

Rapport technique

Propriétés adhésives de BeautiBond Xtreme

URB2i, Unité de Recherche Biomatériaux Innovants et Interfaces
URB2i, Faculté de Santé d'Université de Paris, France

29 juin 2021

Objectifs

L'objectif de la présente étude est d'évaluer les performances adhésives in vitro sur l'émail, la dentine et les matériaux prothétiques d'un nouveau système adhésif universel photopolymérisable commercialisé par Shofu : le BeautiBond Xtreme. Il est ici comparé à deux autres systèmes de référence.

Matériau et méthodes

Matériaux et procédures expérimentales

Trois adhésifs universels récents ont été choisis pour réaliser la liaison de la dentine et de l'émail :

- BeautiBond Xtreme (Shofu) (BBX)
- Scotchbond Universal Plus (3M Deutschland GmbH) (SBUP)
- Adhese Universal (Ivoclar Vivadent AG) (AU)

Deux adhésifs universels récents ont été choisis comme primer sur divers matériaux prothétiques après l'application de traitements spécifiques (mordançage hydrofluorique ou sablage) sur les matériaux suivants :

- BeautiBond Xtreme (Shofu)
- Scotchbond Universal Plus (3M Deutschland GmbH)

Des essais de résistance au cisaillement ont été réalisés sur ces différents substrats. Les profils de défaillance ont été enregistrés. Les interfaces entre l'émail et la dentine ont été observées par microscopie électronique à balayage (MEB).

Préparation des échantillons d'émail et de dentine

132 dents humaines récemment extraites ont été collectées. Les tissus mous ont été nettoyés. Elles étaient stockées à une température de 4°C dans une solution de chloramine à 1 %. Elles ont été utilisées dans les 3 mois suivant l'extraction. L'absence de fissures ou de caries figurait parmi les critères de sélection des dents. La plus grande partie des racines a été enlevée avec du papier abrasif (grain 80) à l'aide d'une polisseuse.

Pour les échantillons dentinaires, les surfaces occlusales des couronnes ont été abrasées à l'aide de papier abrasif (grain 800) refroidi à l'eau pour exposer une surface dentinaire plate (>7 mm²). Les couronnes résiduelles ont été incorporées dans de la résine acrylique autopolymérisante dans un cylindre en plastique, en exposant la surface plate de la dentine. Les surfaces ont été inspectées à l'aide d'un grossissement x 40 pour s'assurer du retrait complet de l'émail et de l'absence de résidus sur la dentine.

Pour la résistance au cisaillement de l'émail, les surfaces buccales des couronnes ont été abrasées à l'aide de papier abrasif (grain 800) refroidi à l'eau pour exposer une surface d'émail plate (>7 mm²). Les couronnes résiduelles ont été incorporées dans de la résine acrylique autopolymérisante dans un cylindre en plastique, en exposant la surface plane de l'émail. Les surfaces ont été inspectées à l'aide d'un grossissement de x 40 pour s'assurer que l'émail était toujours présent sur la surface buccale.

Ces dents ont été réparties dans douze groupes de manière aléatoire (n=11) :

- BBX en mode mordançage total (MT) pour l'émail et la dentine
- BBX en mode automordançant (AM) pour l'émail et la dentine
- SBUP en mode mordançage total (MT) pour l'émail et la dentine
- SBUP en mode automordançant (AM) pour l'émail et la dentine
- AU en mode mordançage total (MT) pour l'émail et la dentine
- AU en mode automordançant (AM) pour l'émail et la dentine

Sur chaque échantillon, l'adhésif fut appliqué conformément aux instructions du fabricant, avant d'effectuer une photopolymérisation à l'aide d'une lampe LED polywave (Valo Grand Cordless, Ultradent Products).

