

# Intérêt du laser CO<sub>2</sub> pour l'adhésion des résines composites sur la dentine

D. BOUVIER\*, J.P. DUPREZ\*, D. NGUYEN\*\*, M. LISSAC\*

\* UFR d'Odontologie, Rue Guillaume Paradin, 69372 Lyon Cedex 08, France.

\*\* Ecole centrale de Lyon, 691131 Ecully cedex, France.

## RÉSUMÉ

Le but de notre étude a été de vérifier si les modifications subies par la dentine, consécutivement au rayonnement d'un laser CO<sub>2</sub>, amélioreraient le collage de certains systèmes adhésifs dentinaires. Après avoir choisi un tir de 4 watts et de 0,1 seconde, nous avons réalisé 20 impacts laser sur des surfaces dentinaires. La moitié des échantillons a été ensuite traitée avec le système adhésif Scotchbond 2<sup>TM</sup>, l'autre moitié avec le système Scotchbond Multipurpose<sup>TM</sup>. Puis des cylindres de composite ont été photopolymérisés sur ces surfaces. Un test de traction a été appliqué sur les échantillons ainsi préparés et sur un groupe témoin n'ayant pas subi de tirs laser. Les surfaces fracturées après le test ont été observées au M.E.B. côté dentine et côté composite. Nous n'avons pas obtenu une amélioration de l'adhésion après le traitement laser avec les deux systèmes adhésifs testés.

## MOTS CLÉS:

Laser CO<sub>2</sub> - Adhésion - Tests de traction - Microscopie électronique à balayage.

## SUMMARY

CO<sub>2</sub> laser irradiation brings about structural modifications at the dentin surface. The aim of this study was to compare the tensile strength of composite resin bonded to unlased dentin and lased dentin. Dentin specimens were prepared by vestibular surface sectioning, exposing a plane dentinal surface. 40 specimens received 20 individual laser impacts with a power of 4 W and a duration of 0.1 s. 20 specimens received no laser irradiation. Half of the 60 specimens was treated with Scotchbond 2<sup>TM</sup> and the other one with Schotchbond Multipurpose<sup>TM</sup>. Composite cylinders were polymerised for 40 seconds to these specimens. Tensile bond strengths were determined at a crosshead speed of 5 mm/min and fractured surfaces were examined at SEM after the test. Unlased dentin had significantly higher bond strength than the lased dentin.

## KEY WORDS:

CO<sub>2</sub> laser - Adhesion - Tensile bond strength test - Scanning electronic microscopy.

## INTRODUCTION

Depuis que Buonocore (1955) a décrit une méthode pour améliorer l'adhésion des résines aux tissus dentaires, de nombreux systèmes adhésifs amélo-

dentinaires ont été mis au point. L'adhésion à l'émail fait appel à des micro-rétentions créées grâce au mordantage. En ce qui concerne la dentine, l'adhésion est plus difficile à obtenir en raison de son hétérogénéité structurale et chimique. On peut cependant affirmer

que cette adhésion dépend de l'état de la surface dentinaire et de l'adhésif utilisé. Actuellement les recherches sur les adhésifs dentinaires visent à modifier la surface dentinaire par l'action de différents traitements chimiques. Or des auteurs comme Kantola (1972, 1974) et Melcer (1985) ont montré que le rayonnement d'un laser CO<sub>2</sub> provoquait un traitement physique de la dentine susceptible d'entraîner des modifications de ce tissu. Ils ont constaté qu'un tel traitement induisait une pyrolyse de la matrice organique et la recristallisation de la trame minérale de la dentine. L'observation au M.E.B. de la dentine ainsi traitée a révélé que la surface était plus tourmentée et présentait des craquelures importantes. Les cratères formés par les impacts dus au laser étaient peu rétentifs mais augmentaient la surface dentinaire (Bouvier et coll., 1993).

Il semblait donc intéressant de vérifier si ces modifications induites par un laser CO<sub>2</sub> étaient susceptibles d'améliorer l'adhésion des composites à la dentine. certains auteurs ont déjà étudié l'adhésion des résines composites sur les tissus dentaires traités par un laser CO<sub>2</sub>. Des auteurs ont d'abord mené des essais mécaniques d'adhérence (tests de traction ou de cisaillement) afin de comparer la technique utilisant le mordantage à l'acide orthophosphorique et celle employant le traitement laser. Liberman et coll. (1984) ont obtenu des résultats statistiquement identiques au niveau de l'émail par traitement acide ou traitement laser CO<sub>2</sub>. Par contre Bonin (1987) a montré une diminution de l'adhérence des composites lors du prétraitement de la surface de l'émail par un laser CO<sub>2</sub> par rapport à celle obtenue après mordantage. Une autre étude menée par Wagner et coll. (1991) a confirmé les résultats de Bonin (1987).

