



HAL
open science

Étude expérimentale de la résistance à la flexion et du module d'élasticité par un test de flexion de 10 composites “ bulk-fill ”

Thomas Paris

► **To cite this version:**

Thomas Paris. Étude expérimentale de la résistance à la flexion et du module d'élasticité par un test de flexion de 10 composites “ bulk-fill ” . Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01359615

HAL Id: dumas-01359615

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01359615>

Submitted on 2 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ETUDE EXPERIMENTALE DE LA RESISTANCE
A LA FLEXION ET DU MODULE D'ELASTICITE
PAR UN TEST DE FLEXION DE 10
COMPOSITES « BULK-FILL »

Année 2016

Thèse n° 42-57-16-09

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice
Le 22 Avril 2016 Par

Monsieur Thomas PARIS

Né(e) le 23 07 1990 à Nice

Pour obtenir le grade de :

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)

Examineurs :

Monsieur le Professeur
Monsieur le Docteur
Madame le Docteur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur

E. MEDIONI
E. LEFORESTIER
N. BRULAT-BOUCHARD
M.P. GANDJIZADEH
R. CEINOS

Président du jury
Assesseur
Directrice de thèse
Assesseur
Membre invité

CORPS ENSEIGNANT

56^{ème} section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme PIERRE Audrey

Sous-section 02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle
Maître de Conférences des Universités : M. FAVOT Pierre
Assistante Associée-Praticien Associée : Mme OUEISS Arlette
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BUSSON Floriant

Sous-section 03 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités : Mme LUPI-PEGURIER Laurence
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme SOSTHE Anne Laure
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme BORSA Leslie

57^{ème} section : SCIENCES BIOLOGIQUES, MEDECINE ET CHIRURGIE BUCCALE

Sous-section 01 : PARODONTOLOGIE

Maître de Conférences des Universités : M. CHARBIT Yves
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme LAMURE Julie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. RATHELOT Benjamin

Sous-section 02 : CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE, ANESTHESIE ET REANIMATION

Professeur des Universités Associées : Mme MERIGO Elisabetta
Maître de Conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice
Maître de Conférences des Universités : M. SAVOLDELLI Charles
Maître de Conférences des Universités : M. HARNET Jean-Claude
Assistant Hospitalier Universitaire : M. PAUL Adrien

Sous-section 03 : SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR SABLAYROLLES Isabelle
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine

58^{ème} section : SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES ENDODONTIQUES ET PROTHETIQUES

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France
Professeur des Universités : M. MEDIONI Etienne
Professeur Emérite : M. ROCCA Jean-Paul
Maître de Conférences des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Assistant Hospitalier Universitaire : M. MORKOWSKI-GEMMI Thomas
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DUVERNEUIL Laura
Assistant Hospitalier Universitaire : M. GANDJIZADEH GHOUCHANI Mir-Payam

Sous-section 02 : PROTHESES

Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire
Maître de Conférences des Universités : M. ALLARD Yves
Maître de Conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CERETTI Léonor
Assistant Hospitalier Universitaire : M. OUDIN GENDREL Antoine
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SABOT Jean-Guy
Assistant Hospitalier Universitaire : M. SAMMUT Arnaud

Sous-section 03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. BOLLA Marc
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie
Maître de Conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme CANCEL Bénédicte

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Etienne MEDIONI

**Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités, Praticien Hospitalier
Sous-section odontologie conservatrice, endodontie**

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury de thèse. Nous avons travaillé ensemble quelques mois en milieu hospitalier et je vous remercie de l'expérience dont vous avez pu me faire bénéficier. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de toute ma gratitude et de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Eric LEFORESTIER

**Docteur en Chirurgie Dentaire
Maitre de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier
Sous-section Sciences anatomiques et physiologiques**

Vous compter parmi ce jury est un immense plaisir et un honneur. Votre sympathie, vos conseils professionnels avisés, m'ont permis d'accéder à un enseignement des plus complet. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de toute ma reconnaissance et de ma profonde considération.

A Monsieur le Docteur Payam GANDJIZADEH

**Docteur en Chirurgie Dentaire
Assistant Hospitalier Universitaire
Sous-section odontologie conservatrice, endodontie**

Vous compter parmi ce jury est un immense plaisir. Vos conseils, dont vous m'avez fait profiter, ainsi que votre sympathie ont rendu la fin de mes études encore plus agréable. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de toute ma reconnaissance et de ma profonde estime.

A Madame le Docteur Nathalie BRULAT-BOUCHARD

**Docteur en Chirurgie Dentaire
Maitre de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier
Sous-section odontologie conservatrice, endodontie**

Je vous remercie d'avoir accepté de m'encadrer pour la réalisation de ce travail. Votre bonne humeur, votre disponibilité, vos connaissances en odontologie conservatrice et endodontique m'ont été d'une grande aide ainsi que pour l'élaboration de cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de tous mes remerciements.

A Monsieur le Docteur Romain CEINOS

Docteur en Chirurgie Dentaire Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en siégeant dans ce jury. Les conseils et les bons moments passés avec vous, à la faculté, à l'hôpital ou en dehors auront marqués mes études. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de toute ma gratitude et de mon profond respect.

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	7
I. Les composites bulk fill.....	10
A. Définition.....	10
B. Historique	10
C. Composition.....	11
1. La matrice résineuse.....	12
2. Les contrôleurs de viscosités	12
3. Les agents de polymérisation	13
4. Les inhibiteurs de prise	14
5. Les relaxateurs de tension	15
6. Les charges.....	16
D. Classification	16
E. Propriétés mécaniques	17
1. La résistance à la traction.....	17
2. La résistance à la rupture	17
F. La flexion.....	17
1. La flexion trois points.....	17
2. La flexion quatre points.....	18
II. Etude	20
A. Introduction	20
B. Matériel.....	23
1. Les composites bulk-fill de l'étude	23
2. Lampe à photopolymériser.....	32
3. Radiomètre	32
4. Machine de traction.....	32
5. Le logiciel de statistique XLStat®	33
C. Méthode.....	33
1. Les barrettes.....	34
2. L'essai de flexion.....	36
3. L'analyse statistique	36
D. Résultats	38
1. Flexion.....	38
2. Le module d'élasticité.....	41
E. Discussion.....	44
1. Matériel.....	44
2. Le moule.....	44
3. Méthodes.....	44
4. Mise en étuve et stockage.....	45
5. La réalisation du test de flexion.....	45
6. Résultats.....	45
7. Le module d'élasticité et les charges	49
Conclusion	52
Bibliographie.....	53
Annexe	56

Table des figures

Figure 1 : Bis-GMA	12
Figure 2 : UDMA	12
Figure 3 : TEGMA	13
Figure 4 : EBPDMA	13
Figure 5 : Photo des différents photosensibilisateurs (10)	14
Figure 6 : Graphique du taux d'absorption des différents photosensibilisateurs en fonction de la longueur d'onde (10).....	14
Figure 7 : SDR et son relaxateur (9)	15
Figure 8 : Représentation schématique du relaxateur de tension et son utilité (10)	16
Figure 9 : Flexion trois points	18
Figure 10 : Flexion quatre points	18
Figure 11 : Filtek® bulk de 3M®	24
Figure 12 : SDR® de Dentsply®	25
Figure 13 : Venus® bulk de Heraeus Kulzer®	25
Figure 14 : X-tra base® de Voco®	26
Figure 15 : Tetric EvoCeram® bulk fill d'Ivoclar Vivadent®	26
Figure 16 : X-tra fil® de Voco®	27
Figure 17 : QuiX fil® de Densply®	27
Figure 18 : SonicFill® de Kerr®	28
Figure 19 : Tetric EvoCeram® d'Ivoclar Vivadent®	29
Figure 20 : Tableau récapitulatif des 10 composites et leurs caractéristiques	31
Figure 21 : Lampe à photopolymériser Bluephase 20i® d'Ivoclar Vivadent®	32
Figure 22 : Radiomètre d'Ivoclar Vivadent®	32
Figure 23 : Machine de traction Zwick® Z2.5 de Zwick Roell®	33
Figure 24 : Logiciel XLStat®	33
Figure 25 : Les 3 spots de polymérisation avec le déplacement du cache à chaque étape.	34
Figure 26 : Photopolymérisation sur le premier spot.....	35
Figure 27 : Barrette après annotation.....	35
Figure 28 : Mise en place du scotch et de la cale d'épaisseur 4 mm	35
Figure 29 : Tableau récapitulatif de la résistance à la flexion en MPa des 10 composites avec en première la valeur moyenne à 0 mm et en second la valeur moyenne à 4 mm	38
Figure 30 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion	38
Figure 31 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion à 0 mm	39
Figure 32 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion à 4 mm	39
Figure 33 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion à 0 mm par rapport au Tetric EvoCeram®	40
Figure 34 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion à 4 mm par rapport au Tetric EvoCeram®	40
Figure 35 : Tableau récapitulatif du module d'élasticité en GPa des 10 composites avec en première la valeur moyenne à 0 mm et en second la valeur moyenne à 4 mm	41
Figure 36 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité.....	41
Figure 37 : Tableau comparatif des composites entre eux pour le module d'élasticité à 0 mm	42
Figure 38 : Tableau comparatif des composites entre eux pour le module d'élasticité à 4 mm	42

Figure 39 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité à 0 mm par rapport au Tetric EvoCeram®	43
Figure 40 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité à 4 mm par rapport au Tetric EvoCeram®	43
Figure 41 : Graphique comparatif de résistance à la flexion 3 points (MPa) des CBF recouvrables en fonction des différentes études	48
Figure 42 : Graphique comparatif de résistance à la flexion 3 points (MPa) des CBF non recouvrables en fonction des différentes études	48
Figure 43 : Graphique comparatif du module d'élasticité (GPa) des composites non recouvrables en fonction des différentes études	50
Figure 44 : Graphique comparatif du module d'élasticité (GPa) des composites recouvrables en fonction des différentes études.....	51
Figure 45 : Tableau du pourcentage de charge par rapport au volume et les valeurs en GPa à 0 mm, 4 mm et des fabricants du module d'élasticité.....	51
Figure 46 : Résultat des barrettes du composite témoin Tetric EvoCeram à 0 mm puis 4 mm.....	56
Figure 47 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 0 mm.....	57
Figure 48 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 4 mm.....	58
Figure 49 : Résultat des barrettes de composite recouvrable à 0 mm.....	59
Figure 50 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 4 mm.....	60
Figure 51 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion et le module d'élasticité à 0 et 4 mm.....	61

INTRODUCTION

Introduction

Les composites ont, de nos jours, tendance à remplacer les amalgames dans la dentisterie restauratrice, y compris pour les restaurations ou perte de substance volumineuse en postérieur. Cela est dû à différents facteurs comme l'augmentation de la demande esthétique du patient (1). De même, les composites et les procédures de collage permettent la réalisation de cavité plus petite que les amalgames. En effet, les amalgames nécessitent une cavité adaptée avec une architecture particulière pour permettre la rétention mécanique de la restauration.

Cependant, la longévité des composites reste inférieure à celle des amalgames. Notamment à cause de microfissures et de percolations coronaires aux interfaces dent/adhésif/composite dues à la contraction de polymérisation. Pour diminuer cette contraction de polymérisation, Feilzer en 1987 introduit la notion de facteur cavitaire (2). Les incréments de 2 mm permettent quant à eux de conserver toutes les propriétés du composite en assurant une polymérisation optimale (3). Mais cela entraîne l'augmentation du temps de travail, l'augmentation d'erreur de manipulation et l'introduction de bulles ou de débris entre les différentes couches du composite.

Pour palier à cela, dès 2003 des composites « Bulk-fill » ont été commercialisés (4). Ils permettent un placement en masse sur 4 mm d'épaisseur, limitant ainsi la présence de bulles ou de débris, mais aussi procurant un gain de temps considérable.

La première partie de cette étude fera le point sur les propriétés des composites bulk-fill et leur innovation. La seconde partie sera la partie expérimentale avec l'évaluation de la résistance à la rupture et du module d'élasticité grâce à un test de flexion trois points. Nous avons choisi 10 composites bulk-fill et un composite classique témoin pour cette étude dont voici la liste :

- Témoin : Tetric EvoCeram® de Ivoclar Vivadent®
- Filtek® Bulk de 3M® (teinte universelle et A2)
- SDR® de Densply®
- Venus® Bulk Fil de Heraeus Kulzer®
- X-tra base® de Voco®
- Tetric EvoCeram® Bulk Fill de Ivoclar Vivadent®

- X-tra fil® de Voco®
- QuiX Fil® de Densply®
- SonicFill® de Kerr®
- Filtek® Bulk postérieur de 3M®

Ils seront testés selon la norme ISO 4049-2009 à deux épaisseurs, la première à 0-2 mm et la seconde à 4-6 mm. Nous comparerons ensuite les résultats obtenus pour chaque composite.

PREMIERE PARTIE

I. Les composites bulk fill

A. Définition

Les matériaux composites sont, comme leur nom l'indique, constitués d'au moins deux composants non miscibles. Une résine composite (RC) est un matériau constitué d'une matrice « organique », à laquelle on incorpore des « charges » destinées à augmenter sa dureté. L'ensemble est lié par un agent de couplage, en général d'origine « minérale » (5).

Les composites « Bulk fill » (CBF) littéralement « placement en masse » sont des composites de remplissage pouvant être polymérisés par incrément de 4 mm, à la différence des autres composites, tout en conservant les propriétés mécaniques d'un composite dentaire.

B. Historique

Les résines composites ont été introduites afin de palier le problème esthétique et électrochimique des amalgames, mais aussi la fragilité, la solubilité et la mauvaise biocompatibilité des silicates et des PMMA (=Poly Méthyl Méthacrylate). Dès les années 60, les composites dentaires n'ont cessé d'être améliorés. Nous pouvons cependant retenir 4 dates clés :

- 1953 : l'adjonction de charges de Quartz aux résines époxy par Bowen
- 1955 : la notion de mordantage introduite par Buonocore (6)
- 1956 : la création du Bis-GMA (Diméthacrylate glycidique de bisphénol A)
- 1962 : le dépôt du brevet par Bowen (7)

Dans les décennies suivantes, les propriétés des composites ont été modifiées par :

- l'introduction d'agents de photo polymérisation (8),
- l'ajout de pigments (teintes),
- une diminution de la rétraction de prise,
- des améliorations des propriétés physiques.

