

Les RMIPP à tenon fibré : quand, pourquoi, comment ?

Mots clés :

Reconstitution corono-radicaire
Tenon fibré
Collage



Keywords:

Post-and-core reconstruction
Fiber post
Bonding

Fiber post reconstructions: when, why, how?

Patricia BATAILLON-LINEZ*, Marc LINEZ**, Étienne DEVEAUX***.

* Attaché Hospitalier, Chargé d'Enseignement Universitaire Département d'Odontologie Conservatrice et Endodontie, Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille.

** M.C.U. – P.H., Département d'Odontologie Conservatrice et Endodontie, Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille.

*** P.U. – P.H., Département d'Odontologie Conservatrice et Endodontie, Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille.

Les reconstitutions corono-radicales par matériau inséré en phase plastique (RMIPP) et utilisant un tenon en fibres de verre font aujourd'hui partie de notre arsenal thérapeutique. Elles utilisent des matériaux composites dont certaines propriétés physiques et mécaniques sont proches de celles de la dentine. Le collage canalaire du tenon et coronaire du composite de reconstitution permet de répondre totalement au principe d'économie tissulaire et participe ainsi au maintien de solidité de la dent dépulpée. L'amélioration constante des systèmes de collage, tant au niveau de leur performance que de leurs applications cliniques, a permis d'aboutir à des protocoles fiables et reproductibles. Ces reconstitutions constituent, dans la limite de leurs indications, une réelle alternative aux reconstitutions corono-radicales métalliques coulées.

Post-and-core reconstructions with fiber posts and direct restorative core are a part of current treatment armamentarium. Composite resins with certain physical and mechanical properties close to those of dentin are used. Bonding of the post and coronal composite conforms to the principle of tissue conservation with minimal intervention and improves the strength of endodontically treated teeth. Continuing improvement of adhesive systems in their performance and clinical applications results in reliable and reproducible clinical protocols. These reconstructions constitute, within the limit of their indications, a real alternative to cast posts and cores.



La pérennité de la dent dépulpée sur l'arcade dépend, d'une part, de l'étanchéité de l'obturation canalaire et coronaire qui doit s'opposer à toute infiltration bactérienne, d'autre part, de sa résistance à la fracture sous les contraintes occlusales. La dent dépulpée présente fréquemment une perte tissulaire importante. La rétention du matériau de restauration nécessite alors souvent l'utilisation d'un ancrage radiculaire. On parle de reconstitutions corono-radicales (RCR). Il existe deux types de RCR :

- les RCR métalliques coulées qui nécessitent une étape de laboratoire (inlay-core avec ou sans clavette).
- les RCR plastiques réalisées en un seul temps au fauteuil avec un matériau qui peut être foulé ou injecté (amalgam à tenon, composite à tenon), également appelées reconstitutions corono-radicales par matériau inséré en phase plastique (RMIPP) (ANAES 2004).

Lorsque le nombre, la hauteur et l'épaisseur des parois dentaires résiduelles sont suffisants, les RMIPP, plus économiques en tissu dentaire, sont réalisées préférentiellement aux RCR coulées.

Depuis quelques années, grâce à l'amélioration de la performance des systèmes adhésifs, les RMIPP collées, associant un tenon fibré (fibres de verre ou de quartz) et une résine composite, apparaissent comme une alternative intéressante aux RMIPP utilisant un ancrage radiculaire métallique.

L'utilisation des tenons métalliques est toujours d'actualité mais elle présente quelques inconvénients :

- phénomènes de corrosion liés à la conductivité du métal (Cheylan et coll., 2005),
- hétérogénéité entre les différents éléments de la reconstitution (le tenon, le ciment de scellement et le matériau de reconstitution), tous de nature chimique différente,
- comportement biomécanique différent de la reconstitution métallique et des tissus dentaires,
- concentration des contraintes mécaniques au niveau radiculaire due au module d'élasticité élevé du tenon métallique qui augmente le risque de fracture radiculaire (Plotino et coll., 2007).

À l'inverse, les RMIPP associant un tenon fibré et un matériau en résine composite collés aux tissus dentaires présentent l'avantage de vouloir former une entité homogène. Cela permet une répartition des contraintes à l'ensemble de l'organe dentaire, plus favorable à une meilleure résistance à la fracture (Pierrisnard et coll., 2002). De plus, ce type de reconstitution s'inscrit dans le cadre de la dentisterie conservatrice adhésive, plus respectueuse des structures dentaires résiduelles. Enfin,

The longevity of an endodontically treated tooth in the arch depends on the seal of radicular space obturation and coronal restoration preventing any bacterial leakage and on its fracture resistance to occlusal stresses. Endodontically treated teeth frequently show a significant loss of dental tissue. To provide a proper retention of coronal core material, a radicular post is often required and the restoration is therefore called post and core reconstruction. Two post and core systems can be distinguished:

- cast metal post-and-core reconstructions requiring a laboratory step of fabrication (with or without auxiliary post).
- reconstructions with prefabricated posts and direct coronal restoration with a material which can be condensed or injected such as amalgam or composite resin (or called in French as "reconstitutions corono-radicales par matériau inséré en phase plastique, RMIPP" by ANAES 2004).

When the number, height and thickness of remaining dentin walls are sufficient, prefabricated posts with direct restoration are preferable to cast posts and cores as more conservative to tooth tissue.

For a few years, due to an improvement in performance of adhesive systems, bonded prefabricated fiber post (glass or quartz fibers) with composite resin restoration have become an interesting alternative to metal post-and-core restorations.

The use of metal posts is still valid despite some disadvantages:

- corrosion of metals related to their conductivity (Cheylan et al., 2005),
- heterogeneity among different elements of the reconstruction (post, luting cement and reconstruction material) possessing different chemical nature,
- different biomechanical behavior of metal reconstruction and tooth tissue,
- mechanical stress concentration in the root, due to a high modulus of elasticity of metal post, increasing the risk of root fracture (Plotino et al., 2007),

On the contrary, reconstructions with bonded prefabricated fiber posts and direct composite restoration present an advantage by forming a homogeneous entity. It allows a better stress distribution to the whole tooth, more favorable to fracture resistance (Pierrisnard et al., 2002). With its respect to remaining dental structures, this type of reconstruction is within the context of adhesive conservative dentistry. Finally, the development of materials, in particular with the introduction of self-

l'évolution des matériaux, notamment avec l'apparition des colles auto-adhésives, vise à simplifier les protocoles de collage et donc à réduire le risque d'erreurs opératoires.

Cet article propose un état des connaissances sur les RMIPP associant un tenon fibré et un matériau de restauration en résine composite (RMIPP à tenon fibré).

Le comportement biomécanique de la dent dépulpée.

La moindre résistance à la fracture de la dent dépulpée est multifactorielle. La perte de substance dentaire occasionnée par la carie, la mise en forme canalaire lors du traitement endodontique et les modifications structurales du tissu dentinaire qui en découlent représentent les causes principales de la fragilité de la dent dépulpée.

Plusieurs études *in vitro* ont montré que le délabrement coronaire est le facteur prépondérant de la fragilité de l'organe dentaire (Sedgley et coll., 1992 ; Dietschi et coll., 2007). La réalisation de cavités occlusales, mésio-occlusales et mésio-occluso-distales entraîne une diminution de la résistance de respectivement 20 %, 45 %, et plus de 60 % (Reeh et coll., 1989). L'endodontie réalisée par la suite ne modifie que très peu ces valeurs (Dejou et coll., 1990). Toutefois, l'acte endodontique, dans certaines situations de canaux courbes, peut représenter un facteur aggravant de la fragilité coronaire des tissus dentaires. En effet, l'aménagement de la cavité d'accès afin d'optimiser la préparation canalaire peut entraîner un amincissement des parois dentaires résiduelles notamment au niveau cervical. De même, lors de la mise en forme canalaire, l'emploi d'instruments en nickel-titane est à privilégier. Ce type d'instruments utilisé en rotation continue selon le principe de la préparation corono-apicale « crown down » permet de respecter l'anatomie originelle du canal, contrairement aux instruments en acier inoxydable, plus rigides, qui augmentent le risque de « stripping » (Perez et coll., 2005).

Sur le plan structurel, le traitement endodontique modifie les caractéristiques de la dentine. La densité et le diamètre des tubules dentinaires diminuent et une hyperminéralisation du tissu peut s'observer dans le temps par des phénomènes de précipitation (Caplan et coll., 2005). De même, des modifications de structure des fibres collagène sont observées sur les dents dépulpées et pourraient expliquer en partie leur moindre résistance mécanique (Rivera et coll., 1990). La dentine radiculaire est composée d'une dentine interne en rapport direct avec le canal et une dentine externe plus ou moins sclé-

adhesive systems, bonding protocols can be simplified with reduced technique sensitivity.

This article attempts to review the current state of the knowledge on reconstructions with prefabricated fiber posts and direct composite resin.

Biomechanical behavior of endodontically treated teeth.

Reduced fracture resistance of endodontically treated teeth is multifactorial. A loss of tooth substance caused by caries, root canal shaping during endodontic treatment and resultant structural modifications of dentin are the main causes for the weakening of endodontically treated teeth.

Several *in vitro* studies showed that coronal destruction is the primary factor for tooth weakening (Sedgley et al., 1992 ; Dietschi et al., 2007). The preparation of occlusal, mesio-occlusal and mesio-occluso-distal cavities leads to a decreased fracture resistance of 20%, 45%, and more than 60% respectively (Reeh et al., 1989). Subsequently performed endodontic treatment only slightly modifies these values (Dejou et al., 1990). However, endodontic procedures, in certain situations of curved canals, can be an aggravating factor for coronal weakening of the tooth. Indeed, access cavity preparation to optimize canal preparation can lead to a thinning of remaining dentin walls in particular at the cervical region. Rotary nickel-titanium instruments should be used in continuous rotation during canal shaping with the "crown down" approach respecting the original root canal anatomy, in contrary to stiffer, stainless steel instruments which increase the risk of stripping (Perez et al., 2005).