En ce qui concerne l'adhésion à la dentine préalablement traitée au laser CO<sub>2</sub>, Bonin, en 1987, a constaté, par test de traction, une diminution de l'adhésion. Cependant Cooper et coll. (1988) ont trouvé une augmentation de l'adhésion de l'ordre de 300%. Elle serait due, d'après ces auteurs, à la présence des fissures et des craquelures dans la dentine qui réalisent un microclavetage mécanique de la résine. Seekamp et coll. (1991) ont étudié l'interface dentine-composite après traitement avec un laser CO<sub>2</sub> et ont montré une meilleure adaptation marginale lorsqu'un traitement laser des surfaces avait été effectué. Ils ont observé alors une augmentation de l'adhésion entre la résine et la dentine. Scherman et coll. (1990) avaient trouvé au contraire une mauvaise étanchéité du joint entre Scotchbond 2 et la dentine après traitement avec un laser CO<sub>2</sub>.

Notre étude va consister à comparer l'adhérence sur la dentine de deux systèmes adhésifs, avant et après traitement de la surface dentinaire au laser CO<sub>2</sub>. Nous avons choisi pour cela deux adhésifs de la société 3M: Scotchbond 2<sup>TM</sup> et Scotchbond Multipurpose<sup>TM</sup>. Le premier est un adhésif de 3<sup>e</sup> génération, le second appartient à la 4<sup>e</sup> génération. Notre démarche expérimentale comprendra successivement:

- une évaluation mécanique de l'adhérence procurée par ces deux adhésifs sur la dentine, avant et après traitement de ce tissu par le laser. Elle sera réalisée par test de traction;
- une analyse au microscope électronique des surfaces de collage après les tests de traction.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé pour notre expérimentation le Lasersat<sup>TM</sup> CO<sub>2</sub> commercialisé par la maison Satelec (Mérignac, France) depuis 1987. Ses caractéristiques sont résumées dans le tableau I.

Le choix des adhésifs a été effectué en fonction de leur mode d'adhésion à la dentine.

TABLEAU I  
Caractéristiques du Lasersat<sup>TM</sup> CO<sub>2</sub>.

Laser CO <sub>2</sub> 16,6µm
Laser guide d'onde scellé
Puissance modulable de 0, 5 à 5 watts
Temps d'exposition modulable de 0 à 9,9 secondes
Mode continu ou répétitif
Distance focale: 38 mm
Diamètre du spot: 0,3 mm

Le Scotchbond 2 (3M Co, St Paul, Mn USA) a fait l'objet de nombreuses études. Son système de liaison serait fondé sur une réaction avec les ions calciques de la dentine (David, 1990). La chélation du calcium se ferait par les groupements carboxyliques de l'acide maléique. Il était nécessaire de choisir un adhésif susceptible de se lier à la composante minérale et non à la composante organique, cette dernière étant détruite par le traitement laser. Ce système mouille et dissout partiellement la boue dentinaire ainsi que la dentine superficielle.

Le système Scotchbond Multipurpose (3M Co, St Paul, Mn USA) est plus récent et se caractérise par le traitement simultané de l'émail et de la dentine et

par une mise en œuvre simplifiée. Peu d'études ont été faites à son sujet. Il élimine complètement la boue dentinaire et l'interface dentine-résine de liaison se caractérise par la présence d'une couche hybride de quelques microns (Van Meerbeek et coll. 1992).

Ces deux systèmes ont été mis au point par le même fabricant (3M Co); l'un est considéré comme un adhésif de 3<sup>e</sup> génération, l'autre comme appartenant à la 4<sup>e</sup> génération. Leur composants sont décrits dans le tableau II. Il semblait intéressant d'étudier l'évolution réalisée entre ces deux produits et de comparer leur action sur une surface préalablement traitée au laser CO<sub>2</sub>.

Afin de réaliser notre expérimentation, nous avons préparé des échantillons à partir de dents fraîchement extraites (moins de 3 mois). Des troisièmes molaires permanentes, indemnes de caries et extraites dans un but orthodontique ont été utilisées pour cette expérimentation. Elles ont été conservées dans une solution de chloramine T à 1% au réfrigérateur à 4°C. Les racines ont été coupées et la face vestibulaire des couronnes ainsi obtenues a été sectionnée à l'aide d'une scie de type Isomet (11-1180 Isomet™ Low Speed Saw, Buehler, Lake-Bluff, Illinois) pour laisser apparaître une surface dentinaire proche de la pulpe.

TABLEAU II  
Composants de Scotchbond 2 et de Scotchbond Multipurpose.

Produits	Composants	Fabricants
Scotchbond 2	Primer dentinaire N° 7502P (Scotchprep) Adhésif dentinaire N° 7502A	3M Dental Products, St Paul, Mn, USA
Scotchbond	Etching	3M Dental Products, St Paul, Mn, USA
Multipurpose	Primer Adhésif	

Les couronnes ainsi préparées ont été placées, face vestibulaire vers l'extérieur, dans des tubes en acrylique (Bertucat distribution, Lyon) de 15 mm de diamètre et de 15 mm de haut. Le tube a été rempli avec une résine à froid (Altufix P10, France) afin d'inclure toute la couronne sauf la face vestibulaire coupée.

Afin de polir correctement cette face dentinaire coupée et obtenir une surface de collage parfaitement perpendiculaire aux forces d'arrachement, un protocole de polissage s'inspirant de celui de Mc Cabe et coll. (1992) a été mis au point. Le polissage a été effectué sous spray d'eau avec une polisseuse à pla-

teau tournant avec des disques abrasifs de granulométrie 400 et 600. Après cette préparation, chaque échantillon obtenu a été rincé à l'eau distillée dans un bac à ultrasons pendant une minute.

