

Point de service

La rubrique «Point de service» répond aux questions cliniques de tous les jours en donnant de l'information pratique sur les traitements en salle opératoire. Les réponses présentées reflètent les opinions des collaborateurs et ne visent pas à établir des normes de soins ou des recommandations pour la pratique clinique. Le lecteur est invité à pousser plus loin son étude des sujets traités. Si vous êtes intéressé à répondre à une question ou à en soumettre une, communiquez avec le rédacteur en chef, le Dr John O'Keefe, à jokeefe@cda-adc.ca.

Question 1

Les avis sont partagés quant à la façon d'appliquer les couches successives de résine composite sur les restaurations postérieures. Pouvez-vous suggérer une technique fiable?

Un des grands inconvénients des restaurations postérieures en résine composite est lié directement, ou indirectement, à la contraction qui se produit durant la polymérisation. Les résines composites subissent en effet une contraction de volume qui est directement proportionnelle à la teneur (en volume) en matrice polymère du composite. Le pourcentage de contraction volumétrique des résines composites actuelles se situe entre 1,8 % et 4,42 %¹.

Cette contraction de polymérisation se produit quel que soit le système utilisé pour amorcer la prise – qu'il s'agisse de chémo-polymérisation ou de photopolymérisation (à faible puissance, à forte puissance ou à source lumineuse modulée)².

Par contre, on ne s'entend pas sur la direction des vecteurs de force, ni sur les contraintes qui se créent dans une restauration en composite³. Durant la prise, des contraintes se développent parce que le matériau est retenu aux parois de la cavité par adhésion. Ces contraintes qui s'exercent à l'interface dent-résine peuvent être supérieures à la résistance de l'adhésion entre le composite et la structure de la dent, ce qui causera la formation d'espaces.

Une technique adaptée peut résoudre en partie l'effet néfaste de la contraction de prise. La méthode la plus courante consiste à appliquer et à polymériser la résine composite par minces couches successives, ce qui réduit l'effet du retrait de prise en diminuant le volume de résine polymérisée. À l'inverse, l'application d'une grande quantité de composite ou l'application en masse aurait tendance à favoriser la formation d'espaces à l'interface résine-dentine⁴. Ce phénomène est sans doute lié à la difficulté d'appliquer une grande quantité de résine composite

visqueuse et à l'adapter parfaitement à la structure de la dent, ainsi qu'à la contraction causée par la polymérisation d'un large volume de composite. On obtient également un meilleur degré de polymérisation avec des couches de composite minces qu'avec des couches épaisses⁵. De plus, l'application par couches successives réduit le ratio des surfaces liées et non liées, ce qui aide à atténuer les contraintes qui se créent à l'interface de liaison entre la dent et la résine composite.

Certains ont proposé l'utilisation d'une résine composite de faible viscosité qui, par sa mouillabilité, s'adapterait mieux à la surface de la dent préparée et contribuerait ainsi à réduire les contraintes. Cependant, les chercheurs ne s'entendent toujours pas sur les avantages de cette technique^{6,7}.

Cependant il est certain que le contour cervical idéal d'une restauration de classe II est sur l'émail. Il faut donc s'efforcer de préserver l'émail durant la préparation de la dent⁸.

La recherche se poursuit en vue de mettre au point une matrice polymère à retrait faible ou nul, mais on ne sait pas si la résine à base de méthacrylate permettra de résoudre ce problème.

Technique proposée

À l'heure actuelle, la technique de mise en place la plus répandue consiste à appliquer la résine composite par minces couches successives. La première couche est la plus importante. Elle est appliquée dans la boîte proximale de la préparation, puis elle est compactée à l'aide d'un instrument mousse, pour l'adapter au plancher et au contour de la préparation



Illustration 1 : La première couche est appliquée dans la boîte proximale, puis elle est compactée de manière à l'adapter aux marges cervicales et au plancher de la préparation.

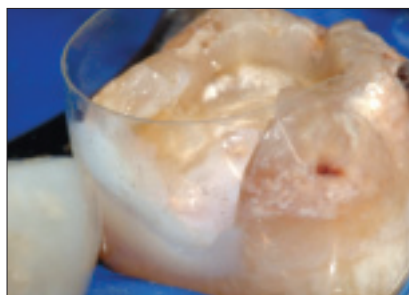


Illustration 2 : Après la polymérisation de la première couche, les autres couches sont appliquées parallèlement à la pente des cuspid, par une technique d'application en oblique.



