

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2020

2020 TOU3 3049

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Valentine BAYLET GALY-CASSIT

Le 6 novembre 2020

**LES COMPOSITES DE COLLAGE EN DENTISTERIE ADHESIVE :
ETUDE COMPARATIVE ENTRE UN COMPOSITE DE COLLAGE ET
UN COMPOSITE DE RESTAURATION RECHAUFFE**

Directeurs de thèse : Dr Jérôme FISSE et Dr Damien OSTROWSKI

JURY

Président :	Professeur Franck DIEMER
1 ^{er} assesseur :	Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN
2 ^{ème} assesseur :	Docteur Vincent BLASCO-BAQUE
3 ^{ème} assesseur :	Docteur Jérôme FISSE
4 ^{ème} assesseur :	Docteur Damien OSTROWSKI



UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2020

2020 TOU3 3049

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Valentine BAYLET GALY-CASSIT

Le 6 novembre 2020

**LES COMPOSITES DE COLLAGE EN DENTISTERIE ADHESIVE :
ETUDE COMPARATIVE ENTRE UN COMPOSITE DE COLLAGE ET
UN COMPOSITE DE RESTAURATION RECHAUFFE**

Directeurs de thèse : Dr Jérôme FISSE et Dr Damien OSTROWSKI

JURY

Président :	Professeur Franck DIEMER
1 ^{er} assesseur :	Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN
2 ^{ème} assesseur :	Docteur Vincent BLASCO-BAQUE
3 ^{ème} assesseur :	Docteur Jérôme FISSE
4 ^{ème} assesseur :	Docteur Damien OSTROWSKI



Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

M. Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT

Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

CHARGÉS DE MISSION

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)

M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

M. Jean LAGARRIGUE +

M. Jean-Philippe LODTER +

M. Gérard PALOUDIER

M. Michel SIXOU

M. Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

M. Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

M. Gérard PALOUDIER

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

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

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

Assistants : Mme Alice BROUTIN, Mme Marion GUY-VERGER

Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE, Mme. Chiara CECCHIN-ALBERTONI

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG

Assistants : Mme Isabelle ARAGON, Mme Anaïs DIVOL,

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

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL

Maître de Conférences : M. VERGNES Jean-Noël

Assistant : M. Julien ROSENZWEIG

Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, Mme FOURNIER Géromine,
M. Fabien BERLIOZ

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

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

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : M. Pierre BARTHET, Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL

Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN

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

CHIRURGIE ORALE

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

BIOLOGIE ORALE

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

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

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

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

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

PROTHÈSES

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

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

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

Mise à jour pour le 05 Octobre 2020

A notre Président du jury de thèse,

A Monsieur le Professeur DIEMER Franck

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Éducation, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Responsable du Diplôme Universitaire d'Hypnose
- Co-responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Odontologie du Sport
- Vice-Président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse.

*Merci de m'avoir transmis de nombreuses connaissances au cours de ces années
universitaires, notamment en endodontie.*

*Je souhaite vous remercier également pour l'aide que vous m'avez apporté au cours de la
rédaction de cette thèse, votre disponibilité et vos conseils m'ont été précieux.*

Veuillez trouver l'expression de mes remerciements les plus sincères.

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie

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

*Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de siéger dans ce jury.
Merci pour votre pédagogie, votre gentillesse et pour la qualité de vos enseignements.
Veuillez trouver dans cette thèse, le témoignage de ma profonde gratitude.*

A notre jury de thèse,

A Monsieur le Docteur BLASCO-BAQUE Vincent

- Maître de Conférence Universitaire et Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Diplôme Universitaire de Pédagogie en Santé de l'Université Paul Sabatier
- Responsable du Diplôme Universitaire de Médecine bucco-dentaire du Sport
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier
- HDR

*Je tiens à vous remercier d'avoir accepté de participer à cette thèse.
Merci pour ces années d'enseignements à la fois théorique et clinique, qui ont été très
enrichissantes.*

*Les vacances sous votre direction ont toujours été d'un dynamisme inégalable.
Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect et de ma vive reconnaissance.*

A nos directeurs de thèse,

A Monsieur le Docteur FISSE Jérôme

- Assistant Hospitalo-Universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- CES en Odontologie Conservatrice Restauratrice et Endodontie,
- CES en Odontologie Prothétique mention Prothèse Conjointe,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*Je vous remercie d'avoir accepté, dès la première seconde, la direction de cette thèse.
Grâce à vos compétences et votre savoir, vous m'avez guidé pour l'édification de ce
projet. Cette collaboration fut enrichissante et a permis, je l'espère, d'établir une thèse à
la hauteur de vos attentes.
Veuillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon estime pour vous.*

A Monsieur le Docteur OSTROWSKI Damien

- Assistant Hospitalo-Universitaire d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- CES de Chirurgie Dentaire : Biomatériaux en Odontologie
- CES de Chirurgie Dentaire : O C E

*Je vous remercie et je suis reconnaissante que vous ayez accepté la direction de cette
thèse.*

*Vos connaissances en biomatériaux et en réalisation d'un protocole de recherche ont été
indispensables à la construction de cette thèse.*

Merci pour votre gentillesse, votre disponibilité et pour votre aide précieuse.

Mes remerciements les plus sincères et chaleureux.

REMERCIEMENTS

A mes parents, merci pour votre amour et votre soutien inconditionnel. C'est grâce à vous que je peux aujourd'hui présenter cette thèse et exercer le métier que j'ai toujours souhaité. Votre force et votre sagesse sont un exemple pour moi.

A ma sœur, la personne qui me comprend le mieux au monde, merci d'être le pilier sur lequel je m'appui (sans limite) chaque jour. Merci pour ta bonne humeur, tes conseils, pour nos appels journaliers par dizaine, nos discordes qui ne durent jamais plus d'une heure, nos fous rires que personne ne comprend, merci de rendre mon quotidien plus joyeux, tu es mon copain malin. Une jolie pensée pour mon César, un beau-frère au top.

A mes grands-parents, merci à Manou pour ses bons petits plats et sa bienveillance. Merci à mon Papy qui m'a enseigné les valeurs du travail et de la persévérance. Je ne souhaite que votre fierté.

A Vincent, merci d'être aussi présent chaque jour, d'être mon partenaire et mon meilleur ami. De m'encourager et de me pousser toujours plus haut. A tes côtés, la vie prend tout son sens et nos projets sont sans limites.

A mes biches : Alexia, Lacroux, Cabanes, Lacheze, Léa, Laurie, à nos 12 ans d'amitié merci pour toutes ces folles soirées, ses innombrables apéro-dinatoire, nos belles vacances et tous les souvenirs à venir. Vous êtes de précieuses amies sur qui je pourrais toujours compter.

A Lisa, ma meilleure amie depuis toujours, à Carole et Clément, vous êtes ma famille.

A Marguerite, ma révélation de ces dernières années, aussi bonne partenaire en cours qu'en soirée. Je ne pensais pas avoir la chance de découvrir une aussi bonne copine pendant mes années d'études. Vous êtes, avec Lucas, mes coups de cœur.

A Marie-Sophie et Margaux, mes princesses de la nuit, avec vous c'est toujours de belles soirées enflammées. Vous êtes vraiment géniales, tous nos moments passés ne sont que du bonheur et le meilleur reste à venir.

A Romeo, mon binôme de choc, à nos cas cliniques toujours plus compliqués les uns que les autres et au London bien mérité. On aura fait une belle équipe.

A Lauriane, pour tous ses bons souvenirs de la PACES à aujourd'hui.

A nos partenaires,

Qui nous ont fourni le matériel nécessaire à cette thèse, sans leur participation notre recherche n'aurait pas eu lieu.

*Merci à Christophe JOUVET de **PRED**.*

*Merci à Axel BOYER MORETTI de **STONER**.*

*Merci à Chakib TALEB, Alice CANAS et Carine CAPITAO de **IVOCLARVIVADENT**.*

*Merci à la société **ACTEON**.*

Aux Docteurs **Nathalie BOURGUE** et **Stéphane BALDO**, un grand merci pour m'avoir accordé leur confiance en m'employant sur mes premiers remplacements. Mais également pour avoir mis à ma disposition les locaux nécessaires à mes recherches. Sans leur aide précieuse au cours de cette période de pandémie, cette thèse n'aurait pas vu le jour à cette date.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	14
I. LES RESINES COMPOSITES.....	15
A. Définition.....	15
B. Composition	15
1. Phase organique	15
a) Résine matricielle.....	16
b) Contrôleurs de viscosité ou diluants.....	16
c) Agents de polymérisation	16
d) Inhibiteurs de prise.....	17
2. Phase inorganique	17
a) Nature des charges	18
b) Taille des charges.....	18
c) Propriétés des charges	18
II. CLASSIFICATION DES COMPOSITES.....	20
A. Les colles composites.....	20
B. Les composites de restauration.....	20
III. COMPARAISON ENTRE LES COMPOSITES DE COLLAGE ET LES COMPOSITES DE RESTAURATION RECHAUFFES LORS DU COLLAGE DE PIECES PROTHETIQUES	21
A. Les données acquises de la science.....	21
1. Texture.....	21
2. Composition.....	23
3. Mode de prise	24
4. Temps de travail.....	25
5. Utilisation sur dents vitales ou non.....	26
6. Propriétés mécaniques.....	26
7. Propriétés physico-chimiques.....	28
8. Esthétique et joint de collage.....	28
9. Élimination des excès.....	30
10. Prix	30
B. Tableau récapitulatif de la comparaison entre les composites de restauration réchauffés et les composites de collage :	32
IV. RECHERCHES PORTANT SUR LA COMPARAISON ENTRE UNE COLLE COMPOSITE (le <i>Variolink Esthetic DC®</i> de Ivoclar Vivadent) ET UN COMPOSITE DE RESTAURATION RECHAUFFES (<i>l'Estelite Sigma Quick®</i> de Tokuyama Dental)	33
A. Description des produits.....	33
1. Estelite Sigma Quick® de Tokuyama Dental.....	33

a) Protocole clinique de l'Estelite Sigma Quick®	34
2. Variolink Esthetic DC® de Ivoclar Vivadent.....	35
a) Protocole clinique du Variolink Esthetic DC®	36
3. Grandioso® de Voco.....	37
a) Protocole clinique du Grandioso® :.....	38
B. Matériels et Méthodes.....	39
1. Protocole de collage de l'Estelite Sigma Quick®.....	42
2. Protocole de collage du Variolink Esthetic DC®.....	43
3. Protocole de réalisation des coupes et leurs analyses	44
a) Molaire 1 :.....	45
b) Molaire 2 :.....	45
c) Molaire 3 :.....	45
d) Molaires 4-5-6 :.....	46
e) Molaire 7 :.....	46
f) Molaires 8-9-10 :.....	46
g) Molaire 11 :.....	46
h) Molaire 12 :.....	46
i) Molaire 13 :.....	47
j) Molaire 14 :.....	47
k) Molaire 15 :.....	47
l) Molaire 16 :.....	47
4. Remarques lors de la recherche	48
C. Résultats	49
D. Discussion	51
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAPHIE :	56
TABLE DES ILLUSTRATIONS :	60
TABLE DES ABREVIATIONS :.....	62

INTRODUCTION

Actuellement, la dentisterie adhésive connaît une évolution majeure de son activité. En effet les patients sont de plus en plus attentifs à leur image, ils souhaitent des traitements efficaces mais surtout esthétiques.

Les praticiens quant à eux, ont comme objectif premier la réalisation de soins minimalement invasifs et la préservation de la vitalité pulpaire.

C'est pourquoi la dentisterie adhésive est un objectif clé de l'odontologie.

Les restaurations partielles telles que les inlays, onlays ou facettes connaissent un essor important. Notamment grâce au développement de techniques modernes comme la CFAO, qui permet la création de pièces sur mesure assistée par ordinateur, avec une fabrication au sein même du cabinet dentaire (lorsque ce dernier est équipé d'une usineuse).

Les colles adhésives sont connues depuis des années pour leurs emplois dans l'assemblage de ces pièces prothétiques. Mais récemment un nouveau mode de collage est apparu : celui-ci utilise les composites de restauration réchauffés. En effet, ces matériaux possèdent des propriétés physiques et mécaniques très intéressantes qui ont conduit au détournement de leur utilisation première.