Un moule cylindrique en téflon a été ensuite placé pour constituer un cylindre de 3 mm de haut, en deux incréments de composite de résine (Filtek Z100, 3M Deutschland GmbH) avec une base plate de 7 mm² (diamètre = 3 mm). Après la prise du matériau, le moule a été retiré. En cas d'excès de matériau autour de la base du cylindre, il a été délicatement éliminé à l'aide d'un scalpel. Tous les échantillons ont été conservés 24 heures dans l'eau courante à une température de 37°C.

Dans chaque groupe, 10 dents ont été utilisées pour les tests de résistance au cisaillement. L'autre a été utilisée pour les observations interfaciales par microscopie électronique à balayage (MEB).

Préparation des échantillons de matériaux prothétiques

Les trois matériaux prothétiques représentés étaient les suivants :

- IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG) (EM)
- Shofu Block HC Hard (Shofu) (SHB)
- Katana Zirconia STML (Kuraray Noritake) (KA)

Les blocs de matériaux prothétiques ont été placés dans de la résine acrylique autopolymérisable avant d'être abrasés à l'aide de papier abrasif (grain 800) refroidi à l'eau pour exposer une surface plate (>7 mm²). Leur traitement de surface spécifique a été effectué avant l'application de l'adhésif universel en tant que primer universel.

Ces matériaux ont été répartis dans six groupes de manière aléatoire (n=10) :

- Disilicate de lithium + mordançage HF (20 secondes) + BBX
- Disilicate de lithium + mordançage HF (20 secondes) + SBUP
- Composite usinable + sablage (10 secondes/10 cm/2 bars) + BBX
- Composite usinable + sablage (10 secondes/10 cm/2 bars) + SBUP
- Zirconie + sablage (10 secondes/10 cm/2 bars) + BBX
- Zirconie + sablage (10 secondes/10 cm/2 bars) + SBUP

Sur chaque échantillon, des adhésifs universels ont été appliqués conformément aux instructions du fabricant, avant d'effectuer une photopolymérisation à l'aide d'une lampe LED polywave (Valo Grand Cordless, Ultradent Products). Un moule cylindrique en téflon a ensuite été placé pour constituer un cylindre de 3 mm de haut, en deux incréments de composite de résine avec une base plate de 7 mm² (diamètre = 3 mm). Après la prise du matériau, le moule a été retiré. En cas d'excès de matériau autour de la base du cylindre, il a été délicatement éliminé à l'aide d'un scalpel. Tous les échantillons ont été conservés 24 heures dans l'eau courante à une température de 37°C.

Pour chaque groupe, les dents ont été soumises à un test de résistance au cisaillement.

Essai de résistance au cisaillement et détermination du mode de défaillance

La résistance au cisaillement (RAC) a été déterminée dans une machine de test universelle (LRX, Lloyd Instruments, Fareham, UK). La force de cisaillement a été appliquée sur l'interface cylindre composite en résine/substrat, à l'aide d'une lame de burin sur la surface supérieure. La vitesse choisie était de 0,5 mm/min.

Les spécimens décollés ont été observés au microscope binoculaire (BZH10 Olympus, Hambourg, Allemagne) à un grossissement de $\times 30$. Les modes de défaillance ont été classés selon les 4 types suivants :

- Type CF-S : rupture cohésive au sein du substrat.
- Type AF : rupture de l'adhésif sur l'interface composite de résine/substrat.
- Type MF : rupture mixte (rupture adhésive et cohésive au sein du composite de résine).
- Type CF-R : rupture cohésive au sein du composite de résine.

Examen par microscopie électronique à balayage (MEB) des interfaces de la dentine et de l'émail

Pour l'examen par MEB, les échantillons ont été sectionnés perpendiculairement au niveau de l'interface collée à l'aide d'une scie diamantée à faible vitesse (Isomet, Buehler, Coventry, UK) avec refroidissement à eau, aussi près que possible du centre du cylindre. Les sections obtenues ont été polies avec des disques abrasifs de granulométrie décroissante (400, 800, 1200, 2400 et 4000 SiC), puis avec des particules de diamant de 3 et 1 μm avant d'être gravées avec de l'acide orthophosphorique pendant 10 s (Scotchbond Universal Etchant, 3M ESPE, St Paul, MN, USA). Les échantillons ont été nettoyés par ultrasons après chaque étape. Enfin, ils ont été déshydratés dans de l'éthanol, puis métallisés pour être examinés au microscope (JSM-6400, JEOL LTD, Tokyo, Japon).