Illustration 3 : La technique par couches successives obliques permet de reproduire graduellement l'inclinaison anatomique des cuspid.

(ill. 1). Après la photopolymérisation de la première couche, les couches subséquentes sont appliquées parallèlement à la pente des cuspides par la technique d'application en oblique, ceci dans le but de reproduire graduellement l'inclinaison anatomique des cuspides (ill. 2 et 3). Les avantages de cette application par couches successives et obliques se concrétisent au moment de l'ajustement occlusal final, cette technique réduisant la durée et le travail lors de la finition et du polissage. ♦



Le Dr Daniel Fortin est professeur agrégé du Département de dentisterie de restauration, responsable du laboratoire des matériaux dentaires et chef de la section de dentisterie opératoire à l'Université de Montréal, Montréal (Québec). Courriel : daniel.fortin@umontreal.ca.

Références

1. El-Mowafy O, Polymerization shrinkage of restorative composite resins. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004; 16(6):452-3, 455.

2. Amaral CM, Peris AR, Ambrosano GM Pimenta LA. Microleakage and gap formation of resin composite restorations polymerized with different techniques. *Am J Dent* 2004; 17(3):156-60.
3. Van Noort R. Introduction to dental materials. 2nd ed. Mosby; 2002. p.107.
4. Lopes GC, Baratieri LN, Monteiro S Jr, Vieira LC. Effect of posterior composite placement technique on the resin-dentin interface formed in vivo. *Quintessence Int* 2004; 35(2):156-61.
5. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater* 2004; 20(8):726-32.
6. Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent* 2001; 26(3):302-7.
7. Jain P, Belcher M. Microleakage of Class II resin-based composite restorations with flowable composite in the proximal box. *Am J Dent* 2000; 13(5):235-8.
8. Beznos C. Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent* 2001; 26(1):60-9.

Question 2

Qu'entend-on par «amalgame lié»? Cette technique présente-t-elle vraiment des avantages sur les techniques éprouvées, moins coûteuses?

Il existe 2 techniques de liaison de l'amalgame : l'autopolymérisation et la photopolymérisation avec résine dentinaire adhésive.

Autopolymérisation

Dans le procédé d'autopolymérisation, l'amalgame se condense dans la cavité dont les parois sont enduites d'un mélange d'adhésif et de catalyseur appliqué sur la dentine conditionnée. L'adhésif, au départ liquide, s'incorpore dans la première couche d'amalgame (ill. 1). Même si la liaison entre l'amalgame et la résine est plus faible que celle qui se crée entre la résine et la dentine, des données indiquent que cette liaison accroît sensiblement l'adhésion de l'amalgame ainsi que la résistance de la restauration, en partie à cause de la grande surface d'adhésion^{1,2}. L'amalgame lié est indiqué principalement dans les cas où les préparations sont larges et complexes, ainsi que sur les dents qui ont subi un traitement endodontique exigeant une reconstitution de pile en amalgame. L'amalgame lié peut être utilisé comme substitut aux tenons pour la restauration des cuspides. C'est là une des raisons qui expliquent la diminution de l'usage des tenons en dentisterie restauratrice, l'autre raison étant l'introduction des résines composites.

Comme le vernis protecteur se dégrade assez rapidement dans les mois qui suivent sa mise en place³, on compte sur la corrosion de l'alliage, qui se crée à l'interface entre l'alliage et la dentine dans les amalgames mis en place selon les procédés classiques, pour combler l'écart ainsi créé. Cependant, les alliages modernes à forte teneur en cuivre corrodent moins que leurs prédécesseurs, et mes collègues et moi croyons que la résine dentinaire devrait (nous insistons ici sur la forme «conditionnelle») offrir un meilleur scellement. Les données indiquent

cependant que les techniques classiques à l'amalgame peuvent donner des restaurations qui durent de nombreuses années⁴.