L'émergence de ce nouveau mode de collage nous a emmené à nous intéresser à ses avantages et ses inconvénients. Mais aussi, et surtout, à comparer l'utilisation de ces composites de restauration réchauffés à l'utilisation traditionnelle des colles composites.

Dans une première partie, nous allons faire un rappel sur les résines composites et leurs classifications.

Ensuite nous décrirons, grâce à nos recherches bibliographiques, les éléments de comparaison entre les composites de restauration et les colles, en se basant sur différents points qui nous semblent essentiels.

Dans une dernière partie, nous exposeront l'ensemble de nos recherches qui ont consisté en la comparaison : d'un composite de restauration *l'Estelite Sigma Quick®* de TOKUYAMA DENTAL (Sandrigo, Italie) et d'une colle le *Variolink Esthetic DC®* de IVOCAR VIVADENT (Saint-Jorioz, France). L'objet de leur comparaison est l'étude du joint de collage lors de l'assemblage d'onlays composites en méthode directe.

I. LES RESINES COMPOSITES

A. Définition

Une résine composite est composée de plusieurs matériaux de natures et d'origines différentes, dont les caractéristiques mécaniques sont supérieures à celles des matériaux entrant dans sa composition.

La condition fondamentale pour que cette définition soit valide est que la cohésion de l'ensemble soit assurée par des liaisons mécaniques, physiques ou chimiques.

La plupart du temps ces matériaux sont constitués d'une matrice et d'un renfort.

En odontologie, une résine composite est un matériau constitué d'une matrice organique résineuse et d'un renfort constitué de charges. La cohésion entre ces deux matériaux est assurée par un agent de couplage : le silane.

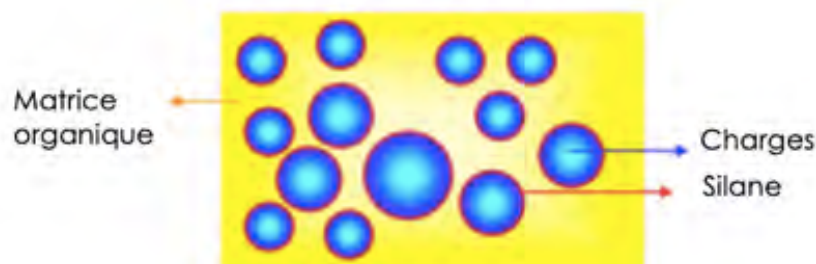


Figure 1 : Représentation schématique d'une résine composite (1)

B. Composition

1. Phase organique

La phase organique, aussi appelée phase continue ou dispersante, constitue en moyenne 24 à 50% du volume du composite.

Elle comprend la résine matricielle, les abaisseurs de viscosité, le système de polymérisation et divers additifs.

La matrice résineuse joue un rôle de liant entre les charges et influence le coefficient d'expansion thermique, la rétraction de prise, l'absorption d'eau, la solubilité des résines composites, mais également les propriétés mécaniques des composites.

a) Résine matricielle

Les résines matricielles sont les composants chimiquement actifs du composite.

Ce sont tous des monomères « R-diméthacrylates », rendant ainsi toutes les résines composites compatibles entre elles et avec les adhésifs. Elles sont dérivées du Bis-GMA et des polyuréthanes.

C'est un monomère fluide converti en un polymère rigide par une réaction d'addition. Les monomères sont prépolymérisés pour former des oligomères, ceci permet l'augmentation des propriétés mécaniques et la diminution du retrait de polymérisation.

b) Contrôleurs de viscosité ou diluants

Le Diuréthane Diméthacrylate et les monomères de Bis-GMA ont une viscosité élevée dû à leurs poids moléculaires. En y couplant une importante quantité de charges, on obtient un produit bien trop épais pour pouvoir en faire l'utilisation en clinique.

C'est la raison pour laquelle des monomères de faibles viscosités, c'est-à-dire des diluants, sont incorporés.

Plusieurs molécules existent mais le TEGDMA : Triéthylène Glycol Diméthacrylate, reste la plus utilisée.

L'utilisation des diluants est à l'origine de l'augmentation de la rétraction de prise, ils rendent la résine plus flexible, moins cassante mais réduisent sa résistance à l'abrasion.

c) Agents de polymérisation

La polymérisation est le phénomène qui permet aux monomères de s'assembler en molécules plus grosses.

Ce phénomène se produit en trois étapes :

- 1- Un Activateur décompose un Amorceur pour créer des Radicaux Libres (R*)
- 2- Ces Radicaux Libres activent le monomère
- 3- L'association de monomères permet l'élongation d'un polymère

A température ambiante, on constate une dégradation de l'Amorceur de manière spontanée ainsi que l'obtention de Radicaux Libres. En augmentant suffisamment la température, la polymérisation n'a même plus besoin d'activateur pour être initiée. Cette augmentation de température ne peut se faire en bouche. C'est la raison pour laquelle on utilise un activateur qui va permettre de déplacer l'équilibre de la réaction afin qu'elle ait lieu à température buccale.

Remarque : Comme nous le verrons plus en détail par la suite, les composites de restauration utilisés comme matériaux de collage ont une polymérisation uniquement photo. Alors que les colles composites sont le plus souvent duales.

Les agents de chimopolymérisation :

- Activateur le plus souvent utilisé : les Amines
- Amorceur le plus souvent utilisé : le Peroxyde de Benzoyl

Les agents de photopolymérisation :

- Activateur utilisé : les Photons (la lumière)
- Amorceur utilisé : les Amines tertiaires
- Photosensibilisateur, dont le plus utilisé est la Camphoroquinone

d) Inhibiteurs de prise

Les inhibiteurs de prise sont des molécules de conservation qui sont ajoutés au système photo-amorceur. En leur absence il pourrait se produire une polymérisation spontanée (dans certaines conditions de stockage).

Ces molécules sont des dérivés du phénol, c'est pourquoi les fonds de cavités ou ciment temporaires à base de ZnOE sont contre-indiqués sous les résines à cause de leur pouvoir inhibiteur.

Remarque : L'oxygène est un puissant inhibiteur de polymérisation

2. Phase inorganique

La phase inorganique est représentée par les charges.

Celles-ci renforcent le matériau et sont liées à la matrice par l'intermédiaire d'un silane ce qui permet :

- D'augmenter les propriétés mécaniques des composites telles que la résistance à la traction, à la compression et à la flexion
- D'augmenter les propriétés physico-chimiques telles que la diminution du retrait de polymérisation et du coefficient de dilatation thermique
- De donner sa radio-opacité au composite (importance radiographique)

a) Nature des charges

- Les charges minérales :

Sont celles qui sont le plus fréquemment rencontrées.

Dans un premier temps le quartz fût la charge la plus utilisée. Mais de nos jours, nous retrouvons majoritairement des charges sous forme de silices (SiO_2) et des verres de métaux lourds.

- Les charges organiques :

Des charges constituées de résine matricielle polymérisée sont ajoutées aux composites afin d'en modifier les propriétés : diminution de la rétraction de polymérisation de la résine mais aussi du coefficient d'expansion thermique, amélioration des propriétés optiques et de la dureté du matériau.

b) Taille des charges

La taille des charges peut varier de quelques nanomètres à 100 micromètres.

Il y a :

- Des macro-charges : grosses particules de verre ou de quartz
- Des micro-charges : environ 0,04 micromètres
- Des particules de tailles intermédiaires obtenues par fragmentation des macro-charges

c) Propriétés des charges

- Importante dureté
- Inertie chimique
- Indice de réfraction proche de celui des matrices résineuses
- Opacité contrôlée par addition de pigments de Dioxyde de Titane (TiO_2)

Une augmentation du nombre de charges entraîne une amélioration des propriétés mécaniques, une réduction de la rétraction de polymérisation, mais également du coefficient d'expansion thermique, du coefficient d'absorption et de la solubilité hydrique.

En augmentant le pourcentage de charges et en diminuant leur taille, on améliore l'état de surface, l'esthétique, on diminue l'agressivité du matériau vis-à-vis du parodonte et on augmente la résistance à l'usure.

Concernant le taux de charges, pour les propriétés mécaniques, il est conseillé d'augmenter leurs nombres et de diminuer leurs dimensions, or ces caractéristiques sont à l'origine d'une augmentation de la viscosité.

II. CLASSIFICATION DES COMPOSITES

A. Les colles composites

Les colles sont des résines chargées ou non qui se caractérisent par un mode de durcissement sous forme de polymérisation.

Il existe trois types de polymérisation (1) :

- La photopolymérisation : nécessitent une énergie lumineuse pour activer la polymérisation.
- La chimopolymérisation (colles autopolymérisables) : la polymérisation est déclenchée automatiquement dès lors de la mise en contact entre un catalyseur et une base.
- La polymérisation duale : combinent à la fois une polymérisation chémo et photo.

Les colles sont séparées en trois sous classes :

- Les colles sans potentiel adhésif : résines composites de collage nécessitant l'application d'un agent de liaison.

Elles sont duales ou photopolymérisables.

Ex : Le Variolink Esthetic® (IVOCAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France)

- Les colles avec potentiel adhésif propre : résines composites contenant un monomère réactif, mais requièrent des traitements de surface.

Elles sont duales ou chimopolymérisables.

Ex : Le Panavia® (KURARAY, Tokyo, Japon)

- Les colles auto-adhésives : résines composites de collage auto-adhésives, ne requièrent aucun traitement préalable.

Elles sont duales.

Ex : Le RelyX Unicem® (3M ESPE, Minnesota, États-Unis)

B. Les composites de restauration

Une nouvelle approche consiste à utiliser des composites de restauration comme intermédiaires de collage en augmentant leurs températures pour les rendre plus fluides.

Ex : L'Estelite Sigma Quick® (TOKUYAMA, Sandrigo, Italie)

III. COMPARAISON ENTRE LES COMPOSITES DE COLLAGE ET LES COMPOSITES DE RESTAURATION RECHAUFFES LORS DU COLLAGE DE PIÈCES PROTHÉTIQUES

A. Les données acquises de la science

De nos jours, concernant le collage des pièces en céramique et composite, plusieurs choix s'offrent à nous.

Nos recherches et nos études ont pour but d'orienter le praticien dans le choix du produit le plus approprié à sa pratique.

Afin d'être au plus proche de la réalité clinique, nous avons décidé de comparer les composites de collage, majoritairement utilisés, aux composites de restauration dont l'usage premier a été récemment détourné.

Ces derniers seront comparés successivement à l'aide d'un certain nombre de critères choisis par nos soins.

1. Texture

- Les composites de restauration possèdent une viscosité élevée qui complique l'étape de collage. Pour pallier à ce problème, il a été proposé de chauffer les composites de restauration dans des machines dédiées appelées : les réchauffeurs de composite. Plusieurs appareils sont présents sur le marché dont le *Calset Composite Warmer®* (ADDENT INC, Danbury, Etat-Unis).

Celui-ci permet de réchauffer le matériau composite à 37°C, 54°C ou 68°C. Les composites peuvent être sous forme de seringues ou de compules, il est aussi possible de réchauffer les instruments de finition.



Figure 2 : Réchauffeur Calset Composite Warmer® (3)

En dehors de ces intervalles de températures, nous pouvons constater des inconvénients (3):

- A 3°C le taux de conversion est fortement diminué
- A 90°C il y a une dégradation des photo-initiateurs
- A 140°C il y a une possible polymérisation thermique spontanée

L'épaisseur des composites de restauration diminue lors de l'augmentation en température. En revanche cette épaisseur sera toujours plus importante que celle d'un composite flow à température ambiante.