Pour réduire l'impact du Facteur Cavitaire et parce qu'au delà de 2 mm les propriétés physico

mécaniques des RC ne sont pas maintenues, différents protocoles de mise en œuvre ont été mis au point : incréments horizontaux ou obliques.

Mais ces protocoles, dans le cas de restaurations volumineuses, sont chronophages et nécessitent une extrême rigueur afin d'éviter l'incorporation de bulles aux interfaces.

Pour pallier ce problème, un composite compactable (Solitaire® commercialisé par Heraeus Kulzer®) fut développé en 1997. Mais avec une trop haute viscosité et une rétraction de prise trop importante pour des incréments de 4 mm, il fut rapidement abandonné.

En 2003, Dentsply® commercialise QuiX® fil, qui est le premier composite bulk postérieur. Pour donner une meilleure cohésion à la matrice et réduire son hydrophobie, le fabricant a ajouté du TCB (butane-1, 2, 3, 4-tétracarboxylique acide, bis-2-hydroxyethyl méthacrylate). La concentration de camphoroquinone et de l'accélérateur diméthylaminobenzoïque acide éthyle ester (DMAB) a aussi été optimisée pour permettre une polymérisation plus en profondeur (4).

En 2009, le SDR® fait suite au QuiX fil® de Dentsply®, pour celui-ci l'UDMA a été modifié en SDR® UDMA. Ce composite possède une plus faible contraction volumique et donc un plus faible retrait de polymérisation (9).

En 2011, avec la commercialisation du Tetric EvoCeram® Bulk fill, Ivoclar Vivadent®, introduit Ivocerin®, un nouveau photo activateur (panel de teintes) qui améliore l'esthétique, tout en gardant une polymérisation jusqu'à 4mm (10).

C. Composition

Comme les composites classiques, les composites bulks sont composés :

- d'une phase organique qui constitue entre 15% à 40% du poids du composite. Elle inclut une résine matricielle, des abaisseurs de viscosité, un système de polymérisation et des additifs (11). La différence notable pour les composites bulks par rapport à leurs homologues classiques est la présence d'un relaxateur de tension pour diminuer la contraction de prise (9, 10), et d'un nouveau photosensibilisateur plus réactif pour permettre une polymérisation plus en profondeur (10).

- d'une phase inorganique constituée de charges qui améliorent les propriétés mécaniques du matériau et diminuent les contraintes dues au retrait de polymérisation. Elles sont liées à la matrice par l'intermédiaire d'un silane (11).

1. La matrice résineuse

Elle présente les composés suivants :

- **Bis-GMA** (= 2,2-bis-[4-(2-hydroxy-3 méthacryloxy-propyloxy) phényle—propane)

Avec comme caractéristique une faible rétraction de prise, mais une viscosité importante.

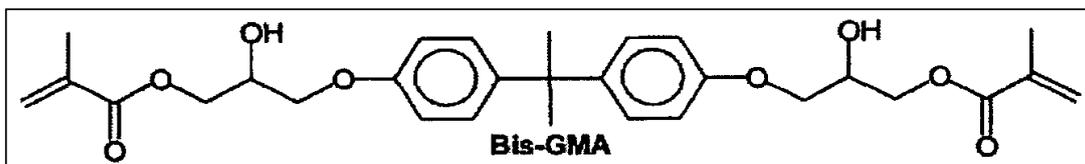


Figure 1 : Bis-GMA

- **UDMA** (= Diméthacrylate d'uréthane)

Avec comme caractéristique une plus faible viscosité que le Bis-GMA mais une rétraction de prise importante.

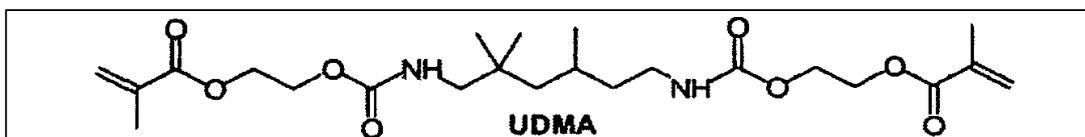


Figure 2 : UDMA

2. Les contrôleurs de viscosités

Aussi appelés des diluants : ils permettent de diminuer la viscosité de la matrice. On y trouve le

- Bis-EMA (= Bisphénol A diméthacrylate éthoxylé)
- TEGDMA (= Triéthylène glycol diméthacrylate)

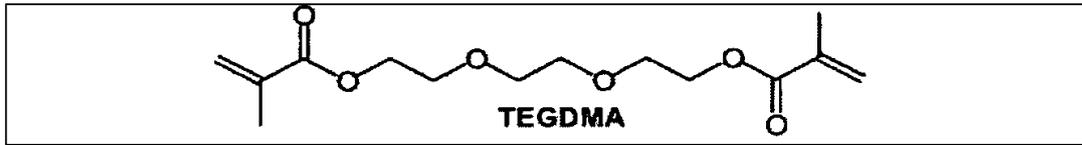


Figure 3 : TEGMA

- EBPADMA (= Bisphénol A diméthacrylate éthoxylé)

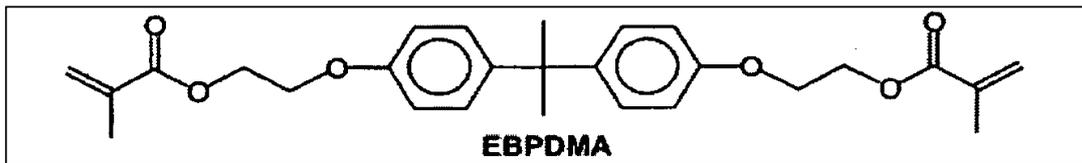


Figure 4 : EBPADMA

- TCB (=butane-1, 2, 3, 4-tétracarboxylique, bis-2-hydroxyéthyl méthacrylate)
- TMPTMA (= Triméthylolpropane triméthacrylate)
- Procylat

3. Les agents de polymérisation

La polymérisation du composite peut se faire par deux voies : la chémozopolymérisation ou la photopolymérisation. Nous ne détaillerons que la photopolymérisation, car l'ensemble de nos composites étudiés sont photopolymérisables. La photopolymérisation demande un activateur, ici c'est un photon avec une certaine longueur d'onde et un amorceur qui est une amine tertiaire avec un photosensibilisateur (11). Les photosensibilisateurs sont la camphoroquinone, la Lucirin TPO et plus récemment l'Ivocerin® utilisé par Ivoclar-Vivadent®.

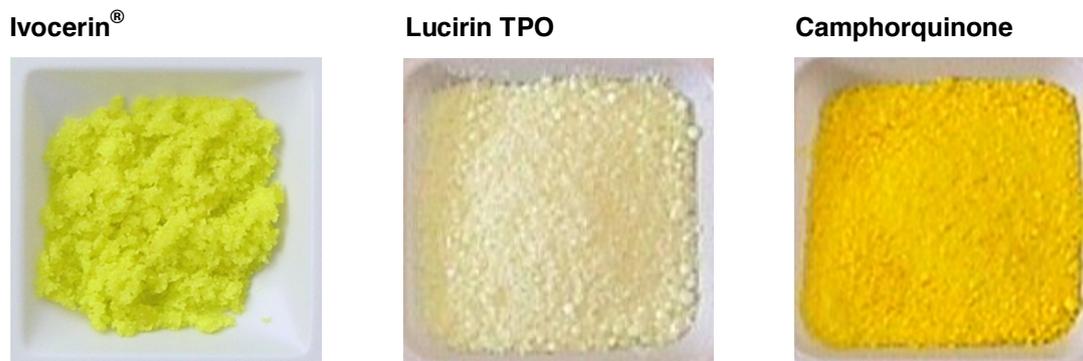


Figure 5 : Photo des différents photosensibilisateurs (10)

L'Ivocerin® possède un meilleur coefficient d'absorption, et permet donc une polymérisation plus en profondeur et une réduction de la quantité utilisée permettant ainsi une meilleure translucidité du composite.

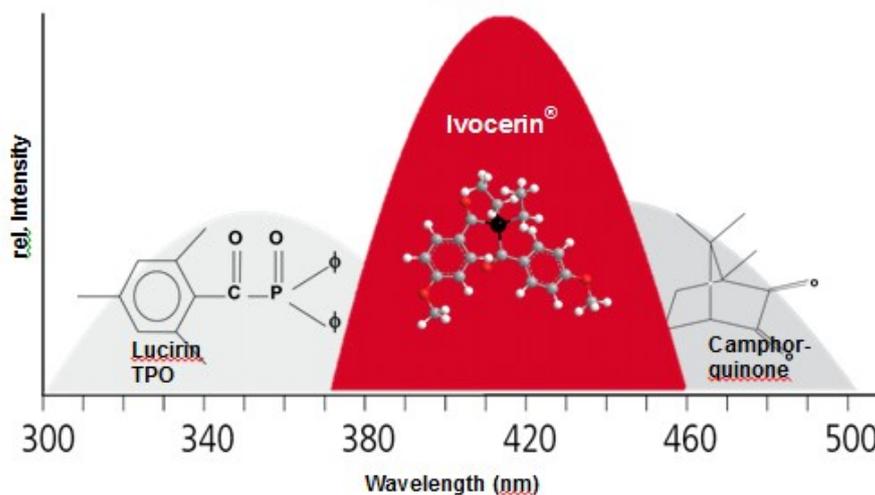


Figure 6 : Graphique du taux d'absorption des différents photosensibilisateurs en fonction de la longueur d'onde (10)

4. Les inhibiteurs de prise

Ils sont présents afin d'assurer une conservation du composite qui pourrait polymériser spontanément pendant son stockage (11). Ce sont des dérivés du phénol tels que :

- L'hydroquinone
- Monométhyl éther d'hydroquinone
- BHT : (2, 4, 6-tritertiary-butyl phénol)

5. Les relaxateurs de tension

- La molécule SDR® qui permet grâce à la flexibilité de sa molécule centrale de diminuer la contraction de prise.

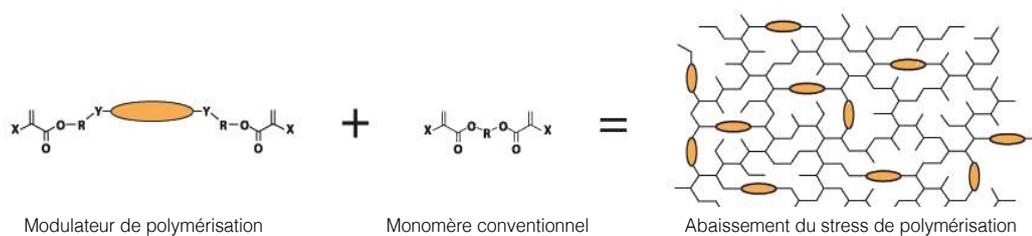


Figure 7 : SDR et son relaxateur (9)

- Dans le Tetric EvoCeram® Bulk Fill, un relaxateur de tension est aussi présent. Mais cette fois la recherche s'est plutôt orientée vers une réduction de son module d'élasticité. Cela lui permet de jouer le rôle d'un ressort pouvant se tendre et se détendre pendant et après la polymérisation. Elle compense aussi le haut module d'élasticité des charges voisines.

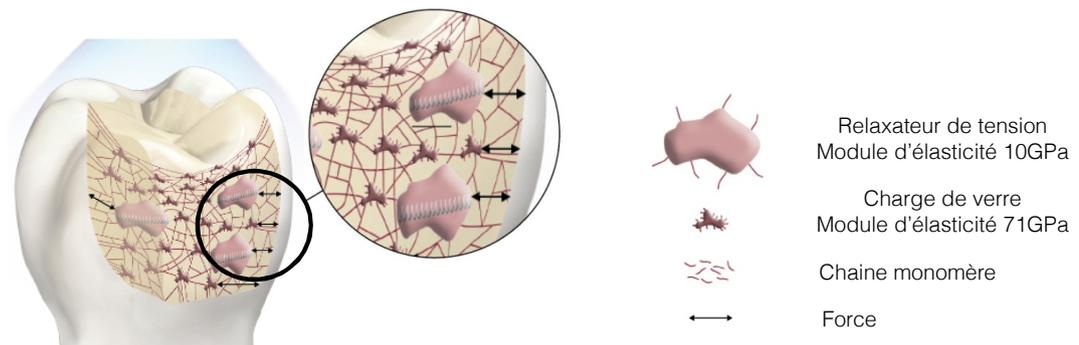


Figure 8 : Représentation schématique du relaxateur de tension et son utilité (10)

6. Les charges

Il existe un nombre très important de charges à différencier par :

- Leur nature : minérale, organique ou organo-minérale
- Leur taille (de $0,04 \mu\text{m}$ à $100 \mu\text{m}$) : nano, macro, micro ou intermédiaire
- Leur morphologie : anguleuse, arrondie ou sphérique
- Leur taux, exprimé en fraction massique (% en poids) ou en fraction volumique (% en volume)

D. Classification

Plusieurs classifications ont été proposées mais il n'y a pas de classification universelle des composites. On peut tout de même citer deux classifications historiques, la première est la classification de Lutz et Phillips de 1983, basée sur la nature des charges ainsi que leur granulométrie et leur distribution (12). La seconde est la classification de Willems établie en 1992 avec la même base mais en rajoutant les propriétés mécaniques des composites (13).

Ici nous classifions les composites bulks selon deux catégories :

Les composites bulks dits de haute viscosité, qui permettent une polymérisation sur 4 mm, utilisable pour les cavités de Classe I ou II et n'ayant pas besoin d'être recouverts par un autre

composite.

Les composites bulks dits de basse viscosité qui permettent une polymérisation sur 4 mm, utilisables pour les cavités de Classe I et II, mais devant être recouverts par un composite de coiffage d'une épaisseur minimale de 2 mm.

E. Propriétés mécaniques

1. La résistance à la traction

Elle est définie par un module d'élasticité longitudinal (module d'Young), l'existence ou pas d'une déformation plastique, ainsi qu'une résistance à la rupture. Pour l'émail, le module d'élasticité est de 84 GPa. Pour la dentine, c'est 18 GPa (14).

