 2013; 16(6):559-63.
10. Pinto Gda C, Dias KC, Cruvinel DR, Garcia Lda F, Consani S, Pires-De-Souza FdeC. Influence of finishing/polishing on color stability and surface roughness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(3) : 363-8.
11. Gönülol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent.* 2012; 40 Suppl 2 : e64-70.
12. Erdemir U, Sancakli HS, Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent.* 2012; 6(2) :198-205.
13. Schmitt VL, Puppim-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FP, Alexandre Coelho, Sinhoreti M, Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dent.* 2011 : 617672.
14. Dennison J. Commentary. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23(1) : 44-5.
15. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent.* 2011; 39 Suppl 1 : e9-17.
16. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. *Dent Mater J.* 2010; 29(2) : 213-23.

17. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dent Mater.* 2010; 26(5) :416-25.
18. Yazici AR, Tuncer D, Antonson S, Onen A, Kilinc E. Effects of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth-coloured restorative materials. *Eur J Dent.* 2010; 4(1) :50-6.
19. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 2016 19 (1), pp. 37-40.
20. Nair V, Sainudeen S, Padmanabhan P, Vijayashankar L, Sujathan U, Pillai R. Three- dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. *Journal of Conservative Dentistry*, 2016 19 (1), pp. 91-95.
21. Ferreira P.M, Souto S.H.A, Borges B.C.D, Assuncao I.V.D, Costa G.D.F.A.D. Impact of a novel polishing method on the surface roughness and micromorphology of nanofilled and microhybrid composite resins. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 2015 56 (1), pp. 18-24.
22. Marchan Shivaughn M, Smith William A.J, Marchan Quinta M, Ostromecki Marta E. A nanohybrid investigated: The correlation between roughness parameters and color after instrumentation. *International Journal of Clinical Dentistry*, 2015 7 (4), pp. 371-381.
23. Erdemir U, Yildiz E, Eren M.M, Ozsoy A, Topcu F.T. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*, 2013 8 (2), pp. 160- 169.
24. Schmitt V.L, Puppim-Rontani R.M, Naufel F.S, Ludwig D, Ueda J.K, Sobrinho L.C. Effect of finishing and polishing techniques on the surface roughness of a nanoparticle composite resin. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 2011 10 (2), pp. 105-108.

25. Balthazard R. , La porosité des résines composites utilisées en odontologie : étude de son origine et évaluation de son influence sur différentes propriétés. Thèse de Chirurgie Dentaire. Faculté d'Odontologie de Nancy, Université de Lorraine. 2015, 213 p.
26. Frédéric Chapus, Anne-Charlotte Faure. Composites dentaires. Techniques de l'Ingénieur, Techniques de l'ingénieur. 2019, pp.MED7500 v1. hal-02362465.
27. Mobin Yahyazadehfar, Arola D. The role of organic proteins on the crack growth resistance of human enamel. *Acta Biomaterialia*. (19):33-45.
28. McGuire JD, Walker MP, Dusevich V, Wang Y, Gorski JP. Enamel organic matrix: potential structural role in enamel and relationship to residual basement membrane constituents at the dentin enamel junction. *Connective Tissue Research*. 26 août 2014; 55:33-7.
29. Vesna, Miletic. *Dental Composite Materials for Direct Restorations*. Springer. 319 p.
30. J. Vreven, A. Raskin, J. Sabbagh, G. Vermeersch, G. Leloup. Résines composites. 2 oct 2016.
31. Johnson WW, Dhuru VB, Brantley WA. Composite microfiller content and its effect on fracture toughness and diametral tensile strength. *Dent Mater* 1993; 9:95-8.
32. Manhart J, Hickel R. Longevity of restorations. In: Wilson NH, Roulet JF, Fuzzi M, editors. *Advances in operative dentistry. Challenges of the future*. Chicago: Quintessence books. 2001. p. 237-304.
33. Chen H, Liu Y. *Advanced ceramics in dentistry*. Elsevier. Amsterdam. 2014. 12- 21 p.
34. Ferracane J.L., *Dental Materials*. 2013; 29, p. 51–58.