Structurally, endodontic treatment modifies dentin characteristics. Decreased density and diameter of dentinal tubules and dentin hypermineralization can be observed over time due to precipitation of mineral deposits (Caplan et al., 2005). Structural modifications of collagen fibers are also observed in endodontically treated teeth and could partially explain their reduced mechanical resistance (Rivera et al., 1990). Radicular dentin consists of internal dentin in direct relationship with the root canal and external dentin of more or less sclerotic. Internal dentin, less mineralized than external dentin, is more capable of absorbing stresses (Kishen et al., 2004). It seems thus indispensable to preserve at maximum the



rotique. La dentine interne moins minéralisée que la dentine externe est plus apte à absorber les contraintes (Kishen et coll., 2004).

Il apparaît donc indispensable de conserver un maximum d'épaisseur de dentine interne de façon à limiter le risque de fracture (figures 1a, b et c).

Cahier des charges des RCR

Théoriquement, une dent est mécaniquement apte à recevoir une reconstitution si une largeur de dentine saine supérieure ou égale à 1 mm est présente au niveau coronaire et radiculaire. Dans la prise de décision d'une reconstitution corono-radicaire, l'analyse globale de la situation clinique reste essentielle.

Le tenon utilisé pour la reconstitution d'une dent dépulpée ne renforce en aucun cas la dent. Il ne sert qu'à la rétention du matériau de restauration coronaire (Guastalla et coll., 2006). L'ancrage radiculaire ne doit donc pas être systématique. Son indication est évaluée en fonction de plusieurs critères :

- la dent doit-elle être couronnée ?
- La valeur mécanique des parois coronaires résiduelles (nombre de parois, épaisseur, hauteur),
- la position de la dent sur l'arcade (dent antérieure ou postérieure),
- les contraintes fonctionnelles s'exerçant sur la dent (forces de traction, de compression, de flexion ou de cisaillement).

Dans le cas d'une préparation périphérique, la préservation d'un cerclage de dentine périphérique de 2 mm, encore appelé « ferrule », réduit significativement le risque de fracture cervicale ou de descellement de la restauration (Pereira et coll., 2006). En ce qui concerne les RMIPP à tenon fibré, le collage, qui participe à la rétention du matériau de restauration et du tenon, permet de se limiter dans la majorité des cas à un seul tenon (Thiam et coll., 2005). Pour les dents pluriradiculées, la racine présentant la meilleure résistance mécanique est privilégiée (la racine palatine des molaires et prémolaires maxillaires et la racine distale des molaires mandibulaires).

La longueur intracanaire du tenon doit être au moins égale à la hauteur coronaire de la restauration. Une longueur intracanaire du tenon de 10 mm augmenterait significativement la résistance à la fracture (Adanir et coll., 2008 ; Giovanni et coll., 2009). Cependant, cette longueur apparaît excessive dans un bon nombre de cas cliniques.

L'ancrage radiculaire doit respecter l'homothétie du volume canalaire. Les instruments en nickel-titane permettent d'obtenir un diamètre de préparation égal à

thickness of internal dentin so as to reduce the risk of fracture (figures 1a, b and c).

Requirements of post-and-core restoration

Theoretically, a tooth is mechanically capable of receiving a restoration if coronal and radicular healthy dentin of thickness superior or equal to 1mm is present. When planning a treatment with post-and-core reconstructions, global analysis of the clinical situation remains essential.

A post used for reconstruction of an endodontically treated tooth does not reinforce the tooth. It is used only for the retention of coronal restorative material (Guastalla et al., 2006). A radicular post must thus not be systematically used. Its indication is evaluated according to several criteria :

- the need of the tooth to be crowned
- mechanical value of remaining coronal cavity walls (number, thickness and height),
- position of the tooth in the arch (anterior or posterior tooth),
- functional stress exerted on the tooth (tension, compression, flexure or shear).

In full crown preparation, conservation of a 2-mm « ferrule » of peripheral dentin significantly reduces the risk of cervical fracture or dislodgement of the restoration (Pereira et al., 2006). For reconstruction with fiber posts and direct coronal restoration, bonding involved in the retention of post and restorative material can limit in most cases the number of post to be inserted in the root canal to only one single post (Thiam et al., 2005). In multi-rooted teeth, this post will be placed in the root with the best mechanical resistance (the palatal root of upper-maxillary molars and premolars and the distal root of mandibular molars).

The intraradicular post length must be at least equal to the coronal height of the restoration. An intraradicular post length of 10 mm would significantly increase fracture resistance of endodontically treated teeth (Adanir et al., 2008 ; Giovanni et al., 2009). However, this length seems excessive in many clinical cases.

A radicular post must respect the root canal dimension. Nickel-titanium instruments allow a canal preparation of diameter equal to approximately 55/100 mm at 5 mm



Figures 1a, b et c : coupes longitudinales montrant les différents types de dentines radiculaires (1 : dentine sclérotique externe, 2 : dentine interne péricanalaire).

Longitudinal sections showing different types of radicular dentin (1: external sclerotic dentin, 2: internal pericanal dentin).

Figure 2 : diamètre de la préparation canalaire obtenu avec un instrument Ni-Ti de conicité 6 % et de diamètre 25/100 mm à la pointe, depuis le niveau apical jusqu'au niveau coronaire.
Diameter of canal preparation obtained with a Ni-Ti instrument of conicity 6% and of diameter 25/100 mm at the tip, from the apical part until the coronal part.



55/100 mm environ à la longueur de travail moins 5 mm (LT-5mm). Cela correspond à la longueur maximale de forage pour maintenir l'étanchéité apicale (Metzger et coll., 2000). Idéalement, afin de préserver un maximum de dentine interne péricanalaire, le diamètre du tenon à sa pointe devrait s'approcher de cette valeur de 55/100. Certains tenons répondent à ce critère avec un diamètre à la pointe de 50/100 (DentinPost®, KOMET). De même, le diamètre des tenons cylindro-coniques ne devrait pas dépasser 0,9 ou 1 mm dans leur partie cylindrique (figure 2). Les interfaces entre les différents éléments de la restauration doivent assurer l'homogénéité de la reconstitution. Le matériau choisi doit présenter des valeurs de résistance élevées en traction, compression, flexion et cisaillement tout en conservant un module d'élasticité proche de celui de la dentine. Les matériaux de reconstitution doivent pouvoir transmettre les contraintes de façon homogène à la dentine coronaire et radiculaire tout comme au niveau d'une dent saine. Lorsque le module d'élasticité est élevé, les contraintes transmises sont concentrées dans une zone d'autant plus réduite que le module d'élasticité est élevé. Lorsque le module d'élasticité est bas, voisin de celui de la dentine, les contraintes se répartissent au sein de la totalité de la structure dentaire (Pierrisnard et coll., 2002).

short from the working length (LT-5mm). This length corresponds to the maximum limit of canal space preparation to maintain the apical seal (Metzger et al., 2000). Ideally, to preserve a maximum of intraradicular dentin, the diameter of the post tip should approach this value of 55/100 mm. Some posts correspond to this criterion with the post tip diameter of 50/100 mm (DentinPost®, KOMET). For cylindro-conical posts, the diameter should not exceed 0.9 or 1 mm in the cylindrical part (figure 2).

The interfaces among different restorative parts must ensure the homogeneity of the reconstruction.

Chosen reconstruction materials of different parts must possess high tensile, compressive, flexural and shear strengths but a modulus of elasticity close to that of dentin. They must be able to homogeneously distribute stresses in coronal and radicular dentin similar to the situation in a healthy tooth. When the modulus of elasticity of a material is high, transmitted stresses are concentrated in a limited area. When the modulus of elasticity is low, close to that of dentin, stresses are distributed through the whole tooth structure (Pierrisnard et al., 2002).



Caractéristiques et indication d'une RMIPP à tenon fibré.

Une RMIPP à tenon fibré associe un tenon en fibres de verre ou de quartz et une résine composite de reconstitution. Le tenon et le composite de reconstitution coronaires sont collés aux tissus dentaires.

Les tenons fibrés sont composés pour 60 % à 66 % de fibres longitudinales parallèles entre elles, unidirectionnelles liées par des résines d'époxy ou de polyester. (RelyX Fiber Post®, 3M ESPE ; FRC Postec®, IVOCLAR VIVADENT; Dentinpost®, KOMET; FiberKleer®, PENTRON CLINICAL; Glassix+plus®, NORDIN). Leur module d'élasticité est semblable à celui de la dentine. Leur profil de surface lisse en fait des tenons passifs qui n'exercent pas de stress sur la dentine radiculaire. Certains tenons fibrés sont translucides afin d'optimiser la photopolymérisation intracanaulaire.

La forme du tenon est soit cylindro-conique, associant la qualité rétentive du tenon cylindrique et le respect tissulaire de la partie apicale conique du logement canalaire, soit homothétique à la préparation endodontique dans un souci d'économie tissulaire et d'ajustage précis du tenon à la morphologie canalaire (Tenons DT Light SL®, DENTSPLY; DentinPost Coated®, KOMET).