• *Tests mécaniques par traction*

Soixante échantillons, ainsi préparés, ont été utilisés et ont été divisés en 3 groupes de vingt échantillons: – le premier est laissé intact pour servir de groupe témoin (groupe témoin), – le second a subi 20 tirs laser sur la surface dentinaire d'une puissance de 4 watts et de 0,1 seconde (groupe laser), – le troisième a reçu également 20 tirs laser (de mêmes puissance et durée) sur sa surface dentinaire; celle-ci a été ensuite nettoyée et débarrassée de la couche carbonisée à l'aide d'un aéropolisseur (groupe laser nettoyé). Ces valeurs de puissance et de temps du tir laser ont été choisies car ce sont les plus fréquemment employées en clinique; elles ne sont pas nocives «in vivo» pour la pulpe (Launay et coll., 1986).

La moitié de chacun de ces groupes (10 échantillons) a été ensuite traitée avec le système Scotchbond 2, l'autre moitié avec le système Scotchbond Multipurpose selon les recommandations du fabricant.

Des tubes acryliques de 6 mm de haut et 3 mm de diamètre interne, ont été remplis de composite (P50 Universal de 3M dental products, St. Paul, MN, USA) puis positionnés au centre de la surface dentinaire préalablement préparée avec le système adhésif. L'ensemble est ensuite photopolymérisé (Visilux, 3M dental products, St. Paul, MN, USA) pendant 40 secondes. Après polymérisation du tube de composite, tous les échantillons ont été placés dans l'eau distillée à 37°C pendant 24 heures.

Puis les échantillons ont été fixés, perpendiculairement à l'axe de traction, sur la machine à traction (Modèle DY Adamel Lhomargy, France). La vitesse de la traverse était de 0,5 mm/minute. Les forces engendrées par le déplacement de la traverse sont mesurées par un capteur de 50 kgF.

• *Observation des surfaces fracturées.*

Après le test d'arrachement, les surfaces fracturées ont été observées, côté dentine et côté composite, au microscope électronique à balayage (Jeol JSM 35 CF) opérant à 25 kilo-volts.

• *Etude statistique*

Les valeurs obtenues ont été traitées sur un plan statistique par une comparaison des moyennes à l'aide du test T de Student, après validation de la normalité des distributions par le test de Fisher.

## RÉSULTATS

Les moyennes du test de traction obtenus avec Scotchbond 2 et Scotchbond Multipurpose sur le groupe témoin et les deux groupes ayant subi des tirs laser sont résumées dans le tableau III et représentées sur la figure 1.

TABLEAU III  
Récapitulatif des moyennes et des écart-types du test de traction (Unité de mesure: MPa)

	Témoins	Laser non-nettoyé	Laser nettoyé
Scotchbond 2	6,97 ± 3.7	4,43 ± 2.96	1,76 ± 1.66
Multipurpose	12,23 ± 3.97	3,44 ± 2.4	8.7 ± 2.59

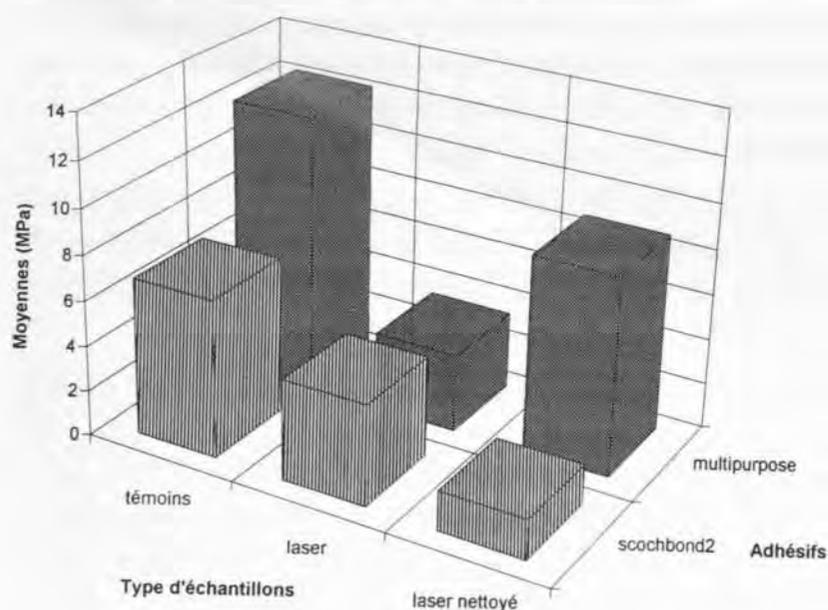


Fig. 1: Représentation graphique des moyennes du test de traction.

Fig. 1: Graphic representation of tensile bond test averages.