Photopolymérisation avec résines adhésives

Au Collège de médecine dentaire de l'Université de la Saskatchewan, et dans mon propre cabinet, nous utilisons régulièrement, depuis 8 ans environ, l'amalgame lié avec une résine adhésive photopolymérisée pour la plupart des restaurations à l'amalgame, et ce en recourant à un isolement idéal (digue et contrôle de l'humidité). Qu'il s'agisse des systèmes adhésifs de 5^e génération offerts en flacon unique ou en seringue, ou des systèmes de 4^e génération en flacons multiples (apprêt et adhésif séparés), l'agent de liaison est appliqué sur la dentine et l'émail mordancés et conditionnés, puis il est photopolymérisé avant la condensation de l'amalgame. Les illustrations 2 à 5 montrent le procédé simulé sur des dents extraites, réalisé avec la résine adhésive dentinaire PermaQuik (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah) à laquelle du bleu de méthylène a été ajouté pour une meilleure visualisation. Même si l'adhésif a tendance à se concentrer dans les zones de rétention de la préparation (ill. 3), nous avons observé peu (s'il en fut) de restaurations qui auraient été fracturées ou déplacées, présumément en raison de l'effet de rétention fourni par la résine adhésive. Les résines adhésives photopolymérisées sont utilisées de la même manière que pour la préparation des cavités avec une résine composite. Sous l'amalgame, un tel enduit devrait en théorie permettre un scellement des tubules dentinaires et des prolongements d'émail, supérieur à celui conféré par le vernis protecteur et les autres agents de scellement dentinaire moins coûteux. Selon certaines données, toutefois, ce procédé n'élimine pas la sensibilité post-opératoire⁵. Une couche inhibée par l'oxygène se forme, à l'intérieur de laquelle se

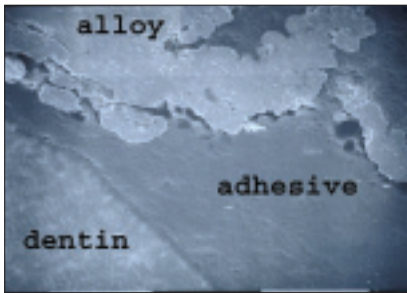


Illustration 1 : Micrographie par microscope électronique à balayage de l'alliage Valiant condensé dans la résine 3M ScotchBond Multipurpose (3M ESPE Dental Products, St. Paul, Minn.), montrant l'entrecroisement et des «îlots» de résine (au départ liquide) dans l'alliage à la surface dentinaire.

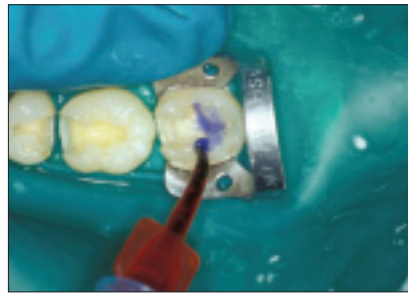


Illustration 2 : Mordançage de l'émail et de la dentine avec l'agent de liaison PermaQuik.

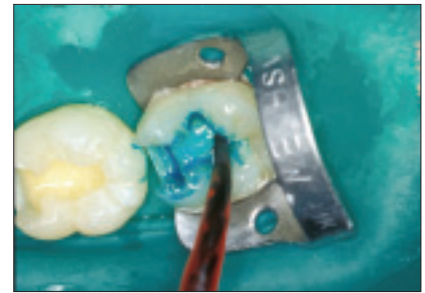


Illustration 2 : Mordançage de l'émail et de la dentine avec l'agent de liaison PermaQuik.



Illustration 4 : Photopolymérisation de la couche d'adhésif.

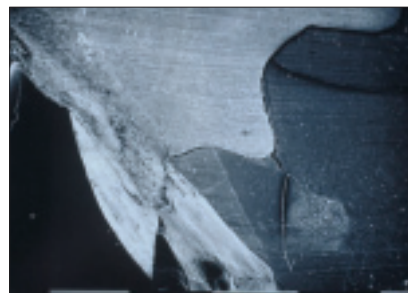


Illustration 5 : Micrographie par microscope électronique à balayage faible puissance, illustrant une coupe transversale d'une dent avec amalgame lié à la résine photopolymérisée.

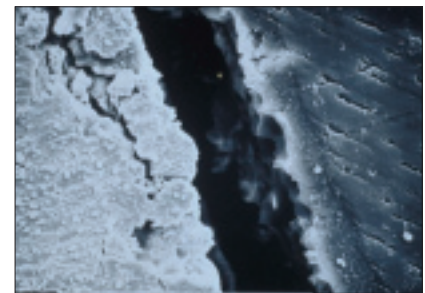


Illustration 6 : Micrographie par microscope électronique à balayage, montrant un contact très étroit entre un amalgame sphérique (Valiant; Ivoclar Vivadent, Inc., Amherst, NY) et la couche inhibée par l'oxygène de la résine adhésive PermaQuik.

condensent les particules d'amalgame. Notons enfin qu'il se crée un contact très étroit entre les particules d'amalgame et la résine, ce qui se voit bien lorsque les couches se séparent durant la préparation de l'échantillon pour l'analyse microscopique (ill. 6).