35. Jager S., Les résines composites fluides : données actuelles, Thèse de Doctorat de l'Université de Lorraine. 2011.
36. Lopes GC, Franke M, Maia HP. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2002; 88 : 32–6.
37. Lasfargues J-J, Colon P. Odontologie conservatrice et restauratrice : Tome 1 : Une approche médicale globale. Email dentaire. CdP. 2009. 480 p. (JPIO).
38. Guetrot A. Optimisation du collage à l'émail et à la dentine. Université Toulouse III, Paul Sabatier. 2018.
39. Lopes GC, Thys DG, Klaus P, Oliveira GMS, Widmer N. Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. janv 2007; 28(1):18- 24; quiz 25, 42.
40. Goldberg M. Histologie de l'émail. EMC Stomatol. 2007; (22-007-A-10).
41. Braem M, Finger W, Van Doren VE, Lambrechts P, Vanherle G. Mechanical properties and filler fraction of dental composites. *Dent Mater.* 1989; 5:346-9.
42. Chung KH, Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. *J Oral Rehabil* 1990; 17:487-94.
43. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static modulus of elasticity of resin based materials. *Dent Mater* 2002; 18:64-71.
44. Vreven J. et coll., EMC (Elsevier SAS, Paris), Odontologie, 23-065-E-10, 2005.

45. Barakah HM, Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *J Prosthet Dent.* 2014 ; 112(3) :625-31.
46. Voltarelli FR, Santos-Daroz CB dos, Alves MC, Cavalcanti AN, Marchi GM. Effect of chemical degradation followed by toothbrushing on the surface roughness of restorative composites. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* 2010; 18(6):585-90.
47. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane-treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. US Patent; 1962 (3066:112).
48. Valinoti et coll. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH- cycling. 2008.
49. Hamouda. Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. 2011.
50. Yap et coll. Chemical degradation of composite restoratives. 2001.
51. Yesilyurt et coll. Effects of food- simulating liquids on the mechanical properties of a silorane- based dental composite. 2009.
52. Séverine Thevenet. Finitions et polissage des résines composites : revue systématique de la littérature et étude in vitro. *Sciences du Vivant [q-bio].* 2018. dumas-02066210.
53. Sorel O, el Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Altérations de l'émail après décollement in vitro d'attaches collées au verre ionomère modifié [Changes in the enamel after in vitro debonding of brackets bonded with a modified glass ionomer cement]. *Orthod Fr.* 2000 Apr;71(2):155-63. French. PMID: 10916640.

54. Stein P, Sullivan J, Haubenreich JE, Osborne PB. Composite resin in medicine and dentistry. 2005.
55. Leprince J, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new-low shrinkage resin composite types. 14 Avril 2010.
56. Phillips RW. Symposium on composite resins in dentistry. 1981.
57. Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilles composites. 2002.
58. Jacobsen PH, Whiting R, Richardson PC. Viscosity of setting anterior restorative materials. Décembre 1977.
59. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Rheology of composite restoratives. Septembre 1981.
60. Opdam NJ, Roeters JJ, Peters TC, Burgersdijk RC, Kuijs RH. Consistency of resin composites for posterior use. Novembre 1996.
61. Bayne SC, Thompson JY, Swift Jr EJ, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. Mai 1998.
62. Leinfelder K, Prasad A. A new condensable composite for the restoration of posterior teeth. Février 1998.
63. Tyas MJ, Jones DW, Rizkalla AS. The evaluation of resin composite consistency. Novembre 1998.
64. Al-Sharaa KA, Watts DC. Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. Mai 2003.

65. Lee I-B, Son H-H, Um C-M. Rheologic properties of flowable, conventional hybrid, and condensable composite resins. Juin 2003.
66. Abe Y, Lambrechts P, Inoue S, Braem MJ, Takeuchi M, Vanherle G, et al. Dynamic elastic modulus of « packable » composites. Novembre 2001.
67. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. Janvier 2002.
68. Illie N, Hickel R, Watts DC. Spatial and cure-time distribution of dynamic-mechanical properties of a dimethacrylate nano-composite. j.dental. Mars 2009
69. Cook WD, Moopnar M. Influence of chemical structure on the fracture behaviour of dimethacrylate composite resins. Mai 1990.
70. Ferracane JL, Condon JR, Mitchem JC. Evaluation of subsurface defects created during the finishing of composites. Septembre 1992.
71. Aguiar FHB, Rodrigues Lazzari C, Alves Nunes Leite Lima, Bovi Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. Octobre-Décembre 2005.
72. Zandinejad AA, Atai M, Pahlevan A. The effect of ceramic and porous fillers on the mechanical properties of experimental dental composites. Avril 2006.
73. Rodrigues Jr SA, Ferracane JL, Della Bonna A. Flexural strength and Weibull analysis of a microhybrid and a nanofill composite evaluated by 3- and 4-point bending tests. Mars 2008.
74. Drummond JL. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. Août 2008.