Bien que son réchauffement permette, temporairement, de diminuer sa viscosité, son utilisation n'est pas aussi simple que celle des composites de collage. (4)

L'utilisation d'inserts ultrasoniques tels que l'*Insert Piezocem C20®* (ACTEON SATELEC, Merignac, France) permet de faciliter l'insertion de pièces prothétiques. L'énergie ultrasonique va entraîner une diminution temporaire de la viscosité du composite pour permettre l'insertion simplifiée de la restauration ainsi qu'une élimination facilitée des excès. (5)

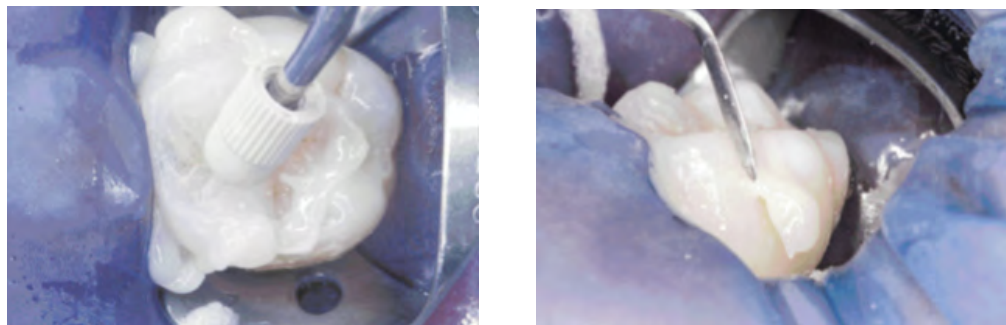


Figure 3 : Utilisation de l'insert Piezocem C20® de chez Actéon pour l'insertion d'un onlay suivi de l'élimination des excès (7)

A contrario pour les facettes, une pression digitale est suffisante pour avoir une insertion correcte (7)

Des études ont analysé les conséquences du réchauffement des composites de restauration (1) (8) (9) :

- une énergie thermique élevée permet une meilleure mobilité des monomères, entraînant une diminution de la viscosité

- une augmentation de la fréquence de collision entre les radicaux libres et les monomères, permettent à la propagation de se poursuivre pendant un temps plus long avant le début de la décélération
 - des taux de conversion supérieurs en comparaison à un composite polymérisé à température ambiante
 - une durée de polymérisation diminuée pour atteindre un niveau donné de conversion
 - un matériau homogène et plus simple d'utilisation
 - une meilleure adaptation marginale
 - un meilleur écoulement, ce qui permet au praticien une mise en place simplifiée des restaurations
- Les composites de collage qui sont plus fluides permettent une meilleure insertion et adaptation de la pièce prothétique lors de sa pose. En effet une simple pression digitale permet de positionner correctement la pièce.

2. Composition

- Les composites de restauration ont une forte teneur en charges ce qui augmente leur viscosité. C'est pourquoi il est nécessaire de les réchauffer avant le collage.
La présence des charges permet d'augmenter les propriétés mécaniques des composites (telles que la résistance à la traction ou à la flexion), mais aussi les propriétés physico-chimiques (telles que la réduction de la rétraction de polymérisation, le coefficient d'expansion thermique, le coefficient d'absorption et la solubilité hydrique). Elles sont également à l'origine de sa radio-opacité. (10)
- Les composites de collage présentent une faible teneur en charges ce qui permet d'abaisser leur viscosité et ainsi de simplifier leur emploi.

3. Mode de prise

- Les composites de restauration ont un mode de prise uniquement photopolymérisable.

Or ce type de prise, qui peut être un avantage pour le temps de travail du praticien (qui serait théoriquement illimité), reste un inconvénient pour le collage des restaurations céramiques épaisses.

En effet, plus la distance entre la source lumineuse et le composite de restauration est importante, plus le taux de conversion diminue, ceci étant dû à une atténuation des rayons au travers la céramique. (11)

On les réserve donc pour le collage des restaurations en céramique peu épaisses, c'est-à-dire moins de 2 mm, ce qui permet à la lumière de passer au travers.

Au-delà de cette épaisseur, le temps de photopolymérisation doit être fortement augmenté (jusqu'à 360 secondes), ce qui est à l'origine d'une augmentation de température des tissus dentaire (11).

Une photopolymérisation efficace doit également être mise en œuvre avec notamment des lampes LED qui possèdent une énergie de plus de 800mW/cm². (12)

Material	Curing mode	Onlay thickness		
		2 mm	3 mm	4 mm
Variolink II	40 s × 1200 mW/cm ²	72 (1,2) (±8.6)	51 (2) (±9.8)	45 (1) (±10.5)
	60 s × 800 mW/cm ²	73 (±6.1)	66 (±11.6)	64 (±7.5)
	120 s × 400 mW/cm ²	77 (3,4) (±2.8)	52 (3) (±9.9)	51 (4) (±12.3)
Calibra	40 s × 1200 mW/cm ²	73 (5) (±4.6)	69 (6) (±9.1)	60 (5,6) (±8.1)
	60 s × 800 mW/cm ²	74 (7,8) (±3)	64 (7) (±12.5)	61 (8) (±13.7)
	120 s × 400 mW/cm ²	71 (±6.1)	68 (±9.7)	65 (1 ± 2.4)
Venus (normal)	40 s × 1200 mW/cm ²	65 (9,10) (±6.1)	40 (9) (±4.4)	34 (10) (±5)
	60 s × 800 mW/cm ²	68 (11,12) (±2.6)	39 (11) (±7)	36 (12) (±7.6)
	120 s × 400 mW/cm ²	68 (13,14) (±2)	40 (13) (±8.2)	31 (14) (±6.1)
Venus (54 °C)	40 s × 1200 mW/cm ²	72(15,16) (±7)	64 (15) (±6.1)	60 (16) (±7)
	60 s × 800 mW/cm ²	70 (17,18) (±2.6)	67 (17) (±4.1)	59 (18) (±6.4)
	120 s × 400 mW/cm ²	68 (19,20) (±3.3)	65 (19) (±5.3)	59 (20) (±6.9)

Equal numbers show statistically significant differences among group of the same material ($p = 0.05$).

Tableau 1 : Représentation du degré moyen et de l'écart-type des matériaux testés, polymérisés selon trois combinaisons différentes temps/puissance (12)

- Les composites de collage ont un mode de polymérisation dual. La présence d'une céramique entre la source d'irradiation et le composite affecte la transmission de la lumière de polymérisation, ce qui diminue la densité d'énergie disponible pour la polymérisation photoinitiée (13). Le mécanisme d'auto-polymérisation interne des composites duals a justement pour but de pallier à ce manque de lumière. En

revanche, cette capacité d'auto-polymérisation est théorique car une exposition lumineuse des composites duals est obligatoire pour avoir des propriétés physiques optimales. (14)

4. Temps de travail

- Les composites de restauration, qui sont photopolymérisables, ont un temps de travail théoriquement illimité tant que la photopolymérisation n'a pas eu lieu (comme vu précédemment). Ce qui est très confortable pour l'opérateur.

En revanche, ils sont chauffés dans des réchauffeurs de compules. Or ces compules peuvent sortir au préalable du réfrigérateur, il faut donc environ dix minutes pour les mettre à température ambiante. Puis vient l'étape du réchauffeur de composite qui nécessite une vingtaine de minutes. Il faut donc anticiper l'utilisation d'un tel produit. Dès que la compule est prête, celle-ci doit être utilisée rapidement, en effet sa température est divisée par deux en deux minutes et chute de 90% en 5 minutes. (15)

- Les composites de collage qui sont duals, ont un temps de travail plus faible car les réactions de polymérisation n'ont pas besoin d'une source lumineuse pour s'activer. En effet, la polymérisation duale est une double réaction : chimique et photonique. Pour ce qui est de la polymérisation chimique, elle implique le mélange de deux composants (un catalyseur et une base) pour pouvoir s'amorcer. Le temps de travail et le temps de prise sont fixés par la nature de la réaction et ne sont pas contrôlables par l'opérateur. (16)

Par exemple, pour le *Variolink Esthetic DC®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France), voici les temps de travail et les temps de prise, en fonction de la température ambiante, dès que le produit a été extrudé de la seringue auto-mélangeante.

Utilisé en autopolymérisation pure	Température ambiante 23°C ± 1°C	Intraoral 37°C ± 1°C
Temps de travail	environ 5 min	environ 2 min
Temps de prise (temps de travail inclus)	environ 8 min	environ 4 min

Tableau 2 : Temps de travail et de prise du *Variolink Esthetic DC®* (17)

5. Utilisation sur dents vitales ou non

- Les composites de restauration réchauffés sont, en conséquence, à l'origine d'une augmentation de température.

Il est admis qu'il peut y avoir des répercussions sur la vitalité pulpaire pour une élévation de la température au sein de la pulpe de plus de 5 degrés. (18). Cette élévation dépend de plusieurs paramètres tels que l'épaisseur de tissu résiduelle, la conduction du matériau et des tissus, mais également la forme de la préparation.

On pourrait penser que celle-ci est délétère pour les dents pulpées mais lors de l'insertion de composites chauffés à 60°C, en comparaison à celle de composites à température ambiante, on constate une augmentation de la température de la pulpe de 1°C, cette augmentation n'est pas à l'origine de dommage.

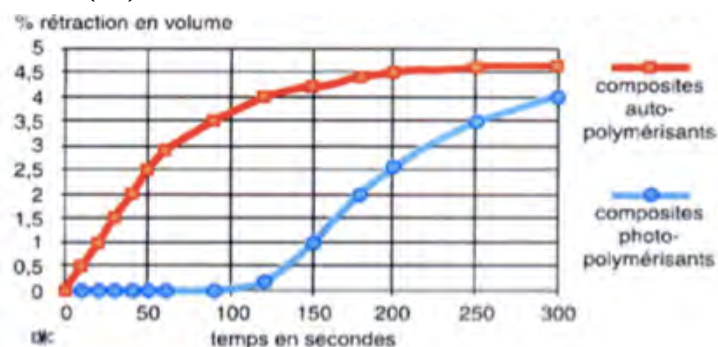
De plus, comme vu précédemment la température du composite diminue très vite, il n'y a donc pas de répercussion sur la pulpe. (19)

- Les composites de collage s'utilisent indifféremment sur les dents vitales ou non.

6. Propriétés mécaniques

Le taux de conversion est le pourcentage de doubles liaisons $[C=C]$ qui se convertissent en simples liaisons $[C-C]$ lors de la réaction de polymérisation, c'est un paramètre qui influence la pérennité des RAC.

- Les composites de restauration réchauffés ont un meilleur degré de conversion que les colles, car ils sont uniquement photopolymérisables, ce qui leur permet d'avoir de meilleures propriétés mécaniques comme une meilleure dureté, mais également un pourcentage de rétraction de leur volume inférieur aux composites autopolymérisables. (10)



Graphique 1 : Cinétique de polymérisation des composites chémo/photopolymérisables (1)

Ce taux de conversion influence plusieurs paramètres tels que : la stabilité dimensionnelle, la stabilité optique, la solubilité et la biocompatibilité des résines composites.

Lorsque la contraction de prise et coefficient de dilatation sont diminués (7) (20) le microleakage et le risque de fracture sont diminués (21) (22).