La résine adhésive coûte beaucoup plus cher que le vernis protecteur, et il est parfois difficile d'obtenir un remboursement de la compagnie d'assurance, car certains régimes ne couvrent pas le coût de l'application de résine composite sur une molaire, s'il avait été moins cher d'utiliser un amalgame. Cependant, il se peut également que l'amalgame lié soit remboursé comme un amalgame classique. Je n'ai jamais eu de plaintes de mes patients à ce sujet, car je leur explique toujours que le procédé *devrait* permettre d'obtenir une restauration encore plus durable qu'avec les amalgames de la génération précédente. Il reste cependant à voir si cette nouvelle génération de «super-amalgames» s'avérera vraiment plus durable que ses prédécesseurs. Les données visant à justifier les avantages perçus de l'utilisation de résines adhésives photopolymérisées demeurent en effet insuffisantes. En revanche, de plus en plus de données témoignent de l'efficacité de l'amalgame lié comme substitut aux tenons pour le remplacement des cuspidés³. Je peux enfin affirmer que nous avons eu peu de problèmes, qu'il s'agisse de sensibilité post-opératoire ou d'échec de la restauration. ♦



Le Dr David Tyler est directeur du Département de dentisterie restauratrice, Collège de médecine dentaire, Université de la Saskatchewan, Saskatoon. Courriel : tyler@sask.usask.ca.

Remerciements : L'auteur aimerait remercier le Dr Joel Thurmeier, de Calgary, et Tom Bonli, du Département de géologie de l'Université de la Saskatchewan, pour leur assistance dans les études de microscopie électronique à balayage.

L'auteur n'a aucun intérêt financier déclaré dans la ou les sociétés qui fabriquent les produits mentionnés dans cet article.

Références

1. Cobb DS, Denchy GE, Vargas MA. Amalgam shear bond strength to dentin using single-bottle primer/adhesive systems. *Am J Dent* 1999; 12(5):222-6.
2. Staninec M, Setcos JC. Bonded amalgam restorations: current research and clinical procedure. *Dent Update* 2003; 30(8):430-4, 436.
3. Sepetcioglu F, Ataman BA. Long-term monitoring of microleakage of cavity varnish and adhesive resin with amalgam. *J Prosthet Dent* 1998; 79(2):136-9.
4. Manhart J, Garcia-Godoy F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. *Dent Clin North Amer* 2002; 46(2):303-39.
5. Gordan VV, Mjor IA, Huckle RD, Smith GE. Effect of different liner treatments on postoperative sensitivity of amalgam restorations. *Quintessence Int* 1999; 30(1):55-9.

Question 3

Quel est le protocole le plus fiable pour réparer – à l'aide d'un composite – une fracture de la porcelaine sur une couronne céramo-métallique, et existe-t-il vraiment une technique fiable dans un tel cas?

Toute fracture, qu'elle soit antérieure ou postérieure, est inquiétante pour le patient et exige un traitement rapide. Sur les dents postérieures, les fractures de la couronne céramo-métallique peuvent causer des troubles occlusaux, un inconfort à la mastication ainsi que des lacérations de la langue et de la muqueuse buccale, ou même compromettre la restauration et la dent naturelle ou l'implant-pilier sous-jacent. S'il y a atteinte d'une dent antérieure, la situation est encore plus complexe en raison des problèmes d'esthétique qui s'y ajoutent (ill. 1). Même si la réparation par la résine composite est relativement simple, il est essentiel de déterminer la cause de la fracture pour éviter toute récurrence et assurer la durabilité de la restauration, du pilier et des dents adjacentes. La cause est le facteur qui, en bout de ligne, déterminera si le pilier est récupérable (ill. 2) et guidera le protocole de réparation¹.

Causes

En raison de son module d'élasticité élevé, la porcelaine est intrinsèquement fragile et prédisposée aux fractures. La fracture peut être causée par un traumatisme ou par l'emploi de procédures inadéquates en clinique ou en laboratoire; dans ce dernier cas, la fracture se manifeste sous forme de dépressions ou de défauts superficiels. Cependant, à l'intérieur de la cavité buccale, les contraintes occlusales et le milieu aqueux ont pour effet d'aggraver ces défauts.