75. Mortier E, Simon Y, Dahoun A, Gerdolle D. Influence of curing mode with a LED unit on polymerization contraction kinetics and degree of conversion of dental resin-based materials. *J Dent Child*. Mai-Août 2009.
76. Fróes-Salgado NR de G, Gajewski V, Ornaghi BP, Costa Pfeifer CS, Meier MM, Aparecida Xavier T, et al. Influence of the base and diluent monomer on network characteristics and mechanical properties of neat resin and composite materials. *Mai* 2015.
77. Yap AUJ, Wu SS, Chelvan S, Tan ESF. Effect of hygiene maintenance procedures on surface roughness of composite restoratives. *Oper Dent*. Janvier-Février 2005.
78. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B, et al. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. Juillet-Août 1995.
79. Baudin C, Osorio R, Toledano M, De Aza S. Work of fracture of a composite resin: fracture-toughening mechanisms. *J Biomed Mater Res A*. Juin 2009.

Annexes

I. Les valeurs

1. Le polissoir Sof-Lex®

Echantillon 1		Echantillon 2		Echantillon 3		Echantillon 4		Echantillon 5		Echantillon 6	
V	O	V	O	V	O	V	O	V	O	V	O
263	350	850	187	90	318	298	465	571	111	314	278
245	858	790	209	274	323	545	1519	532	160	362	244
569	514	776	139	493	243	601	1247	528	333	438	215
336	159	817	250	446	345	391	887	353	226	509	178
377	558	741	169	470	257	261	1399	390	53	295	223

Annexe 1 : Tableau reprenant l'ensemble des mesures de la largeur de l'émail atteint par le polissage dans le groupe « Sof-Lex® » en μm

2. Le polissoir Kompoline®

Echantillon 1		Echantillon 2		Echantillon 3		Echantillon 4		Echantillon 5		Echantillon 6	
V	O	V	O	V	O	V	O	V	O	V	O
9	36	202	80	338	223	64	223	72	328	163	88
36	27	374	53	517	202	72	257	59	366	185	143
4	297	540	67	769	245	157	581	49	360	237	58
18	294	195	191	695	255	99	359	18	356	165	30
36	349	229	98	809	201	120	215	36	305	145	60

Annexe 2 : Tableau reprenant l'ensemble des mesures de la largeur de l'émail atteint par le polissage dans le groupe « Kompoline® » en μm

II. Les statistiques

1. La comparaison de l'atteinte de l'email entre les deux séquences

	Sof-Lex®	Kompoline®
	263	9
	245	36
	569	4
	336	18
	377	36
	850	202
	790	374
	776	540
	817	195
	741	229
	90	338
	274	517
	493	769
	446	695
	470	809
	298	64
	545	72
	601	157
	391	99
	261	120
	571	72
	532	59
	528	49
	353	18
	390	36
	314	163
	362	185
	438	237
	509	165
	295	145
	350	36
	858	27
	514	297
	159	294
	558	349
	187	80
	209	53
	139	67
	250	191
	169	98
	318	223
	323	202
	243	245
	345	255
	257	201
	465	223
	1519	257
	1247	581
	887	359
	1399	215
	111	328
	160	366
	333	360
	226	356
	53	305
	278	88
	244	143
	215	58
	178	30
	223	60
moyenne	439	213
SD	301	187
variance	90548,51	35061,49

STUDENT		
STATS	Sof-Lex®	Kompoline®
Sof-Lex®		1,54E-06
Kompoline®		
FISHER		
STATS	Sof-Lex®	Kompoline®
Sof-Lex®		3,65E-04
Kompoline®		