Famille	Viscosité	Nb	Taille des particules de charges		% charges (poids)	% charges (volume)	Module d'élasticité (GPa)	Résistance à la flexion (MPa)	Dureté Vickers	Rétraction de prise
Macrochargé	Moyenne	1	1 à 40 µm		78,0	67,0	12,3	109,7	62,3	1,8 - 2,4
Microchargés et Microchargés renforcés	Moyenne	9	Particules prépolymérisées de 10 à 50 µm. Microcharges de 0,04 µm		57,1 (46,0 - 77,0)	42,7	5,2 (2,3 - 9,2)	66,3 (48,4 - 90,0)	30,8 (15,4 - 54,7)	3,08
	Fluide	2			52,0 (45,0 - 59,0)	38,1	4,4	96,0	30,0	Non disponible
	Moyenne	2			72,8 (69,0 - 76,5)	58,5	6,8 (6,0 - 7,7)	90,4 (78,0 - 102,8)	35,0	3,15
	Compactable	1			77,0	46,0	6,5	125,0	41,5	2,7
Hybrides	Moyenne	45	1 à 1,5 µm / Macrocharges de 10 à 15 µm et microcharges de 0,04 µm	Microhybrides : 0,6 à 1 µm	78,0 (72,0 - 86,0)	60,0	9,3 (3,6 - 17,7)	109,8 (58,0 - 204,0)	57,0 (25,8 -)	3,04
	Fluides	26		Nanochargés : < 0,4 µm. Nanocharges	64,5 (45,0 - 76,0)	45,9	4,5 (1,9 - 5,9)	88,0 (42,8 - 114,3)	20,6 (8,5 - 30,0)	4,68
	Compactable	15			79,1 (66,0 - 86,0)	66,1	9,5 (2,9 - 14,6)	112,1 (51,2 - 150,0)	50,2 (24,2 - 74,0)	2,58
Ormocers	Moyenne	3	< 1 à 1,5 µm + Nanoparticules		76,7 (76,0 - 77,0)	59,4	6,9	100,4 (90,8 - 110,0)	49,1 (32,3 - 65,8)	2,05
	Fluide	1			63,0	Non disponible	4,4	86,7	20,6	2,92

Tableau 3 : Propriétés des résines composites (1)

Les composites réchauffés, en comparaison aux composites polymérisés à température ambiante, présentent une augmentation significative de la microdureté en surface mais aussi à 2 mm de profondeur. (23)

	Material	Mean microhardness ± SD (KHN) ^a		% increase with preheating	p value ^b
		Not preheated	Preheated		
Immediately after light-curing	Vit-I-escence	41.16 ± 1.19 ^a	46.75 ± 1.26 ^a	13.58	< 0.001
	Tetric Ceram HB	43.70 ± 1.86 ^b	49.07 ± 2.19 ^a	12.29	< 0.001
	Filtek Supreme Ultra	60.60 ± 1.03	70.62 ± 2.24	16.53	< 0.001
	Filtek LS	42.38 ± 1.83 ^{ab}	53.90 ± 2.02	27.18	< 0.001
24 hours after light-curing	Vit-I-escence	52.07 ± 1.74 ^a	57.21 ± 2.39	9.87	< 0.001
	Tetric Ceram HB	52.31 ± 2.05 ^a	53.07 ± 1.95	1.45	0.41
	Filtek Ultra	70.81 ± 0.83	76.03 ± 2.24	7.37	< 0.001
	Filtek LS	49.81 ± 1.26	60.14 ± 0.91	20.74	< 0.001

SD = standard deviation; KHN = Knoop hardness number.

^aEach value is the mean of 10 samples. Microhardness values for composite materials within a given column that have the same superscript capital letter are not significantly different (p > 0.05).

^bThe p value in the final column of each row refers to a comparison of mean KHN for samples of that particular resin composite that were and were not preheated.

Tableau 4 : Microdureté de la surface supérieure des échantillons de résine composite, préchauffée ou non (23)

Le phénomène de durcissement post-irradiation se produit 24h après avoir photopolymérisé le composite de restauration. En effet, certains monomères non polymérisés rencontrent des radicaux libres, ce qui est à l'origine d'une nouvelle réaction, celle-ci permet une augmentation légère, mais significative, du taux de conversion et par conséquent de la microdureté. (24)

7. Propriétés physico-chimiques

- Les composites de restauration qui sont uniquement photopolymérisables, possèdent des propriétés physico-chimiques très favorables, grâce à leur contenu en charges minérales élevées.

Le degré de conversion influence également ces propriétés, il dépend du mode de polymérisation, mais aussi de la nature de sa matrice et de ses charges. Le taux de conversion des composites photopolymérisables est supérieur à celui des chimopolymérisables, ses propriétés physico-chimiques en sont donc meilleures. (10)

- Les composites de collage à contrario possèdent moins de charges et un degré de conversion inférieur à celui des composites photopolymérisables, ses propriétés physico-chimiques sont par conséquent diminuées. (10)

8. Esthétique et joint de collage

- Les composites de restauration réchauffés à différentes températures (8°C - 25°C - 60°C) ne sont pas à l'origine de modifications statistiquement significatives de leurs couleurs ou de leurs opacités.

Les composites de restauration possèdent un très large choix de teintes, puisqu'en théorie tous les composites peuvent être utilisés. Les collages sont par conséquent très esthétiques. De plus leur utilisation permet de ralentir l'usure et le vieillissement du joint car ils présentent de meilleures propriétés biomécaniques. Pour conserver cet effet dans le temps, le joint devra être poli et entretenu soigneusement. (25)

- Les composites de collage : on peut citer le *Variolink Esthetic DC®* (IVOCLAR VIVADENT Saint-Jorioz, France) qui possède 5 teintes : la teinte « Neutral » présente la translucidité la plus élevée, pour un collage sans effet de teinte sur la restauration. Les teintes les plus claires « Light + » et « Light », aux teintes les plus foncées, les plus jaunes « Warm » et « Warm + ». Un choix de teinte important pour permettre un meilleur résultat esthétique. (17)

A noter que si l'épaisseur de la restauration en céramique est de moins de 1 mm (ce qui peut être le cas des facettes), la couleur du composite choisi peut influencer le résultat esthétique final. C'est alors que l'on sélectionne le composite le plus adéquat en fonction de la céramique, mais aussi du support dentaire. Pour des épaisseurs supérieures à 1 mm le composite n'influence pas l'esthétique, en revanche dans ce cas une colle duale est recommandée. (26)

Le problème des colles duales c'est qu'elles peuvent contenir des peroxydes et surtout des amines (ce sont des composantes des systèmes d'amorçage de polymérisation), qui peuvent dans le temps se dégrader en brunissant, posant un souci esthétique d'importance. C'est pourquoi la teinte des colles duales est jugée plus instable que celle des colles photopolymérisables. (27)

Le joint de collage doit être d'une épaisseur la plus fine possible, en effet des études ont montré que la dégradation du joint était directement proportionnelle à son épaisseur. (28)

Une étude portant sur la stabilité et l'opacité de la couleur des composites de collage et de restauration par vieillissement accéléré dans le temps, conclut que chez tous les matériaux testés (*RelyX ARC®* (3M ESPE, Minnesota, États-Unis), *AllCem®* (FGM DENTAL, Paris, France), *Variolink II®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France), *Tetric Flow®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France) et *Filtek Z 350 Flow®* (3M ESPE, Minnesota, États-Unis)) on obtient une modification de la couleur. Cette modification est jugée cliniquement acceptable. Pour les colles duales, le *Varolink II®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France) présente les meilleurs résultats, avec la plus grande stabilité colorimétrique. (29)

Afin d'obtenir un résultat esthétique durable, il est important de bien éliminer les excès et de réaliser un bon polissage du joint.

On peut utiliser pour éliminer les excès un microbrush avant de flash-polymériser, mais aussi une lame 12 de bistouri ou un détartreur manuel après avoir flash-polymérisé. (30)

Il est conseillé de réaliser une polymérisation complète sous gel de glycérine (de 40 secondes à 1 minute par face) pour inhiber la couche d'oxygène qui se forme. (31)

Ensuite on réalise le polissage du joint à l'aide de pointes en silicones diamantées. Pour les espaces inter-dentaires, il est recommandé d'utiliser des strips celluloïdes ou métalliques, pour éliminer les monomères inhibés par la couche d'oxygène. (32)

9. Élimination des excès

- Les composites de restauration permettent une élimination des excès facilitée avant la polymérisation. En effet leur viscosité apporte un confort d'utilisation dans l'élimination des débords lors de la mise en place de la pièce. (5)
- Les composites de collage qui sont plus fluides, permettent une insertion manuelle facilitée mais l'élimination des excès est plus délicate. (6)

10. Prix

- Les composites de restauration : nous prenons l'exemple de l'*Estelite Sigma Quick®* (TOKUYAMA DENTAL, Sandrigo, Italie) qui sera le composite testé dans notre partie recherche.

Une seringue d'*Estelite Sigma Quick®* de 3,8g est au prix de 61,00 euros (disponible sur le site des laboratoires PRED en France).

L'adhésif recommandé pour ce composite est le *Tokuyama Bond Force II®* (TOKUYAMA DENTAL, Sandrigo, Italie), composé de 1 flacon de 5,0 ml, 25 brochettes et 1 godet mélangeur, au prix de 199,00 euros sur le site des laboratoires PRED.

A ce prix il faut ajouter celui du réchauffeur de composite : nous prenons comme exemple le modèle *Calset®* (ADDENT, Danbury, Etat-Unis), qui est au prix de 659,00 euros sur Go-dentaire.

Il faut également ajouter l'achat d'un *Insert Piezocem C20®* (ACTEON SATELEC, Merignac, France) au prix de 172, 60 euros sur le site de Mega Dental.

- Les composites de collage : nous prenons l'exemple du *Variolink Esthetic DC®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France) qui sera le composite testé dans notre partie recherche.

Une seringue de *Variolink Esthetic DC®* de 2g est à 47,50 euros (prix remisé au lieu de 49,50 euros) sur le site de Mega Dental.

L'adhésif recommandé pour ce composite est *l'Adhese Universal®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France), au prix de 35,90 euros sur le site de Mega dental.

Pour la pièce prothétique, on recommande l'utilisation du *Monobond Plus®* (IVOCLAR VIVADENT, Saint-Jorioz, France), au prix de 79,95 euros (prix remisé au lieu de 87,50 euros) sur le site de Mega Dental.

De manière générale les composites de collage présentent un prix plus élevé que les composites de restauration. Or pour ces derniers, l'achat d'un réchauffeur de composite et d'un *Insert Piezocem C20®* est nécessaire.

B. Tableau récapitulatif de la comparaison entre les composites de restauration réchauffés et les composites de collage :

A partir des données bibliographiques recueillies précédemment, nous avons pu établir un tableau de synthèse.

	Composite de Restauration	Composite de Collage
Texture	Visqueux	Fluide
Composition	Forte teneur en charges	Faible teneur en charges
Mode de prise	Photopolymérisable	Dual (le plus souvent)
Temps de travail	Théoriquement illimité	Non contrôlable (DC)
Utilisation sur dents vitales ou non	Possible sur les deux	Possible sur les deux
Propriétés mécaniques	Importantes (car beaucoup de charges)	Moins importantes (car peu de charges)
Propriétés physico-chimiques	Importantes	Moins importantes
Esthétique et joint de collage	Stabilité dans le temps	Dégradation dans le temps
Élimination des excès	Facile avant la polymérisation	Complexe
Prix	Composite moins cher Réchauffeur à composite et insert onéreux	Composite plus cher

Tableau 5 : Récapitulatif de la comparaison entre les composites de restauration réchauffés et les composites de collage

IV. RECHERCHES PORTANT SUR LA COMPARAISON ENTRE UNE COLLE COMPOSITE (le Variolink Esthetic DC® de Ivoclar Vivadent) ET UN COMPOSITE DE RESTAURATION RECHAUFFES (l'Estelite Sigma Quick® de Tokuyama Dental)

A. Description des produits

Dans notre protocole de recherche, nous avons choisi de comparer deux produits dans le collage d'un onlay composite en technique directe. La description de ces produits et les protocoles d'utilisation sont adaptés à notre recherche.

1. Estelite Sigma Quick® de Tokuyama Dental

L'*Estelite Sigma Quick®* de TOKUYAMA DENTAL (Sandrigo, Italie) est un composite de restauration micro-hybride qui présente des charges sphériques de taille supra-nano. Bien qu'un large panel de teintes soit disponible, nous avons choisi d'employer la A3, teinte la plus utilisée en pratique.

Ce composite possède un temps de polymérisation très rapide (10 secondes avec une lampe de puissance minimum ou égale à 400 mW/cm²) mais aussi un temps de manipulation très long (90 secondes à une lumière ambiante de 10000 lux).



Figure 4 : Estelite Sigma Quick® Tokuyama Dental (25)

Il est recommandé d'utiliser le *Tokuyama Bond Force®* TOKUYAMA DENTAL (Sandrigo, Italie) comme système d'adhésion. C'est un adhésif automordant photopolymérisable.