Le composite de reconstitution est mis en œuvre selon 3 techniques :

- la technique « foulée » : elle consiste, dans un premier temps, à coller le tenon dans sa partie intracanaulaire puis, dans un deuxième temps, à utiliser un autre composite hybride et photopolymérisable. Ce dernier sera « foulé » pour la reconstitution coronaire du faux moignon (Clearfil Photocore®, KURARAY).
- la technique injectée en une seule séquence (un seul matériau) : elle fait appel à un composite microhybride à la fois chémo et photopolymérisable (polymérisation duale). Le composite est déposé en une fois et en continu dans le canal et la partie coronaire, après insertion du tenon (CoreX Flow®, DENSPLY ; MultiCore Flow®, IVOCLAR VIVADENT ; Best Core®, BISCO ; DentinBuild®, KOMET ; Dentocore Build-up®, ITENA ; Rebilda DC®, VOCO). Il est recommandé de réaliser une première photopolymérisation après l'insertion du tenon pour potentialiser les valeurs d'adhésion. Une deuxième photopolymérisation est réalisée lorsque le temps coronaire de l'injection est terminé.
- la technique injectée en deux temps (deux matériaux) : elle nécessite, en premier lieu, l'utilisation d'un composite auto-adhésif *a fortiori* auto-mordant, injecté dans le logement canalaire pour le collage du tenon. Le premier étage de l'assemblage est alors photopolymérisé pendant 40 secondes. Un deuxième composite à poly-

Characteristics and indication of a fiber post reconstruction.

A fiber post reconstruction is a restoration with glass fiber or quartz fiber posts and direct composite core. Both fiber post and composite core are bonded to dental tissues.

Fiber posts are composed of 60-66 % of parallel and uni-directional longitudinal fibers embedded in a matrix of epoxy or polyester resins (RelyX Fiber Post®, 3M ESPE ; FRC Postec®, IVOCLAR VIVADENT ; Dentinpost®, KOMET ; FiberKleer®, PENTRON CLINICAL ; Glassix+plus®, NORDIN). Their modulus of elasticity is similar to that of dentin. Their smooth surface renders the posts passive upon insertion not exerting stress on radicular dentin. Certain translucent fiber posts optimize intraradicular light curing.

Fiber posts can be cylindro-conical or homothetic. Cylindro-conical posts present the retentive quality of the cylindrical post while respect canal tissue of the conical apical part of the canal space. Homothetic posts, on the other hand, present a precise fit to the root canal morphology root canal with tissue conservation (DT Light® SL, DENTSPLY ; DentinPost Coated®, KOMET).

Restoration of the coronal reconstruction with composite resin can be performed according to 3 techniques:

- "condensed" technique: the intraradicular part of the post is firstly bonded in the root canal. Then, secondly, a light-cure hybrid composite is « condensed » to restore the coronal part as a core build-up (Clearfil Photocore®, KURARAY).
- one-shot injected technique : a dual-cure microhybrid composite is used and placed simultaneously and continuously in the canal and the coronal part after insertion of the post (CoreX Flow®, DENSPLY ; MultiCore Flow®, IVOCLAR VIVADENT ; Best Core®, BISCO ; DentinBuild®, KOMET ; Dentocore Build-up®, ITENA ; Rebilda DC®, VOCO). A first light curing is recommended after insertion of the post to increase bond strength. The second light curing is performed when the injection of the coronal core is finished.
- two-step injected technique: a self-adhesive composite *a fortiori* self-etching, is firstly injected in the canal space and then light cured for 40 seconds to bond the post. Another dual-cure composite is then used for a core build-up and then light cured for 40 seconds (SmartCem2® + CoreXFlow®, DENSPLY ; SpeedCem® +

mérisation duale est ensuite employé pour le niveau coronaire de la reconstitution. Une photopolymérisation de 40 secondes est également indispensable (SmartCem 2® + CoreXFlow®, DENSTPLY ; SpeedCem® + Multicore Flow®, VIVADENT ; Biscem® + Best Core®, ULTRADENT). Afin de faciliter la réalisation des limites périphériques, il est intéressant de choisir une couleur de matériau qui contraste avec la couleur naturelle de la dentine.

Une RMIPP à tenon fibré présente 3 interfaces :

- l'interface système adhésif/tissus coronaires,
- l'interface système adhésif/dentine radiculaire,
- l'interface système adhésif/tenon.

Le collage crée des liaisons chimiques et mécaniques entre les différentes interfaces, formant ainsi une entité homogène de l'organe dentaire reconstitué.

À l'heure actuelle, d'après leurs caractéristiques et dans la limite de leurs indications, les RMIPP à tenon fibré semblent répondre le mieux au cahier des charges des RCR.

Selon l'ANAES (octobre 2004), ce type de reconstitution est indiqué lorsque :

- 2 ou 3 parois résiduelles persistent,
- l'épaisseur des parois est supérieure ou égale à 1 mm,
- la hauteur des parois résiduelles est supérieure ou égale à la moitié de la hauteur coronaire prothétique,
- la limite cervicale est en position supra gingivale,
- l'accessibilité clinique à la préparation est suffisante pour assurer une photopolymérisation efficace,
- l'isolement des fluides buccaux est réalisable par la pose d'un champ opératoire.

Même si certaines affirmations édictées par l'ANAES peuvent apparaître discutables à l'heure actuelle, la notion d'économie tissulaire demeure déterminante dans la faisabilité d'une RMIPP à tenon fibré.

Avantages des RMIPP à tenon fibré.

Les RMIPP à tenon fibré permettent une économie tissulaire, préservant ainsi la solidité de la dent dépulpée, contrairement aux RCR coulées qui nécessitent une mise de dépouille interne de la dent. Les dents dépulpées reconstituées par inlay-core sont d'ailleurs davantage sujettes aux fractures radiculaires fatales que les dents dépulpées reconstituées par RMIPP à tenon fibré. Ces dernières sont davantage sujettes aux fractures cervicales, mais plus facilement réparables (Dietschi et coll., 2008). De plus, certaines études ont montré que le collage permet un renforcement des structures dentaires restantes (Mendoza et coll. ; 1997, Newman et coll., 2003 ; Silva et coll., 2009) et une répartition des contraintes fon-

Multicore Flow®, VIVADENT ; Biscem® + Best Core®, ULTRADENT).

To facilitate the preparation of full crown margins, a color of material in contrast with that of natural dentin should be chosen.

Three interfaces are present in a fiber post restoration:

- adhesive system/coronal tissue interface,
- adhesive system/radicular dentin interface,
- adhesive system/post interface.

Chemical and mechanical bonding is created among different interfaces forming thus a homogeneous entity of the reconstructed tooth.

At present, according to their characteristics and indications, fiber post restorations seem to respond the best to the requirements of post-and-core reconstructions.

According to the ANAES (October, 2004), this type of reconstruction is indicated when:

- 2 or 3 remaining dentin walls exist,
- the dentin wall thickness is superior or equal to 1 mm,
- the residual dentin wall height is superior or equal to the half of the prosthetic coronal height,
- the cervical margin is located in a supra-gingival position,
- clinical accessibility to the preparation is sufficient to ensure an effective light curing,
- a rubber dam placement is practicable to prevent oral fluid contamination.

Although certain assertions promulgated by the ANAES can seem presently debatable, tissue conservation remains determining to indicate a fiber post restoration.

Advantages of fiber post restorations.

Fiber post restorations allow tissue conservation preserving the strength of endodontically treated teeth, contrary to cast posts and cores which require a removal of tissue undercut in the pulp chamber or root canal. Moreover, endodontically treated teeth reconstructed with cast posts and cores are more subject to fatal root fractures than those with fiber posts. These latter are more subject to cervical fractures but can be more readily repaired (Dietschi et al., 2008). Furthermore, certain studies showed that bonding can reinforce the remaining tooth structures (Mendoza et al., 1997 ; Newman et al., 2003 ; Silva et al., 2009) and contribute to a distribution of functional stresses to the whole tooth,



tionnelles à l'ensemble de l'organe dentaire, réduisant ainsi le risque de fractures radiculaires. Le collage permet également d'obtenir un joint étanche qui présente une résistance à la compression et à la traction non négligeable (Amaral et coll., 2009). Enfin, le choix de matériaux (tenon en fibres de verre et résine composite) inertes sur le plan électrochimique est intéressant pour éliminer les phénomènes de corrosion (Académie Nationale de Chirurgie Dentaire 2005 ; Janati et coll., 2008). Les agents de liaison sont, soit des ciments adhésifs (ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine ou CVIMAR), soit des polymères de collage. Par leurs propriétés élastiques, ils jouent le rôle de tampon capable d'absorber uniformément les contraintes, contrairement aux ciments de scellement traditionnels à base d'oxyphosphate de zinc ou de carboxylate qui forment une liaison rigide entre les tissus dentinaires et le tenon. L'agent de liaison, qui enrobe la totalité du tenon, empêche tout contact direct de l'ancrage radiculaire avec les parois dentinaires. Il permet de rendre le tenon passif, ce qui limite encore la concentration des contraintes au niveau radiculaire. Les RMIPP à tenon fibré contribuent également à améliorer l'esthétique dans les cas de réalisation de couronnes céramo-céramiques.

Toute RCR doit être réalisée le plus tôt possible après l'obturation canalaire de façon à limiter au maximum le risque de réensemencement bactérien (Pertot W. et coll., 2001).

Contrairement aux RCR coulées, les RMIPP à tenon fibré peuvent être réalisées dans la même séance que l'obturation endodontique dans le cas d'une technique d'obturation par gutta thermo plastifiée (technique thermomécanique, System B®, Obtura®, Bee fill®). Elles peuvent aussi permettre la réalisation de couronnes provisoires au cours de la même séance de travail.

Inconvénients des RMIPP à tenon fibré.