Analyse statistique

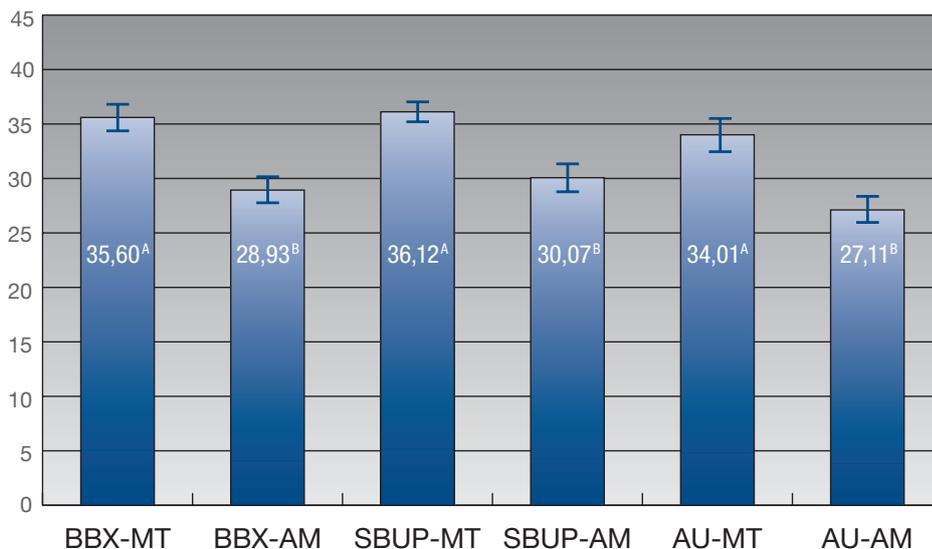
Le test de Shapiro-Wilk a permis de vérifier la distribution normale, ainsi que l'égalité des variances évaluée à l'aide du test de Levene avant la réalisation des autres essais. Les données relatives à la RAC ont été exprimées sous forme de valeurs moyennes et d'écart types. Pour étudier les écarts en matière de RAC entre les différents groupes, une analyse de variance (ANOVA) univariée a été réalisée, suivie d'un test post hoc de Tukey. Le test exact de Fisher a été utilisé pour l'analyse des modes de défaillance via des comparaisons simples entre groupes et par paires. Dans tous les tests, le niveau de signification choisi était $p < 0,05$. Pour les calculs statistiques, le logiciel « R » a été utilisé (R version 3.6.1, R Foundation for statistical computing, Vienne, Autriche).

Résultats

Résistance au cisaillement de la dentine

Moyenne et écarts types de la résistance au cisaillement de la dentine

RAC (\pm SD) (MPa)



Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$.

Détermination du mode de défaillance suite au test de la résistance au cisaillement de la dentine