Réparation

La méthode de réparation dépend de l'emplacement de la prothèse dans la bouche et de la profondeur de la fracture (ill. 3). La littérature propose de nombreuses techniques (directes et indirectes) de réparation, notamment les restaurations de recou-

vrement², la rétention mécanique à l'aide de tenon, les patches de porcelaine fabriqués en laboratoire et la recimentation de la pièce de porcelaine fracturée à l'aide d'une résine-ciment et d'un composite³. Il convient toutefois de rappeler que toute réparation doit être considérée comme éphémère, la durabilité variant de 1 semaine à 10 ans⁴, en fonction de la mastication, de la présence d'autres traumatismes, de la microinfiltration (et de la coloration subséquente), de la détérioration de l'adhésif ou du composite et de la technique clinique utilisée.

Les techniques de réparation les plus pratiques et les plus rapides sont celles qui sont effectuées en cabinet, avec des résines composites. Pour une bonne durabilité des réparations directes, il est essentiel d'isoler le champ avec une digue, afin de protéger les tissus mous des produits chimiques (p. ex, l'agent de mordantage caustique) et de maintenir un champ sec pour une meilleure adhésion. Le processus requiert l'application successive de divers produits chimiques et se termine par une couche superficielle de matériau d'obturation fait de résine composite. La réparation d'une couronne fracturée fait intervenir 2 procédés distincts, soit : la préparation de la surface et l'activation en surface de l'infrastructure métallique, de la porcelaine et de la résine composite. Le protocole de réparation peut se résumer comme suit (ill. 4) :

1. Préparation de la surface métallique exposée ou de la surface de porcelaine fracturée, par l'une des méthodes suivantes :
 - a. fraise diamantée⁵
 - b. abrasion par jet d'air avec une poudre d'oxyde d'aluminium de 50 µm⁶
 - c. mordantage avec de l'acide fluorhydrique à 9,5 % ou du fluorure de phosphate acidulé à 1,23 %.



Illustration 1 : Fracture de la porcelaine dans la région cervicale d'une couronne céramo-métallique sur pilier implanto-porté. La fracture compromet grandement l'esthétique.



Illustration 2 : L'identification de la cause de la fracture détermine le protocole de traitement. Dans le cas présent, la fracture superficielle d'une couronne céramo-métallique, combinée à une fracture horizontale du pilier sous-jacent, exige l'extraction.



Illustration 3 : Trois couronnes à tenons radiculaires défailtantes, illustrant des fractures de profondeurs différentes. La fracture de gauche est superficielle; celle du milieu est plus profonde mais le métal n'est pas exposé; enfin, la fracture de droite présente une exposition manifeste de l'infrastructure.



Illustration 4 : Représentation schématique de la réparation directe (avec une résine composite) d'une fracture de la porcelaine sur une couronne sur une base métallique. De gauche à droite : préparation de la surface avec une fraise diamantée; mordantage de la porcelaine; silane; résine dentinaire adhésive; composite condensable; composite de liaison liquide; composite hybride universel; composite de liaison liquide et composite micro-chargé.

2. Activation en surface :
 - a. de la porcelaine avec un agent de couplage au silane;
 - b. du métal avec une résine dentinaire adhésive à base de 4-META (4-méthacryloxyéthyl trimellitate anhydride)
 - c. de la résine composite avec la couche d'inhibition de l'oxygène résiduel ou un agent de liaison composite comme le CompoConnect Liquid (Heraeus Kulzer, Hanau, Allemagne) qui, non seulement active la surface de liaison, mais aussi rétablit la couche de dispersion après le modelage et la polymérisation du composite, ce qui permet aux couches subséquentes de se lier durant la fabrication de la restauration.
3. Application du composite par couches successives pour réduire au minimum la contraction de polymérisation, le composite étant choisi en fonction de la profondeur de la fracture. S'il y a exposition du métal, la première couche doit être faite d'un composite condensable à forte teneur en particules de charge, pour masquer le métal et imiter la couche opaque de porcelaine. On appliquera ensuite un

composite hybride universel rappelant la porcelaine-dentine⁷. Enfin, un composite micro-chargé, offrant une bonne aptitude au polissage, est appliqué en surface pour améliorer l'esthétique et prévenir l'accumulation de plaque.

4. Scellement des irrégularités de surface avec un scellant, comme Biscover (Bisco, Schaumburg, Ill.), qui ne laisse pas de couche inhibée par l'oxygène après la finition et le polissage.