H0 : variance différentes
si p<0,05 : variances différentes (=3)
si p>0,05 : variances égales (=2)

Annexe 3 : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline®

	Sof-Lex® V	Kompoline® V	Sof-Lex® O	Kompoline® O
	263	9	350	36
	245	36	858	27
	569	4	514	297
	336	18	159	294
	377	36	558	349
	850	202	187	80
	790	374	209	53
	776	540	139	67
	817	195	250	191
	741	229	169	98
	90	338	318	223
	274	517	323	202
	493	769	243	245
	446	695	345	255
	470	809	257	201
	298	64	465	223
	545	72	1519	257
	601	157	1247	581
	391	99	887	359
	261	120	1399	215
	571	72	111	328
	532	59	160	366
	528	49	333	360
	353	18	226	356
	390	36	53	305
	314	163	278	88
	362	185	244	143
	438	237	215	58
	509	165	178	30
	295	145	223	60
moyenne	464	214	414	212
SD	191	231	383	135
variance	36414,70	53163,10	146497,75	18166,46

STUDENT

RESUME STATS	Sof-Lex® V	Kompoline® V	Sof-Lex® O	Kompoline® O
Sof-Lex® V		1,24E-05	0,2616	0,000000092
Kompoline® V			8,93E-03	0,4824
Sof-Lex® O				4,85E-03
Kompoline® O				

FISHER

RESUME STATS	Sof-Lex® V	Kompoline® V	Sof-Lex® O	Kompoline® O
Sof-Lex® V		9,53E-02	3,41E-04	6,60E-02
Kompoline® V			8,01E-03	0,005074057
Sof-Lex® O				2,39E-07
Kompoline® O				

H0 : variance différentes
si p<0,05 : variances différentes (=3)
si p>0,05 : variances égales (=2)

Annexe 4 : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline® en fonction du site de polissage

2. La comparaison de l'atteinte de l'email inter-praticien

	FR	IE
	263	850
	245	790
	569	776
	336	817
	377	741
	298	90
	545	274
	601	493
	391	446
	261	470
	571	314
	532	362
	528	438
	353	509
	390	295
	350	187
	858	209
	514	139
	159	250
	558	169
	465	318
	1519	323
	1247	243
	887	345
	1399	257
	111	278
	160	244
	333	215
	226	178
	53	223
	9	202
	36	374
	4	540
	18	195
	36	229
	64	338
	72	517
	157	769
	99	695
	120	809
	72	163
	59	185
	49	237
	18	165
	36	145
	36	80
	27	53
	297	67
	294	191
	349	98
	223	223
	257	202
	581	245
	359	255
	215	201
	328	88
	366	143
	360	58
	356	30
	305	60
moyenne	338	313
SD	320	221
variance	102510,81	48839,99

STUDENT		
STATS	FR	IE
FR		3,10E-01
IE		

FISHER		
STATS	FR	IE
FR		5,05E-03
IE		

H0 : variance différentes
si p<0,05 : variances différentes (=3)
si p>0,05 : variances égales (=2)

Annexe 5 : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs des différents praticiens

A. Le groupe Sof-Lex®

	FR Sof-Lex®	IE Sof-Lex®	FR Sof-Lex® V	IE Sof-Lex® V	FR Sof-Lex® O	IE Sof-Lex® O
	263	850	263	850	350	187
	245	790	245	790	858	209
	569	776	569	776	514	139
	336	817	336	817	159	250
	377	741	377	741	558	169
	298	90	298	90	465	318
	545	274	545	274	1519	323
	601	493	601	493	1247	243
	391	446	391	446	887	345
	261	470	261	470	1399	257
	571	314	571	314	111	278
	532	362	532	362	160	244
	528	438	528	438	333	215
	353	509	353	509	226	178
	390	295	390	295	53	223
	350	187				
	858	209				
	514	139				
	159	250				
	558	169				
	465	318				
	1519	323				
	1247	243				
	887	345				
	1399	257				
	111	278				
	160	244				
	333	215				
	226	178				
	53	223				
moyenne	503	375	417	511	589	239
SD	358	217	128	233	484	60
variance	128483	47191	16290	54440	234017	3542