- Le protocole de mise en œuvre d'une RMIPP à tenon fibré est délicat et, comme pour tout protocole de collage, réclame beaucoup de rigueur. Toute erreur de collage aura des conséquences dramatiques sur le devenir de la dent reconstituée.
- Le coût du plateau technique et des matériaux est élevé.

La RMIPP à tenon fibré est une alternative intéressante à l'inlay-core systématique. Celui-ci reste toutefois indiqué dans le cas de fort délabrement coronaire, avec peu ou pas de dentine cervicale périphérique et des limites juxta ou intra sulculaires.

thus reducing the risk of root fractures. A sealed interface can also be obtained from bonding presenting a non-negligible resistance to compressive and tensile forces (Amaral et al., 2009). Finally, since glass fiber post and composite resin are electrochemically inert materials, a risk of corrosion is therefore excluded (Académie Nationale de Chirurgie Dentaire 2005 ; Janati et al., 2008).

Cementing agents are either adhesive cements (resin modified glass ionomer cement or RMGIC) or bonding polymers. Due to their elastic properties, they play a role in evenly absorbing stresses contrary to traditional luting zinc oxyphosphate or carboxylate cements which form a rigid connection between dentin and the post.

A cementing agent, coating the whole surface of the post, prevents any direct contact of the post with intraradicular dentin walls. It renders the post passive even reducing stress concentration in the root. Fiber post reconstructions also contribute to an improved esthetics of all ceramic restorations.

All post-and-core reconstructions must be placed as soon as possible after root canal obturation so as to reduce at most the risk of bacterial re-infection (Pertot et al., 2001).

Contrary to cast posts and cores, fiber post reconstructions can be performed in the same session as endodontic obturation when a thermoplasticized injectable gutta-percha obturation technique (thermomechanic technique, System B®, Obtura®, Bee fill®) is used. Provisional crowns can also be fabricated within the same treatment session.

Disadvantages of fiber post reconstructions.

- The placement of a fiber post reconstruction is delicate and a strict adherence to the protocol is required, similar to any bonding protocol. Any error in bonding procedure will have deleterious effects on the longevity of the reconstituted tooth.
- The cost of technical support and materials is high. A fiber post reconstruction is an alternative to a systematic cast post-and-core reconstruction. The latter remains however indicated in severe coronal destruction cases with few or no peripheral cervical dentin and that the margins can be placed in a juxta- or subgingival position.

Les principes du collage appliqués aux tenons fibrés.

De nombreuses études ont montré que la rétention des résines adhésives et des composites de scellement utilisés avec un système adhésif est supérieure à celle des ciments classiques et des verres ionomères traditionnels (Piowarczyk et coll., 2004 ; Amaral et coll., 2009).

Les résines adhésives ou les CVIMAR présentent des caractéristiques d'étanchéité supérieures aux ciments classiques à base d'oxyphosphate de zinc ou de carboxylate (Tjan et coll., 1991).

L'adhésion est obtenue d'une part, par ancrage mécanique, résultat d'un microclavetage de l'adhésif dans les tubules dentinaires après mordantage, et d'autre part, par la création de liaisons chimiques intermoléculaires entre les structures en présence.

Le scellement adhésif

Il est réalisé par l'utilisation des CVIMAR. La prise est une réaction acide-base, à laquelle s'ajoute une réaction de polymérisation par l'ajout de monomères acryliques hydrophiles, tel que le 2-Hydroxy-Ethyl-Méthacrylate et, parfois, l'éthylène-glycol ou les dérivés du méthacrylate de glycidyle (Bis-GMA). L'adjonction de résine augmente sensiblement les propriétés mécaniques en traction et en flexion de ces matériaux par rapport aux CVI traditionnels tout en diminuant leur caractère hydrophile après la prise (Fuji Plus®, GC ; Ketac Cem Plus®, 3M ESPE) (Degrange et coll., 2000).

Le collage

Les polymères de collage chargés (composites de collage) ou non chargés (résines de collage) vont permettre l'assemblage de la RMIPP à tenon fibré via une adhésion micromécanique et chimique.

L'adhésion aux surfaces dentaires résulte de 3 processus :

- le mordantage total coronaire et radiculaire qui permet la déminéralisation de la surface amélaire et dentinaire. Il est réalisé par l'application d'un gel d'acide phosphorique à 37 % ;
- l'action d'un agent de couplage, le primaire « primer », contenant de l'eau, des monomères hydrophiles et des solvants organiques ; l'application du primaire augmente la perméabilité de la dentine déminéralisée après évaporation de l'eau qu'elle contient ; une fois l'eau éliminée, la surface présente un caractère hydrophobe propice à la pénétration de la résine ;

Bonding principles applied to fiber post reconstruction.

Several studies showed that the retention of adhesive resins and luting composites used with an adhesive system is superior to that of classic cements and traditional glass ionomers (Piowarczyk et al., 2004 ; Amaral et al., 2009).

Adhesive resins or RMGIC present sealing characteristics superior to classic zinc oxyphosphate or carboxylate cements (Tjan et al., 1991).

Bonding is obtained by mechanical interlocking resulting from adhesive penetration into opened dentinal tubules after etching and intermolecular chemical links created among present structures.

Adhesive fixation

RMGICs are used for post cementation. These cements have a dual setting mechanisms consisting of an acid-base reaction and a polymerization reaction by addition of hydrophilic acrylic monomers such as 2-Hydroxy-Ethyl-Methacrylate and, sometimes, ethylene-glycol or derivatives of glycidyle methacrylate (Bis-GMA). The addition of resin appreciably increases mechanical properties, tensile and flexural strengths, and decreases hydrophilic character after setting of these materials with regard to conventional GIC (Fuji Plus®, GC ; Ketac Cem Plus®, 3M ESPE) (Degrange et al., 2000).

Bonding

Adhesive polymers either with fillers (adhesive composites) or no fillers (adhesive resins) are used to assemble fiber post reconstructions through micromechanical and chemical adhesion.

Bonding to tooth surfaces is a result from three processes:

- total etching of coronal and radicular parts allowing demineralization of enamel and dentin surface by an application of 37% phosphoric acid gel;
- action of a coupling agent, "primer", containing water, hydrophilic monomers and organic solvents; an application of primer increases the permeability of demineralized dentin by rendering its surface a hydrophobic character appropriate to subsequent resin penetration;



- l'action de l'agent de collage, la résine adhésive, qui va assurer la liaison entre les tissus dentaires et le composite de reconstitution.

Lors des préparations canalaires et coronaires, les instruments rotatifs ou manuels produisent des débris organiques et minéraux, formant une boue dentinaire (smear layer) qui obstrue les tubules dentinaires. Le mordantage élimine cette boue dentinaire, ouvre les tubules et expose le réseau de fibres collagène (Serafino et coll., 2004). La résine adhésive, grâce au primaire, imprègne le réseau de fibres de collagène, formant ainsi la couche hybride, et s'infiltre dans les tubules dentinaires, créant des brides de résine dans la dentine. La couche hybride et les brides résineuses intra-canalculaires participent ensemble à l'adhésion dentinaire.

L'hypochlorite de sodium, utilisé en tant qu'irrigant lors du traitement endodontique, en oxydant la surface dentinaire, peut avoir des conséquences néfastes sur la polymérisation des matrices méthacryliques des colles (Erdemir et coll., 2004). Après le forage du tenon, il est recommandé de décontaminer le logement canalaire avec une solution de digluconate de chlorhexidine (Cavity Cleanser®, BISICO). De même, l'eugénol, contenu dans les ciments de scellement endodontique, peut altérer la polymérisation des colles (Dias et coll., 2009). Toutefois, le mordantage intracanalculaire à l'acide phosphorique neutralise les effets délétères de l'eugénol sur le collage (Schwartz et coll., 1992).

La polymérisation du polymère de collage doit être duale. Cliniquement, la photopolymérisation permet d'assurer une stabilité initiale de l'assemblage et potentialise les valeurs d'adhésion (Foxton et coll., 2003). La polymérisation chimique est néanmoins nécessaire du fait de l'absorption plus ou moins importante des photons au niveau canalaire ; elle permet également une prise en masse et un taux de conversion constant.

L'adhésion du tenon en fibres de verre s'effectue grâce à la matrice résineuse qui enrobe les fibres de verre. Cependant, cette matrice est polymérisée de façon industrielle à température élevée, ce qui lui confère un degré de conversion proche de 100 %. Les sites de liaison potentiels avec les monomères résineux des adhésifs sont donc faibles. C'est pourquoi certains auteurs préconisent de préparer la surface du tenon, par mordantage à l'acide phosphorique à 37 % (nettoyage de surface) pendant une minute suivi d'une application de silane, ou par mordantage à l'acide fluorhydrique pendant une minute ou encore par sablage (Valandro et coll., 2005 ; Goracci et coll., 2005 (a) ; Balbosh et coll., 2006 ; Mazzitelli et coll., 2008). Aujourd'hui, certains laboratoires commercialisent des tenons dont la surface a déjà reçu une application de silane (DT Light SL®, DENTSPLY ; New Snow Light Post®, CARBOTEC ; FiberKleer®, PENTRON CLINICAL

- action of a bonding agent, adhesive resin, ensuring the connection between tooth tissues and reconstruction composites.

During canal and coronal preparations, rotary or manual instruments produce organic and mineral debris, forming a smear layer which blocks dentinal tubules. Acid etching removes the smear layer, opens dentinal tubules and exposes underlying dentin collagen network (Serafino et al., 2004). Adhesive resin, whose action facilitated by a primer, impregnates the collagen network forming the hybrid layer and infiltrates into dentinal tubules creating resin tags. The hybrid layer and resin tags participate in dentin bonding.