2. La résistance à la rupture

Elle est la valeur de contrainte à la rupture qui définit la résistance due à la rupture du matériau. Elle peut être obtenue par différents tests, notamment le test de flexion trois points. Elle est de 10,3 MPa pour l'émail et de 98,7 MPa pour la dentine (14).

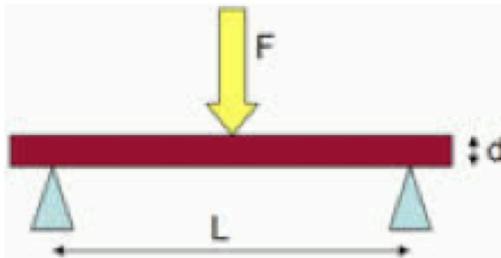
F. La flexion

La flexion d'un matériau se définit par la déformation d'une poutre sous l'action de force transversale.

L'essai de flexion d'une poutre est un essai mécanique utilisé pour tester la résistance en flexion. On utilise la flexion dite « trois points » ou dite « quatre points » (15).

1. La flexion trois points

La flexion trois points est un essai mécanique classique. Il représente le cas d'une poutre posée sur deux appuis simples et soumise à une charge concentrée, appliquée au milieu de la poutre avec elle aussi un contact simple.

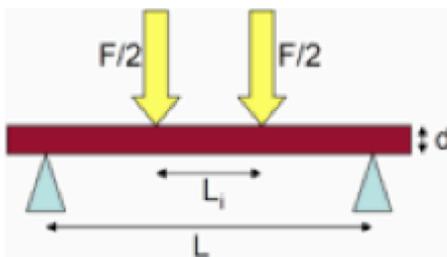


F = Force en Newton
 d = épaisseur en mm
 L = espacement entre les 2 supports en mm

Figure 9 : Flexion trois points

2. La flexion quatre points

Le test de flexion quatre points, similaire à l'essai de flexion trois points mais avec l'avantage de ne pas positionner l'appui au niveau de la zone de rupture. Ceci est en effet une limitation du système à trois points où l'appui central peut endommager l'éprouvette et fausser ainsi les résultats en entraînant une rupture précoce de celle-ci.



F = Force en Newton
 d = épaisseur en mm
 L = espacement entre les 2 supports en mm
 L_i = espacement entre les 2 points de force en mm

Figure 10 : Flexion quatre points

DEUXIEME PARTIE

II. Etude

A. Introduction

Cette étude a pour but dans un premier temps de vérifier les données des fabricants sur la résistance à la flexion et le module d'élasticité de leur composite à 0-2 mm de profondeur. Elle doit établir une moyenne et un écart type de ces caractéristiques, avec l'utilisation de 7 barrettes pour chaque composite testés. Elle doit dans un second temps montrer si ces données sont les mêmes à 4-6 mm de profondeur. Enfin, nous discuterons ces résultats en nous appuyant sur la littérature.

Pour le choix du matériel et de la méthode, nous nous sommes inspirés des études déjà réalisées et des normes ISO 4049-2009. Nous avons notés les informations suivantes :

- les noms des composites bulks testés,
- la longueur et largeur des barrettes,
- les conditions de photopolymérisation,
- le type de moule,
- le stockage post polymérisation,
- les données de l'essai avec la vitesse de déplacement du capteur et l'espacement des supports de la barrette.

Auteur	Composites	Barrette	Photopolymérisation	Moule	Stockage	Donné essai
ISO 4049/2009 (29)		25mm x 2mm x 2mm Nombre : 5	La photopolymérisation doit être réalisée suivant les instructions du fabricant	Inox ou polyéthylène haute densité	Après polymérisation placer le moule avec la barrette dans de l'eau à 37°C pendant 15 minutes, puis retirer la barrette avec précaution. Polir avec du papier abrasif à 320 grit. Stocké dans un bain à 37°C pendant 24h	Vitesse 0,75mm/min Espacement 20mm
Braga (30)	Composite expérimentale	12mm x 2mm x 2mm Nombre : 10	LUC : QTH unit (XL2500, 3M ESPE) 600mW/cm2 * 30s une seul fois	Moule métallique se séparant	10 minutes après polymérisation, retrait du moule et test	Vitesse 0,5mm/min
Demarco (31)	Supreme® Esthet-X® Z-250® Charisma® Helio Fill®	25mm x 2mm x 2mm Nombre : 12	Ligh guide 10mm LCU : Ultralux, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brazil 450 mW/cm2 3 x 40 secondes	Moule métallique	Stocké 7 jours dans de l'eau distillée à température ambiante	Vitesse 1mm/min
Leloup (32)	Tetric Evo Ceram® Synergy D6® Admira® V35694® V34930® Grandio® Filtek Supreme XT® Filtek Silorane®	25mm x 2mm x 2mm Nombre : 5	LCU XL 3000 544 mW/cm2 4 x 60 secondes des 2 coté de la barrette	Moule en étain	Stocké 24h dans le noir à 23°C	Vitesse 0,75mm/min
Montes (33)	Filtek Z350® Filtek Z250® Grandio® Polofil Supra® Esthet-X® TPH 3® Spectrum®	25mm x 2mm x 2mm Nombre : 10	LCU : optilight plus 600mw/cm2 3 x 40 secondes des 2 cotés	Moule inox se séparant	15 minutes d'attente avant le démoulage puis dans un bain d'eau distillée à 37°C pendant 24h	

EI damanhoury (34)	Tetric EvoCeram® Bulk Fill X-tra fill® SDR® Venus® Filtek Z250®	25mm × 2mm × 2mm Nombre : 5	LCU : LED (Demetron A.1, Kerr/Sybron) 12-mm 3 x 20 secondes des 2 cotés	Moule en inox	Plongées dans de l'eau distillée et deionisée à 37°C pendant 24h	Vitesse 1mm/min
Garoushi (35)	Tetric EvoCeram® Bulk Fill SDR® Venus® X-tra base® Filtek Superme® Alert® Filtek Z250® XENIUS base®	25mm × 2mm × 2mm Nombre : 6	LCU : TC-01, Spring Health Products 380 and 520nm with maximal intensity at 470nm and light intensity was 1100mW/cm2	Moule inox se séparant	48h dans une salle au sec	Vitesse 1mm/min Espacement 20mm
Goracci (36)	SDR® SonicFill® Filtek Silorane® Kalore® everX Posterior®	25mm × 2mm × 2mm Nombre : 10	3 x 20 secondes des 2 cotés	Moule en vinylpolysil oxane- based	Plongées dans de l'eau à 37°C pendant 24h	0,75 mm/min span: 20 mm

B. Matériel

1. Les composites bulk-fill de l'étude

Dans cette étude 10 CBF sont testés et un témoin

- Filtek® Bulk de 3M® teinte A2
- Filtek® Bulk de 3M® teinte universelle
- SDR® de Densply®
- Venus® Bulk Fil de Heraeus Kulzer®
- X-tra base® de Voco®
- Tetric EvoCeram® Bulk Fill de Ivoclar Vivadent®
- X-tra fil® de Voco®
- QuiX Fil® de Densply®
- SonicFill® de Kerr®
- Filtek® Bulk postérieur de 3M®
- Témoin : Tetric EvoCeram® de Ivoclar Vivadent®

a. Filtek® Bulk de 3M®

Le composite Filtek® Bulk commercialisé par 3M® est un composite radio-opaque, basse viscosité, utilisé pour les fonds de cavité des Classes I et II, ou en liner, ainsi que pour les Classes III et IV et les scellements de sillons. Sa matrice est composée de Bis-GMA, UDMA Bis-EMA et de résine procylat. Les charges sont une combinaison de zircone/silice ayant pour taille 0,01 μm à 3,5 μm et de ytterbium trifluoride avec pour taille 0,1 μm à 5,0 μm . Elles représentent 64,5% du poids (42,5% du volume). Il a un module d'élasticité inférieur à 5 GPa, une résistance à la compression de 350MPa. Son temps de polymérisation est de 20 secondes avec une lampe à 550 mW/cm² et 10 secondes à 1000 mW/cm². A noter que la teinte A3 n'arrive pas à polymériser totalement jusqu'à 4 mm. (18)



Figure 11 : Filtek® bulk de 3M®

b. SDR® de Densply®

Le composite SDR® commercialisé par Densply® est un composite radio-opaque de basse viscosité, utilisé pour les fonds de cavité I et II ou en liner. Il est composé de la résine diméthacrylate d'uréthane modifié, de diméthacrylate de bisphénol A éthoxylé, de diméthacrylate de triéthylène glycol. Il possède des charges de verre de baryum bore fluoro-alumino-silicate et de verre de strontium fluoro- amino-silicate. Elles représentent 68% du poids (45% du volume) et ont une taille moyenne de 4.2 μm . Son temps de polymérisation est de 20 secondes avec une lampe de 500mW/cm² (ISO 4049). Sa résistance à la flexion est de 115 MPa. Son module d'élasticité est de 5,7 GPa. (9)

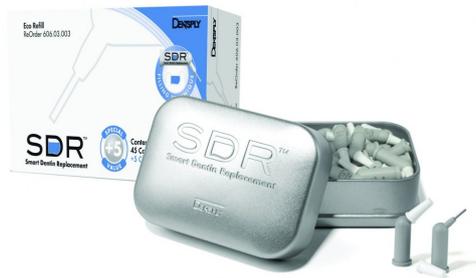


Figure 12 : SDR® de Dentsply®

c. Venus® Bulk Fil de Heraeus Kulzer®

Le composite Venus® commercialisé par Heraeus Kulzer® est un composite radio-opaque, basse viscosité, utilisé pour les fonds de cavité des Classes I et II, ou en liner avec des incréments de 4mm maximum. Sa matrice est composée d'UDMA et EBADMA. Les charges sont une combinaison de verre de silicate de tri-fluorure, dioxyde de silicium et baryum/aluminium/fluor. Avec pour taille 0,02 µm à 5,0 µm, elles représentent 65% du poids (38% du volume). Son temps de polymérisation est de 20 secondes avec une lampe de 500mW/cm² et polymérise jusqu'à 6,2 mm. Sa résistance à la flexion est de 120 MPa. Son module d'élasticité est de 5.3 GPa (21). (22, 23)



Figure 13 : Venus® bulk de Heraeus Kulzer®

d. X-tra base® de Voco®

Le composite X-tra base® commercialisé par Voco® est un composite radio-opaque, basse viscosité, utilisé pour les fonds de cavité de Classe I et II, ou en liner avec des incréments de 4

mm maximum. Les charges représentent 75% du poids (58% du volume). Son temps de polymérisation est de 10 secondes. Sa résistance à la flexion est de 141 MPa. Son module d'élasticité est de 9 GPa (18). (24)



Figure 14 : X-tra base® de Voco®

a. Tetric EvoCeram® Bulk Fill de Ivoclar Vivadent®

Le composite Tetric EvoCeram® Bulk fill est un composite radio-opaque nano hybride utilisé pour les restaurations de Classe I II et V, ainsi que les scellements de fissure, par incrément de 4 mm maximum. Il présente une matrice de Bis-GMA Bis-EMA et UDMA et a pour charge du verre de baryum, du trifluoride d'ytterbium, de l'oxyde mixte et des pré-polymères. Elles représentent 62,5% du poids et le pré-polymère 17%. Il a un module d'élasticité de 10 GPa, une résistance à la flexion de 120 MPa. Son temps de polymérisation est de 10s avec une lampe de 1200 mW/cm² (Bluephase® G2) et arrive jusqu'à 5 mm de polymérisation. (10)



Figure 15 : Tetric EvoCeram® bulk fill d'Ivoclar Vivadent®

b. X-tra fil® de Voco®

Le composite X-tra fil® commercialisé par Voco® est un composite radio-opaque, haute viscosité, utilisé pour les obturations de Classe I et II avec des incréments de 4 mm maximum. Il

est composé d'une matrice d'UDMA, TEGDMA et Bis-GMA. Les charges représentent 86% du poids (70% du volume). Son temps de polymérisation est de 10 secondes avec une lampe de 800mW/cm² ou plus, et de 20s avec une lampe de 500 à 800 mW/cm². Sa résistance à la flexion est de 145 MPa et à pour module d'élasticité 16 GPa (18). (19)



Figure 16 : X-tra fil® de Voco®

c. QuiX Fil® de Densply®

Le composite QuiX Fil® commercialisé par Densply® est un composite radiopaque, haute viscosité, utilisé pour les Classes I et II. Sa matrice est composée d'UDMA TEGMA, de résine Di- et Triméthacrylate, BHT, de résine diméthacrylate modifié par acide carboxylique. Il possède aussi un UV stabilisateur de la camphoroquinone de l'éthyle-4-dométhylaminobenzoate. Les charges sont une combinaison de Phosphate-silicate silané au fluorure de strontium, d'aluminium et de sodium, elles représentent 85,5% du poids (66,6% du volume). Son temps de polymérisation est de 20 secondes avec une lampe de 500 à 800 mW/cm² ou 10 secondes avec une lampe de 800mW/cm² ou plus. Sa résistance à la flexion est de 115 MPa et à pour module d'élasticité 10 GPa. (4, 20)



Figure 17 : QuiX fil® de Densply®

d. SonicFill® de Kerr®

Le composite SonicFill® commercialisé par Kerr® est un composite radio-opaque, utilisé pour les cavités de Classe I et II avec des incréments maximum de 4 mm. Une pièce a main est nécessaire pour son utilisation. Sa matrice est composée Ethoxylated bisphénol-A-diméthacrylate, Bisphénol A-bis-(2-hydroxy-3-mehacryloxypropyl) éther, Triéthylenglycoldiméthacrylate, 3-triméthoxysilylpropyl méthacrylate. Les charges sont une combinaison de verre de silicate elles représentent 83,5% du poids (83% du volume). Son temps de polymérisation est de 20 secondes. Sa résistance à la flexion est de 185 MPa (18). Il a pour module d'élasticité 10 GPa (18). (21)



Figure 18 : SonicFill® de Kerr®

e. Filtek® Bulk postérieur de 3M®

Le composite Filtek® Bulk postérieur commercialisé par 3M® est un composite radio-opaque, utilisé pour les cavités de Classe I et II avec des incréments maximum de 4 mm à 5 mm. Sa matrice est composée d'un monomère méthacrylate avec une molécule à haut poids moléculaire appelé AUDMA et d'un autre appelé AFM. Il possède aussi du (1, 12 dodecanediol diméthacrylate) et de l'UDMA. Les charges sont une combinaison de ytterbium trifluoride elles représentent 58,4% du poids (76,5% du volume). Son temps de polymérisation est de 20 secondes. Sa résistance à la flexion est de 150 MPa (18). Il a pour module d'élasticité 10 GPa (18). (21)

f. Témoin : Tetric EvoCeram® de Ivoclar Vivadent®

Le composite Tetric EvoCeram® est un composite radio-opaque utilisé pour les restaurations de tout type par incrément de 2 mm maximum. C'est notre composite témoin pour cette étude. Il présente une matrice de diméthacrylates et a pour charge du verre de baryum, du trifluoride d'ytterbium, de l'oxyde mixte et des pré-polymères. Elles représentent 48,5% du poids et le pré-polymère 34% (61% du volume) et ont une taille moyenne de 0,6 µm. Il a un module d'élasticité de 10 GPa, une résistance à la flexion de 120 MPa (17).