Mode de défaillance après le test de résistance au cisaillement de la dentine

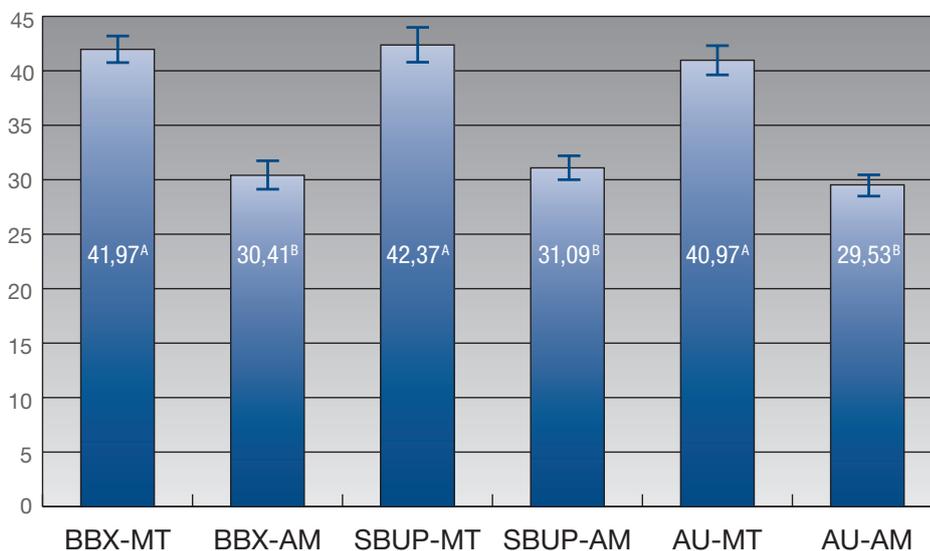
Groupe testé		Nombre d'échantillons	CF-S	AF	MF	CF-CR
1	BBX-MT	10 ^a	2	8	0	0
2	BBX-AM	10 ^a	1	9	0	0
3	SBUP-MT	10 ^a	3	7	0	0
4	SBUP-AM	10 ^a	1	9	0	0
5	AU-MT	10 ^a	1	9	0	0
6	AU-AM	10 ^a	1	9	0	0

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$. CF-S : rupture cohésive dans le substrat, CF-CR : rupture cohésive dans la résine composite, MF : rupture mixte, AF : rupture de l'adhésif.

Résistance au cisaillement de l'émail

Moyenne et écarts types de la résistance au cisaillement de l'émail

RAC (\pm SD) (MPa)



Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$.

Détermination du mode de défaillance suite au test de la résistance au cisaillement de l'émail

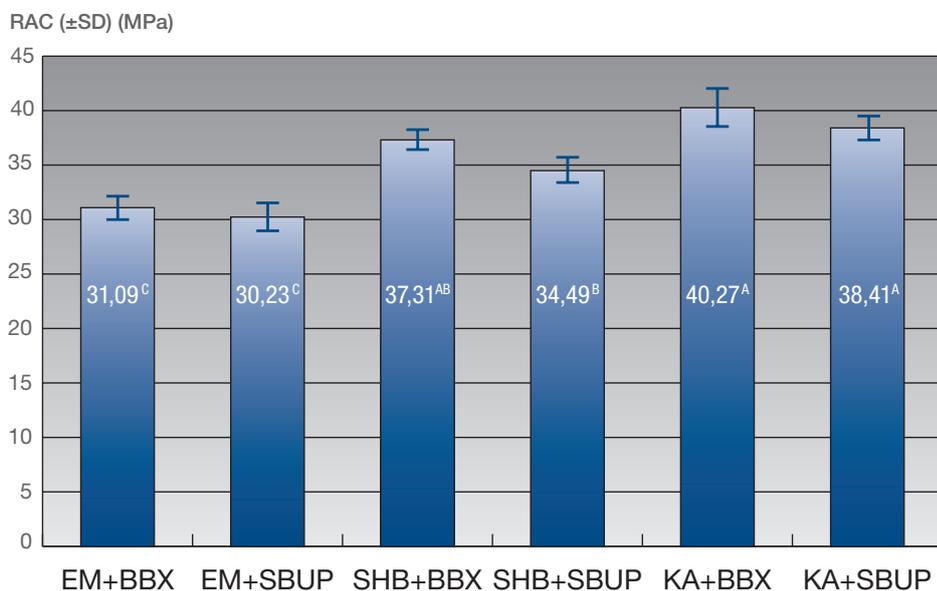
Mode de défaillance après le test de résistance au cisaillement de l'émail

Groupe testé		Nombre d'échantillons	CF-S	AF	MF	CF-CR
1	BBX-MT	10 ^a	3	7	0	0
2	BBX-AM	10 ^a	1	9	0	0
3	SBUP-MT	10 ^a	3	7	0	0
4	SBUP-AM	10 ^a	2	8	0	0
5	AU-MT	10 ^a	2	8	0	0
6	AU-AM	10 ^a	2	8	0	0

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$. CF-S : rupture cohésive dans le substrat, CF-CR : rupture cohésive dans la résine composite, MF : rupture mixte, AF : rupture de l'adhésif.