#### Les groupes témoins: Comparaison Scotchbond 2 et Scotchbond Multipurpose.

La moyenne du test obtenue sur les groupes témoins pour Scotchbond Multipurpose est significativement supérieure ( $p < 0.01$ ) à celle de Scotchbond 2. La meilleure performance du Scotchbond Multipurpose est confirmée par l'observation au M.E.B. des surfaces de collage après fractures. Nous avons observé pour le Scotchbond Multipurpose, côté dentine, des «tags» brisés en grand nombre dans les tubuli ouverts. Côté composite, les «tags» sont plus nombreux et plus longs avec Scotchbond Multipurpose (Fig. 2). Par ailleurs le pourcentage plus élevé de fractures cohésives, obtenu avec Scotchbond Multipurpose (60% contre 30%), est également en faveur d'une meilleure performance du système.

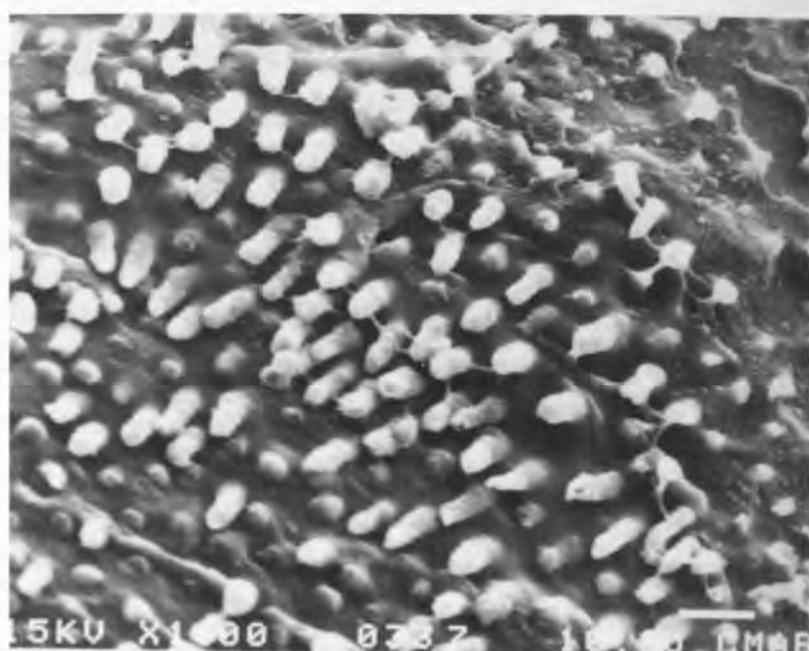


Fig. 2: Vue au M.E.B. de l'interface de collage après le test traction - côté composite - obtenue avec Scotchbond 2 (à gauche) et avec Scotchbond Multipurpose (à droite) Grandissement initial  $\times 1000$ .

Fig. 2: SEM view of adhesion interface after the tensile bond test - composite side - obtained with Scotchbond 2 (left) and with Scotchbond Multipurpose (right). Initial magnification  $\times 1000$ .

#### Traitement laser et Scotchbond 2

Les résultats obtenus avec Scotchbond 2 sur une surface dentinaire ayant subi des tirs laser, sans nettoyage de la couche carbonisée (groupe laser) sont inférieurs à ceux du groupe témoin mais de façon non significative. Cependant ces faibles résultats peuvent s'expliquer par le fait que la couche carbonisée est non adhérente à la dentine sous-jacente. Nous avons en effet observé que certains pans de cratères (réalisés lors du tir laser) avaient été arrachés lors du test de traction et sont restés collés côté composite (Fig. 3). Par ailleurs la présence de cet enduit carbonisé réalise vraisemblablement un barrage à la diffu-

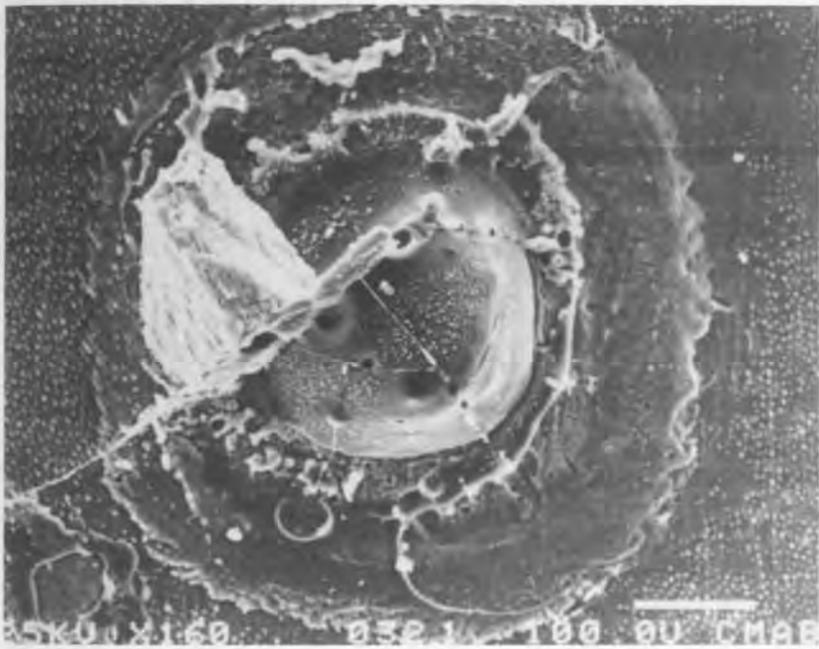
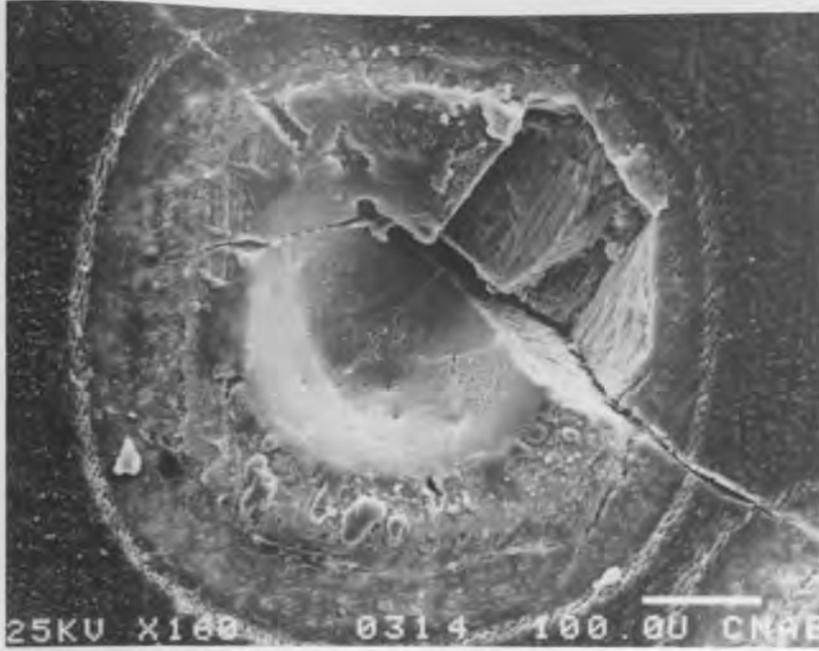