Figure 19 : Tetric EvoCeram® d'Ivoclar Vivadent®

Spécificités	Matériaux	Fabricant	Composition	Poids % charges	Vol. % charges	Données fabricant	Propriétés mécaniques
Lot : 56182301 Pérémpition : 01/2017 Teinte : U et A2	Filetek® Bulk Composite flow	3M®	BisGMA, UDMA BisEMA et de résine procylat Zircone/silice (taille 0,01µ à 3,5µ) YbF ₃ (taille 0,1µ à 5,0µm)	64,5 %	42,5 %	Incrément : 4 mm max Polymérisation : 10s à 1000 mW/cm ² 20s à 550mW/cm ²	Module d'élasticité : 5 GPa Résistance à la flexion : 125 MPa
Lot : 1406001055 Pérémpition : 06/2016 Teinte : Universelle	SDR® Composite flow	Densply®	EBPADMA, TEGDMA, UDMA éthoxylé, UDMA SDR verre de baryum bore fluoro- alumine-silicate et de verre de strontium fluoro- amino-silicate	68 %	45 %	Incrément : 4 mm max recouvert de 2 mm de composite de surface Polymérisation : 20s à 500mW/cm ²	Module d'élasticité : 5,7 GPa Résistance à la flexion : 115 MPa
Lot : 01010501 Pérémpition : 08/2017 Teinte : Universelle	Venus® bulk fill Composite flow	Heraeus Kulzer®	UDMA EBADMA Ba-Al-f, YbF ₃ , SiO ₂ (taille 0,02µ à 5,0µ.)	65 %	38 %	Incrément : 4 mm max recouvert de 2 mm de composite de surface Polymérisation : 20s à 500mW/cm ²	Module d'élasticité : 5,3 GPa Résistance à la flexion : 120 MPa
Lot : 142234101 Pérémpition : 08/2016 Teinte : Universelle	X-tra base® Composite flow	Voco®		75 %	58 %	Incrément : Polymérisation : 10s	Module d'élasticité : 9 GPa Résistance à la flexion : 141 MPa

Lot : 2373101 Péréemption : 05/2018 Teinte : Universelle	Tetric® EvoCeram Bulkfill Composite nano-hybride	Ivoclar Vivadent®	BisGMA BisEMA UDMA Pré-polymères Verre de baryum YbF ₃ Oxyde mixte	80 %	60 %	Incrément : 4 mm max Polymérisation : 10s à 1200 mW/cm ²	Module d'élasticité : 10 GPa Résistance à la flexion : 120 MPa
Lot : 142061301 Péréemption : 11/2016 Teinte : Universelle	X-tra fil® Composite hybride haute viscosité	Voco®	UDMA TEGDMA BisGMA	86 %	70 %	Incrément : 4 mm max Polymérisation : 10s à 800 mW/cm ²	Module d'élasticité : 16 GPa Résistance à la flexion : 145 MPa
Lot : 140400093001 Péréemption : 10/2015 Teinte : Universelle	QuiX fil® Composite haute viscosité	Densply®	UDMA, TEGDMA, Bis-EMA, TCB, TMPTMA Phosphate-silicate silané au fluorure de strontium, d'aluminium et de sodium (taille 0,1µm a 10µm)	86 %	66 %	Incrément : 4 mm max Polymérisation : 10s à 800 mW/cm ² 20s de 500 à 800 mW/cm ²	Module d'élasticité : 10 GPa Résistance à la flexion : 115 MPa
Lot : 504619312 Péréemption : 2015 Teinte : Universelle	Sonicfill® Composite haute viscosité	Kerr®	BisGMA, BisEMA TMPTMA Charges : SiO ₂	83 %	83 %	Incrément : 5 mm max Polymérisation : 10s	Module d'élasticité : 10 GPa Résistance à la flexion : 185 MPa
Lot : 645978 Péréemption : 09/2017 Teinte : A2	Filetek® Bulk postérieur Composite haute viscosité	3M®	AFM, DDDDMA, AUDMA, UDMA	76,5 %	58,4 %	Incrément : 4 mm max Polymérisation : 10s à 1000 mW/cm ² 20s à 550mW/cm ²	Module d'élasticité : 10 GPa Résistance à la flexion : 150 MPa
Lot : 4842301 Péréemption : 11/2017 Teinte : Universelle	Tetric® EvoCeram Composite classique : témoin	Ivoclar Vivadent®	BisGMA BisEMA UDMA Pré-polymères Verre de baryum YbF ₃ Oxyde mixte	75 %	53 %	Incrément : 2 mm max (teinte émail) 1,5 mm (teinte dentine) Polymérisation :	Module d'élasticité : 10 GPa Résistance à la flexion : 120 MPa

Figure 20 : Tableau récapitulatif des 10 composites et leurs caractéristiques

Bis-GMA : Bisphénol A diméthacrylate ; **UDMA** : uréthane diméthacrylate ; **TEGDMA** : triéthylène glycol diméthacrylate ; **EBPADMA** : bisphénol A diméthacrylate éthoxylé ; **EBADMA** : bisphénol A diméthacrylate éthoxylé ; **TCB** : butane-1,2,3,4-tétracarboxylic acid, bis-(2-hydroxyethyl methacrylate) ; **TMPTMA** : triméthylolpropane triméthacrylate

2. Lampe à photopolymériser

La lampe à photo polymériser est une Bluephase® 20i commercialisé par Ivoclar Vivadent®. Elle a une longueur d'onde de 380 à 515 nm. Elle possède différents programmes de photo polymérisation. Celui utilisé est le programme « high power » avec une puissance de 1200 mW/cm². (25)



Figure 21 : Lampe à photopolymériser Bluephase 20i® d'Ivoclar Vivadent®

3. Radiomètre

Le radiomètre est le bluephase meter® commercialisé par Ivoclar Vivadent®. Il est permet de déterminer la puissance de la lumière émise par la lampe à photo polymériser. (25)



Figure 22 : Radiomètre d'Ivoclar Vivadent®

4. Machine de traction

La machine de traction est une Zwick® Z2.5 commercialisé par Zwick Roell®



Figure 23 : Machine de traction Zwick® Z2.5 de Zwick Roell®

5. Le logiciel de statistique XLStat®

XLStat® est un logiciel basé sur le tableur Office Excel® qui permet de recueillir et de modéliser les données afin de réaliser des analyses statistiques. (26)

Ce logiciel nous permettra d'analyser les résultats de la résistance à la rupture et du module d'élasticité.

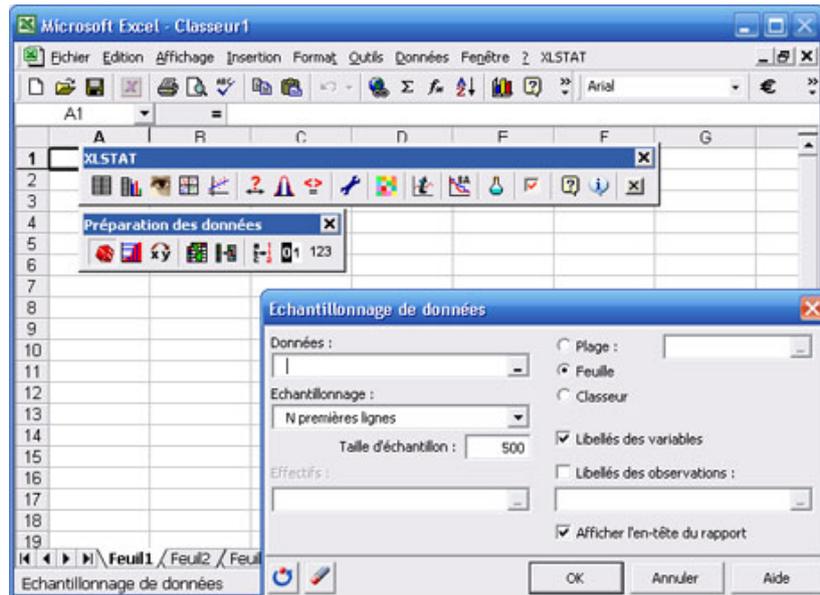


Figure 24 : Logiciel XLStat®

C.Méthode

1. Les barrettes

Nous avons réalisé 14 barrettes de chaque type de composite testé, avec à chaque fois sept barrettes fabriquées selon la première méthode et sept selon la seconde méthode, toutes deux décrites si dessous.

La réalisation des barrettes 0 à 2 mm se déroulait en plusieurs étapes

1. Vérification de la lampe à photopolymériser à l'aide du radiomètre ($1100\text{mW}/\text{cm}^2$)
2. Nettoyage de la lame de verre
3. Mise en place du scotch aux extrémités du moule
4. Injection du composite à l'aide du pistolet à composite
5. Mise en place d'une bande de mylar strip au contact du composite
6. Mise en place de la lame de verre au dessus du moule pour avoir une répartition homogène du composite.
7. Mise en place du cache pour photo polymérisation
8. Photo polymérisation des 3 spots, avec le programme « high power » répété 2 fois 20s pour un total de 40 secondes de polymérisation sur chacun des spots

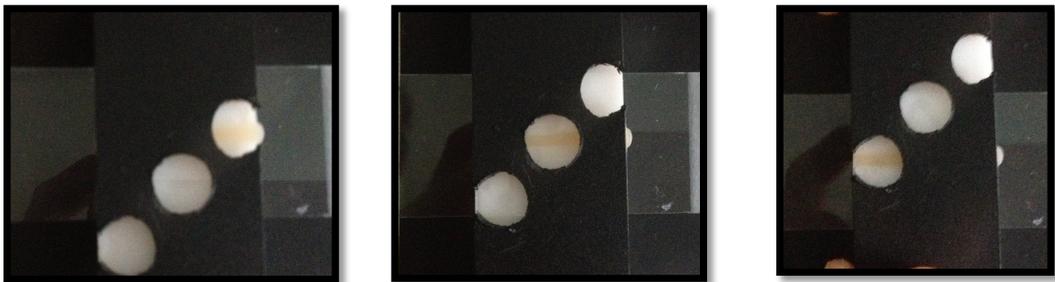


Figure 25 : Les 3 spots de polymérisation avec le déplacement du cache à chaque étape.

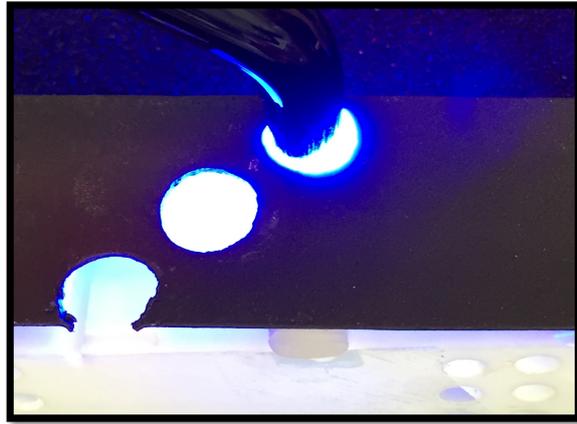


Figure 26 : Photopolymérisation sur le premier spot

9. Retrait de la barrette de composite, puis numérotation et description, annotées au crayon gris sur la barrette



Figure 27 : Barrette après annotation

10. Conservation dans un pot à échantillon rempli d'eau distillée et placé dans une étuve à 37,7 degrés pendant environ 24h

Pour la réalisation des barrettes de 4 à 6 mm, à l'étape 6 nous utilisons une cale de composite du même type que la barrette et d'une épaisseur de 4 mm, à la place de la lame de verre.

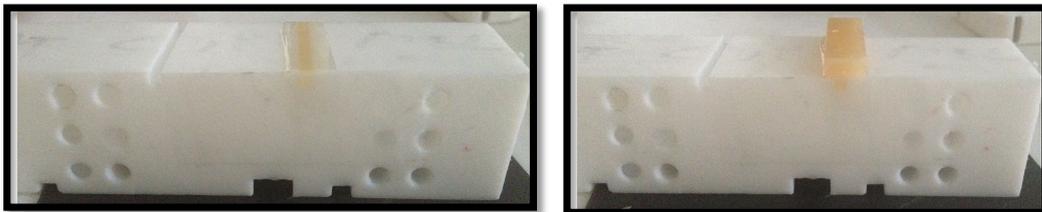


Figure 28 : Mise en place du scotch et de la cale d'épaisseur 4 mm

Les barrettes sont triées de façon à avoir 2 groupes de 7 barrettes pour chaque composite, en

fonction de leur méthode de fabrication, elles sont chacune numérotées, leur épaisseur et largeur sont mesurées au pied à coulisse.

2. L'essai de flexion

Les barrettes sont ensuite mises en place dans la machine d'essai de traction, avec comme paramètres :

- la précharge à 1Newton,
- la vitesse de l'essai à 0,75 mm/min,
- la distance entre les 2 supports est de 15 mm,
- l'épaisseur de l'éprouvette,
- la largeur de l'éprouvette.