Résistance au cisaillement du matériau prothétique

Moyenne et écarts types de la résistance au cisaillement du matériau prothétique



Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$.

Détermination du mode de défaillance suite au test de la résistance au cisaillement du matériau prothétique

Mode de défaillance après le test de résistance au cisaillement du matériau prothétique

Groupe testé		Nombre d'échantillons	CF-S	AF	MF	CF-CR
1	EM + BBX	10 ^a	0	10	0	0
2	EM + SBUP	10 ^a	0	10	0	0
3	SHB + BBX	10 ^a	2	8	0	0
4	SHB + BBX	10 ^a	2	8	0	0
5	KA + BBX	10 ^a	0	10	0	0
6	KA + BBX	10 ^a	0	10	0	0

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes à $p < 0,05$. CF-S : rupture cohésive dans le substrat, CF-CR : rupture cohésive dans la résine composite, MF : rupture mixte, AF : rupture de l'adhésif.

Analyse par MEB des interfaces avec l'émail et la dentine

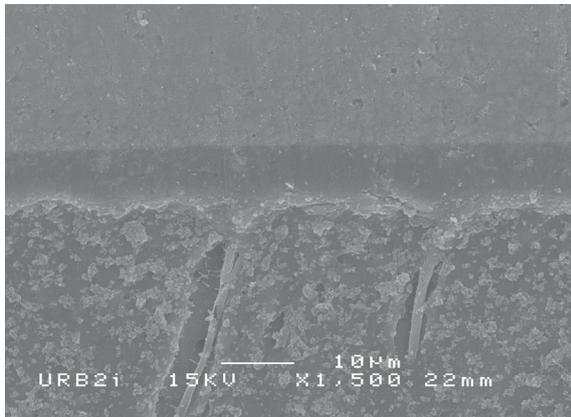


Figure 1

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec BBX (mode MT) (grossissement $\times 1\,500$)

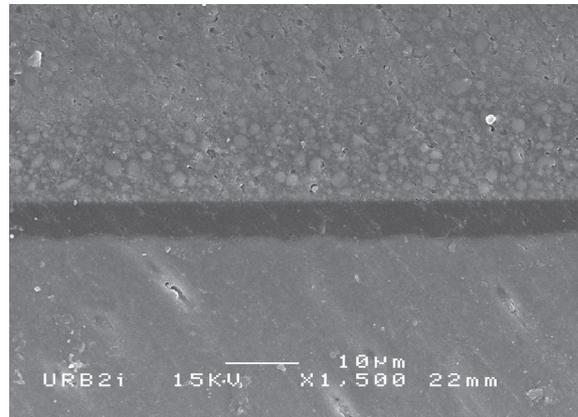


Figure 2

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec BBX (mode AM) (grossissement $\times 1\,500$)

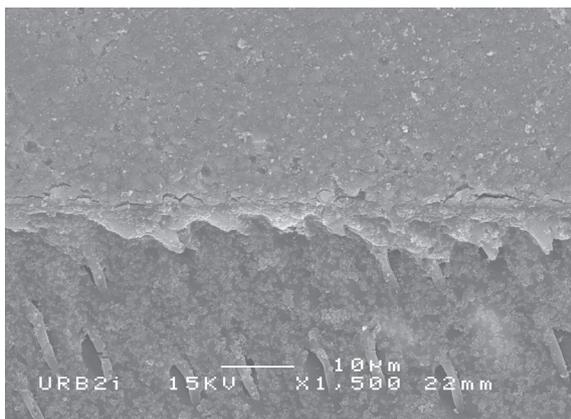


Figure 3

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec SBUP (mode MT) (grossissement $\times 1\,500$)