La gravité de la fracture déterminera si les 3 types de composites (condensable, hybride et micro-chargé) doivent être utilisés. Si la fracture se limite à la porcelaine-émail et qu'elle se situe à un endroit où il est important de préserver l'esthétique, l'utilisation d'un composite micro-chargé suffira. Par contre, des fractures plus profondes sur des couronnes postérieures nécessiteront l'utilisation de composites condensables et hybrides pour conférer résistance et résilience. ♦



Le Dr Irfan Ahmad exerce dans un cabinet privé au Royaume-Uni. Il est membre actif de l'Académie européenne de dentisterie esthétique. Courriel : iabmaddbs@aol.com. L'auteur n'a aucun intérêt financier déclaré.

Références

1. Ahmad I. Salvaging fractured porcelain crowns with a direct composite repair technique. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002; 14(3):233-8.
2. Cardoso AC, Filho PS. Clinical and laboratory techniques for repair of fractured porcelain in fixed prostheses: a case report. *Quintessence Int* 1994; 25(12):835-8.
3. Berksun S, Saglam S. Shear strength of a composite bonded porcelain-to-porcelain in a new repair system. *J Prosthet Dent* 1994; 71(4):423-8.
4. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002; 15(3):299-302.
5. Jochen DG, Caputo AA. Composite resin repair of porcelain denture teeth. *J Prosthet Dent* 1977; 38(6):673-9.
6. Wolf DM, Powers JM, O'Keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dental Mater* 1992; 8(3):158-61.
7. Gregory WA, Moss SM. Effects of heterogeneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. *Oper Dent* 1990; 15(1):18-22.

Question 4

Quel est l'effet de la non-vitalité sur le mordantage de l'émail et de la dentine coronaires?

La réponse à cette question est relativement simple, car la plupart des études sur la liaison citées dans la littérature ont été réalisées sur des dents extraites lesquelles sont, en soi, des tissus dentaires durs à pulpe non vivante. Nous pourrions donc, dans une certaine mesure, appliquer sans difficulté les résultats de ces études in vitro à la liaison de dents à pulpe non vivante in vivo. Par exemple, des études sur l'application de la technique de liaison sur dents extraites humides ont révélé qu'il est possible de laisser de la dentine dans les dents non vivantes visiblement humides après le mordantage.

D'un point de vue clinique, la véritable préoccupation est

l'impact de la *vitalité* sur le mordantage de l'émail et de la dentine coronaires, c.-à-d., l'effet de la perméabilité des tissus dentaires sur l'adhésion dentinaire et l'effet de la pression pulpaire positive à l'intérieur des dents à pulpe vivante, non anesthésiées.

Dans le cas de l'émail, certaines études font état d'un lent mouvement centrifuge des fluides à travers l'émail des dents humaines à pulpe vivante¹ – un effet dont on peut facilement faire la démonstration en prenant une empreinte de ses propres incisives, avec du polyvinylsiloxane à prise lente (ill. 1). Bien que ce phénomène se produise plus facilement dans les jeunes

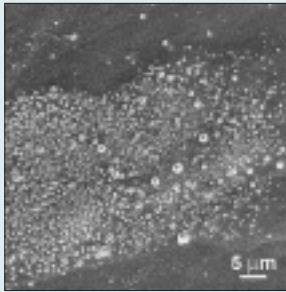


Illustration 1 : Micrographie par microscope électronique à balayage d'une réplique en résine époxyde de la surface d'une incisive centrale à pulpe vivante de l'auteur. On remarquera les gouttelettes d'eau qui s'écoulent à la surface de l'émail.

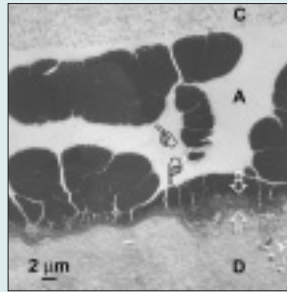


Illustration 2 : Micrographie électronique à transmission d'une section sous-minéralisée et imprégnée d'argent d'un adhésif automordant monocomposant une étape, appliqué sur une dentine saine. On remarquera les vastes canaux ou arborescences d'eau argentés (pointeurs), causés par le flux par évaporation, à l'intérieur de l'adhésif (A). Des dépôts d'argent sont aussi présents dans toute la couche hybride (entre les flèches ouvertes); ces dépôts représentent l'eau piégée dans les espaces interfibrillaires de la matrice de collagène. C = composite, D = dentine saine.