La fin de l'essai représente la rupture de la barrette et les résultats transmis directement à l'ordinateur. Nous garderons comme résultats la force maximal de l'essai en Méga Pascal (MPa) par et le module d'élasticité en Giga Pascal (GPa).

Une fois l'ensemble des barrettes testé, les données sont traitées. Nous éliminons la barrette avec la résistance à la flexion la plus faible et la plus élevée, ce qui nous laisse 5 barrettes par groupe, avec leurs résultats.

3. L'analyse statistique

Les statistiques sont réalisées à partir des résultats de flexion et du module d'élasticité obtenus, et ce à l'aide du logiciel XLstat®.

Pour comparer les résultats des barrettes du même composite à 0 mm et 4 mm, ainsi que les composites par rapport au composites témoin ; nous réalisons un test non-paramétrique (la répartition des échantillons ne suit pas la loi normale), il s'agit du test de Wilcoxon-Mann-Whitney. C'est un test statistique non paramétrique qui permet de tester l'hypothèse selon laquelle la distribution des données est la même dans les deux groupes.

Le seuil significatif est établi à $\alpha= 5\%$ (ce qui signifie que si alpha est inférieur à 0,05 il existe

une différence significative entre les échantillons testés).

Pour comparer les composites 2 à 2 nous utilisons un test de Kruskal-Wallis qui permet de tester un nombre k d'échantillons indépendants même s'ils sont issus de la même population. Il est basé sur la différence entre la moyenne des rangs dans chaque groupe et la moyenne des rangs sur la population globale. Le seuil significatif est établi à $\alpha = 5\%$

Au test de Kruskal-Wallis est ajouté le test de Dunn avec une correction de Bonferroni c'est-à-dire une correction du seuil α (seuil de signification est alors inférieur à 5%). Le seuil de Bonferroni permet d'éviter les erreurs de première espèce. Il s'agit d'une correction apportée au seuil de significativité en cas de comparaisons multiples pour compenser le fait que lors de tests multiples, un test peut apparaître significatif par le simple fait du hasard.

D. Résultats

1. Flexion

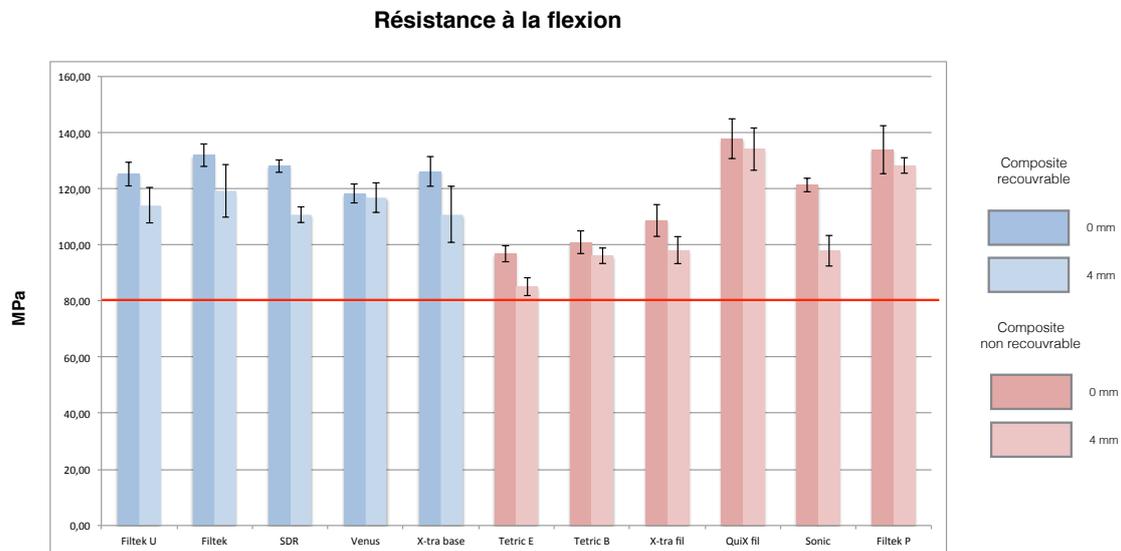


Figure 29 : Tableau récapitulatif de la résistance à la flexion en MPa des 10 composites avec en première la valeur moyenne à 0 mm et en second la valeur moyenne à 4 mm

Suite à l'analyse statistique et les résultats de flexion, nous avons remarqué :

a. Comparaison de chaque Bulk entre 0 et 4mm

En profondeur on remarque une différence significative pour le SonicFill® pour les non recouvrable et le SDR® pour les recouvrables.

Flexion	Filtek U	Filtek A2	SDR	Venus	Xtra base	Tetric E	Tetric B	Xtra fil	QuiX fil	Sonic Fill
Différence significative	0,210	0,403	0,008	1,000	0,210	0,037	0,403	0,210	0,676	0,016

Figure 30 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion

NB : le Tetric EvoCeram® qui est notre composite de témoin, a aussi une différence significative.

b. Comparaison entre les Bulks

Pour la flexion à 0 mm :

- Il n'y a pas de différence significative entre les composites recouvrables.
- Il n'y a pas de différence significative entre les composites non recouvrables, sauf le QuiX fil®, qui à une valeur supérieure aux Tetric EvoCeram® Bulk Fill.

F0	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
Tetric B	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
X-tra fil	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
QuiX fil	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Sonic	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
filtek P	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Filtek U	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Filtek	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
SDR	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Venus	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
X-tra base	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Figure 31 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion à 0 mm

Pour la flexion à 4 mm :

- Il n'y a pas de différence significative entre les composites recouvrables.
- Pour les composites non recouvrables on note que :
 - le QuiX fil® et le Filtek® Bulk postérieur ne sont pas statistiquement différents entre eux,
 - par contre ils sont statistiquement différents et supérieurs au Tetric EvoCeram®,
 - le QuiX fil® est également statistiquement différents et supérieurs de l'X-tra fil® et du SonicFill®.

F4	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
Tetric B	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui
X-tra fil	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
QuiX fil	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Sonic	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
filtek P	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Filtek U	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Filtek	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
SDR	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Venus	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
X-tra base	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Figure 32 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion à 4 mm

c. Comparaison entre les Bulks et Tetric EvoCeram®

Pour la flexion à 0 mm :

- Le Tetric EvoCeram® est inférieur aux valeurs de tous les composites recouvrables et a une différence significative avec tous.
- Le Tetric EvoCeram® a une différence significativement inférieure aux composites non recouvrables QuiX fil®, le Filtek® Bulk postérieur et le SonicFill®. Le Tetric EvoCeram® n'a pas de différence statistiquement significativement avec le Tetric EvoCeram® Bulk Fill et l'X-tra fil®.

Flexion 0mm	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
p-value	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,403	0,060	0,008	0,008	0,008

Figure 33 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion à 0 mm par rapport au Tetric EvoCeram®

Pour la flexion à 4 mm :

- Le Tetric EvoCeram® a une différence significativement inférieure à tous les composites recouvrables.
- Le Tetric EvoCeram® a une différence significativement inférieure à tous les composites non recouvrables, sauf pour le SonicFill®.

Flexion 4mm	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
p-value	0,022	0,008	0,008	0,008	0,022	0,037	0,037	0,008	0,599	0,008

Figure 34 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour la flexion à 4 mm par rapport au Tetric EvoCeram®

2. Le module d'élasticité

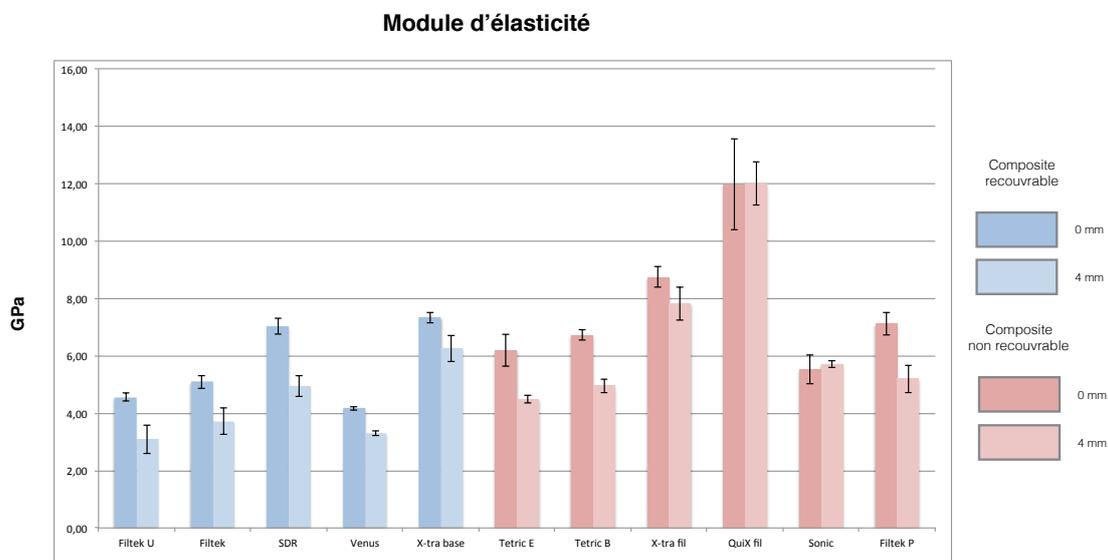


Figure 35 : Tableau récapitulatif du module d'élasticité en GPa des 10 composites avec en première la valeur moyenne à 0 mm et en second la valeur moyenne à 4 mm

a. Entre 0 et 4 mm

Pour les recouvrables, on remarque une différence significativement inférieure pour tous sauf l'X-tra base®.

Pour les non recouvrables, on remarque une différence significativement inférieure pour le Tetric EvoCeram® Bulk Fill et le Filtek® Bulk postérieur.

Module	Filtek U	Filtek A2	SDR	Venus	Xtra base	Tetric E	Tetric B	Xtra fil	QuiX fil	Sonic Fill
Différence significative	0,022	0,036	0,008	0,008	0,095	0,059	0,008	0,144	0,676	0,753

Figure 36 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité

b. Entre Bulks

Pour le module d'élasticité à 0 mm :

- Il n'y a pas de différence significative entre les composites recouvrables Filtek® Bulk U, A2 et SDR®, cependant X-tra base® est statistiquement supérieure au Venus®.
- Il n'y a pas de différence significative entre les composites non recouvrables.

E0	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
Tetric B	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
X-tra fil	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
QuiX fil	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Sonic	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
filtek P	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Filtek U	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
Filtek	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
SDR	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Venus	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non
X-tra base	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Figure 37 : Tableau comparatif des composites entre eux pour le module d'élasticité à 0 mm

Pour le module d'élasticité à 4 mm :

- Il n'y a pas de différence significative entre les composites recouvrables.
- Il n'y a pas de différence significative entre les composites non recouvrables.

E4	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
Tetric B	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
X-tra fil	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
QuiX fil	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Sonic	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
filtek P	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Filtek U	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
Filtek	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
SDR	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Venus	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
X-tra base	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Figure 38 : Tableau comparatif des composites entre eux pour le module d'élasticité à 4 mm

c. Bulks par rapport au Tetric EvoCeram®

Pour le module d'élasticité à 0 mm :

- Le Tetric EvoCeram® n'a pas de différence statistiquement significative avec le Filtek® Bulk U, A2 et SDR® par contre il est statistiquement supérieure Venus® et inférieur à l' X-tra base®
- Le Tetric EvoCeram® a une différence statistiquement inférieure à le X-tra fil® et le QuiX Fil®.

Module 0mm	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
p-value	0,059	0,094	0,142	0,012	0,036	0,834	0,012	0,012	0,598	0,530

Figure 39 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité à 0 mm par rapport au Tetric EvoCeram®

Pour le module d'élasticité à 4 mm :

- Le Tetric EvoCeram® n'a pas de différence statistiquement significative avec le Filtek® Bulk A2 et le SDR® par contre il est statistiquement supérieure aux Filtek® Bulk U et - Venus® et inférieur à l' X-tra base.
- Le Tetric EvoCeram® n'a pas de différence statistiquement significative avec Tetric EvoCeram® Bulk Fill et le Filtek® Bulk postérieur, et il a une différence statistiquement inférieure avec le X-tra fil®, QuiX Fil® et le SonicFill®.

Module 4mm	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	Filtek P
p-value	0,022	0,209	0,403	0,008	0,008	0,210	0,008	0,008	0,008	0,144

Figure 40 : Tableau récapitulatif des différences significatives pour le module d'élasticité à 4 mm par rapport au Tetric EvoCeram®

E. Discussion

1. Matériel

a. Lampe à photopolymériser

Plusieurs types de lampes existent tels que les « plasma-arc-curing » (PAC), « quartz tungstène halogène » (QTH) ou « light emitting diode » (LED). Jusqu'à peu, seules les lampes halogènes permettaient la photopolymérisation de la Lucrine TPO. Mais les troisièmes générations des lampes LED ont permis un élargissement du spectre de longueur d'onde de 380 à 515 nm. Cela permet une photo activation similaire aux lampes QTH (25). Cependant on remarque que l'élévation de température est plus faible avec les LED (3°C seulement pour 10 secondes de photopolymérisation) (25).

Nous avons donc choisi la lampe Bluephase 20i® qui est une lampe LED nouvelle génération avec une longueur d'onde comprise entre 380 et 515 nm. Cette LED permet donc photopolymérisation de la Lucrine TPO, l'Ivocerin® et de la camphoroquinone.

2. Le moule

Certains matériaux à base de polymère peuvent avoir une affinité avec le métal et rendent leur retrait du moule compliqué (27). Afin d'éviter ce problème, nous avons choisi un moule en téflon.

3. Méthodes

a. Photopolymérisation des barrettes

Selon la norme ISO4029-2009, les barrettes sont photopolymérisées des deux cotés en 4 fois. Nous n'avons pas photopolymérisé des deux côtés nos barrettes, car le but de notre étude était de tester la résistance à la flexion et le module d'élasticité en fonction de la profondeur. Or ce n'est pas possible si les barrettes de composite sont photopolymérisées des deux côtés.