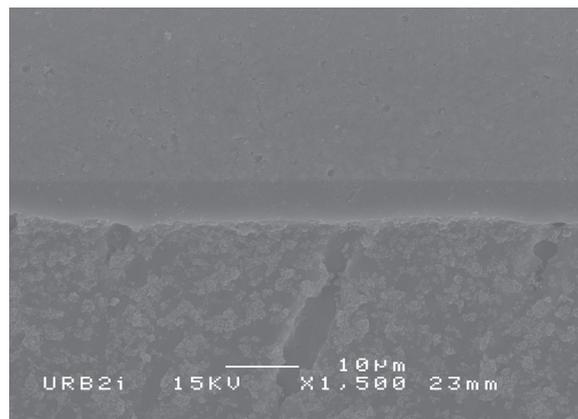


Figure 4

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec SBUP (mode AM) (grossissement $\times 1\,500$)

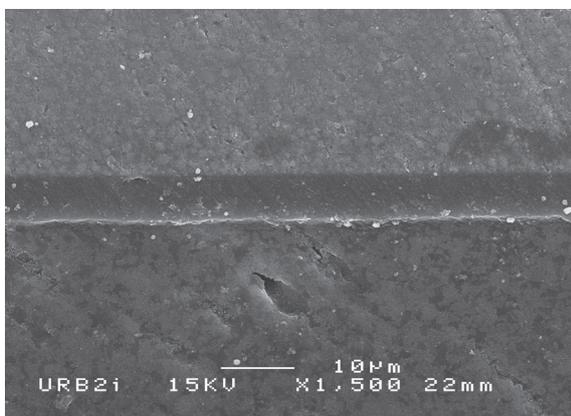


Figure 5

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec AU (mode MT) (grossissement $\times 1\,500$)

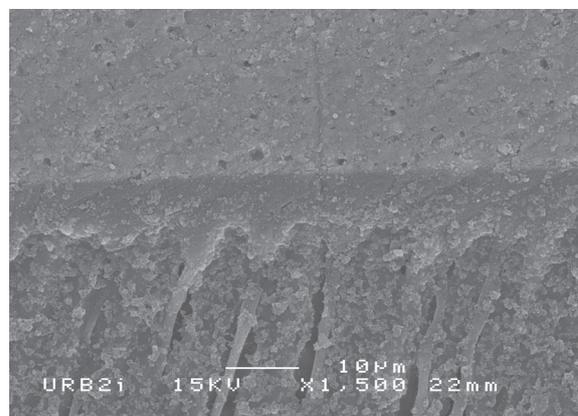


Figure 6

Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à la dentine avec AU (mode AM) (grossissement $\times 1\,500$)

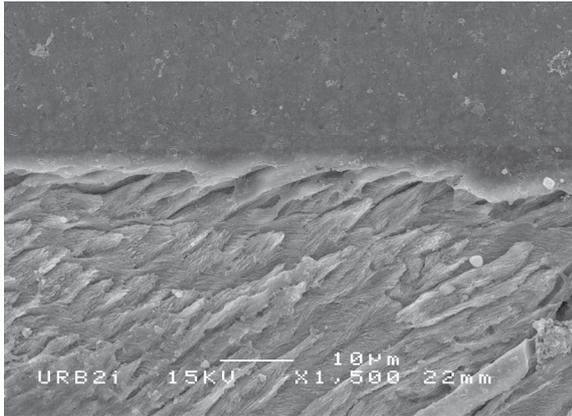


Figure 7
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec BBX (mode MT) (grossissement x1 500)