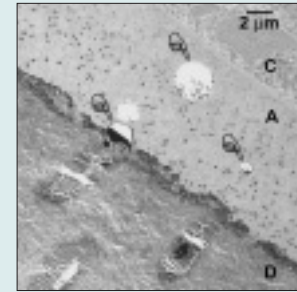


Illustration 3 : Micrographie électronique à transmission d'une section similaire à celle montrée à l'ill. 2; dans le cas présent, toutefois, un adhésif automordant monocomposant différent (sans HEMA) est appliqué sur la dentine saine. Les gouttelettes d'eau émergent des tubules dentinaires (pointeurs), sous l'effet du flux par convection, ont été piégées dans l'adhésif (A).

dents à pulpe vivante, aucun rapport n'indique que ce flux nuit à la liaison de l'émail, même lors de l'utilisation de résines hydrophobes, comme les agents de scellement des puits et fissures.

La dentine vitale, et plus particulièrement la dentine vitale profonde, est hautement perméable à cause des tubules dentinaires qu'elle renferme et de la pression pulpaire positive. Le mouvement des fluides à l'intérieur de la dentine peut être de 2 types : il peut s'agir d'un flux par évaporation ou d'un flux par convection. Le premier est provoqué par les jets d'air^{2,3} comme ceux produits durant le séchage à l'air d'une préparation coronaire. Or, la dentine non vitale renferme elle aussi de l'eau; le flux par évaporation peut donc se produire sans égard à la vitalité, même si des bouchons de boue dentinaire se forment à l'intérieur des tubules. Bien que les effets du flux par évaporation ne soient généralement pas perceptibles cliniquement, ce phénomène peut néanmoins avoir un effet important sur l'adhésion dentinaire, en particulier lorsque des adhésifs automordants simplifiés – exempts de revêtements hydrophobes – sont appliqués sur la dentine. On sait qu'il est nécessaire d'éliminer les solvants de ces adhésifs aqueux, avant la photopolymérisation. Cependant, ce même procédé de séchage à l'air provoque un flux centrifuge par évaporation, à partir de la dentine recouverte de boue dentinaire, et ce phénomène peut causer le piégeage de la vapeur d'eau, ce qui aura pour effet de créer des canaux ou des arborescences d'eau⁴ à l'intérieur de l'adhésif polymérisé (ill. 2). Ces canaux d'eau entraînent une sorption rapide de l'eau, ainsi que le lessivage des constituants non entièrement polymérisés de la résine, ce

qui risque en retour d'accélérer la dégradation de la liaison résine-dentine. Le flux par évaporation peut toutefois être éliminé, si la liaison est pratiquée sur des tissus dentinaires naturels dans lesquels les tubules sont fortement obstrués par des dépôts minéraux intratubulaires⁵, comme la zone transparente de la dentine cariée affectée ou la dentine sclérotique.

En présence de bouchons de boue dentinaire, seul un lent flux par convection s'observe dans la dentine vitale⁶; cependant, même un tel flux peut suffire à causer la formation de bulles de fluide dentinaire dans les adhésifs automordants simplifiés, exempts de méthacrylate de 2-hydroxyéthyle (HEMA) (ill. 3). Le flux par convection sera par ailleurs beaucoup plus important si les bouchons de boue dentinaire sont éliminés par mordantage. De nombreux chercheurs ont tenté de reproduire in vitro ces flux par convection, en procédant à la liaison dentinaire par perfusion, à la pression pulpaire physiologique (pression d'environ 15 à 20 cm d'eau).

Avec les adhésifs monocomposants simplifiés, des flux hydriques par convection ont été observés in vitro et in vivo durant la polymérisation des adhésifs (ill. 4)⁷⁻⁹. Les gouttelettes d'eau piégées entre l'adhésif et la résine composite expliquent l'apparente incompatibilité que l'on observe, lorsque des versions acides de ces adhésifs sont utilisées avec des résines composites chétopolymérisées à prise lente¹⁰. Les gouttelettes d'eau ont pour effet d'accroître la contrainte, ce qui peut causer le détachement prématuré de la résine composite durant la mise en charge.

En situation clinique, on peut réduire le flux par convection dans la dentine vitale, en simulant ce qui se produit naturelle-

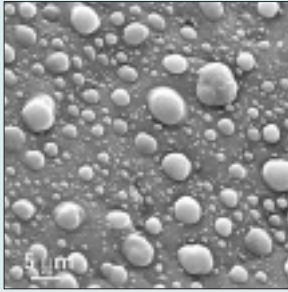


Illustration 4 : Micrographie par microscope électronique à balayage d'une réplique en époxyde de la surface de la dentine vitale profonde, après utilisation d'un adhésif monocomposant simplifié comme désensibilisant dentinaire. Un nombre incalculable de gouttelettes se forment le long de la surface de l'adhésif.