Figure 5 : Tokuyama Bond Force® Tokuyama Dental (33)

a) Protocole clinique de l'Estelite Sigma Quick®

- 1- Chauffage de la seringue d'Estelite Sigma Quick® dans le réchauffeur de composite à 70 degrés pendant 20 à 30 minutes.
- 2- Pendant ce temps de chauffe, dépose de la restauration provisoire et nettoyage de la cavité.
- 3- Essayage de la restauration, contrôle de la teinte, de l'ajustage et de l'occlusion.
Remarque : Toutes corrections nécessaires s'effectuent à l'aide d'instruments diamantés à grains fins, vitesse de rotation moyenne, légère pression et avec un refroidissement à l'eau. Un polissage des surfaces meulées est ensuite réalisé.
- 4- Pose d'un champ opératoire : pose de la digue de manière étanche.
- 5- Prétraitement de la restauration : *dans notre cas pas de prétraitement car notre onlay est en composite.*
- 6- Prétraitement de la préparation dentaire
 - a) Mordançage, deux techniques possibles :
 - o Mordançage sélectif de l'émail : appliquer l'acide orthophosphorique 37% sur l'émail et laisser agir 15 à 30 secondes. Puis rinçage à l'eau et séchage. Obtention d'un aspect blanc crayeux.
 - o Mordançage rinçage total : appliquer l'acide orthophosphorique 37% d'abord sur l'émail préparé, puis sur la dentine. Laisser agir 30 secondes sur l'émail puis 15 secondes sur la dentine. Puis rinçage à l'eau et séchage. Obtention d'un aspect blanc crayeux.

b) Application de l'adhésif

En utilisant préférentiellement le Tokuyama Bond Force® et en brossant pendant 20 secondes la surface dentaire. Puis séchage et photopolymérisation 10 secondes, à une intensité supérieure ou égale à 500 mW/cm².

- 7- Assemblage de la restauration : application de l'Estelite Sigma Quick® directement dans l'intrados de la restauration. Insérer la restauration manuellement et utiliser l'insert

ultrasonique *Piezocem C20®* de chez ACTEON (Merignac, France) pour permettre une insertion parfaite de la pièce.

8- Retrait des excès, deux techniques possibles :

- o Par essuyage : élimination immédiate à l'aide d'une brosse, d'un fil dentaire ou d'une spatule à bouche.
- o Par photopolymérisation flash de 2 secondes à une distance de 10 mm avant d'éliminer les excès.

9- Polymérisation : recouvrir le joint de collage de glycérine, puis photopolymériser pendant 20 secondes par face à une intensité lumineuse de 500 - 1000 mW/cm². Rinçage du gel de glycérine.

10- Finition : contrôle de l'occlusion, polir le joint avec des pointes diamantées et autres polissoirs adaptés.

2. Variolink Esthetic DC® de Ivoclar Vivadent

Le *Variolink Esthetic®* de IVOCCLAR VIVADENT (Saint-Jorioz, France) est un composite de collage esthétique. Il existe sous deux formes : photopolymérisable ou duale. Pour nos études nous avons choisi la formule duale : *Variolink Esthetic DC®* qui est la plus appropriée aux collages des onlays.

Il est disponible en cinq degrés de teintes du plus clair (plus blanc) au plus foncé (plus jaune) : « Light + », « Light », « Neutral », « Warm », « Warm + ». Dans notre recherche, le *Variolink Esthetic DC®* est utilisé dans sa teinte Neutral car elle n'influence pas la luminosité et sa translucidité est la plus élevée. (17)



Figure 6 : Variolink Esthetic DC® Ivoclar Vivadent teinte Neutral (34)

Il est recommandé d'utiliser sur la préparation dentaire de l'*Adhese Universal®* d'IVOCLAR VIVADENT (Saint-Jorioz, France).



Figure 7 : *Adhese Universal® Ivoclar Vivadent* (34)

a) Protocole clinique du Variolink Esthetic DC®

- 1- Dépose de la restauration provisoire et nettoyage de la cavité.
- 2- Essayage de la restauration, contrôle de la teinte, de l'ajustage et de l'occlusion.
Remarque : Toutes corrections nécessaires s'effectuent à l'aide d'instruments diamantés à grains fins, vitesse de rotation moyenne, légère pression et avec un refroidissement à l'eau. Un polissage des surfaces meulées est ensuite réalisé.
- 3- Pose d'un champ opératoire : pose de la digue de manière étanche.
- 4- Prétraitement de la restauration : *dans notre cas pas de prétraitement car notre onlay est en composite.*
- 5- Prétraitement de la préparation dentaire

a) Mordançage

- o Mordançage sélectif de l'émail : appliquer l'acide orthophosphorique 37% sur l'émail et laisser agir 15 à 30 s. Puis rinçage à l'eau et séchage. Obtention d'un aspect blanc crayeux.
- o Mordançage rinçage total : appliquer l'acide orthophosphorique 37% d'abord sur l'émail préparé puis sur la dentine. Laisser agir 30 secondes sur l'émail puis 15 secondes sur la dentine. Puis rinçage à l'eau et séchage. Obtention d'un aspect blanc crayeux.

b) Application de l'adhésif

En utilisant préférentiellement *l'Adhese Universal®* et en brossant pendant 20 secondes la surface dentaire. Puis séchage et photopolymérisation 10 secondes, à une intensité supérieure ou égale à 500 mW/cm².

6- Assemblage de la restauration : application du *Variolink Esthetic DC®* directement dans l'intrados de la restauration puis insérer la restauration et la maintenir en pression pour retirer les excès.

7- Retrait des excès, deux techniques possibles :

- o Par essuyage : élimination immédiate à l'aide d'une brosse, d'un fil dentaire ou d'une spatule à bouche.
- o Par photopolymérisation flash de 2 secondes à une distance de 10 mm avant d'éliminer les excès.

8- Polymérisation : recouvrir le joint de collage de glycérine, puis photopolymériser pendant 20 secondes par face à une intensité lumineuse de 500 - 1000 mW/cm². Rinçage du gel de glycérine.

9- Finition : contrôle de l'occlusion, polir le joint avec des pointes diamantées et autres polissoirs adaptés.

3. Grandioso® de Voco

Le Grandioso® de chez VOCO (Cuxhaven, Allemagne) est un matériau d'obturation photopolymérisable et radio-opaque, avec un taux de charge très élevé (89% en masse).

De consistance souple ce produit ne colle pas pour permettre un meilleur modelage. De plus il est compatible avec tous les adhésifs conventionnels. Il est disponible en seringue et en capsule.

Il présente plusieurs indications, mais nous l'emploierons pour réaliser nos onlays en composite. (35)



Figure 8 : Grandioso® de chez VOCO (35)

a) Protocole clinique du Grandioso® :

- 1- Choix de la teinte.
- 2- Faire une empreinte de la cavité de restauration avec de l'Alginate puis une empreinte de la cavité présente dans l'Alginate au Silicone light (*notre protocole de recherche est différent car nous réalisons nos onlays en extra-buccal sur des dents extraites*).
- 3- Réalisation de l'onlay directement sur l'empreinte en silicone par incrémentation de composite de 2 mm maximum (*dans notre protocole le composite est appliqué directement dans la préparation dentaire*)
- 4- Photopolymérisation avec une puissance minimum de 500 mW/cm² pendant 20s.
- 5- Décollement de l'onlay en utilisant une spatule à bouche.
- 6- Nettoyage de la pièce en la tamponnant avec un coton imprégné d'alcool.
- 7- Essayage de la pièce en bouche et ajustage de l'occlusion.

B. Matériels et Méthodes

Sur 16 molaires humaines extraites et conservées dans du Formaldéhyde à 3 %, nous réalisons deux cavités proximales par dent. Chaque molaire présente une cavité occluso-mésiale et une occluso-distale, qui sont reconstituées grâce à la création d'onlays composites en méthode directe. Une molaire reçoit deux onlays, un est collé avec le composite de collage le *Variolink Esthetic DC®* de IVOCLAR VIVADENT (Saint-Jorioz, France) et l'autre avec le composite de restauration l'*Estelite Sigma Quick®* de TOKUYAMA DENTAL (Sandrigo, Italie). Les dents reconstituées sont ensuite découpées longitudinalement afin d'analyser le joint de collage.

Avant de commencer les essais, les dents sont nettoyées au détartreur. Les racines sont recouvertes de vernis à ongles rouge afin d'éviter la perméabilité au niveau de cette zone. Les dents sont placées sur des travées de cire individualisées permettant une meilleure préhension et sont numérotées.



Figure 9 : Photographie d'une racine recouverte de vernis à ongles et placée dans une travée de cire

Les molaires de notre étude sont préparées en utilisant des fraises STONER (Montreux, Suisse) pour réaliser des cavités occluso-mésiale et occluso-distale. Les fraises utilisées sont : les fraises boules référence 801.016 et les fraises courtes et larges à bout plat avec angle arrondi référence 845KR0.25 ; bague verte pour la préparation et rouge pour la finition. Les fraises sont remplacées après avoir préparé 6 cavités.

Afin d'avoir des cavités les plus similaires possible, nous avons créé un gabarit sur une dent témoin à l'aide d'une clé en silicone. Ce gabarit fait 5mm de longueur, 3mm de largeur et 3mm de profondeur.

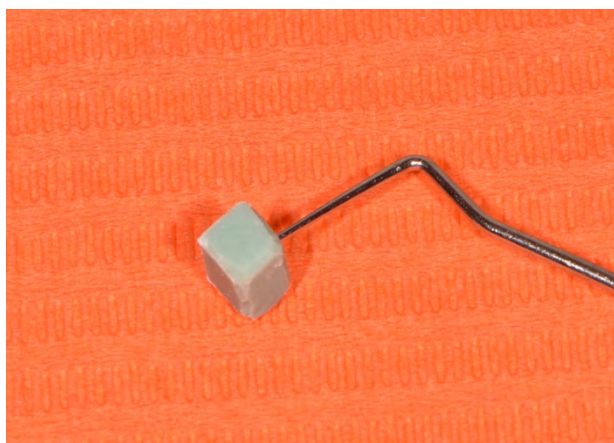


Figure 10 : Photographie du gabarit en silicone utilisé comme référence pour les préparations

La forme de la cavité est la suivante : elle se rapproche des cavités type onlay réalisées en pratique clinique, tout en étant simplifiée pour faciliter le protocole de recherche.



Figure 11 : Photographie d'une molaire après la préparation des deux cavités : occluso-mésiale et occluso-distale

Les onlays en composite sont fabriqués de manière directe. Après avoir réalisé les cavités, nous avons placé du téflon en fond de nos préparations. Puis foulé par-dessus une incrémentation de composite pour onlay : le *Grandioso®* de chez VOCO. Or nous avons été contraints de modifier notre protocole et de remplacer le téflon par l'apposition d'une couche de vaseline en fond de cavité. *L'explication de notre choix figure en détail dans la partie IV.D.Discussion.*

Les onlays sont réalisés en foulant une incrémentation de *Grandioso®* dans la cavité, puis en photopolymérisant 20 secondes par face à la puissance minimum 500 mW/cm². Soit 60 secondes pour les faces en contact avec l'extérieur. La pièce est sortie de sa cavité en utilisant une spatule à bouche, une ultime photopolymérisation de 60 secondes concerne les faces orientées vers l'intérieur. Au total chaque pièce est photopolymérisée 2 minutes

Pour les essais nous avons utilisé une lampe *MaecoLED 4®* neuve de chez MAECOLUX (Bettembourg, Luxembourg) avec une puissance de plus de 1200 mW/cm².

Les onlays sont marqués au feutre indélébile sur les faces extérieures afin de créer un repère lors de leur insertion et sont numérotés pour ne pas les mélanger.



Figure 12 : Photographie de deux onlays en composite *Grandioso®* de chez VOCO identifiés au marqueur

Après la création de nos onlays et avant de passer à la phase de collage, il est important de retirer la vaseline afin de ne pas fausser le protocole. Sur l'onlay, celle-ci est retirée en nettoyant la pièce à l'alcool puis séchée. Dans la cavité, le mordantage de la dent suffit à l'éviction.

Lors du collage des onlays en composites, nous utilisons pour chaque composite l'adhésif recommandé par le fabricant. C'est-à-dire pour l'*Estelite Sigma Quick®* : le *Tokuyama Bond Force®* et pour le *Variolink Esthetic DC®* : l'*Adhese Universal®*.

Nous avons commencé par réaliser l'ensemble des collages au composite de restauration, puis ceux au composite de collage.