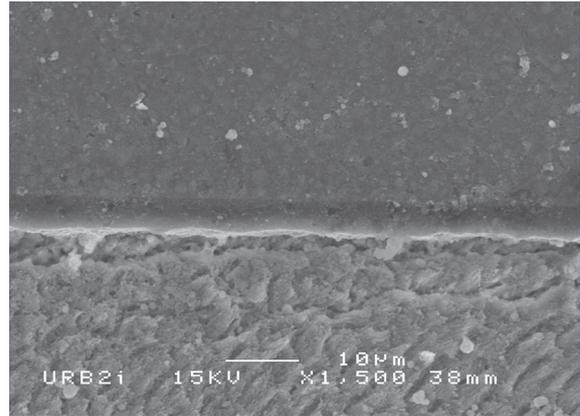


Figure 8
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec BBX (mode AM) (grossissement x1 500)

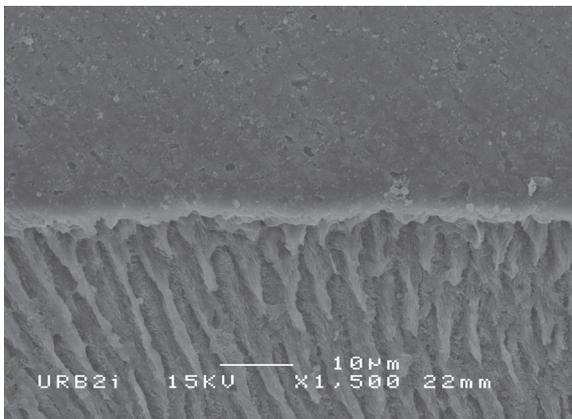


Figure 9
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec SBUP (mode MT) (grossissement x1 500)

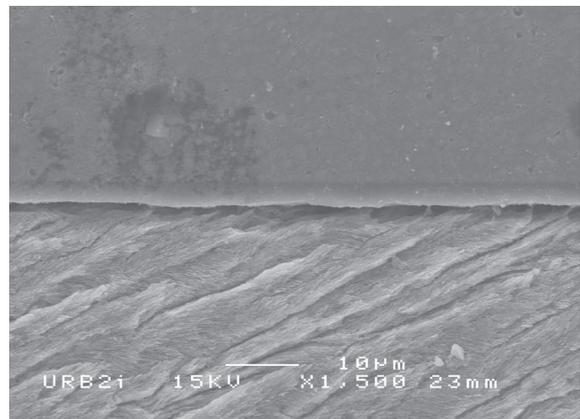


Figure 10
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec SBUP (mode AM) (grossissement x1 500)

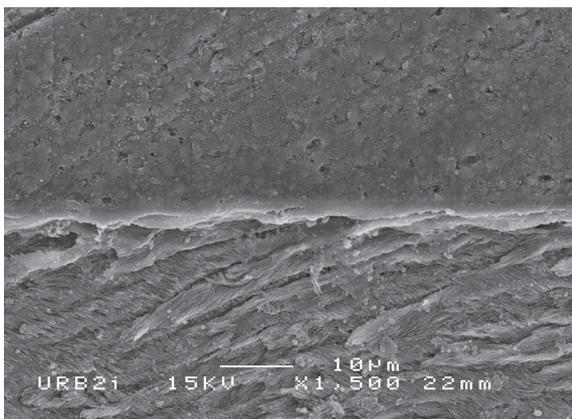


Figure 11
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec AU (mode MT) (grossissement x1 500)

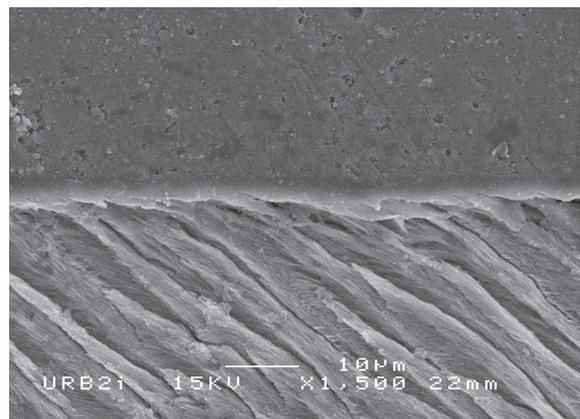


Figure 12
Image obtenue par MEB de l'interface pour le Z100 collé à l'émail avec AU (mode AM) (grossissement x1 500)