Fig. 3: Vue au M.E.B. de l'interface de collage après le test de traction entre Scotchbond 2 et la dentine traitée au laser, côté dentine (à gauche) et côté composite (à droite). Grandissement initial  $\times 160$ .

Fig. 3: SEM view of adhesion interface after the tensile bond test between Scotchbond 2 and the lased dentin, dentin side (left) and composite side (right). Initial magnification  $\times 160$ .

sion du « primer » dans la dentine. Ainsi la mouillabilité par le « primer » a été vraisemblablement diminuée.

Les résultats les plus faibles sont obtenus lorsque la surface « lasérisée » est nettoyée de sa couche carbonisée à l'aide d'un aéropolisseur (groupe laser nettoyé). La différence est significative avec le groupe témoin ( $p < 0,001$ ) et avec le groupe ayant subi des tirs laser sans nettoyage de la couche carbonisée ( $p < 0,05$ ). Ces valeurs très basses sont la conséquence, en partie, des nombreuses bulles présentes dans la contrepartie en résine (Fig. 4). Il semble que l'adhésif a eu du mal à mouiller la dentine à l'intérieur des cratères. Une



Fig. 4: Vue générale au M.E.B., après le test, de l'interface de collage entre Scotchbond 2 et la dentine « lasériée » et nettoyée - côté composite. Grandissement initial  $\times 60$ .

Fig. 4: SEM general view of adhesion interface after the tensile bond test between Scotchbond 2 and the lased cleaned dentin, composite side. Initial magnification  $\times 60$ .

augmentation de la rugosité, la forme des cratères, la destruction de la structure canaliculaire, une modification de la nature chimique (recristallisation) et de la tension superficielle de la dentine ont pu empêcher une bonne mouillabilité par le « primer ». Par ailleurs l'élimination, à l'aide de l'aéropolisseur, de la boue dentinaire qui se trouvait entre les impacts a pu être défavorable au conditionnement par le Scotchprep puisque ce dernier agit sur cette boue en la solubilisant et en l'infiltrant, la préparant ainsi à l'application du « primer ». Un autre point à souligner est l'ouverture longitudinale des canalicules sur les parois des cratères. Cette ouverture sur la longueur des tubuli a produit des ancrages en résine beaucoup moins rétentifs que ceux obtenus lorsque les tubuli sont ouverts perpendiculairement à leur axe (Fig. 5). Nous pouvons dire que le traitement laser, réalisé dans les conditions de cette expérimentation, n'augmente pas l'adhésion des composites à la dentine. Cette conclusion est en contradiction avec les résultats de Cooper et coll. (1988) mais confirme l'étude de Scherman et coll. (1990); ceux-ci avaient constaté une perte d'adhésion avec Scotchbond 2 après traitement de la surface dentinaire au laser CO<sub>2</sub>.

#### Traitement laser et Scotchbond Multipurpose

Comme le système Scotchbond 2, les valeurs du test mécanique par traction produites avec le Scotchbond Multipurpose ont été plus faibles sur les échantillons traités au laser que celles obtenues avec le groupe témoin; cette variation est significative ( $p < 0,05$ ).