Sodium hypochlorite, used as irrigant during endodontic treatment, can break down to sodium chloride and oxygen. The latter can have deleterious effects on bonding by inhibition of bonding resin polymerization (Erdemir et al., 2004). After canal space preparation for the post, it is recommended to decontaminate the prepared canal space with chlorhexidine digluconate solution (Cavity Cleanser®, BISICO). Eugenol, contained in endodontic sealing cements, can also alter polymerization of bonding resins (Dias et al., 2009). However, intraradicular etching with phosphoric acid can neutralize the deleterious effects of eugenol on adhesion (Schwartz et al., 1992).

Bonding polymers must be dual-cure. Clinically, light-initiated polymerization ensures an initial stability of the assembly and increases bonding strengths (Foxton et al., 2003). Due to a reduced light transmission in the root canal, chemical polymerization is nevertheless necessary allowing a mass setting and a constant rate of monomer conversion.

Glass fiber posts are consisted of glass fibers coated with and embedded in resin matrix which is polymerized with an industrial process at high temperature resulting in a degree of conversion approaching 100%. Potential bonding sites for resin monomers of adhesive systems are thus low. Therefore, certain authors recommend a preparation of the post surface by etching with 37% phosphoric acid (surface cleaning) for one minute followed by silane application or etching with hydrofluoric acid for one minute or even sandblasting (Valandro et al., 2005 ; Goracci et al., 2005 (a) ; Balbosh et al., 2006 ; Mazzitelli et al., 2008). Presently, fiber posts with pre-coated silane on the surface have already been marketed by some manufacturers (DT Light SL®, DENTSPLY ; New Snow Light Post®, CARBOTEC ; FiberKleer®, PENTRON CLINICAL ; DentinPost Coated® KOMET). The blister packaging (DT Light SL®,

; DentinPost Coated® KOMET). Le conditionnement sous blister unique (DT Light SL®, DENTSPLY) est fortement recommandé pour éviter la pollution de surface.

Sur le marché, 3 systèmes de collage sont disponibles :

1) Les colles sans propriétés adhésives nécessitant un mordantage et l'utilisation d'agents de couplage.

Ce sont des composites dentaires diméthacrylates, microchargés ou microhybrides.

L'adhésion est obtenue par l'utilisation de différents systèmes adhésifs. (Duolink®, BISICO ; Multilink Automix®, IVOCLAR, VIVADENT ; RelyX, ARC®, 3M ESPE). Ce sont des biomatériaux d'interface qui contribuent à former un lien adhérent et étanche entre les tissus dentaires et les biomatériaux de restauration et d'assemblage.

Ils sont répartis en deux catégories : les adhésifs nécessitant un mordantage préalable suivi d'un rinçage (M&R) et les systèmes automordançants (SAM). Les adhésifs uniquement photopolymérisables (M&R 3, SAM 2 et certains SAM 1) ne sont pas indiqués pour le collage intracanalair. Seuls les adhésifs à polymérisation duale (M&R 2 et certains SAM 1) peuvent être utilisés (**Tableau 1**).

2) Les colles avec propriétés adhésives contenant un monomère réactif.

Ce sont des résines intrinsèquement adhésives grâce aux groupements réactifs qu'elles contiennent ; tels les monomères à fonction carboxylique 4-META (Superbond®, MORITA ; Chemiace II®, SUN MEDICAL) ou le monomère à fonction phosphatique (Panavia 21® ou F2.0®, KURARAY).

3) Les colles auto-adhésives.

Ce sont des colles diméthacrylates chargées. Elles contiennent, en un seul matériau, tous les éléments nécessaires à l'adhésion. Leur pouvoir automordançant, leur viscosité et leur taux de charges plus élevé font leur spécificité. Ces colles sont toutes à prise duale (RelyX-Unicem®, 3M ESPE ; Maxcem Elite®, KERR HAWE ; TotalCem®, ITENA ; G-Cem®, GC ; SmartCem 2®, DENTSPLY ; Bifix SE®, VOCO ; Biscem®, BISICO ; Breeze®, PENTRON CLINICAL ; Speed Cem®, IVOCLAR VIVADENT ; Clearfil SA Cement®, KURARAY ; Lamel®, NORDIN).

Aucune préparation spécifique des surfaces à coller n'est requise. Il s'agit d'un mélange aqueux de monomères acides (esters phosphatiques ou acides carboxyliques) avec des monomères hydrophiles (hydroxy-éthyl méthacrylate, HEMA) qui réalise la déminéralisation simultanément à la pénétration de la colle.

DENTSPLY) is highly recommended to avoid contamination of the post surface.

On the market, three adhesive systems are available:

1) Adhesive resins without bonding properties requiring etching and coupling agents.

They are microfilled or microhybrid dimethacrylate dental composite resins.

Bonding will be obtained with the use of various adhesive systems (Duolink®, BISICO; Multilink Automix®, IVOCLAR VIVADENT; RelyX ARC®, 3M ESPE) which act as a sealed interface between tooth tissues and restorative materials and cementing agents.

Two categories can be distinguished : adhesives requiring preliminary etching then rinsing (etch-and-rinse systems) and self-etching systems. Light-cure adhesives (3-step etch-and-rinse, 2-step self-etch and some 1-step self-etch) are not indicated for intraradicular bonding. Only dual-cure adhesives (2-step etch-and-rinse and certain 1-step self-etch) can be used (**Table 1**).

2) Adhesive resins with bonding properties containing reactive monomers.

They are intrinsically adhesive resins containing reactive groups ; such as functional carboxylic monomer, 4-META (Super-Bond C&B®, SUN MEDICAL; Chemiace II®, SUN MEDICAL) or phosphate monomer groups (Panavia 21® or F2.0®, KURARAY).

3) Self-adhesive resins.

They are filled dimethacrylate resins containing, in a single material, all the elements necessary for bonding. The specificities of these materials are self-etching property, viscosity and high filler content. These resins are all dual-cure (RelyX-Unicem®, 3M ESPE; Maxcem Elite®, KERR HAWE; TotalCem®, ITENA; G-Cem®, GC; SmartCem 2®, DENTSPLY; Bifix®, VOCO; Biscem®, BISICO; Breeze®, PENTRON CLINICAL; Speed Cem®, IVOCLAR VIVADENT; Clearfil SA Cement®, KURARAY; Lamel®, NORDIN).

No specific surface preparation for bonding is required. The formulation of these systems includes an aqueous mixture of acid monomers (phosphate esters or carboxylic acids) with hydrophilic monomers (hydroxy-ethyl methacrylate, HEMA) allowing simultaneous demineralization and resin penetration.



COLLES SANS PROPRIÉTÉS ADHÉSIVES NÉCESSITANT UN MORDANÇAGE ET L'UTILISATION D'AGENTS DE COUPLAGE.

Tableau 1

GÉNÉRATION	SYSTÈME	ÉTAPES : MORDANÇAGE - PRIMER - RÉSINE ADHÉSIVE			PHOTO OU DUAL	COLLAGE TENON
IV ^e	M&R3	M	P	RA	PHOTO	NON
V ^e	M&R2	M	P + RA		DUAL	OUI
VI ^e	SAM2	M + P	RA		PHOTO	NON
VII ^e	SAM1	M + P + RA			DUAL	OUI
VII ^e	SAM1	M + P + RA			PHOTO	NON

{Produits - MARQUES}

IV ^e	{Adper Scotchbond Multi-purpose - 3M ESPE} {Optibond FL - KERR}
V ^e	{Excite DSC - IVOCAR VIVADENT} {DentinBond DualCure Activator - KOMET} {XP Bond + SelfCure Activator - DENTSPLY} {Prime&Bond NT + SC Activator - DENTSPLY} {Scotchbond 7535 - 3M ESPE}
VI ^e	{AdheSE - IVOCAR VIVADENT} {Adper Scotchbond SE - 3M ESPE} {Quick Bond - ITENA}
VII ^e	{Iperbond + Iperbond Activator - ITENA} {Futurabond DC - VOCO}
VII ^e	{Xeno III - DENTSPLY} {Clearfil S3 Bond - KURARAY} {AdheSE One Vivapen - IVOCAR VIVADENT} {Adper Easybond - 3M ESPE}

ADHESIVE RESINS WITHOUT BONDING PROPERTIES REQUIRING ETCHING AND COUPLING AGENTS.