1. Protocole de collage de l'Estelite Sigma Quick®

Afin de diminuer la viscosité de l'*Estelite Sigma Quick®* nous passons la capsule dans un réchauffeur de composite, pendant 25 minutes à 70 degrés. Pendant ce temps, la cavité est mordancée à l'acide orthophosphorique 37% : 30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur la dentine. Puis rinçage à l'eau et séchage.

Nous appliquons l'adhésif, le *Tokuyama Bond Force®*, en brossant pendant 20 secondes la surface dentaire à l'aide d'un microbrush. Puis séchage et photopolymérisation 10 secondes.

La restauration est assemblée en appliquant l'*Estelite Sigma Quick®* directement dans l'intrados de la restauration, puis nous positionnons la pièce manuellement avant d'utiliser l'insert ultrasonique *Piezocem C20®* de chez ACTEON (Merignac, France) pour permettre une insertion complète de la pièce. Cet insert est utilisé à la puissance 11.

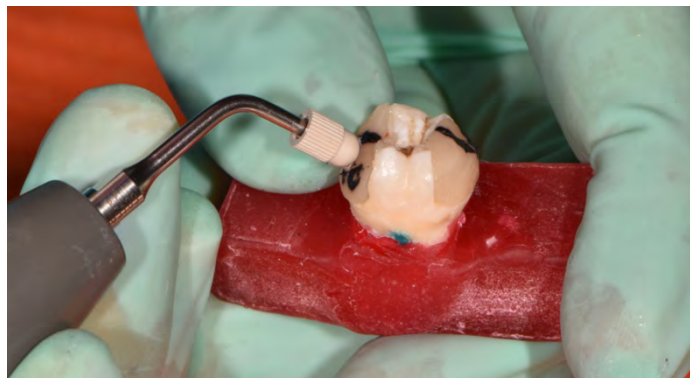


Figure 13 : Photographie de l'assemblage en utilisant l'insert ultrasonique *Piezocem C20®*

Les excès sont retirés facilement par essuyage en utilisant une spatule à bouche avant de photopolymériser 20 secondes par face. Le polissage se fait à la fraise bague rouge de chez STONER® référence 845KR0.25.



Figure 14 : Photographie d'une molaire après le collage de l'onlay et son polissage

2. Protocole de collage du Variolink Esthetic DC®

La cavité est mordancée à l'acide orthophosphorique 37% : 30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur la dentine. Rinçage à l'eau et séchage.

Nous appliquons l'adhésif *l'Adhese Universal* ® en brossant pendant 20 secondes la surface dentaire en utilisant l'embout spécifique du *VivaPen* ®. Puis séchage et photopolymérisation 10 secondes.

La restauration est assemblée en appliquant *le Variolink Esthetic DC*® directement dans le fond de la cavité, puis en positionnent la pièce manuellement.

Les excès sont retirés par essuyage en utilisant une spatule à bouche avant de photopolymériser 20 secondes par face.



Figure 15 : Photographie de l'assemblage de la restauration et du retrait des excès

Le polissage se fait à la fraise bague rouge de chez STONER® référence 845KR0.25.



Figure 16 : Photographie d'une molaire après le collage de l'onlay et son polissage

Remarque : Afin de différencier sur chaque molaire le composite de collage et celui de restauration, une encoche est réalisée au niveau de la jonction racine-couronne (à distance du collage) à la fraise boule du côté de l'Estelite Sigma Quick® puis recouverte d'adhésif.

3. Protocole de réalisation des coupes et leurs analyses

Après avoir réalisé le collage et le polissage des onlays, nous avons retirés les molaires de leurs socles en cire. Les dents sont ensuite mises dans un bain à 37 degrés pendant 2 mois, afin de mimer les conditions d'un milieu buccal.

Celles-ci sont ensuite plongées dans un colorant : la Fuchsine à 5%, pendant 2 jours afin de mettre en évidence l'étanchéité du joint composite-dent.

Les molaires sont préalablement incluses dans un support en Ivolen permettant de les découper longitudinalement à l'aide d'une scie à diamants.



Figure 17 : Photographie d'une molaire incluse dans son support en Ivolen et séparée à la scie à diamant

Elles sont ensuite observées au microscope optique pour analyser le joint. Les coupes sont photographiées et numérotées. Chaque dent a subi une découpe, donc deux faces sont à analyser par dent. Chaque face est composée de deux joints composite-dent : un avec le Variolink Esthetic DC® et un avec l'Estelite Sigma Quick®.

Les onlays collés avec l'Estelite Sigma Quick® se situent, sur les photographies, toujours du côté du pied à coulisse et sont repérables grâce aux encoches réalisées à la fraise.

La pénétration du colorant est mesurée en mm à l'aide du logiciel *Image J®* et est calibrée en utilisant le pied à coulisse présent sur les photographies. Les résultats sont exposés ci-dessous. Nous avons choisi de publier les résultats photographiques d'une molaire ne présentant pas d'infiltration du joint ainsi que les résultats d'une autre molaire présentant une infiltration du joint.

a) Molaire 1 :



Figure 18 : Photographie de la molaire 1

Pas d'infiltration visible des joints ni avec le *Variolink Esthetic DC®*, ni avec l'*Estelite Sigma Quick®*.

b) Molaire 2 :

Pas d'infiltration visible des joints ni avec le *Variolink Esthetic DC®*, ni avec l'*Estelite Sigma Quick®*.

c) Molaire 3 :

Présence d'un joint assez épais en para-cervical côté *Estelite Sigma Quick®*, probablement dû à un défaut d'enfoncement de la pièce lors de l'utilisation de l'*insert ultrasonique Piezocem C20®*.

Pas d'infiltration visible des joints ni avec le *Variolink Esthetic DC®*, ni avec l'*Estelite Sigma Quick®*.

d) Molaires 4-5-6 :

Pas d'infiltration visible des joints ni avec le *Variolink Esthetic DC®*, ni avec l'*Estelite Sigma Quick®*.

e) Molaire 7 :

On constate une infiltration du joint côté *Estelite Sigma Quick®* présente en para-cervical, concernant l'émail et qui s'arrête avant d'atteindre la dentine. Elle mesure 0,844 mm de long sur notre coupe.

En revanche il n'y a pas d'infiltration visible du joint côté *Variolink Esthetic DC®*.

f) Molaires 8-9-10 :

Pas d'infiltration visible des joints ni avec le *Variolink Esthetic DC®*, ni avec l'*Estelite Sigma Quick®*.

g) Molaire 11 :

Côté *Variolink Esthetic DC®*, on peut constater la présence d'une bulle qui s'est formée en para-cervical au niveau de l'émail dans le joint de collage, et qui est à l'origine d'une infiltration de 0,738 mm de long.

Côté *Estelite Sigma Quick®*, on peut constater une infiltration du joint concernant l'émail de 0,183 mm de long.

h) Molaire 12 :

Côté *Estelite Sigma Quick®*, on peut constater une infiltration du joint concernant l'émail de 0,227 mm de long.

En revanche il n'y a pas d'infiltration visible du joint côté *Variolink Esthetic DC®*.

i) Molaire 13 :

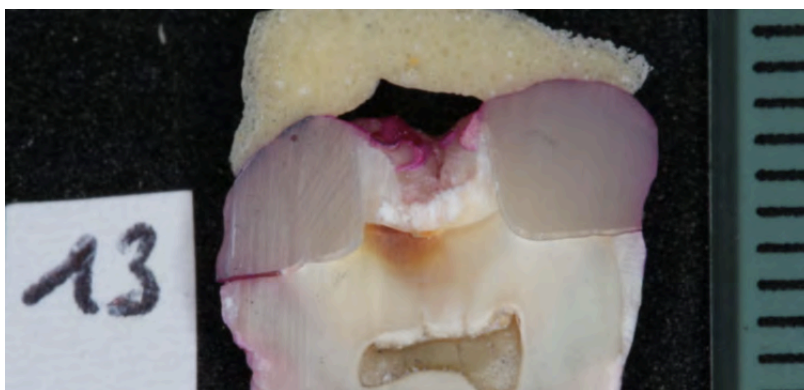


Figure 19 : Photographie de la molaire 13

Côté *Variolink Esthetic DC®*, on peut constater une infiltration du joint au niveau de l'émail et sur une partie de la dentine, de 1,709 mm de long. Sur cette restauration le hiatus est très important, nous laissant supposer que la restauration n'a pas été correctement enfoncée.

En revanche il n'y a pas d'infiltration visible du joint côté *Estelite Sigma Quick®*.

j) Molaire 14 :

On peut constater deux infiltrations similaires sur les deux composites utilisés : le *Variolink Esthetic DC®* et l'*Estelite Sigma Quick®*. Ces infiltrations concernent toutes deux l'émail soit respectivement 0,398mm et 0,363 mm et s'arrêtent au niveau de la dentine.

k) Molaire 15 :

Côté *Estelite Sigma Quick®*, on peut constater une infiltration du joint concernant l'émail et une partie de la dentine, soit 1,028 mm de long.

En revanche il n'y a pas d'infiltration visible du joint côté *Variolink Esthetic DC®*.

l) Molaire 16 :

Côté *Variolink Esthetic DC®*, on peut constater une infiltration légère du joint concernant l'émail soit environ 0,274 mm de long. En revanche il n'y a pas d'infiltration visible du joint côté *Estelite Sigma Quick®*.

4. Remarques lors de la recherche

Concernant le composite de collage *Variolink Esthetic DC®* :

- Perte de matériaux importante dans l'embout mélangeur
- Consistance très liquide qui ne peut être déposée sur la pièce, à déposer directement dans la cavité
- L'appui digital est suffisant pour obtenir un bon enfoncement de la pièce
- L'élimination des excès est complexe

Concernant le composite de restauration l'*Estelite Sigma Quick®* :

- L'utilisation doit être anticipée car elle nécessite un temps de chauffe de 20-30 min
- Le collage doit être rapide car le composite refroidi très vite
- L'appui digital doit être très important pour bien positionner la pièce avant d'utiliser l'embout *C20®*
- L'embout *C20®* est indispensable au collage, mais ce dernier endommage légèrement la surface de l'onlay en composite lors de son emploi
- L'élimination des excès est simple

Sur toutes ces coupes, nous avons constaté que l'épaisseur du joint réalisée avec l'*Estelite Sigma Quick®* est plus importante que celle réalisée avec le *Variolink Esthetic DC®*. Cette remarque est confirmée par l'article de M A Muradov et all 2019, qui expose que l'épaisseur du joint avec le *Variolink Esthetic®* est en moyenne de 23 µm alors que celle avec l'*Estelite Sigma Quick®* est en moyenne de 62 µm. (36)