Les recommandations des fabricants pour la polymérisation des CBF sont en général de 20 secondes pour les teintes universelles et de 40 secondes pour les teintes plus foncées, type A2,

avec une lampe ayant une puissance minimale de 500mW/cm². De plus, lorsque l'on regarde la profondeur de polymérisation, la plupart des études testant les propriétés mécaniques des CBF utilisent un temps de polymérisation plus important, allant de 30 secondes à 1 minute avec une puissance entre 500 et 600 mW/cm² (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34). En effet, il a été montré que la profondeur de polymérisation était supérieure avec un temps de photopolymérisation de 40 secondes, au lieu de 20 secondes pour la même puissance (35).

En accord avec les précédentes études et pour éviter tout défaut de polymérisation nous avons donc choisi un temps de photopolymérisation de 40 secondes, avec la présence d'un repère pour les 3 spots à photopolymériser.

L'oxygène étant un inhibiteur de la polymérisation (36) nous avons recouvert le composite d'une bandelette de mylar strip afin d'éviter tout contact avec l'air ambiant. L'augmentation de la distance entre la lampe à photopolymériser et le composite entraîne une perte de puissance croissante, pour cela notre lampe sera en contact avec la lame de verre ou la cale (37).

4. Mise en étuve et stockage

Le stockage dans l'eau déminéralisée pendant 24h permet aux composites de poursuivre leur absorption hygroscopique et ainsi d'acquérir des propriétés mécaniques optimales. En accord avec l'étude de Goracci (34) et le respect de la norme ISO4049-2009, nous avons choisi un stockage dans de l'eau distillée à 37°C pour une durée de 24h. (27). Cependant, le temps de stockage et l'utilisation d'une étuve est variable d'une étude à une autre (28, 29, 30, 34).

5. La réalisation du test de flexion.

Il existe un test de flexion 4 points pour empêcher la présence de force de cisaillement, mais celui-ci est moins utilisé en dentisterie. Afin de respecter la norme ISO4049-2009 (27) et de pouvoir comparer nos résultats avec les données des fabricants et des différentes études nous avons choisis la flexion 3 points.

6. Résultats

a. La résistance à la flexion

D'après les normes ISO (29), les résines composites utilisées dans les secteurs postérieurs doivent avoir des valeurs de résistance à la flexion supérieures ou égales à 80 MPa pour supporter les forces masticatoires. Tous les composites, de notre étude, ont une résistance à la flexion supérieure à la valeur minimale attendue (80 MPa), que ce soit pour les barrettes 0 mm ou celles de 4mm.

Pour les composites recouvrables, nos résultats pour les barrettes à 0 mm correspondent aux différentes études qui ont testées ces composites ainsi qu'aux données des fabricants (voir figure 41).

On remarque, dans notre étude, des valeurs de flexion inférieures pour le SonicFill® et l'X-tra fil® par rapport aux données de la littérature (voir figure 42). Une des raisons possible, pour expliquer cette différence, pourrait être que, dans notre étude, nous n'avons photopolymérisé nos barrettes que d'un seul coté, car nous voulions tester la résistance à la flexion en fonction de la profondeur, or dans la norme ISO, les barrettes sont photopolymérisées des deux côtés. Cependant nous avons réalisé ce protocole pour les autres matériaux et nous n'avons pas noté de différences aussi importantes par rapport aux données de la littérature. Ensuite ce sont les 2 matériaux pour lesquels nous avons eu le plus grand nombre de barrettes cassées lors de la désinsertion du moule. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ce sont les matériaux les plus chargés (respectivement 83% et 70% en volume). Cependant Garoushi montre l'absence de lien direct entre le contenu volumétrique de charge et la résistance à la flexion. Cela pourrait s'expliquer par une différence dans le transfert du stress entre la matrice et la charge ou la structure de la matrice. (33). Et enfin la mise œuvre du SonicFill® qui nécessite l'utilisation d'une pièce à main. C'est une mise en œuvre différente des autres composites et qui nécessite peut-être un temps d'apprentissage que nous n'avons pas eu.

Les composites recouvrables de notre étude présentent des valeurs moyennes de résistance à la flexion plus homogènes car ils ne sont pas statistiquement différents entre eux à 0 et à 4 mm. Alors que pour les non recouvrables, les valeurs moyennes sont moins homogènes. Il existe des différences statistiquement significatives entre certains matériaux (à 0 mm le QuiX Fil® > Tetric EvoCeram® Bulk Fill et à 4 mm le QuiX fil® et le Filtek® Bulk postérieur > Tetric EvoCeram® Bulk Fill). En effet, les composites non recouvrables possèdent des charges plus grosses que les

composites recouvrables. Ces charges atténueraient la pénétration de la lumière en profondeur et donc le degré de conversion. En effet, les travaux de Yap montrent que plus la taille des charges est petite, plus la lumière diffuse en profondeur (38).

L'analyse statistique montre que les valeurs de flexion des composites recouvrables sont significativement supérieures au Tetric EvoCeram® à 0 mm. Les recouvrables ne sont pas différents entre 0 et 4mm sauf le SDR®. (39)

L'analyse statistique montre, également, que les valeurs de flexion des composites non recouvrables sont significativement supérieures au Tetric EvoCeram® à 0 mm. Sauf pour le Tetric EvoCeram® Bulk Fill et l'X-tra fil® qui ne sont pas statistiquement différents du Tetric EvoCeram® à 0 mm.

Le SonicFill® possède une différence significative entre ses valeurs à 0 mm et 4 mm. Bien qu'il soit statistiquement supérieur au Tetric EvoCeram® à 0 mm, il n'est plus différent à 4 mm de profondeur.

En conclusion, nos résultats indiquent donc une perte de la résistance à la flexion importante entre 0 mm et 4 mm pour le SDR® et le SonicFill®.

A travers l'étude des composites Filtek® U et Filtek® A2, nous montrons qu'il n'y a pas de différence de résistance à la flexion à 4 mm entre les teintes claires (114,12 MPa U et 119,24 MPa A2). Parallèlement, dans l'étude de Lazarchik, il est montré que pour les composites de teintes claires, la teinte n'influence pas la profondeur de polymérisation (40). On pourrait donc émettre l'hypothèse que la teinte n'influence pas la résistance à la flexion.

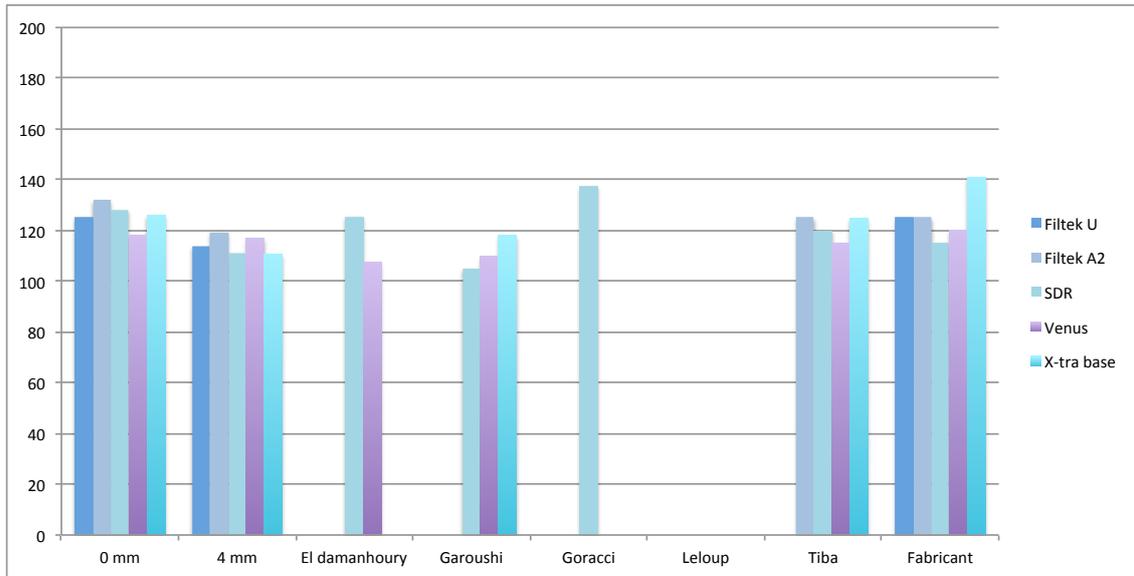


Figure 41 : Graphique comparatif de résistance à la flexion 3 points (MPa) des CBF recouvrables en fonction des différentes études

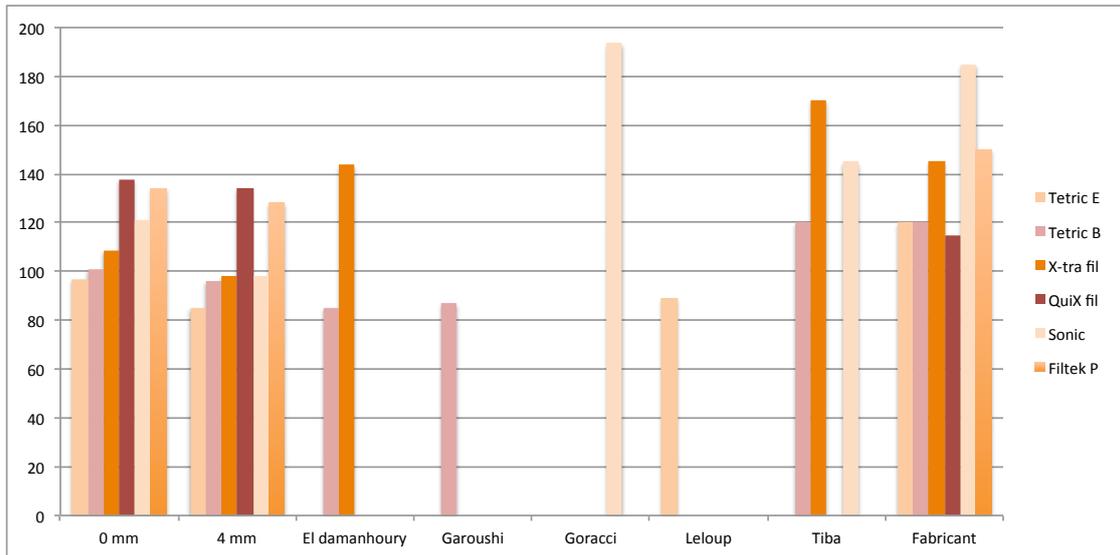


Figure 42 : Graphique comparatif de résistance à la flexion 3 points (MPa) des CBF non recouvrables en fonction des différentes études

7. Le module d'élasticité et les charges

Les composites recouvrables de notre étude ont des valeurs moyennes à 0 mm de 5,64 GPa, et à 4 mm de 4,26 GPa. Si on regarde dans la littérature, les valeurs attendues pour les composites hybrides flow sont en moyenne de 4,5 GPa. Nos composites recouvrables ont donc des valeurs supérieures ou équivalentes aux composites flow traditionnels.

Pour ces matériaux recouvrables, les valeurs du module d'élasticité sont significativement différentes entre 0 mm et 4 mm. On a une diminution du module d'élasticité en fonction de la profondeur. Seul l'X-tra base® conserve son module de flexion entre ces 2 profondeurs. Czasch est le seul à tester le module d'élasticité en fonction de la profondeur. Bien qu'il obtienne des valeurs dans le même ordre que nous (SDR® > Venus®) ses valeurs sont supérieures aux nôtres (SDR® : 11,9 GPa, 12,2 GPa et 11,6 GPa à respectivement, 2, 4 et 6 mm et nous 7 et 4 MPa. - Venus® : 8,8 GPa, 8,8 GPa, et 8,5 GPa à respectivement 2, 4 et 6 mm et nous 4 et 3 MPa). Mais il calcule ce module à partir de la micro dureté du matériau et non à partir de la résistance à la flexion. Ce qui pourrait expliquer les différences de résultat entre ses valeurs et nos valeurs.

Les composites Filtek® U et Filtek® A2 ont aussi des valeurs statistiquement identiques, 3,1 GPa pour le Filtek® U à 4 mm et 3,7 GPa pour le Filtek® A2 à 4 mm.

Pour les composites recouvrables, les valeurs des modules d'élasticité sont comparables à celles référencées dans la littérature à 0 mm (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34), ainsi qu'à celles des données des fabricants (voir figure 44). Dans notre étude, pour les composites recouvrables, les valeurs augmentent avec le volume des charges du matériau testé. En effet, comme le décrit Braga dans son étude (28) on a une corrélation positive entre l'augmentation du module d'élasticité et le volume des charges du matériaux jusqu'à 60%. Par contre pour les matériaux qui ont un volume de charge supérieur à 60%, c'est à dire les composites non recouvrables de notre étude, nous n'avons pas mis en évidence de correspondance.

Les composites non recouvrables de notre étude ont des valeurs moyennes à 0 mm de 7,71 GPa et à 4 mm de 6,69 GPa. Dans la littérature, les valeurs moyennes pour les composites de viscosité moyenne ou compactable sont respectivement de 9,3 et 9,5 GPa (voir figure 43). Nos composites non recouvrables ont donc des valeurs inférieures aux composites de viscosité moyenne et

compactable.

Pour tous ces matériaux, les valeurs du module de flexion ne sont pas significativement différentes entre 0 mm et 4 mm sauf pour le Tetric EvoCeram® Bulk Fill et le Filtek® Bulk postérieur. Notre composite témoin à 4 mm reste inférieur aux bulks non recouvrables.