Table 1

GENERATION	SYSTEM	STEPS: ETCHING - PRIMER - ADHESIVE RESIN			LIGHT OR DUAL CURE	POST BONDING
IV ^e	3 STEP ETCH & RINSE	E	P	AR	LIGHT	NO
V ^e	2 STEP ETCH & RINSE	E	P +	AR	DUAL	YES
VI ^e	2 STEP SELF ETCH	E +	P	AR	LIGHT	NO
VII ^e	1 STEP SELF ETCH	E +	P +	AR	DUAL	YES
VII ^e	1 STEP SELF ETCH	E +	P +	AR	LIGHT	NO

{Products - MANUFACTURERS}

IV ^e	{Adper Scotchbond Multi-purpose - 3M ESPE} {Optibond FL - KERR}
V ^e	{Excite DSC - IVOCCLAR VIVADENT} {DentinBond DualCure Activator - KOMET} {XP Bond + SelfCure Activator - DENTSPLY} {Prime&Bond NT + SC Activator - DENTSPLY} {Scotchbond 7535 - 3M ESPE}
VI ^e	{AdheSE - IVOCCLAR VIVADENT} {Adper Scotchbond SE - 3M ESPE} {Quick Bond - ITENA}
VII ^e	{Iperbond + Iperbond Activator - ITENA} {Futurabond DC - VOCO}
VII ^e	{Xeno III - DENTSPLY} {Clearfil S3 Bond - KURARAY} {AdheSE One Vivapen - IVOCCLAR VIVADENT} {Adper Easybond - 3M ESPE}



Choix du système adhésif

Il a été montré que les systèmes adhésifs à 3 étapes montrent des valeurs d'adhésion supérieures à celles des systèmes à 2 étapes (Goracci et coll., 2005 (b) ; Pirani et coll., 2005). Toutefois, les systèmes adhésifs à 3 étapes sont uniquement photopolymérisables et ne peuvent être utilisés que pour le collage amélo-dentinaire coronaire. Pour le collage intra canalaire, il est préférable d'utiliser un adhésif qui nécessite un mordantage préalable. Ceci permet d'éliminer toute trace d'eugénol qui pourrait inhiber la polymérisation de la colle. De plus, les adhésifs automordants réalisent moins de brides de résine au niveau des tubules dentinaires. Toutefois, de récentes études ont montré que la colle auto-adhésive RelyX-Unicem® (3M ESPE) pouvait présenter des valeurs de résistance à l'arrachement comparables voire supérieures aux systèmes adhésifs en 3 étapes et bien meilleures que les systèmes automordants, bien que le nombre de brides de résine, paradoxalement, soit plus faible (Amaral et coll., 2009 ; Bitter et coll., 2009). La nature des liaisons chimiques intermoléculaires entre l'hydroxyapatite et le système adhésif serait peut-être plus déterminante pour l'adhésion que le microclavetage (capacité de matériau à pénétrer dans les tubules dentinaires et à former des brides de résine). Ces colles auto-adhésives, présentent également l'avantage de simplifier le protocole de mise en œuvre, limitant de ce fait, le risque d'erreur opératoire. Pour optimiser le succès d'une RMIPP à tenon fibré, un strict respect de la méthodologie de mise en œuvre et de la procédure d'assemblage des différents matériaux reste indispensable.

Protocole opératoire de réalisation d'une RMIPP à tenon fibré.

Elle se déroule en plusieurs étapes :

- 1) La **radiographie** pré-opératoire. Elle nous renseigne sur la morphologie canalaire et permet de déterminer la longueur du logement du tenon et son diamètre (**figures 3 a et b**). Le diamètre minimal disponible à la pointe du tenon est actuellement de 50/100.
- 2) La pose d'un **champ opératoire** étanche est indispensable (**figure 4**).
- 3) Le retrait de l'obturation provisoire et le **forage** canalaire (**figure 5**).
Le logement canalaire est réalisé par le passage de forets

Choice of adhesive system

It was shown that 3-step adhesive systems possess bonding strength superior to those of 2-step systems (Goracci et al., 2005 (b) ; Pirani et al., 2005). However, 3-step adhesive systems are uniquely light-cure and can be used only for coronal enamel-dentin bonding.

For intraradicular bonding, an adhesive requiring preliminary etching is preferred. Any trace of eugenol which could inhibit resin polymerization can be then eliminated. Furthermore, self-etch adhesives create fewer resin tags in dentinal tubules.

However, recent studies showed that a self-adhesive resin, RelyX-Unicem® (3M ESPE) presented pullout strength values comparable even superior to 3-step adhesive systems and much better than self-etch systems, although fewer resin tags were paradoxically observed (Amaral et al., 2009 ; Bitter et al., 2009).

The nature of intermolecular chemical links between hydroxyapatites and the adhesive system would be more determining for bonding than the capacity of material to penetrate into dental tubules and form resin tags.

These self-adhesive resins with simplified operative protocol can reduce the operating error risk. To optimize the success of a fiber post reconstruction, operative methodology and cementation procedure of different materials must be strictly respected.

Operative protocol of fiber post reconstructions.

Several steps should be followed:

- 1) Preoperative **radiography** provides information on root canal morphology so that the intraradicular length for the post and its diameter can be determined (**figures 3 a and b**). The minimal diameter at the post tip presently available is 50/100.
- 2) The placement of a sealed **operative field** is indispensable (**figure 4**).
- 3) Removal of temporary filling and **canal space preparation** (**figure 5**).
The intraradicular post space is performed by drilling

Largo n° 1 (7/10 mm de diamètre) et n°2 (9/10 mm de diamètre) pour retirer le matériau d'obturation endodontique suivi du passage du foret de calibrage correspondant au type et au diamètre du tenon choisi. Une radiographie foret en place est effectuée pour contrôler l'axe et la profondeur du forage. Pour éliminer complètement les matériaux d'obturation endodontique qui pourraient subsister après le forage du logement canalaire, l'utilisation d'inserts ultra sonores et d'aides visuelles (loupes, microscope) se révèle précieuse.

the canal with Largo drill n° 1 (7/10 mm in diameter) and n° 2 (9/10 mm in diameter) to remove endodontic obturation material followed by the size-matched drill corresponding to the type and diameter of the chosen post. A radiography with a drill in place is made to control the drilling axis and depth. For a complete removal of possible remaining endodontic obturation material after root canal drilling, ultrasonic tips and visual aids (magnifying glasses, microscope) may be useful.



Figure 3a : radiographie pré-opératoire de la 27.
La 25 doit être extraite (fêlure verticale).
Pre-operative radiography.
Tooth 25 must be removed (vertical fracture).



Figure 3b : le retraitement endodontique de la 27 est réalisé.
Retreatment of tooth 27 is performed.



Figure 4 : pose du champ opératoire.
Stabilisation du crampon à l'aide d'un CVI fluide Photopolymérisable.
Placement of an operative field.
Sealing around the cramp with a fluid light-cure GIC.

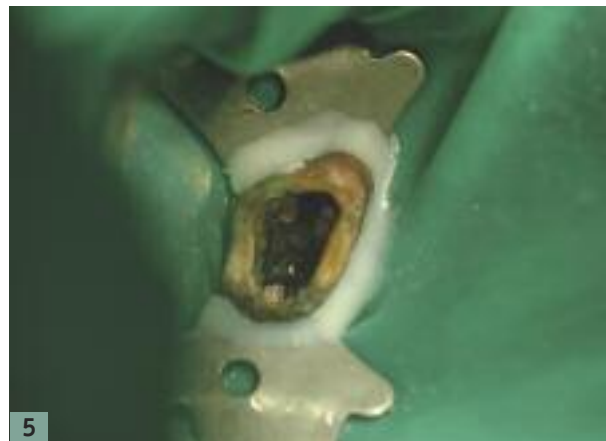


Figure 5 : retrait de l'obturation provisoire.
Removal of the temporary filling.

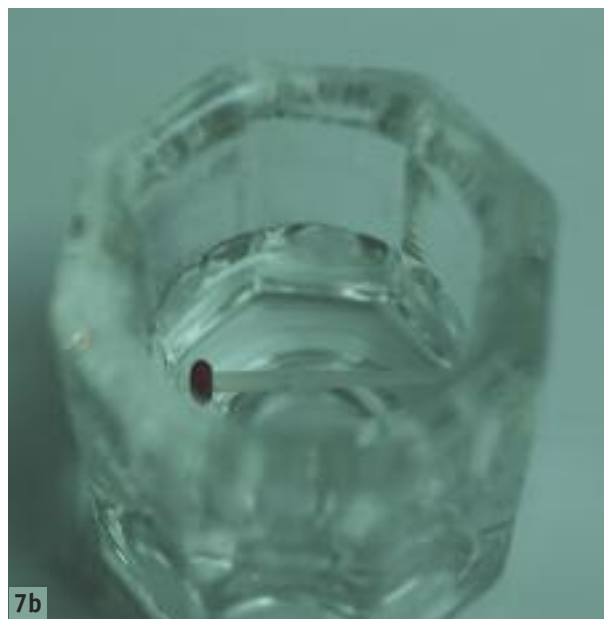


Figure 6 : réalisation du logement canalaire et essai du tenon.
Canal space preparation and try-in of the post.



Figure 7a : pré-découpe du tenon fibré (DT light post®).
Pre-cutting the fiber post (DT light post®).

Figure 7b : nettoyage du tenon dans l'alcool.
Cleaning the post in alcohol.



4) L'essai du tenon

Le tenon est inséré dans le canal afin de contrôler sa bonne insertion et de déterminer la longueur de la partie intra coronaire (**figure 6**). Puis, le tenon est sectionné à l'aide d'un disque diamanté. Ou bien, il peut être intéressant de « pré-découper » le tenon, pour faciliter sa préhension lors du collage, les quelques fibres restantes seront facilement rompues par pression latérale après le collage (**figure 7a**). Le tenon est ensuite plongé dans l'alcool (**figure 7b**).

4) Try-in of the post

The post is inserted into the canal to control its proper insertion and determine its intraradicular length (**figure 6**). The post is sectioned with a diamond disk. It can be "pre-cut" to facilitate its holding during bonding (**figure 7a**) so that the part upper to the pre-cut mark will be easily broken by bending after bonding. The post is then dipped into alcohol (**figure 7b**).



Figure 8 : le tenon est silané (Monobond S®, IVOVLAR VIVADENT, 1 min).
The post surface is applied with silane (Monobond S®, IVOVLAR VIVADENT, 1 min).

5) Le conditionnement du tenon

La surface du tenon peut être traitée comme cité précédemment (mordançage), puis le tenon est recouvert d'une couche de silane, laissé en attente 1 minute puis séché et réservé pour le collage final (**figure 8**). Il existe également des tenons prêts à l'emploi dont la surface a été préparée par procédé industriel (DT Light SL®, DENTSPLY).

6) Le conditionnement des tissus dentaires

Le mordançage est réalisé par un gel d'acide phosphorique à 37 %, tout d'abord sur l'émail périphérique, s'il existe, pendant 30 secondes puis sur la dentine pendant 15 secondes (**figure 9**).