STUDENT

STATS	FR Sof-Lex®	IE Sof-Lex®	FR Sof-Lex® V	IE Sof-Lex® V	FR Sof-Lex® O	IE Sof-Lex® O
FR Sof-Lex®		4,98E-02	0,1238	0,4701	0,2521	0,0002
IE Sof-Lex®			2,44E-01	0,0298	0,0601	0,0014
FR Sof-Lex® V				9,33E-02	0,1010	0,0000
IE Sof-Lex® V					2,89E-01	0,0002
FR Sof-Lex® O						0,0071

FISHER

STATS	FR Sof-Lex®	IE Sof-Lex®	FR Sof-Lex® V	IE Sof-Lex® V	FR Sof-Lex® O	IE Sof-Lex® O
FR Sof-Lex®		8,76E-03	2,02E-04	9,25E-02	1,68E-01	1,10E-08
IE Sof-Lex®			3,93E-02	0,716593083	0,0002705	8,01918E-06
FR Sof-Lex® V				3,11E-02	1,19489E-05	0,007241543
IE Sof-Lex® V					1,00E-02	7,84751E-06
FR Sof-Lex® O						5,20031E-10

H0 : variance différentes
si p<0,05 : variances différentes (=3)
si p>0,05 : variances égales (=2)

Annexe 6 : Tests de Fischer et de Student pour les valeurs du Sof-Lex® en fonction du praticien

B. Le groupe Kompoline®

	FR Kompoline®	IE Kompoline®	FR Kompoline® V	IE Kompoline® V	FR Kompoline® O	IE Kompoline® O
	9	202	9	202	36	80
	36	374	36	374	27	53
	4	540	4	540	297	67
	18	195	18	195	294	191
	36	229	36	229	349	98
	64	338	64	338	223	223
	72	517	72	517	257	202
	157	769	157	769	581	245
	99	695	99	695	359	255
	120	809	120	809	215	201
	72	163	72	163	328	88
	59	185	59	185	366	143
	49	237	49	237	360	58
	18	165	18	165	356	30
	36	145	36	145	305	60
	36	80				
	27	53				
	297	67				
	294	191				
	349	98				
	223	223				
	257	202				
	581	245				
	359	255				
	215	201				
	328	88				
	366	143				
	360	58				
	356	30				
	305	60				
moyenne	173	252	57	371	290	133
SD	154	211	43	235	135	79
variance	23780	44365	1841	55373	18184	6197

STUDENT

RESUME STATS	FR Kompoline®	IE Kompoline®	FR Kompoline® V	IE Kompoline® V	FR Kompoline® O	IE Kompoline® O
FR Kompoline®		5,25E-02	0,0002	0,0008	0,0083	0,1252
IE Kompoline®			1,27E-05	0,0465	0,2629	0,0046
FR Kompoline® V				6,77E-05	0,0000352	0,0017
IE Kompoline® V					1,31E-01	0,0009
FR Kompoline® O						0,0003

FISHER

RESUME STATS	FR Kompoline®	IE Kompoline®	FR Kompoline® V	IE Kompoline® V	FR Kompoline® O	IE Kompoline® O
FR Kompoline®		9,86E-02	9,76E-06	5,31E-02	6,08E-01	1,05E-02
IE Kompoline®			1,70E-07	0,592411523	0,081055565	0,000356541
FR Kompoline® V				1,03E-07	0,000115438	0,030138938
IE Kompoline® V					4,57E-02	0,000206959
FR Kompoline® O						0,0530763

H0 : variance différentes
si $p < 0,05$: variances différentes (=3)
si $p > 0,05$: variances égales (=2)

Annexe 7 : Tests de Fischer et de Student pour les valeurs du Kompoline® en fonction du praticien