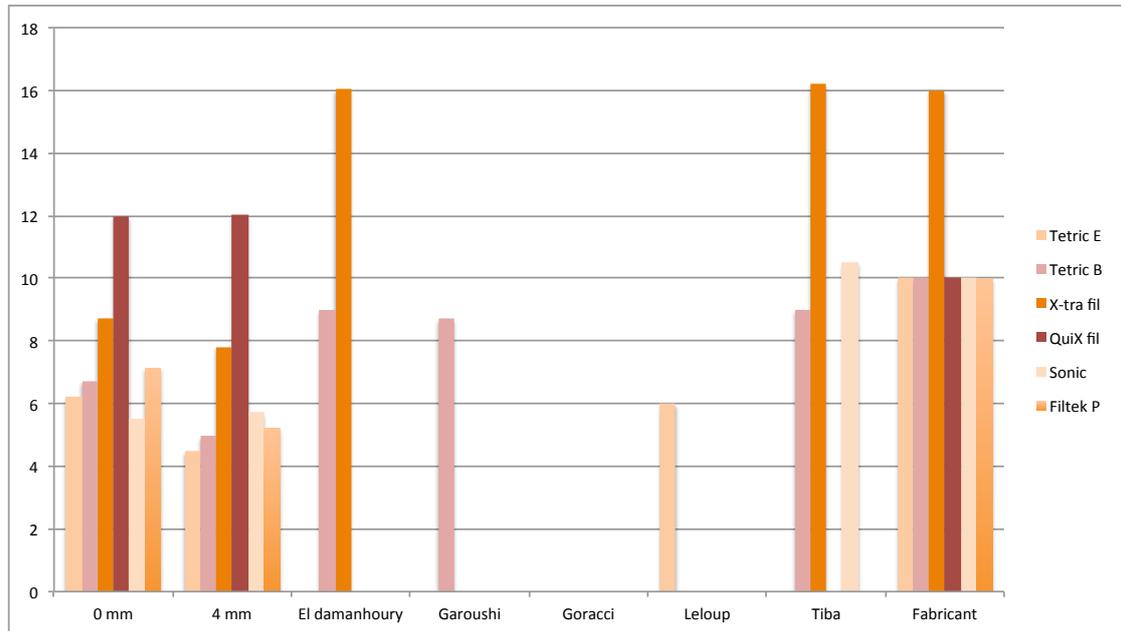


Figure 43 : Graphique comparatif du module d'élasticité (GPa) des composites non recouvrables en fonction des différentes études

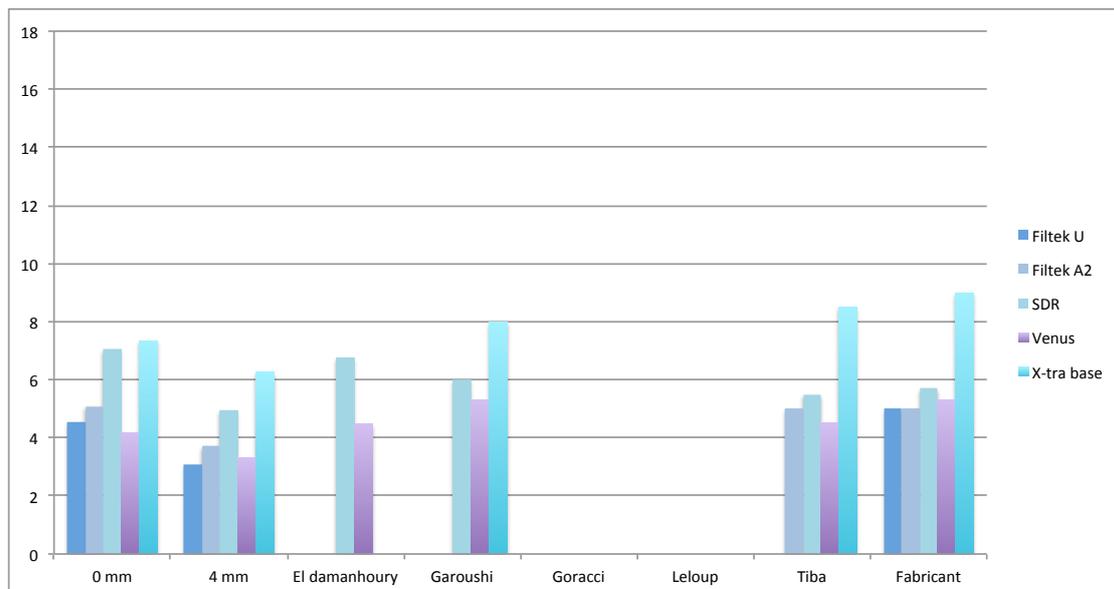


Figure 44 : Graphique comparatif du module d'élasticité (GPa) des composites recouvrables en fonction des différentes études

Matériaux	Vol. % charges	0-2mm	4-6mm	Fabricant	Poids % charges
Venus® bulk fill	38%	4,17	3,3	5,3	65%
Filtek® Bulk U	42%	4,56	3,1		64,50%
Filtek® Bulk A2	42%	5,09	3,71	5	64,50%
SDR®	45%	7,04	4,95	5,7	68%
X-tra base®	58%	7,34	6,26	9	75%
Filtek P®	58%	7,13	5,2	10	76,50%
Tetric® EvoCeram Bulk fill	60%	6,728	4,962	10	80%
QuiX fil®	66%	11,98	12,01	10	86%
X-tra fil®	70%	8,746	7,818	16	85%
SonicFill®	83%	5,52	5,714	10	83,50%

Figure 45 : Tableau du pourcentage de charge par rapport au volume et les valeurs en GPa à 0 mm, 4 mm et des fabricants du module d'élasticité

Conclusion

Cette étude permet d'avoir un comparatif entre les 10 composites étudiés, avec exactement le même protocole, ce qui n'est pas forcément le cas des données constructeurs et des différentes études. Elle montre aussi l'importance de différencier les composites Bulk avec d'une part les composites Bulk flow recouvrables et d'autre part les composites Bulk non recouvrables.

Nos résultats ont montré pour la résistance à la flexion que l'ensemble des composites testés sont supérieurs ou équivalents au composite témoin Tetric EvoCeram®. Quand on regarde leur valeur en fonction de la profondeur, seul le SonicFill® et le SDR® ont des valeurs significativement inférieures entre 0 mm et 4 mm.

Nos résultats ont montré pour le module d'élasticité que seul le Venus® avait des valeurs significativement inférieures au témoin à 0 mm et 4 mm, ainsi que le Filtek® U à 4mm. A 4 mm X-tra base® X-tra fil® et QuiX Fil® restent significativement supérieurs au témoin.

Les composites recouvrables de notre étude possèdent des valeurs supérieures aux composites hybrides flow classiques, tandis que les composites non recouvrables de notre étude ont des valeurs inférieures aux composites de viscosités moyennes ou compactables.

Au niveau clinique, les composites Bulks flow semblent être une réelle évolution puisqu'ils maintiennent les avantages des composites flow conventionnels tout en augmentant leurs propriétés mécaniques tout au moins en terme de flexion et d'élasticité.

Ils offrent comme avantage un gain de temps : pour les restaurations volumineuses de site 1 et peut être pour les restaurations en sites 3.

Par contre, les composites non recouvrables ne remplissent pas le cahier des charges en terme de module d'élasticité ce qui présente un inconvénient pour les restaurations en site 2.

Bibliographie

- (1) Shenoy A. Is it the end of the road for dental amalgam? A critical review. *Journal of conservative dentistry*. 2008 Jul-Sep ;11(3):99–107.
- (2) Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987 Nov ;66(11):1636-9.
- (3) Park J, Chang J, Ferracane JL, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress : incremental or bulk filling? *Dent Mater* 2008 ;24:1501–5.
- (4) Dentsply. QuixFil Posterior restorative : scientific compendium. 2003 Jun 16.
- (5) Vreven J, Raskin A, Sabbagh J, Vermeersch G, Leloup G. Résines composites EMC (Elsevier SAS, Paris), *Odontologie*, 23-065-E-10, 2005.
- (6) Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955 Dec ;34(6):849-53.
- (7) Bowen R. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of Bis phenol and glycidyl acrylate. 1962; Patent No.3,066,112.
- (8) Buonocore M. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *J Am Dent Assoc* 1970 ;80:324-330.
- (9) Dentsply. SDR : Scientific compendium 2011 may 23.
- (10) Ivoclar Vivadent. Tetric EvoCerm Bulk Fil : Scientific documentation. 2014 Mar.
- (11) Raskin A. (page consultée le 25/02/16). Les résines composites, {en ligne}. <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap10/site/html/cours.pdf>.
- (12) Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*. 1983 Oct ;50(4):480-8.
- (13) Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater*. 1992 Sep ;8(5):310-9.
- (14) Colon P, Bolla M, Leforestier E. (page consultée le 25/02/16). Cahier des charges des matériaux de restauration utilisés en technique directe {en ligne}. <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap8/site/html/cours.pdf>
- (15) Fanchon JL. Guide de mécanique. Paris : Nathan; 2001 p. 265-396.

- (17) Ivoclar Vivadent. Tetric EvoCerm Bulk Fil : Scientific documentation. 2004 Oct.
- (18) 3M ESPE. Filtek BulkFill Technical Product Profile. 2005 May.
- (19) Voco. X-tra fil : Mode d'emploi. 2010 May.
- (20) Dentsply. Quixfil : Mode d'emploi. 2004 Dec 12.
- (21) Kerr. SonicFill Dossier scientifique.
- (22) Heraeus Kulzer. Venus : Mode d'emploi. 2010 May
- (23) Heraeus Kulzer. (page consultée le 25/02/16). Venus : scientific compendium {en ligne}. http://heraeus-kulzer.com/media/webmedia_local/downloads_new/venus_7/venus_bulk_fill_2/Scientific_Venus_Bulk_Fill_Compendium_GB.pdf
- (24) Voco. Bulk fill made easy. (page consultée le 25/02/16). Packable or blowable it's our choice {en ligne}. http://www.voco.com/us/product/x-tra_base/VC_84001790_US_0212.pdf
- (25) Ivoclar Vivadent. Bluephase : Scientific documentation. 2009 Apr.
- (26) XLstat. (page consultée le 25/02/16). XLSTAT-Base, fonctions statistiques essentielles pour Excel {en ligne}. <https://www.xlstat.com/fr/solutions/base>
- (27) ISO. Dentistry – polymer – based restorative material (ISO 4049/2009). 2015 May 23.
- (28) Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Contraction stress related to composite inorganic content. *Dent Mater.* 2010 ;26:704–709.
- (29) Rodrigues Junior SA, Zanchi CH, Carvalho RV, Demarco FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. *Braz Oral Res.* 2007 ;21(1):16-21.
- (30) Leprince J, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabil.* 2010 ;37:364–376.
- (31) Monteiro GQM, Montes MAJR. Evaluation of Linear Polymerization Shrinkage, Flexural Strength and Modulus of Elasticity of Dental Composites. *Materials Research.* 2010 ;13(1):51-55.
- (32) El-Damanhoury H.M, Platt J.A. Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry.* 2013 ;39-1.
- (33) Garoushi S, Säilynoc E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater.* 2013 ;29:835–841.

- (34) Goracci C, Cadenar M, Fontanive L, Giangross G, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater.* 2014 ;30:688–694.
- (35) AlQahtani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, Price RB. Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite. *Oper Dent.* 2015 Nov-Dec ;40(6):662-72.
- (36) Vallittu PK. Oxygen inhibition of autopolymerization of polymethylmethacrylate-glass fibre composite. *J Mater Sci Mater Med.* 1997 Aug ;8(8):489-92.
- (37) Ivoclar Vivadent. Bluephase : user's guide.
- (38) Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent.* 2004 ;29(3):269-274.
- (39) Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL, Fleming GJP. The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable RBC base materials. *Dent Mater.* 2013 ;29:906–912.
- (40) Lazarchik D, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent.* 2007 Aug ;98(2):129-40.

Annexe

Tetric E	F (MPa)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	E (GPa)
Barrette 1	99,61	15	2,3	2,38	7,06
Barrette 2	90,59	15	2,29	2,45	4,44
Barrette 3	92,14	15	2,29	2,19	6,67
Barrette 4	96,99	15	2,42	2,2	5,78
Barrette 5	104,97	15	2,31	2,03	7,06
Moyenne	96,86	15	2,31	2,28	6,2
Ecart type	5,808				1,115

Tetric E	F (MPa)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	E (GPa)
Barrette 1	85,09	15	2,41	2,2	4,83
Barrette 2	79,14	15	2,45	2,31	4,09
Barrette 3	95,91	15	2,5	2,22	4,59
Barrette 4	81,85	15	2,4	2,37	4,63
Barrette 5	83,72	15	2,47	2,36	4,35
Moyenne	85,14	15	2,42	2,27	4,5
Ecart type	6,419				0,285

Figure 46 : Résultat des barrettes du composite témoin Tetric EvoCeram à 0 mm puis 4 mm

Tetric B	Tetric B	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Tetric B
Barrette 1	111,61	15	2,35	2,14	7,24
Barrette 2	91,03	15	2,3	2,52	6,92
Barrette 3	96,7	15	2,39	2,27	6,17
Barrette 4	99,72	15	2,25	2,48	6,65
Barrette 5	105,27	15	2,2	2,51	6,66
Moyenne	100,86	15	2,34	2,43	6,72
Ecart type	7,91				0,39

X-tra fil	X-tra fil	L (mm)	b (mm)	h (mm)	X-tra fil
Barrette 1	111,75	15	2,26	2,71	9,18
Barrette 2	97,12	15	2,22	2,48	9,28
Barrette 3	127,03	15	2,29	2,58	9,31
Barrette 4	105,6	15	2,34	2,58	7,95
Barrette 5	102,43	15	2,26	2,59	8,01
Moyenne	108,786	15	2,27	2,6	8,746
Ecart type	11,492				0,701

QuiX fil	QuiX fil	L (mm)	b (mm)	h (mm)	QuiX fil
Barrette 1	120,01	15	2,43	2,49	9
Barrette 2	137,37	15	2,17	2,46	14,53
Barrette 3	157	15	2,15	2,47	14,59
Barrette 4	144,81	15	2,3	2,55	8,04
Barrette 5	129,97	15	2,08	2,23	13,72
Moyenne	137,83	15	2,22	2,43	11,98
Ecart type	14,105				3,192

Sonic	Sonic	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Sonic
Barrette 1	127,89	15	2,18	2,01	5,67
Barrette 7	115,09	15	2,34	2,52	5,78
Barrette 3	121,25	15	2,1	2,4	4,67
Barrette 4	119	15	2,01	2,41	5,41
Barrette 5	123,37	15	2,32	2,46	7,07
Moyenne	121,32	15	2,13	2,38	5,52
Ecart type	4,785				0,870

filtek P	filtek P	L (mm)	b (mm)	h (mm)	filtek P
Barrette 1	136,74	15	2,4	2,55	6,75
Barrette 2	157,54	15	2,35	2,5	5,62
Barrette 3	112,3	15	2,26	2,45	6,34
Barrette 4	133,83	15	2,24	2,51	7,62
Barrette 5	120,44	15	2,33	2,49	7,37
moyenne	133,86	15	2,27	2,46	7,13
Ecart type	17,318				0,804