L'acide phosphorique est soigneusement rincé de façon à ne laisser aucune trace d'acide dans le logement canalaire. Une seringue à usage endodontique peut être utilisée pour faciliter le rinçage de la partie apicale du logement. La partie coronaire est séchée à l'aide de la seringue à air. Le logement canalaire est ensuite séché avec des pointes de papier. C'est un séchage doux qui ne doit en aucun cas déshydrater la dentine.

Dans le cas de l'utilisation d'un adhésif M&R2 dual (ex : XP Bond® associés au Self Cure Activator®, DENTSPLY), l'adhésif est appliqué à l'aide d'une Microbrush® selon une technique de brossage, dans le logement canalaire pendant au moins 15 secondes, puis sur la dentine et l'émail coronaire. Il est étalé à l'aide de la seringue à air et les excès intra canaux sont absorbés à l'aide d'une pointe de papier. L'utilisation de la Microbrush® permet une meilleure pénétration de l'adhésif le long du logement canalaire comparativement aux pinces conventionnelles.

Le composite de collage est injecté dans le logement canalaire, le tenon est également enduit de colle puis



Figure 9 : mordançage total canalaire et coronaire.
Intraradicular and coronal etching.

5) Conditioning of the post

The post surface can be treated with etching as previously described then coated with silane, left for 1 minute, dried and reserved for final bonding (**figure 8**). There are also ready-prepared posts whose surface has been industrially prepared (DT Light SL®, DENTSPLY).

6) Conditioning of tooth tissues

Etching is firstly performed with 37% phosphoric acid gel on peripheral enamel then dentin for 30 and 15 seconds respectively (**figure 9**).

Phosphoric acid is carefully rinsed that no acid should remain in the post space. An endodontic needle can be used to facilitate rinsing of the apical part of the post space. The coronal part is dried with an air syringe. A gentle drying of the post space is then performed with paper points. Dehydrating dentin must be avoided.

When a dual 2-step etch-and-rinse adhesive is used (ex: XP Bond® associated to Self-Cure Activator®, DENTSPLY), the adhesive is applied with a Microbrush® in the prepared post space for at least 15 seconds, then on coronal enamel and dentin. It is air-spread with an air syringe and intraradicular excess is absorbed with a paper point. The use of Microbrush® allows a better penetration of the adhesive along the post space compared with conventional brushes.

The luting composite is injected in the post space. The post is also coated with resin then slowly inserted into the canal. Light curing is performed in 2 steps: 3-second light curing with a soft intensity to gelate the resin and



Figure 10a : application de la colle auto-adhésive (SmartCem 2®, DENTSPLY) sur le tenon.
Application of self-adhesive resin (SmartCem 2®, DENTSPLY) on the post.



Figure 11 : tenon collé, retrait des excès de colle à l'entrée canalaire et application de l'adhésif au niveau coronaire : notez l'aspect brillant de la dentine coronaire.
Bonded post, removal of resin excess at the canal entrance and application of the adhesive at the coronal level: the shiny surface of corneal dentin is noted.

Figure 10b : injection de SmartCem 2® dans le logement canalaire.
Injection of SmartCem 2® in the canal space.

inséré lentement dans le canal. La photopolymérisation s'effectue en 2 temps : photopolymérisation de 3 secondes avec une intensité « soft », pour gélifier la colle et permettre un retrait facile des excès, suivie d'une photopolymérisation de 40 secondes (**figures 10a et 10b**). En cas d'utilisation d'une colle aux propriétés auto-adhésives, l'application de l'adhésif au niveau coronaire est réalisée après collage du tenon (**Figure 11**).

7) Le composite de reconstitution

- Dans le cas d'une technique « foulée », le composite de reconstitution photopolymérisable est monté par incréments dans la partie coronaire.
- Dans le cas d'une technique injectée, le composite microhybride est injecté dans le canal, le tenon est inséré et la partie coronaire est remplie dans le même temps : c'est la technique injectée en **un seul temps**. Un seul matériau est nécessaire pour réaliser le collage canalaire et la reconstitution coronaire. Toutefois, avec cette technique, la polymérisation du composite de collage intracanaire est essentiellement chimique, l'absorption des photons au niveau canalaire étant très réduite.

the excess can be removed, followed by a 40-second light curing (**figures 10a and 10b**).

If a self-adhesive resin is used, the application of the resin on the coronal part is performed after bonding of the post (**figure 11**).

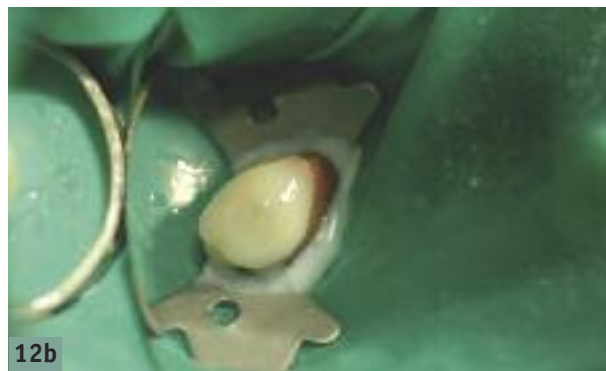
7) Restorative composite

- For a "condensed" technique, light-cure restorative composite is placed by increment in the coronal part.

- For an injected technique, microhybrid composite is injected in the canal space, the post is inserted and the coronal part is filled simultaneously: a **one-shot injected technique**. A single material is needed for canal bonding and coronal reconstruction. However, with this technique, the polymerization of the composite used for intraradicular bonding must be chemical since photon absorption in the root canal is highly reduced.



12a



12b

Figures 12a et 12b : injection du composite restauration coronaire (Multicore Flow, IVOCLAR VIVADENT).

Injection of coronal composite

(Multicore Flow, IVOCLAR VIVADENT).

Si une colle autoadhésive est utilisée, après le collage du tenon, le composite de reconstitution dual est injecté (**figures 12a et 12b**) : c'est la technique injectée en **deux temps**. Une matrice métallique ou en polycarbonate peut être également ajustée au niveau des limites cervicales de la préparation pour faciliter la mise en place du composite de reconstitution.

If a self-adhesive resin is used, after bonding of the post, a dual-cure restorative composite is injected (**figures 12a and 12b**): a **two-step injected technique**. A metallic or polycarbonate matrix can be also placed and adjusted at the cervical margins of the preparation to facilitate placement of restorative composite.



13

Figure 13 : préparation périphérique.

Full crown preparation.

8) La **préparation périphérique** du moignon (**figure 13**).

8) **Peripheral preparation** of the core (**figure 13**).



Figure 14 : réalisation de la couronne provisoire.
Fabrication of a provisional crown.



Figure 15 : radiographie de contrôle de la RMIPP.
Control radiography of the fiber post reconstruction.

9) La confection de la **coiffe provisoire (figure 14)** et l'empreinte pour la coiffe prothétique peuvent être réalisées au cours de la même séance.

10) La **radiographie** post-opératoire [facultative et « selon nécessité » (NGAP - Nomenclature Générale des Actes Professionnels) de contrôle est effectuée (**figure 15**).

Dans le cas de l'utilisation des colles auto-adhésives pour le collage du tenon, le protocole de collage est simplifié mais la restauration de la partie coronaire nécessite l'usage d'un adhésif et d'un composite, ce qui multiplie le nombre de produits. Il serait intéressant de disposer dans le futur, de composites de collage auto-adhésifs, possédant des valeurs de résistance mécanique suffisantes pour être utilisés également comme composite de reconstitution.

Il n'existe donc pas un protocole opératoire unique. Ce dernier est fonction des matériaux de collage utilisés. C'est pourquoi, il est impératif de suivre scrupuleusement les instructions du fabricant.

9) Fabrication of **temporary crown (figure 14)** and impression-taking for the final prosthetic crown can be performed in the same session.

10) Controlled post-operative **radiography** [optional and "according to the need" (GNPA - General Nomenclature of Professional Acts) is made (**figure 15**).

When self-adhesive resins are used for bonding the post, the bonding protocol is simplified. The coronal part is however restored with a composite and another adhesive system resulting in several products to be used for this reconstruction. Self-adhesive bonding composites possessing sufficient mechanical resistance may be developed to be used also as coronal composite core.

There is thus no unique operative protocol since it depends on chosen materials for bonding. It is therefore imperative that the manufacturers' instructions must be rigorously followed.

Conclusion

Les RMIPP à tenon fibré, grâce à l'amélioration de la performance des systèmes adhésifs sont aujourd'hui fiables et bénéficient d'un protocole reproductible. Elles doivent donc faire partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste pour la restauration des dents dépulpées. Ce type de reconstitution s'inscrit dans le cadre de la dentisterie adhésive, moins invasive et plus respectueuse des tissus dentaires résiduels. De plus, les tenons en fibres de verre, dont le module d'élasticité est proche de la dentine, sont une alternative intéressante aux ancrages radiculaires métalliques souvent trop rigides et responsables de fractures radiculaires fréquemment fatales. Une RCR fibrée peut se décoller mais la racine sera souvent préservée, une RCR coulée peut fracturer la racine avant d'engendrer un descellement.

À l'heure actuelle, le collage des tenons semble s'orienter vers l'utilisation de composites de collage autoadhésifs automordançants « all in one », plus faciles d'emploi. Toutefois, le choix du type de reconstitution doit être posé à la suite d'une analyse rigoureuse de la situation clinique. Il ne s'agit en aucun cas d'appliquer une thérapeutique unique à l'ensemble des situations cliniques, mais bien de choisir la solution technique la mieux adaptée au cas clinique dans le cadre d'un traitement global.