C. La comparaison des deux groupes en intra-praticien

	Sof-Lex® FR	Kompoline® FR	Sof-Lex® IE	Kompoline® IE
	263	9	850	202
	245	36	790	374
	569	4	776	540
	336	18	817	195
	377	36	741	229
	298	64	90	338
	545	72	274	517
	601	157	493	769
	391	99	446	695
	261	120	470	809
	571	72	314	163
	532	59	362	185
	528	49	438	237
	353	18	509	165
	390	36	295	145
	350	36	187	80
	858	27	209	53
	514	297	139	67
	159	294	250	191
	558	349	169	98
	465	223	318	223
	1519	257	323	202
	1247	581	243	245
	887	359	345	255
	1399	215	257	201
	111	328	278	88
	160	366	244	143
	333	360	215	58
	226	356	178	30
	53	305	223	60
moyenne	503	173	375	252
SD	358	154	217	211
variance	128483,04	23779,97	47191,08	44364,64

STUDENT

RESUME STATS	Sof-Lex® FR	Kompoline® FR	Sof-Lex® IE	Kompoline® IE
Sof-Lex® FR		1,96E-05	0,0498	0,000894514
Kompoline® FR			5,70E-05	0,0525
Sof-Lex® IE				1,50E-02
Kompoline® IE				

FISHER

RESUME STATS	Sof-Lex® FR	Kompoline® FR	Sof-Lex® IE	Kompoline® IE
Sof-Lex® FR		1,92E-05	8,76E-03	5,50E-03
Kompoline® FR			6,99E-02	0,098616462
Sof-Lex® IE				8,69E-01
Kompoline® IE				

H0 : variance différentes
si p<0,05 : variances différentes (=3)
si p>0,05 : variances égales (=2)

Annexe 8 : Tests de Fischer et de Student pour comparer les valeurs du Sof-Lex® et du Kompoline® en fonction du praticien

ETTWILLER (Inès) – Comparaison de deux systèmes de polissage de composite : étude de l'intégrité de l'émail marginal après polissage
(Thèse : 3^{ème} cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2021 ; N°24)
N°43.22.21.24

Résumé : Les résines composites sont aujourd'hui largement plébiscitées pour la réalisation de restaurations directes. Ces dernières possèdent des propriétés mécaniques et esthétiques de plus en plus performantes, grâce, notamment, à l'évolution de la chimie de la phase résineuse mais également, grâce à l'augmentation de la teneur en charges. Les composites directs majoritairement utilisés aujourd'hui sont des composites microhybrides ou microhybrides nano-chargés. Actuellement, quand on envisage une restauration en composite, le débat porte majoritairement sur le choix des matériaux et sur la technique de stratification. La finition et le polissage des composites, souvent réalisés très rapidement en fin de séance, restent les étapes les plus négligées. Si les protocoles de stratification des composites sont aujourd'hui bien codifiés, aucun consensus n'existe, à l'heure actuelle, pour le polissage des composites. Par ailleurs, il est nécessaire de corréliser le système de polissage à la nature du composite.

En 2017, une thèse de revue de la littérature sur le polissage des composites a été réalisée à l'université de Bordeaux. La thèse conclut que le système majoritairement étudié et utilisé dans la pratique est le système de disques diamantés Sof-Lex®. D'après ces études, le Sof-Lex® permet d'obtenir la surface la moins rugueuse. En revanche, aucune étude ne fait mention du respect de l'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration. Le polissoir idéal doit certes permettre de lisser et polir la surface en composite, mais il doit être suffisamment sélectif pour préserver au maximum l'émail adjacent. L'objectif de ce travail de thèse est de comparer deux séquences de polissage : le Sof-Lex® et un nouveau système commercialisé par Komet conçu pour optimiser le polissage du composite tout en préservant les tissus adjacents : le Kompoline®. Une étude ex-vivo a été réalisée sur dents avulsées. L'intégrité des tissus dentaires bordant la restauration a été observée au microscope numérique.

Ce travail de recherche pourrait aboutir à une prise de conscience du délabrement dentaire généré par les séquences de polissage actuellement plébiscitées.

Rubrique de classement : Odontologie Conservatrice

Mots clés : Composite, MEB, polissage, intégrité
Me SH : Composite, SEM, polishing, integrity

Jury :

Président : Professeur Florent MEYER
Assesseurs : Docteur Florence FIORETTI
Docteur Sophie JUNG
Docteur François REITZER

Coordonnées de l'auteur :

I. ETTWILLER,
12 Rue de l'école,
68630 MITTELWIHR

Adresse de messagerie : ines.ettwiller@gmail.com