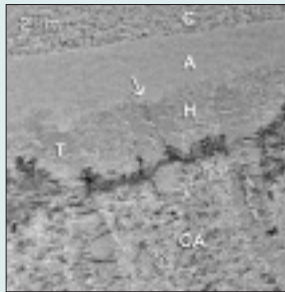


Illustration 5 : Micrographie électronique à transmission d'une section imprégnée d'argent de la dentine cariée (CA), fixée avec un adhésif automordançant simplifié en une étape. Contrairement aux *ill. 2* et *3*, aucun flux par évaporation ou par convection ne contribue à la formation de dépôts d'argent dans l'adhésif (A) ou la couche hybride (H). Cette dernière est beaucoup plus épaisse que la couche hybride qui se forme dans la dentine saine, à cause de la grande porosité de la dentine CA, dans laquelle on peut voir les dépôts d'argent (pointeurs). L'absence de flux hydrique est due à l'occlusion des tubules dentinaires (T) par les dépôts minéraux intratubulaires et les cristaux des caries (flèche).

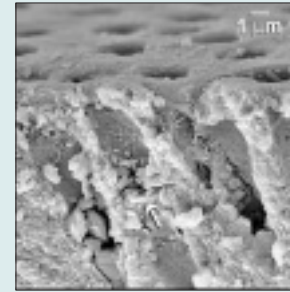


Illustration 6 : Application d'un désensibilisant à l'oxalate de potassium sur la dentine saine, après le mordantage. Des cristaux d'oxalate de calcium se sont formés en profondeur, à l'intérieur des tubules dentinaires (flèche). L'occlusion des tubules par ces cristaux aide à réduire les effets indésirables de la perméabilité de la dentine durant la liaison dentinaire.

ment dans la dentine cariée affectée (*ill. 5*) et la dentine sclérotique, c.-à-d. en bloquant les tubules dentinaires avant la liaison, par l'application d'un désensibilisant à l'oxalate sur la dentine mordancée¹¹. La formation d'oxalates de calcium exige la présence d'ions calcium. Or, après le mordantage, la surface de la dentine est complètement dénuée d'ions calcium. Quand un désensibilisant à l'oxalate est appliqué sur la dentine mordancée, les ions oxalate doivent donc diffuser plus en profondeur, le long des tubules dentinaires, pour trouver des ions calcium. Les cristaux d'oxalate qui se forment obstruent les tubules dentinaires, alors que la surface dentinaire demeure exempte de cristaux qui pourraient nuire à l'infiltration de la résine dans la matrice de collagène déminéralisé (*ill. 6*). ♦



Le Dr Franklin Tay est professeur clinique honoraire de dentisterie pédiatrique et d'orthodontie, Faculté de médecine dentaire, Université de Hong Kong. Pokfulam, Hong Kong Courriel : kfctay@netvigator.com.

Références

1. Bergman G Microscopic demonstration of liquid flow through human dental enamel. *Arch Oral Biol* 1963; 8:233-4.
2. Goodis HE, Tao L, Pashley DH. Evaporative water loss from human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1990; 35(7):523-7.
3. Matthews WG, Showman CD, Pashley DH. Air blast-induced evaporative water loss from human dentine, in vitro. *Arch Oral Biol* 1993; 38(6):517-23.
4. Tay FR, Pashley DH. Water treeing — a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent* 2003; 16(1):6-12.

5. Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *Eur J Oral Sci* 2003; 111(3):243-52.
6. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981; 46:531-7.
7. Elgalaid TO, Youngson CC, McHugh S, Hall AF, Creanor SL, Foye RH. In vitro dentine permeability: the relative effect of a dentine bonding agent on crown preparations. *J Dent* 2004; 32(5):413-21.
8. Purk JH, Dusevich V, Glaros A, Spencer P, Eick JD. In vivo versus in vitro microtensile bond strength of axial versus gingival cavity preparation walls in Class II resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc* 2004; 135(2):185-93.
9. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, and other. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent* 2004; 32(8):611-21.
10. Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent* 2003; 5(2):91-105.
11. Pashley DH, Carvalho RM, Pereira JC, Villanueva R, Tay FR. The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *Am J Dent* 2001; 14(2):89-94.