Due to an improved performance of adhesive systems, fiber post reconstructions are now reliable and present a reproducible protocol. They must be part of treatment armamentarium to restore endodontically treated teeth. This type of reconstruction as part of adhesive dentistry is less invasive and respectful to remaining tooth tissues. Furthermore, glass fiber posts whose module of elasticity is close to that of dentin are an interesting alternative to metal posts which are often too rigid and responsible for root fractures frequently fatal. A fiber post reconstruction can become loose but the root will be often conserved, while a cast post and core can fracture the root before dislodgement.

At present, easy-of-use "all in one" self-etch and self-adhesive composites are often used for bonding posts. However, the choice of reconstruction type must be determined following to a careful analysis of the clinical situation. There is no unique treatment that fits to all clinical situations. A selected treatment should be a technical solution the best adapted to each clinical case.

Traduction : Ngampis SIX

Demande de tirés-à-part :

Patricia BATAILLON-LINEZ, Faculté d'Odontologie, Place de Verdun, 59000 LILLE.

ACADEMIE NATIONALE DE CHIRURGIE DENTAIRE.
Rapport sur l'utilisation des reconstitutions coronaires
prothétiques à ancrage radiculaire. *Bull Acad Nat Chir Dent*
2005;**48**:179-185. Cat. 1

ADANIR N., BELLI S.
Evaluation of different post lengths' effect on fracture
resistance of glass fiber post system. *Eur J Dent*
2008;**2**(1):23-28. Cat. 2

AMARAL M., SANTINI M.F., WANDSCHER V.,
AMARAL R., VALANDRO L.F.
An in vitro comparison of different cementation strategies on
the pull-out strength of a glass fiber post. *Oper Dent*
2009;**34**(4):443-454. Cat. 2

ANAE S
Reconstitutions coronaires préprothétiques coulées et insérées
en phases plastiques, indications et contre-indications.
Inform dent (Paris) 2004;**42**:2971-2974. Cat. 1

BALBOSH A., KERN M.
Effect of surface treatment on retention of glass-fiber
endodontic posts. *J Prosth Dent* 2006;**95**:218-223. Cat. 2

BITTER K., PARIS S., PFUERTNER C., NEUMANN K.,
KIELBASSA A.M.
Morphological and bond strength evaluation of different
resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*
2009;**117**(3):326-333. Cat. 2

CAPLAN D.J., CAI J., YIN G., WHITE B.A.
Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a
retrospective comparison of survival times. *J Pub Health*
Dent 2005;**65**(2):90-96. Cat. 1

CHEYLAN J.M., ARCHIEN C.
Biocompatibilité des métaux, alliages, et céramiques
dentaires. *Réal clin* 2005;**16**(2):169-186. Cat. 3

DIAS L.L., GIOVANI A.R., SILVA SOUSA Y.T., VANSAN
L.P., ALFREDO E., SOUSA-NETO M.D., PAULINO S.M.
Effect of eugenol - based endodontic sealer on the adhesion
of intraradicular posts cemented after different periods.
J Appl Oral Sci 2009;**17**(6):579-583. Cat. 2

DEGRANGE M., CHEYLAN J.M., SAMAMA Y.
Prosthodontics of the future : cementing or bonding in
adhesion : the silent revolution in dentistry. In: *Roulet JF,*
Degrange M., eds. Chicago. Quintes 2000;277-301. Cat. 3

DEJOU J., LABORDE G., CAMPS J., LEVALLOIS B.
Comportement biomécanique de la dent dépulpeée. *Réal Clin*
1990;**1**(2):185-194. Cat. 1

DIETSCHI D., DUC O., KREJCI I., SADAN A.
Biomechanical considerations for the restoration of
endodontically treated teeth : a systematic review of the
literature, part I. Composition and micro- and macrostructure
alterations. *Quintes Int* 2007;**38**(9):733-743. Cat. 1

DIETSCHI D., DUC O., KREJCI I., SADAN A.
Biomechanical considerations for the restoration of endodontically
treated teeth: a systematic review of the literature, part II
(evaluation of fatigue behaviour, interfaces, and in vivo
studies). *Quintes Int* 2008;**39**(2):117-129. Cat. 1

ERDEMIR A., ARI H., GUNGUNES H., BELLI S.
Effect of medications for root canal treatment on bonding to
root canal dentin. *J Endo* 2004;**30**(2):113-116. Cat. 2

FOXTON R.M., NAKAJIMA M., TAGAMI J., MIURA H.
Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal
dentin. *Oper Dent* 2003;**28**(5):543-551. Cat. 2

GIOVANNI A.R., VANSAN L.P., DE SOUSA NETO M.D.,
PAULINO S.M.
In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts
with different lengths. *J Prosth Dent* 2009;**101**(3):183-188.
Cat. 2

GORACCI C., RAFFAELLI O., MONTICELLI F.,
BALLERI B. (a)
The adhesion between prefabricated FRC posts and
composite resin cores : microtensile bond strength with and
without post-silanization. *Dent Mat* 2005;**21**:437-444. Cat. 2

GORRACCI C., SADEK F.T., TAY F.R., FERRARI M. (b)
Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular
dentin. *Oper Dent* 2005;**30**(5):627-635. Cat. 2

GUASTALLA O., SANGARE A., ALLARD Y.
Les reconstructions coronoradiculaires : problèmes mécaniques et
solutions. *Strat Proth* 2006;**6**(2):121-130. Cat. 2

JANATI A.I., YAMANI A.E., EL BERNOUSSI J.
Tenons en fibres de quartz et RCR esthétiques. *Act Odont*
Stomat 2008;**24**(1): 7-21. Cat. 1

KISHEN A., KUMAR G.V., CHEN N.N.
Stress-strain response in human dentine: rethinking fracture
predilection in postcore restored teeth. *Dent Traumat*
2004;**20**(2):90-100. Cat. 2

MAZZITELLI C., FERRARI M., TOLEDANO M.,
OSORIO E., MONTICELLI F., OSORIO R.
Surface roughness analysis of fiber post conditioning
processes. *J Dent Res* 2008;**87**(2):186-190. Cat. 2

MENDOZA D.B., EAKLE W.S., KAHL E.A., HO R.
Root reinforcement with bonded preformed post. *J Prosth*
Dent 1997;**78**:10-15. Cat. 2

METZGER Z., ABRAMOVITZ I., ABRAMOVITZ L.,
TAGGER M.
Correlation between remaining length of root canal filling
after immediate post space preparation and coronal leakage.
J Endo 2000;**26**:724-728. Cat. 2

NEWMAN M.P., YAMAN P., DENNISON J., RAFTER M.
Fracture resistance of endodontically treated teeth restored
with composite posts. *J Prosth Dent* 2003;**89**:360-367. Cat. 2

PEREIRA J.R., DE ORNELAS F., CONTI P.C., DO VALLE A.L.
Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of
endodontically treated teeth restored with prefabricated posts.
J Prosth Dent 2006;**95**(1):50-54. Cat. 2

PEREZ F., SCHOUMACHER M., PELI J.F.
Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals:
stainless steel ENDOfash and nickel-titanium HERO shaper.
Int Endo J, 2005;**38**(9):637-644. Cat. 2



PERTOT W., MACHTOU P.

L'étanchéité coronaire: un facteur de réussite du traitement endodontique. *Cah de Proth* 2001;**116**: 21-28. Cat. 3

PIERRISNARD I., BOHIN F., RENAULT P., BARQUINS M.

Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. *J Prosth Dent* 2002;**88**(4):442-448. Cat. 2

PIRANI C., CHERSONI S., FOSCHI F., PIANA G.

Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *J Endo* 2005;**31**(12): 891-894. Cat. 2

PIWOWARCZYK A., LAUER HC., SORENSEN JA.

In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J Prosth Dent* 2004;**92**:265-273. Cat. 2

PLOTINO G., GRANDE NM., BEDINI R., PAMEIJER SH., SOMMA F.

Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater* 2007;**23**(9):1125-1135. Cat. 2

REEH E., MESSER H., DOUGLAS W.

Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endo* 1989;**15**(11):512-516. Cat. 2

RIVERA E., YAMAUCHI M.

Dentin collagen cross link of root-filled and normal teeth. *J Endo* 1990;**16**:190. Cat. 2

SCHWARTZ R.S., DAVIS R.D., HILTON T.J.

Effect of temporary cements on the bond strength of a resin cement. *Amer J Dent* 1992;**5**:147-150. Cat. 2

SEDGLEY C.M., MESSER M.M.

Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endo* 1992;**18**(7):332-335. Cat. 2

SERAFINO C., GALLINA G., CUMBO E., FERRARI M.

Surface debris of canal walls after walls post space preparation in endodontically treated teeth : a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad Endo* 2004;**97** (3):381-387. Cat. 2

SILVA N.R., CASTRO C.G., SANTOS-FILHO P.C., SILVA G.R., CAMPOS R.E., SOARES P.V., SOARES C.J.

Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor : finite element analysis. *Indian J Dent Res* 2009;**20**(2):153-158. Cat. 2

THIAM A., DIEMER F., COLIN L., CALAS P.

Le collage: alternative à la pose d'un ancrage radiculaire. *Clinic* 2005;**26**(4):174-179. Cat. 3

TJAN A.H.L., GRANT B.E., DUNN J.R.

Microleakage of composite resin cores treated with various dentine bonding systems. *J Prosth Dent* 1991;**66**:24-29, Cat. 2

VALANDRO LF., FILHO O., VALERA MC., DE ARAUJO M.

The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adh Dent* 2005;**7**(4):331-336. Cat. 2