C. Résultats

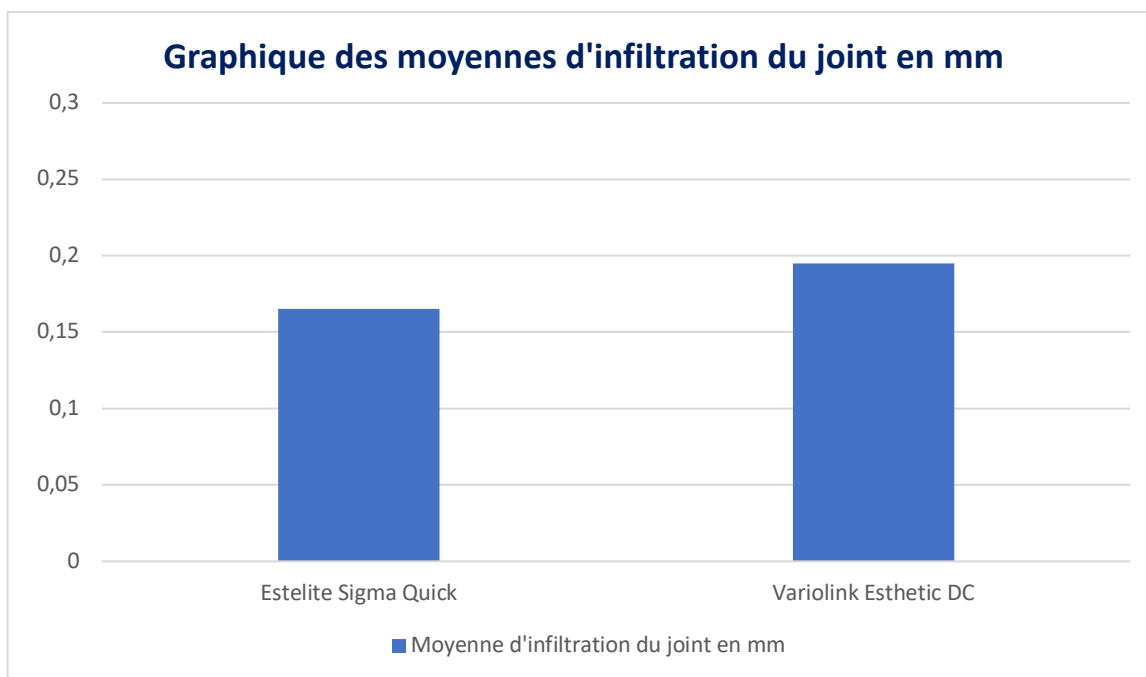
Les résultats recueillis lors de l'observation des coupes sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Estelite Sigma Quick®					Variolink Esthetic DC®			
Infiltration du joint :	NON	OUI	STRUCTURE CONCERNEE	TAILLE (mm)	NON	OUI	STRUCTURE CONCERNEE	TAILLE (mm)
1	X				X			
2	X				X			
3	X				X			
4	X				X			
5	X				X			
6	X				X			
7		X	Émail	0,844	X			
8	X				X			
9	X				X			
10	X				X			
11		X	Émail	0,183		X	Émail	0,738
12		X	Émail	0,227	X			
13	X					X	Émail + Dentine	1,709
14		X	Émail	0,363		X	Émail	0,398
15		X	Émail + Dentine	1,028	X			
16	X					X	Émail	0,273

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats obtenus lors de l'observation du joint de collage des deux colles testées : l'Estelite Sigma Quick® et le Variolink Esthetic DC®.

A partir de ces résultats, nous avons réalisé une analyse statistique des valeurs obtenues. La moyenne de la profondeur d'infiltration du joint est :

- Estelite Sigma Quick® : **0,165 mm**
- Variolink Esthetic DC® : **0,195 mm**



Graphique 2 : Moyennes d'infiltration des joints en mm

Nous constatons que ces valeurs sont faibles, ces deux produits donnent de bons résultats concernant l'infiltration du joint.

En utilisant le test d'ANOVA, nous obtenons une valeur de **p de 0,8331**, cette valeur est supérieure à 0,05 ($p > 0,05$) donc **le test n'est pas significatif**, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle de l'égalité des variances. Nous ne pouvons pas mettre en évidence une différence significative de l'infiltration du joint entre l'*Estelite Sigma Quick®* et le *Variolink Esthetic DC®*.

Le calcul de la puissance associé à ce test statistique d'ANOVA nous donne la valeur de : 0,055, soit une **puissance de 5,5%**. La puissance de notre essai est donc faible, cela est dû à notre nombre d'échantillons testés, nous avons réalisé 32 collages sur 16 molaires. A l'aide du site BiostaTGV nous avons calculé le nombre d'échantillons nécessaires pour avoir une puissance de 90% correspondant aux moyennes de nos deux groupes (0,165 et 0,195) : 7104. Ce chiffre conséquent met en évidence qu'il faudrait 7104 molaires préparées pour obtenir une différence significative entre nos deux produits, on peut en déduire que si un nombre aussi important est requis c'est que la différence entre l'*Estelite Sigma Quick®* et le *Variolink Esthetic DC®* est minime.

D. Discussion

Lors de la mise en pratique de notre protocole de recherche nous avons choisi de réaliser sur la même dent deux cavités afin de se placer dans un environnement le plus similaire possible pour les deux collages. Notre choix s'est porté sur la molaire car elle présente la plus grande surface occlusale des dents humaines. De plus, tous les collages sont effectués par le même opérateur. Ces choix nous permettent de pallier aux variables inter-environnementales et inter-opérateurs.

Nous avons choisi de réaliser 32 pièces onlay à coller sur 16 molaires. D'après les résultats obtenus lors de l'analyse statistique, nous pouvons dire que ce nombre d'échantillon est faible, puisqu'il ne nous apporte une puissance que de 5,5%. Pour arriver à une puissance de 90%, 7104 molaires auraient été nécessaires. Avec le type de protocole de notre étude, il n'est pas possible de faire des essais sur un nombre aussi important d'échantillons, et ce n'est jamais le cas dans la littérature, ce qui nous amène à conclure que la différence entre le *Variolink Esthetic DC®* et l'*Estelite Sigma Quick®* est minime. De plus, l'augmentation quantitative du nombre d'échantillons, même conséquente, n'aurait pas été suffisante pour générer une différence statistiquement significative.

Les colles utilisées pour notre thèse sont choisies en se basant sur la pratique clinique et nos connaissances personnelles. En effet le *Variolink Esthetic DC®* est une référence en tant que colle. Comme le montrent les nombreux articles où il est cité : sur la base de recherche PubMed, 131 articles font référence à ce dernier. L'*Estelite Sigma Quick®* fait l'objet d'une utilisation détournée depuis quelques années chez les praticiens en cabinet. Ce dernier est un composite micro-hybride ni trop visqueux, ni trop mou qui facilitent l'assemblage. De plus, l'*Estelite Sigma Quick®* est décrit comme étant à l'origine d'une redistribution de la lumière entraînant une polymérisation en profondeur (37).

Les molaires sont recouvertes de vernis à ongles afin d'éviter la perméabilité au niveau des racines. Nous avons choisi d'utiliser du vernis plutôt que de l'adhésif (qui possède pourtant toutes les propriétés requises pour ce type d'emploi (38)), car le vernis de couleur rouge nous a permis visuellement de confirmer sa présence à chaque étape et de valider son application homogène et complète.

Les fraises utilisées sont remplacées toutes les 6 cavités pour ne pas les détériorer. Comme nous n'avons pas trouvé d'article réalisant le même protocole que le nôtre, à savoir deux

onlays proximaux sur une même molaire, le choix de la taille du gabarit s'est fait en réalisant ces préparations types sur notre molaire témoin. Les mesures de ces préparations ont servi à la réalisation de notre gabarit en silicone.

Les onlays sont réalisés en composite de manière directe, en utilisant le *Grandioso®* de chez VOCO, pour des raisons pratiques. En effet la réalisation de 32 onlays en céramique aurait impliqué un coût important pour notre recherche, mais aurait aussi été très chronophage. Ce choix aurait nécessité une empreinte physique ou optique ainsi que leur réalisation par l'intermédiaire d'un prothésiste ou d'une usineuse.

Nous avons fait face à un obstacle lors de la création des onlays en composite. En effet malgré ses propriétés antiadhésives et mécaniques, le téflon est compliqué à manipuler (39) : il reste collé aux instruments et glisse dès que le *Grandioso®* est appliqué. Les onlays sont donc difficiles à réaliser mais surtout présentent une forme irrégulière ainsi qu'un hiatus important. La qualité des onlays ne nous ayant pas satisfait, nous avons décidé de modifier notre protocole. Nous avons donc remplacé le téflon par l'apposition d'une couche fine de vaseline en fond de nos préparations. Ce choix nous a grandement facilité la création et l'adaptation de nos pièces. Il est impératif que cette couche de vaseline soit retirée avant l'étape du collage des onlays. Sur les onlays, celle-ci est retirée en nettoyant les pièces à l'alcool puis en les séchant. Concernant les cavités, le mordantage de la dent est réalisé. Ces précautions nous semblent suffisantes pour une élimination complète de la vaseline, mais pourrait néanmoins être à l'origine d'un défaut de collage et donc d'un hiatus avec une coloration du joint. En revanche, comme la vaseline est utilisée pour créer tous les onlays, ce type de problème serait présent indifféremment dans les deux collages. Mécaniquement, le sablage aurait pu être envisagé pour l'éviction de la vaseline (40). Et la glycérine aurait pu remplacer la vaseline car elle a l'avantage d'être un corps gras miscible à l'eau et est donc plus facile à déposer.

Nous avons choisi de commencer par le collage de *l'Estelite Sigma Quick®* car ce dernier présente une consistance qui permet un retrait facilité des excès (contrairement au *Variolink Esthetic DC®*, qui de par sa fluidité aurait potentiellement contaminé la cavité voisine lors du collage). Mais nous ne pouvons pas exclure que, lors du collage de *l'Estelite Sigma Quick®*, nous n'ayons pas perturbé le collage du *Variolink Esthetic DC®* en laissant par exemple un dépôt de colle dans la cavité. Nous avons mis en évidence ce risque avant de commencer les collages, c'est pourquoi nous avons accordé une attention particulière à la propreté du collage et au respect de la cavité traitée secondairement.

En raison de sa fluidité le *Variolink Esthetic DC®* est appliqué directement dans la cavité dentaire préparée, contrairement à l'*Estelite Sigma Quick®* qui est déposé sur la restauration.

Une encoche, réalisée à la fraise boule côté *Estelite Sigma Quick®*, est nécessaire pour différencier les deux collages (les numéros sur les onlays sont effacés au moment du polissage du joint et la travée de cire numérotée est retirée avant l'étape du passage au bain). Ces encoches sont placées à distance des collages effectués et sont recouvertes d'adhésif avant de les mettre dans le bain, afin d'éviter une perméabilité à cet endroit (38). Sur nos coupes aucune de nos infiltrations des joints n'a pour origine ces « encoches de reconnaissance ».

Les dents restaurées sont immergées pendant deux mois dans de l'eau à 37 degrés afin de mimer les conditions d'un milieu salivaire. Il est évident que cette immersion ne peut en aucun cas remplacer les conditions réelles d'un environnement buccal (ions, enzymes digestives, éléments organiques, modifications de pH, hygiène dentaire...) et ne donnent qu'une idée partielle de l'évolution de la restauration dans un bain. De plus, notre temps d'immersion est très limité en comparaison à la durée de vie d'un onlay en bouche. Car selon *Manhart et al. 2004*, des onlays en résine composite suivis sur une période de 2 à 11 ans, présentent un taux d'échec annuel de 2,9% (41). Un cyclage thermique aurait aussi pu être utilisé pour simuler le vieillissement du collage (42).

Chaque molaire a subi une coupe qui la sépare en deux morceaux. Pour plus de précisions et plus d'informations nous aurions pu réaliser plusieurs coupes de chaque molaire, mais pour garder l'encoche visible nous avons choisi de ne réaliser qu'une coupe passant par ce point. De même que dans l'étude de *Choudhary et al. 2011*, où une seule coupe longitudinale est réalisée pour comparer les infiltrations des joints après la fabrication de restaurations de cavité de classe II au Filtek Z350 et P60 à température ambiante, 37°C et 54°C (43).

CONCLUSION

Le développement de la dentisterie adhésive nous a conduit à nous intéresser aux collages de restaurations minimalement invasives telles que les onlays. Ces derniers, classiquement collés à l'aide de composites de collage, peuvent également être collés grâce aux composites de restauration réchauffés. Notre thèse de recherche, qui porte sur l'étude de cette nouveauté et de sa comparaison avec la méthode traditionnelle, nous a permis de mettre en évidence les avantages et les inconvénients de chacun.

Les composites de collages, traditionnellement utilisés, sont des produits fiables ayant prouvé leur efficacité depuis de nombreuses années. Leur consistance fluide est à l'origine d'un collage facilité mais d'une élimination complexe des excès. Ils présentent une quantité de charges, certes importante, mais inférieure aux composites de restauration, entraînent des propriétés mécaniques et physico-chimiques moindres. Leur mode de prise, le plus souvent dual, ne permet pas de contrôler leur temps de travail, mais permettent de pallier au manque de lumière reçue lors du collage de pièces épaisses. La présence de peroxydes et d'amines dans leurs compositions est à l'origine d'une dégradation esthétique en brunissant. Les colles composites sont généralement plus onéreuses que les composites de restauration.