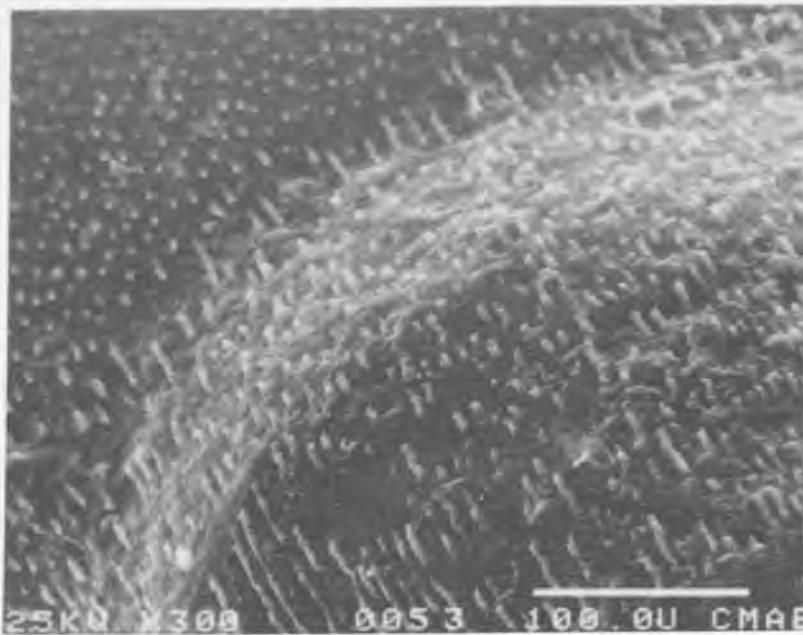


Fig. 5: Vue au M.E.B., après le test, de l'interface de collage entre Scotchbond 2 et la dentine «lasériée» et nettoyée - côté composite près d'un cratère. Grandissement initial  $\times 300$ .  
 Fig. 5: SEM view of adhesion interface after the tensile bond test between Scotchbond 2 and the laser cleaned dentin, composite side near by a crater. Initial magnification  $\times 300$ .

Mais contrairement au Scotchbond 2, le système Scotchbond Multipurpose a donné des résultats inverses. En effet, c'est avec une surface traitée au laser mais sans nettoyage de la couche carbonisée (groupe laser) que nous avons obtenu la moyenne la plus basse. C'est sans doute, la présence de cet enduit calciné, non adhérent à la dentine, qui a créé des zones non favorables à l'adhérence. Les bons résultats du test de traction obtenus sur une surface «lasérisée» et nettoyée de la couche carbonisée (groupe laser nettoyé) s'explique par le fait que ce système n'agit pas sur la «smear-layer» comme Scotchbond 2, mais directement sur la dentine, «l'etching» nettoyant cet enduit. En passant l'aéropolisseur, nous avons enlevé la couche carbonisée mais aussi la «smear-layer» de la même façon que «l'etching». Nous avons donc ouvert les tubuli permettant à la résine de former des «tags».

## DISCUSSION

Le but de notre étude était de vérifier si le traitement laser  $\text{CO}_2$  augmentait l'adhésion de certains systèmes adhésifs tels que Scotchbond 2 et Scotchbond Multipurpose.

Différents arguments ont motivé notre expérimentation :

- il semblait intéressant de comparer deux systèmes adhésifs issus du même fabricant,

- certains auteurs ont constaté une augmentation de l'adhésion de 300% du Scotchbond 2 après traitement de la dentine au laser  $\text{CO}_2$  (Cooper et coll., 1988),
- le traitement au laser  $\text{CO}_2$  provoque des modifications chimiques et structurales de la dentine susceptibles d'améliorer l'adhésion.

Ces modifications sont :

- Une augmentation du rapport de la phase minérale par rapport à la phase organique, consécutive à une fusion de la composante organique et une recristallisation de la composante minérale, se traduisant par un accroissement des pourcentages de calcium et de phosphore (Kantola, 1972, 1974; Melcer, 1985) et par une augmentation de la microdureté (Melcer, 1985). Panighi et coll. (1987) ont montré que le taux de minéralisation de la dentine détermine la dureté du tissu et l'aptitude de la dentine au collage par le Scotchbond.

- L'apparition de fissures et craquelures susceptibles de favoriser un accroissement de la rétention mécanique par un microclavetage de la résine dans la dentine (Cooper et coll., 1988).

- La formation de puits de rétention lors de tirs focalisés discontinus sur la dentine (Brune, 1980). Dans une précédente publication (Bouvier et coll., 1993), nous avons montré que les cratères, réalisés avec des puissances et des durées des tirs laser compatibles avec la vitalité pulpaire, n'étaient pas rétentifs. Ces cratères sont plus larges que profonds. Cependant Hansen in Asmussen (1990) a montré que des cavités de forme conique (comme celles obtenues après un tir laser) permettaient d'obtenir un hiatus plus faible que des cavités rectangulaires: le rapport *volume de l'obturation / surface de collage* est plus important pour une cavité rectangulaire (de l'ordre de 1) que pour une cavité conique (de l'ordre de 0,4).

- Une augmentation de la surface de collage du fait de la création de cratères. La notion de surface développée est importante: plus la surface de collage est importante, meilleure sera l'adhésion.

- Une diminution de l'humidité dentinaire par déshydratation du fait du traitement thermique et par obturation des tubuli. Tao et coll. (1989) ont montré que la présence d'humidité était néfaste à l'adhésion; toute action permettant une diminution de cette humidité serait donc bénéfique.