Figure 47 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 0 mm

Tetric B	Tetric B	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Tetric B
Barrette 1	101,86	15	2,51	2,26	5,73
Barrette 2	100,35	15	2,39	2,54	4,47
Barrette 3	94,73	15	2,37	2,62	4,58
Barrette 4	87,79	15	2,51	2,28	5,1
Barrette 5	95,95	15	2,4	2,34	4,93
Moyenne	96,13	15	2,45	2,42	4,96
Ecart type	5,52				0,49

X-tra fil	X-tra fil	L (mm)	b (mm)	h (mm)	X-tra fil
Barrette 1	109,16	15	2,3	2,46	9,22
Barrette 2	86,05	15	2,46	2,62	7,05
Barrette 3	101,49	15	2,24	2,52	8,89
Barrette 4	103,51	15	2,41	2,73	7,17
Barrette 5	90,41	15	2,32	2,68	6,76
Moyenne	98,124	15	2,346	2,602	7,818
Ecart type	9,584				1,145

QuiX fil	QuiX fil	L (mm)	b (mm)	h (mm)	QuiX fil
Barrette 1	158,96	15	2,11	2,59	13,25
Barrette 2	127,43	15	2,19	2,49	11,77
Barrette 3	119,48	15	2,34	2,47	11,48
Barrette 4	127,28	15	2,21	2,6	13,64
Barrette 5	137,79	15	2,3	2,59	9,89
Moyenne	134,19	15	2,25	2,53	12,01
Ecart type	15,300				1,502

Sonic	Sonic	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Sonic
Barrette 1	94,47	15	2,28	2,4	5,81
Barrette 2	100,76	15	2,46	2,55	5,63
Barrette 3	115,09	15	2,34	2,52	5,78
Barrette 4	87,97	15	2,4	2,58	5,36
Barrette 5	90,91	15	2,27	2,11	5,99
Moyenne	97,84	15	2,25	2,25	5,714
Ecart type	10,757				0,236

filtek P	filtek P	L (mm)	b (mm)	h (mm)	filtek P
Barrette 1	130,61	15	2,32	2,63	4,93
Barrette 2	137,26	15	2,32	2,7	5,79
Barrette 3	124,09	15	2,43	2,51	4,98
Barrette 4	126,12	15	2,25	2,48	5,87
Barrette 5	134,38	15	2,39	2,46	3,48
moyenne	128,28	15	2,32	2,541	5,2
Ecart type	5,501				0,961

Figure 48 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 4 mm

Filtek U	Filtek U	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Filtek U
Barrette 1	123,27	15	2,25	2,42	4,35
Barrette 2	115,88	15	2,27	2,41	4,89
Barrette 3	131,46	15	2,44	2,17	4,73
Barrette 4	119,39	15	2,37	2,36	4,68
Barrette 5	135,98	15	2,26	2,12	4,17
Moyenne	125,2	15	2,31	2,31	4,56
Ecart type	8,363				0,295

Filtek	Filtek	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Filtek
Barrette 1	141,68	15	2,21	1,96	5,15
Barrette 2	138,51	15	2,2	1,97	5,01
Barrette 3	122,55	15	2,22	1,96	5,4
Barrette 4	129,32	15	2,22	1,99	5,53
Barrette 5	127,56	15	2,21	1,96	4,36
Moyenne	131,92	15	2,24	1,97	5,09
Ecart type	7,941				0,456

SDR	SDR	L (mm)	b (mm)	h (mm)	SDR
Barrette 1	123,37	15	2,23	2,06	7,25
Barrette 2	126,9	15	2,24	2,09	7,55
Barrette 3	131,31	15	2,24	2,09	7,34
Barrette 4	124,89	15	2,12	2,33	6,11
Barrette 5	133,79	15	2,23	2,09	6,93
Moyenne	128,05		2,21	2,11	7,04
Ecart type	4,381				0,564

Venus	Venus	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Venus
Barrette 1	113,15	15	2	2,23	4,16
Barrette 2	109,49	15	2,02	2,23	4,12
Barrette 3	124,77	15	1,99	2,25	4,01
Barrette 4	122,39	15	1,99	2,26	4,31
Barrette 5	121,38	15	1,96	2,23	4,27
Moyenne	118,24		2,01	2,23	4,17
Ecart type	6,561				0,120

X-tra base	X-tra base	L (mm)	b (mm)	h (mm)	X-tra base
Barrette 1	133,95	15	2,06	2,24	6,82
Barrette 2	126,27	15	2,03	2,25	7,26
Barrette 3	137	15	2,03	2,24	7,25
Barrette 4	123,76	15	2,04	2,2	7,51
Barrette 5	109,59	15	2,02	2,24	7,86
Moyenne	126,11	15	2,08	2,25	7,34
Ecart type	10,706				0,382

Figure 49 : Résultat des barrettes de composite recouvrable à 0 mm

Filtek U	Filtek U	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Filtek U
Barrette 1	95,87	15	2,29	2,38	3,87
Barrette 2	112,91	15	2,3	2,38	1,72
Barrette 3	110,06	15	2,43	2,36	2,54
Barrette 4	127,06	15	2,38	2,25	4,21
Barrette 5	124,68	15	2,39	2,27	3,18
Moyenne	114,12	15	2,38	2,35	3,1
Ecart type	12,550				1,006

Filtek	Filtek	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Filtek
Barrette 1	136,43	15	2,31	2,03	4,3
Barrette 2	142,76	15	2,4	1,96	5,02
Barrette 3	110,61	15	2,4	2,32	3,32
Barrette 4	102,41	15	2,25	2,21	2,96
Barrette 5	103,99	15	2,4	2,25	2,96
Moyenne	119,24	15	2,34	2,14	3,71
Ecart type	18,967				0,914

SDR	SDR	L (mm)	b (mm)	h (mm)	SDR
Barrette 1	108,97	15	2,25	2,19	5,2
Barrette 2	107,38	15	2,39	2,16	4,01
Barrette 3	120,17	15	2,12	2,26	6,02
Barrette 4	105,72	15	2,23	2,3	4,96
Barrette 5	111,96	15	2,24	2,3	4,58
Moyenne	110,84		2,28	2,23	4,95
Ecart type	5,701				0,746

Venus	Venus	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Venus
Barrette 1	126,93	15	2,06	2,34	3,56
Barrette 2	110,39	15	2,19	2,31	3,22
Barrette 3	103,41	15	2,3	2,17	3,37
Barrette 4	127,49	15	2,04	2,47	3,12
Barrette 5	115,89	15	2,09	2,42	3,23
Moyenne	116,82		2,14	2,32	3,3
Ecart type	10,465				0,170

X-tra base	X-tra base	L (mm)	b (mm)	h (mm)	X-tra base
Barrette 1	87,32	15	2,13	2,3	5,52
Barrette 2	103,54	15	2,09	2,42	7,11
Barrette 3	142,71	15	2,11	2,5	5,62
Barrette 4	109,12	15	2,18	2,47	7,4
Barrette 5	111,27	15	2,16	2,4	5,66
Moyenne	110,79	15	2,21	2,42	6,26
Ecart type	20,158				0,914

Figure 50 : Résultat des barrettes de composite non recouvrable à 4 mm

F0	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	filtek P
Tetric B	0,014	0,000	0,003	0,134	0,005	1	0,448	0,000	0,061	0,002
X-tra fil	0,091	0,006	0,025	0,461	0,044	0,448	1	0,003	0,264	0,021
QuiX fil	0,193	0,795	0,454	0,024	0,329	0,000	0,003	1	0,061	0,488
Sonic	0,565	0,106	0,259	0,704	0,368	0,061	0,264	0,061	1	0,237
filtek P	0,544	0,664	0,957	0,118	0,778	0,002	0,021	0,488	0,237	1
Filtek U	1	0,298	0,580	0,340	0,745	0,014	0,091	0,193	0,565	0,544
Filtek	0,298	1	0,625	0,046	0,474	0,000	0,006	0,795	0,106	0,664
SDR	0,580	0,625	1	0,132	0,820	0,003	0,025	0,454	0,259	0,957
Venus	0,340	0,046	0,132	1	0,201	0,134	0,461	0,024	0,704	0,118
X-tra base	0,745	0,474	0,820	0,201	1	0,005	0,044	0,329	0,368	0,778

F4	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	filtek P
Tetric B	0,044	0,018	0,083	0,019	0,113	1	0,761	0,000	0,761	0,001
X-tra fil	0,087	0,039	0,152	0,041	0,201	0,761	1	0,001	1,000	0,002
QuiX fil	0,118	0,224	0,065	0,216	0,046	0,000	0,001	1	0,001	0,896
Sonic	0,087	0,039	0,152	0,041	0,201	0,761	1,000	0,001	1	0,002
filtek P	0,152	0,278	0,087	0,269	0,062	0,001	0,002	0,896	0,002	1
Filtek U	1	0,729	0,778	0,745	0,664	0,044	0,087	0,118	0,087	0,152
Filtek	0,729	1	0,529	0,983	0,435	0,018	0,039	0,224	0,039	0,278
SDR	0,778	0,529	1	0,544	0,879	0,083	0,152	0,065	0,152	0,087
Venus	0,745	0,983	0,544	1	0,448	0,019	0,041	0,216	0,041	0,269
X-tra base	0,664	0,435	0,879	0,448	1	0,113	0,201	0,046	0,201	0,062

E0	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	filtek P
Tetric B	0,062	0,172	0,580	0,014	0,380	1	0,048	0,024	0,435	0,795
X-tra fil	0,000	0,001	0,155	< 0,0001	0,273	0,048	1	0,778	0,006	0,087
QuiX fil	< 0,0001	0,000	0,089	< 0,0001	0,168	0,024	0,778	1	0,002	0,046
Sonic	0,278	0,558	0,182	0,095	0,097	0,435	0,006	0,002	1	0,298
filtek P	0,034	0,104	0,770	0,007	0,536	0,795	0,087	0,046	0,298	1
Filtek U	1	0,618	0,016	0,558	0,006	0,062	0,000	< 0,0001	0,278	0,034
Filtek	0,618	1	0,055	0,278	0,025	0,172	0,001	0,000	0,558	0,104
SDR	0,016	0,055	1	0,003	0,745	0,580	0,155	0,089	0,182	0,770
Venus	0,558	0,278	0,003	1	0,001	0,014	< 0,0001	< 0,0001	0,095	0,007
X-tra base	0,006	0,025	0,745	0,001	1	0,380	0,273	0,168	0,097	0,536

E4	Filtek U	Filtek	SDR	Venus	X-tra base	Tetric B	X-tra fil	QuiX fil	Sonic	filtek P
Tetric B	0,099	0,216	0,905	0,123	0,201	1	0,035	0,006	0,288	0,803
X-tra fil	0,000	0,001	0,047	0,000	0,410	0,035	1	0,515	0,298	0,064
QuiX fil	< 0,0001	< 0,0001	0,008	< 0,0001	0,140	0,006	0,515	1	0,091	0,012
Sonic	0,007	0,021	0,345	0,009	0,828	0,288	0,298	0,091	1	0,416
filtek P	0,058	0,137	0,896	0,073	0,303	0,803	0,064	0,012	0,416	1
Filtek U	1	0,680	0,077	0,914	0,003	0,099	0,000	< 0,0001	0,007	0,058
Filtek	0,680	1	0,175	0,761	0,012	0,216	0,001	< 0,0001	0,021	0,137
SDR	0,077	0,175	1	0,097	0,246	0,905	0,047	0,008	0,345	0,896
Venus	0,914	0,761	0,097	1	0,005	0,123	0,000	< 0,0001	0,009	0,073
X-tra base	0,003	0,012	0,246	0,005	1	0,201	0,410	0,140	0,828	0,303

Figure 51 : Tableau comparatif des composites entre eux pour la flexion et le module d'élasticité à 0 et 4 mm

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire de l'UNS

Professeur

Professeur Armelle MANIERE

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Thomas PARIS

ETUDE EXPERIMENTALE DE LA RESISTANCE A LA FLEXION ET DU MODULE D'ELASTICITE PAR UN TEST DE FLEXION DE 10 COMPOSITES « BULK-FILL »

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2016, n°42-57-16-09

Directeur de thèse : Dr BRULAT Nathalie

Mots-clés : Résine composite, Bulk-fill, résistance à la flexion, module d'élasticité

Résumé:

La première partie de cette étude fait le point sur les propriétés des composites bulk-fill et leur innovation. La seconde partie est la partie expérimentale avec l'évaluation de la résistance à la rupture et du module d'élasticité grâce à un test de flexion trois points. 10 composites bulk-fill et un composite classique témoin ont été choisis pour cette étude.

Ils sont testés selon la norme ISO 4049-2009 à deux épaisseurs, la première à 0-2 mm et la seconde à 4-6 mm. Les résultats obtenus pour chaque composite sont ensuite comparés grâce à un test de Wilcoxon-Mann-Whitney et de Kruskal-Wallis.

Nos résultats ont montré pour la résistance à la flexion que l'ensemble des composites testés sont supérieurs ou équivalents au composite témoin Tetric EvoCeram®. Quand on regarde leur valeur en fonction de la profondeur, seul le SonicFill® et le SDR® ont des valeurs significativement inférieures entre 0 mm et 4 mm.

Nos résultats ont montré pour le module d'élasticité que seul le Venus® avait des valeurs significativement inférieures au témoin à 0 mm et 4 mm, ainsi que le Filtek® U à 4mm. A 4 mm X-tra base® X-tra fil® et QuiX Fil® restent significativement supérieurs au témoin.

Les composites Bulk flow semblent être une réelle évolution puisqu'ils maintiennent les avantages des composites flow conventionnels tout en augmentant leurs propriétés mécaniques tout au moins en terme de flexion et d'élasticité

Par contre, les composites non recouvrables ne remplissent pas le cahier des charges en terme de module d'élasticité ce qui présente un inconvénient pour les restaurations en site 2