Les composites de restauration, qui font l'objet d'une utilisation détournée, présentent une viscosité élevée. Pour un collage, ils nécessitent l'emploi d'un réchauffeur afin de les fluidifier. La chauffe du composite doit être anticipée car elle dure 20-30 minutes, celle-ci est nécessaire car elle permet d'obtenir un produit d'une consistance adaptée. Cette viscosité (bien que diminuée grâce au réchauffeur) est à l'origine d'une élimination facilitée des excès avant la photopolymérisation. Ils ont une forte teneur en charges à l'origine de propriétés mécaniques et physico-chimiques, supérieures à celles des colles. De plus, ils sont stables esthétiquement. Leurs temps de travail sont théoriquement illimités car ils sont photopolymérisables. Les composites de restauration sont moins onéreux que les composites de collage, mais cela doit être nuancé car leurs utilisations nécessitent l'acquisition indispensable d'un réchauffeur et d'un *insert Piezocem C20®*.

Notre étude de recherche comparative entre un composite de collage le *Variolink Esthetic DC®* et un composite de restauration réchauffé l'*Estelite Sigma Quick®*, dans le collage de pièces onlays en composite réalisées en méthode directe, n'a pas permis la mise en évidence d'une différence statistiquement significative concernant l'infiltration de leur joint de

collage. De plus, sur ce point, nos deux composites présentent de bons résultats, avec des assemblages de qualité.

Bien que notre étude n'ait pas départagé ces deux produits en termes d'étanchéité de leurs joints, nous avons pu exposer qu'il existe de nombreuses différences entre eux sur d'autres paramètres. Nous espérons que cette thèse, qui a présenté les avantages et les inconvénients de la colle composite versus le composite de restauration réchauffé, va permettre aux praticiens de s'orienter vers l'un ou l'autre en fonction des paramètres énoncés, de leurs pratiques cliniques mais aussi de leurs appréciations personnelles.

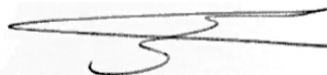
Vu Président du jury

Professeur Franck
DIEMER



Vu Directeurs de thèse

Docteur Jérôme
FISSE



Docteur Damien
OSTROWSKI



BIBLIOGRAPHIE :

1. Manso AP, Silva NRFA, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and Adhesives for All-Ceramic Restorations. Dent Clin North Am. avr 2011;55(2):311-32.
2. Calset mode d'emploi, AdDent.pdf.
3. Trujillo M, Newman SM, Stansbury JW. Use of near-IR to monitor the influence of external heating on dental composite photopolymerization. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. oct 2004;20(8):766-77.
4. Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. J Oral Rehabil. avr 2010;37(4):278-82.
5. Koubi S, Aboudharam G. Inlays/onlays en résine composite : évolution des concepts. :16.
6. Koubi S, Faucher A, Brouillet J, Weissrock G, Pertot W, Victor J. Evaluation formation continue. 2006;12.
7. Rickman LJ, Padipatvuthikul P, Chee B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. Br Dent J. juill 2011;211(2):63-7.
8. Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. Dent Mater. nov 2001;17(6):504-11.
9. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. J Dent Res. juill 2005;84(7):663-7.
10. Raskin A. Les résines composites. :37.
11. Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. J Prosthet Dent. oct 2014;112(4):942-8.
12. Acquaviva PA, Cerutti F, Adami G, Gagliani M, Ferrari M, Gherlone E, et al. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: A micro-Raman analysis. J Dent. août 2009;37(8):610-5.

13. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater.* févr 2013;29(2):139-56.
14. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JWV. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig.* juin 2005;9(2):71-6.
15. Daronch M, Rueggeberg F a., Moss L, De Goes MF. Clinically Relevant Issues Related to Preheating Composites. *J Esthet Restor Dent.* nov 2006;18(6):340-50.
16. Colles et ciments. s'y retrouver et choisir. spécialadhésion. Romain Cheron, Michel Degrange.pdf.
17. Variolink Esthetic DC mode d'emploi, Ivoclar Vivadent.pdf.
18. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* avr 1965;19(4):515-30.
19. Daronch M, Rueggeberg F, Hall G, Degoes M. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dent Mater.* oct 2007;23(10):1283-8.
20. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater.* sept 1996;12(5-6):290-4.
21. Wagner WC, Aksu MN, Neme AL, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of Preheating Resin Composite on Restoration Microleakage. *Oper Dent.* janv 2008;33(1):72-8.
22. Crack propensity of porcelain laminate veneers A simulated operatory evaluation. *The Jour.*pdf.
23. Ayub KV, Santos GC, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH. Effect of Preheating on Microhardness and Viscosity of 4 Resin Composites. *J Can Dent Assoc.* 2014;8.
24. Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent Mater.* avr 2011;27(4):e51-9.

25. Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. J Oral Rehabil. janv 1995;22(1):43-7.
26. Barath VS, Faber F-J, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric Analysis of All-ceramic Materials and Their Interaction with Luting Agents and Different Backgrounds. Adv Dent Res. déc 2003;17(1):55-60.
27. Prieto LT. Evaluation of degree of conversion and the effect of thermal aging on the color stability of resin cements and flowable composite. :8.
28. Effect of gap dimension on composite resin cement wear. - PubMed - NCBI.pdf.
29. Archegas LRP, Freire A, Vieira S, Caldas DB de M, Souza EM. Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. J Dent. nov 2011;39(11):804-10.
30. Gürel G. Predictable and precise tooth preparation techniques for porcelain laminate veneers in complex cases. :7.
31. Marniquet S., Fron Chabouis H., Matériaux actuels pour les restaurations partielles, le Fildentaire, 26 janvier 2015.
32. Pilavayan E., Etienne O., Toledano C., Les restaurations esthétiques indirectes collées postérieures, Le Fildentaire, 19 mai 2017.pdf.
33. Estelite Sigma Quick, Tokuyama Dental.pdf.
34. Variolink esthetic DC, Ivoclar Vivadent, Guide de collage.pdf.
35. Grandioso, VOCO, Mode d'emploi.pdf.
36. MA Muradov, AN Ryahovsky, DR Sorokina, VA Chkalin, I Ya Poyurovskaya. Study of the film thickness of dental composite resins after preheating. Stomatologiya. 2019;98 (6) : 96-101.
37. Cheron R, Atlan A. Assemblage des restaurations indirectes. Réal Clin. (2014);25(4):337-44.
38. Magne P. IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for Tooth Preparations. :1.

39. Br S. Précision et principes de précaution en dentisterie restauratrice. 2017;11:12.
40. Bonnet DE. Interet d'une microsableuse au sein d'un cabinet dentaire. Fil Dent. 9 août 2010;1.
41. Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. Oper Dent. 2004;29(5):481-508.
42. Stappert CFJ, Chitmongkolsuk S, Silva NRFA, Att W, Strub JR. Effect of mouth-motion fatigue and thermal cycling on the marginal accuracy of partial coverage restorations made of various dental materials. Dent Mater. sept 2008;24(9):1248-57.
43. Choudhary N, Mangala T, Kamat S, Thomas M. Effect of pre-heating composite resin on gap formation at three different temperatures. J Conserv Dent. 2011;14(2):191.

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Figures

Figure 1 : Représentation schématique d'une résine composite (1)	15
Figure 2 : Réchauffeur Calset Composite Warmer® (3).....	21
Figure 3 : Utilisation de l'insert Piezocem C20® de chez Actéon pour l'insertion d'un onlay suivi de l'élimination des excès (7).....	22
Figure 4 : Estelite Sigma Quick® Tokuyama Dental (25)	33
Figure 5 : Tokuyama Bond Force® Tokuyama Dental (33)	33
Figure 6 : Variolink Esthetic DC® Ivoclar Vivadent teinte Neutral (34)	35
Figure 7 : Adhese Universal® Ivoclar Vivadent (34)	36
Figure 8 : Grandioso® de chez VOCO (35).....	38
Figure 9 : Photographie d'une racine recouverte de vernis à ongles et placée dans une travée de cire	39
Figure 10 : Photographie du gabarit en silicone utilisé comme référence pour les préparations.....	40
Figure 11 : Photographie d'une molaire après la préparation des deux cavités : occluso-mésiale et occluso-distale	40
Figure 12 : Photographie de deux onlays en composite Grandioso® de chez VOCO identifiés au marqueur	41
Figure 13 : Photographie de l'assemblage en utilisant l'insert ultrasonique Piezocem C20®	42
Figure 14 : Photographie d'une molaire après le collage de l'onlay et son polissage	42
Figure 15 : Photographie de l'assemblage de la restauration et du retrait des excès.....	43
Figure 16 : Photographie d'une molaire après le collage de l'onlay et son polissage	43
Figure 17 : Photographie d'une molaire incluse dans son support en Ivolen et séparée à la scie à diamant.....	44
Figure 18 : Photographie de la molaire 1.....	45
Figure 19 : Photographie de la molaire 13.....	47

Tableaux

Tableau 1 : Représentation du degré moyen et de l'écart-type des matériaux testés, polymérisés selon trois combinaisons différentes temps/puissance (12)	24
Tableau 2 : Temps de travail et de prise du Variolink Esthetic DC® (17)	25
Tableau 3 : Propriétés des résines composites (1).....	27
Tableau 4 : Microdureté de la surface supérieure des échantillons de résine composite, préchauffée ou non (23).....	27
Tableau 5 : Récapitulatif de la comparaison entre les composites de restauration réchauffés et les composites de collage.....	32
Tableau 6 : Récapitulatif des résultats obtenus lors de l'observation du joint de collage des deux colles testées : l'Estelite Sigma Quick® et le Variolink Esthetic DC®.	49

Graphiques

Graphique 1 : Cinétique de polymérisation des composites chémo/photopolymérisables (1)	26
Graphique 2 : Moyennes d'infiltration des joints en mm.....	50

TABLE DES ABREVIATIONS :

- CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur
- TEGDMA : Triéthylène Glycol Diméthacrylate
- Bis-GMA : Bisphénol A-Glycidyl Méthacrylate
- RAC : Restaurations Adhésives en Céramique
- ZnOE : Oxyde de Zinc Eugénol
- SiO₂ : Silice
- DC : Dual-Curing
- LC : Light-Curing

**LES COMPOSITES DE COLLAGE EN DENTISTERIE ADHESIVE : ETUDE
COMPARATIVE ENTRE UN COMPOSITE DE COLLAGE ET UN COMPOSITE
DE RESTAURATION RECHAUFFE**

RESUME EN FRANCAIS :

Le collage d'onlays, représente l'avenir de la dentisterie adhésive moderne et se réalise classiquement à l'aide de colles. Ces dernières années, un nouveau mode de collage est apparu employant les composites de restauration réchauffés. L'analyse de la littérature nous a permis de mettre en évidence les avantages et inconvénients des composites de restauration versus ceux de collage. Dans un second temps, nous avons effectué une recherche comparative entre un composite de collage le *Variolink Esthetic DC®* et un composite de restauration réchauffé l'*Estelite Sigma Quick®* lors du collage d'onlays. Cette étude n'a pas permis la mise en évidence d'une différence statistiquement significative concernant l'infiltration des joints de collage, mais nous a aidé à confronter leurs emplois.

TITRE EN ANGLAIS: BONDING COMPOSITES IN ADHESIVE DENTISTRY: A
COMPARATIVE STUDY BETWEEN A BONDING COMPOSITE AND A REHEATED
RESTORATION COMPOSITE

RESUME EN ANGLAIS:

Onlays bonding represents the future of modern adhesive dentistry and is conventionally carried out using adhesives. In recent years a new method of bonding has appeared using reheated restorative composites. The literature analysis allowed us to highlight the advantages and disadvantages of restorative composites versus those of bonding. In a second step, we carried out a comparative research between a bonding composite *Variolink Esthetic DC®* and a restorative composite heated up *Estelite Sigma Quick®* during the bonding of onlays. This study did not reveal a statistically significant difference in the infiltration of their bonding joint, but helped us to compare their uses.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire

MOTS-CLES : Composite de restauration réchauffé, Composite de collage, Colle, Onlay Joint, Infiltration, Variolink Esthetic DC, Estelite Sigma Quick

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

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

Directeurs de thèse : Dr Jérôme FISSE et Dr Damien OSTROWSKI