Dans notre deuxième partie, nous avons constaté une diminution de l'adhésion après traitement laser avec les deux adhésifs choisis: Scotchbond 2 et Scotchbond Multipurpose.

Quels ont été les facteurs qui ont pu être défavorables à l'adhésion dentinaire?

– En ce qui concerne Scotchbond 2, Mc Cabe et coll. (1992) ont souligné que l'adhésion à la dentine n'est pas uniquement d'ordre chimique par liaison au calcium dentinaire mais serait multifactorielle. L'adhésion serait essentiellement d'ordre mécanique par imprégnation de la résine dans la «smear-layer» et la dentine et formation d'une couche hybride dentine-résine. Par conséquent une augmentation du taux de calcium dentinaire, obtenue par traitement laser, n'a eu aucun effet sur l'adhésion de cet adhésif à la dentine. En ce qui concerne Scotchbond Multipurpose, l'adhésion semble essentiellement résulter de la formation d'une couche hybride dentine-résine.

– La carbonisation conjointe de la «smear-layer» et de la dentine a créé une couche non adhérente, imperméable aux différents produits des systèmes adhésifs; cette couche a obstrué les tubuli, empêchant la résine de pénétrer dans les canalicules lors du collage. De plus, la couche carbonisée n'est absolument pas adhérente à la dentine. Lorsqu'elle est laissée en place sur la surface dentinaire, elle diminue ainsi les propriétés d'adhérence de la résine à la dentine. En particulier pour Scotchbond Multipurpose, les résultats les plus bas ont été obtenus avec les échantillons recouverts de la couche carbonisée.

Pour Scotchbond 2, la carbonisation de la «smear-layer» et son élimination par l'aéropolisseur a pu être un facteur défavorable à l'adhésion. En effet, ce système agit normalement sur la boue dentinaire en la mouillant et l'imprégnant de résine. Par conséquent ce système n'est pas prévu pour agir sur une dentine sans «smear-layer». Notre étude sur Scotchbond 2 a d'ailleurs donné les résultats les plus faibles pour le test de traction sur une dentine débarrassée de la «smear-layer».

– Le traitement laser a augmenté la rugosité de la surface dentinaire par la création de fissures, de craquelures et par la désintégration des parois canaliculaires. Or les principes de l'adhésion cités par Buquet et coll. (1969) montrent que les rugosités de surface se comportent comme des microcapillaires gênant la propagation de l'adhésif. De plus Finger et coll. (1989) ont montré que la rugosité de la dentine n'augmentait pas l'adhérence des résines composites.

– La présence des cratères a également augmenté la rugosité mais a surtout contribué à l'inclusion de bulles d'air à l'interface dentine-résine, néfastes à l'adhésion.

– Dans les cratères, après élimination de la couche carbonisée, les tubuli ont été ouverts sur leur longueur par le tir laser. Les «tags» ainsi formés ne sont pas rétentifs.

– Enfin le traitement laser a modifié les propriétés chimiques et physiques de la dentine, en particulier les constantes aqueuses et organiques (Scherman et coll., 1990).

Cette transformation a pu être néfaste à l'action des produits adhésifs qui ont été mis au point, par les fabricants, pour des surfaces dentinaires n'ayant subi aucun traitement physique au préalable. De plus le traitement laser a vraisemblablement modifié la tension superficielle de la surface dentinaire, la rendant moins favorable au traitement par les «primers».

Cette étude nous a permis également de comparer les deux systèmes adhésifs Scotchbond 2 et Scotchbond Multipurpose et de montrer qu'ils agissaient différemment sur la dentine:

Ainsi que l'ont déjà souligné Van Meerbeek et coll. (1993), Scotchbond 2 est un système qui mouille et dissout partiellement la «smear-layer» ainsi que la dentine superficielle. Il n'ouvre pas tous les tubuli. Lorsque l'adhésif est appliqué, il imprègne en surface la dentine décalcifiée et la boue restante, pénètre dans les tubulis ouverts. Une mince couche hybride dentine-résine est ainsi formée. Scotchbond Multipurpose fait partie des systèmes qui éliminent complètement la «smear-layer» et décalcifient la surface dentinaire. Cette atteinte plus importante permet la formation d'une couche dentinaire imprégnée de résine plus profonde que pour Scotchbond 2. Scotchbond Multipurpose décalcifie la dentine intertubulaire mais aussi la dentine péri-tubulaire.

Ces modalités d'action différentes semblent confirmées par le test mécanique qui a donné de meilleurs résultats pour Scotchbond Multipurpose. Les forces d'arrachement en traction sont supérieures à celles obtenues avec de Scotchbond 2 même après traitement laser.

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation sont tout à fait cohérents et confirment la fiabilité de notre travail car ils correspondent bien à l'action des différents systèmes adhésifs sur la dentine. En effet, nous avons pu noter que pour le système Scotchbond 2, les plus mauvais résultats étaient obtenus après élimination de la couche carbonisée alors que pour le système Multipurpose, les résultats les moins bons étaient réalisés quand la couche carbonisée était présente. Ces résultats correspondent bien au mode

d'action des différents systèmes adhésifs sur la dentine et la «smear-layer»:

– Le système Scotchbond 2 s'appuie sur une transformation de la «smear-layer», qui imprégnée par la résine va servir de lien entre la surface dentaire et le matériau composite; l'utilisation d'un aéropolisseur qui supprime à la fois la couche carbonisée et la «smear-layer», rend donc inefficace le «primer».