Commentaires

- Pour la résistance au cisaillement de la dentine, tous les adhésifs universels testés ont montré des valeurs de RAC significatives d'un point de vue statistique plus élevées en mode mordançage total qu'en mode automordançage. Pour un même mode, aucune différence significative n'a pu être observée entre BeautiBond Xtreme (35,60 MPa ($\pm 2,51$) pour le mode MT et 28,93 MPa ($\pm 2,39$) pour le mode AM) et les concurrents testés.

Ces résultats sont conformes à de multiples études publiées sur les adhésifs universels.

- Pour la résistance au cisaillement de l'émail, tous les adhésifs universels testés ont montré des valeurs de RAC significatives d'un point de vue statistique plus élevées en mode mordançage total qu'en mode automordançage. Pour un même mode, aucune différence significative n'a pu être observée entre BeautiBond Xtreme (41,97 MPa ($\pm 2,51$) pour le mode MT et 30,41 MPa ($\pm 2,78$) pour le mode AM) et les concurrents testés.

Ces résultats sont conformes à de multiples études publiées sur les adhésifs universels.

Ces résultats, tant pour l'émail que pour la dentine, montrent que :

- Comme pour tout adhésif universel, il est recommandé de procéder à un mordançage sélectif de l'émail pour garantir les meilleures performances cliniques à long terme en cas d'utilisation de BeautiBond Xtreme.
- Sur la dentine, les deux modes (MT/AM) peuvent être utilisés en fonction de la situation clinique. Le mode AM réduit incontestablement le risque de sensibilités postopératoires et permet de lier chimiquement le monomère d'ester de phosphate qu'il contient et les ions calcium présents dans l'hydroxyapatite. Dans le même temps, le mode MT produit de meilleures valeurs d'adhésion immédiate, mais semble suggérer un risque accru de sensibilités postopératoires et une dégradation enzymatique accrue à long terme en raison de l'application d'acide orthophosphorique.

- En ce qui concerne la résistance au cisaillement des matériaux prothétiques, les valeurs pour le STML Katana Zirconia étaient, de façon surprenante, les plus élevées lorsque des adhésifs universels étaient utilisés comme primer (40,27 MPa ($\pm 3,66$) pour BeautiBond Xtreme et 38,41 MPa ($\pm 2,26$) pour ScotchBond Universal Plus), tandis que le collage de la zircone demeure un thème de recherche important.

Ces valeurs sont statistiquement supérieures à celles obtenues avec Shofu Block HC Hard (pour Scotchbond Universal Plus), ainsi qu'à celles obtenues avec IPS e.max CAD après mordançage à l'acide fluorhydrique (31,09 MPa ($\pm 2,18$) pour BeautiBond Xtreme et 30,23 MPa ($\pm 2,69$) pour ScotchBond Universal Plus).

- Dans tous les cas, la résistance à l'adhésion de Beautibond Xtreme et Scotchbond Universal Plus sur ces matériaux prothétiques semble suffisante d'un point de vue clinique lorsque ces deux adhésifs sont utilisés comme primer. Toutefois, certaines études suggèrent encore l'utilisation d'un primer dédié. Cependant, ce scénario n'a pas fait l'objet d'un test dans la présente étude.

- L'analyse par MEB a révélé des profils d'adhésion classiques lorsque les adhésifs testés ont été utilisés en mode AM ou MT sur la dentine ou l'émail. Une dissolution préférentielle de l'émail interprismatique est visible lorsque l'acide orthophosphorique est utilisé.

Conclusion

BeautiBond Xtreme (Shofu) est un matériau aux performances in vitro prometteuses, comparables aux deux références actuelles d'adhésifs universels monoblocs.

Ces résultats suggèrent un bon comportement clinique, bien que des études in vivo soient nécessaires pour être en mesure de l'affirmer.