– La suppression de la «smear-layer» par l'aéropolisseur, dans le cas du Multipurpose, renforce l'action de «l'etching», utilisé dans ce système pour supprimer également cette boue dentinaire. Le collage s'effectue dans ce cas avec la dentine mise à nu.

– Par contre il semble logique que pour les deux systèmes adhésifs, les meilleurs résultats aient été obtenus sans l'action du laser car les produits de ces systèmes n'ont pas été conçus pour agir sur des surfaces «lasérisées».

## BIBLIOGRAPHIE

- Asmussen, E.** — Les adhésifs dentinaires et leur développement récent. *J. Biomater. Dent.*, 5: 3-13, 1990.
- Bonin, Ph.** — Contraintes mécaniques de la mastication. Etude expérimentale. Thèse: doct. d'état: Lyon, 1987, 4312872E.
- Bouvier, D., Duprez, J.P., Bonin, P., Dumas, J.** — Analyse au microscope électronique à balayage et au rugosimètre d'impacts laser CO<sub>2</sub> sur la dentine. *Bull. Group Int. Rec. Sci. Stomatol. et Odontol.*, 36: 7-13, 1993.
- Brune, D.** — Interaction of pulsed carbon dioxide laser beams with teeth in vitro. *Scand. J. Dent. Res.*, 88: 301-305, 1980.
- Buonocore, M.G.** — A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, 34: 849-853, 1955.
- Buquet, J., Santoro, J.P.** — Les principes de l'adhésion et leurs applications aux matériaux dentaires. *Rev. franç. Odontostomatol.*, 9: 1157-1178, 1969.
- Cooper, L.F., Myers, M.L., Nelson, D.G.A., Mowery, A.S.** — Shear strength of composite bonded to laser-pretreated dentin. *J. Prosthet. Dent.*, 60(1): 45-49, 1988.
- David, G.** — Traitements de surface et agents de couplage dentinaires. Etude de la résistance mécanique du joint adhésif-dentine in vitro et in vivo. Thèse: 3<sup>e</sup> cycle: Sci. Odontol., Paris, 1990, 193.
- Finger, W.J., Manabe, A., Alker, B.** — Dentin surface roughness vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent. Mater.*, 5: 319-323, 1989.
- Kantola, S.** — Laser-induced effects on tooth structure. IV. A study of changes in the calcium and phosphorus contents in dentine by electron probe microanalysis. *Acta Odont. Scand.*, 30: 463-474, 1972.
- Kantola, S.** — Laser-induced effects on tooth structure. VII. X-ray diffraction study of dentine exposed to a CO<sub>2</sub> laser. *Acta Odont. Scand.*, 32: 381-386, 1974.
- Launay, Y., Brunetaud, J.M., Mordon, S., Cornil, A.** — Effets thermiques des lasers médicaux sur les tissus de l'endodonte. Etude quantitative in vitro. *Rev. Fr. Endod.*, 5: 27-63, 1986.
- Lieberman, R., Segal, T.H., Nordenberg, D., Serebro, L.I.** — Adhesion of composite materials to enamel: Comparaison between the use of acid and lasing as pretreatment. *Lasers Surg. Med.*, 4: 323-327, 1984.
- McCabe, J.F., Rusby, S.** — Dentine bonding agents. Characteristic bond strength as a function of dentine depth. *J. Dent.*, 20: 225-230, 1992.
- Melcer, J.** — Utilisation du laser en Odontologie. Etude des effets thermiques du laser à CO<sub>2</sub> sur la dentine et sur la pulpe. 255 f., ill., Thèse: doct. d'état, Paris V, 1985.
- Panighi, M., O'Sell, Unangst, J., Haeussler, J.P.** — Influence de la structure dentinaire sur l'adhésion d'une résine composite. *J. Biomater. Dent.*, 3: 99-107, 1987.
- Schermann, L., Zeboulon, S., Goldberg, M.** — Utilisation du laser CO<sub>2</sub> lors des procédures de collage amélo-dentinaire: arguments expérimentaux. *Actual. Odontostomatol.*, 170: 365-379, 1990.
- Seekamp, C., Lösche, G.M., Roulet, J.F.** — The influence of laser pretreatment on dentin adhesion. *J. Dent. Res.*, 70: 394 (Abstr. n° 1027): 1991.
- Tao, L., Pashley, D.H.** — Dentin perfusion effects on the shear bond strength of bonding agents to dentin. *Dent. Mater.*, 5: 181-184, 1989.
- Wagner, M.J., Hults, D.** — Composite / enamel bond strength using multiple lasers vs. acid-etching. *J. Dent. Res.*, 70: 571 (Abstr. n° 2444), 1991.
- Van Meerbeek, B., Inokoshi, S., Braem, M., Lambrechts, P., Vanherle, G.** — Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J. Dent. Res.*, 71(8): 1530-1540, 1992.

### Adresse de l'auteur:

Dominique Bouvier  
115, rue Tête d'Or,  
69006 Lyon (France).