

Apports d'une résine (4-META/MMA-TBB) aux protocoles chirurgicaux parodontaux (1^{re} partie)

Cet article est le premier d'une série de deux. Il est consacré à l'utilisation de la résine 4-META/MMA-TBB en parodontologie. Le second traitera de son application en implantologie.

Le but de cette première partie est de montrer, au travers de quatre applications cliniques, l'apport de cette résine adhésive sur les substrats parodontaux et dentaires dans un environnement contaminé et humide. Cette résine, très faiblement cytotoxique et produisant un haut degré de polymérisation, est dotée d'une biocompatibilité élevée après prise complète.



Gérard AOUATE

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Expert près la Cour d'Appel de Paris

41 rue Étienne Marcel
75001 Paris

Les modes opératoires et l'attitude du clinicien vis-à-vis des tissus dentaires ont foncièrement changé les fondements de la dentisterie qui est passée de l'âge de la dentisterie mécanique à celui de la dentisterie adhésive.

Cette nouvelle dentisterie a permis une pratique plus respectueuse de l'environnement tissulaire, plus génératrice de succès dans l'esthétique dentaire par la connaissance plus éclairée et plus fine de la compréhension des mécanismes impliqués dans l'adhésion aux tissus (émail et dentine), aux métaux ou aux porcelaines.

Parmi ces produits dits de collage, une résine adhésive, le 4-META/MMA-TBB (*4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride/methyl methacrylate-tri-n-butyl borane*) est, depuis près de 30 ans en situation clinique, un matériau polyvalent. Plusieurs études ont mis en évi-

dence ses propriétés hautement adhésives à l'émail [1], à la dentine [1], au ciment [2, 3] et à l'os [4, 5] ainsi que sa relative biocompatibilité avec le complexe dentino-pulpaire [6, 7] et les tissus parodontaux [8].

Le Super-Bond C & B (Sun Médical, distribué par Generique International) est classé parmi les résines adhésives. Cette résine adhésive est pourvue d'un comportement viscoélastique offrant ainsi une capacité de relaxation des contraintes. À partir de ces résultats, le 4-META/MMA-TBB a montré certaines capacités lors de la cicatrisation muqueuse [9] ou en tant que pansement à la suite de chirurgies parodontales ou d'autotransplantations dentaires [10]. Les propriétés de ce matériau se sont avérées être des avantages dans des applications telles que le coiffage pulpaire direct [11], le traite-

ment des racines dentaires fracturées [12] et la chirurgie parodontale, là où des résines dépourvues de ces attributs n'ont pas produit les effets attendus dans des conditions opératoires où la contamination et la difficulté à maintenir un état de siccité sont la règle. *A contrario*, le 4-META/MMA-TBB voit la valeur de sa force d'adhésion rester intacte sur de la dentine imprégnée de sang et augmenter sur ce même tissu s'il est contaminé [13].

La capacité de cette résine adhésive de produire une liaison efficace et durable dans des situations difficiles a incité cliniciens et auteurs à l'utiliser pour la chirurgie parodontale.

Vis-à-vis du tissu osseux, l'évaluation de l'adhésion a produit sur l'os *in vitro* des résultats remarquables avec une couche hybride, véritable manifestation du phénomène de collage de la résine adhésive à l'os, les ciments conven-

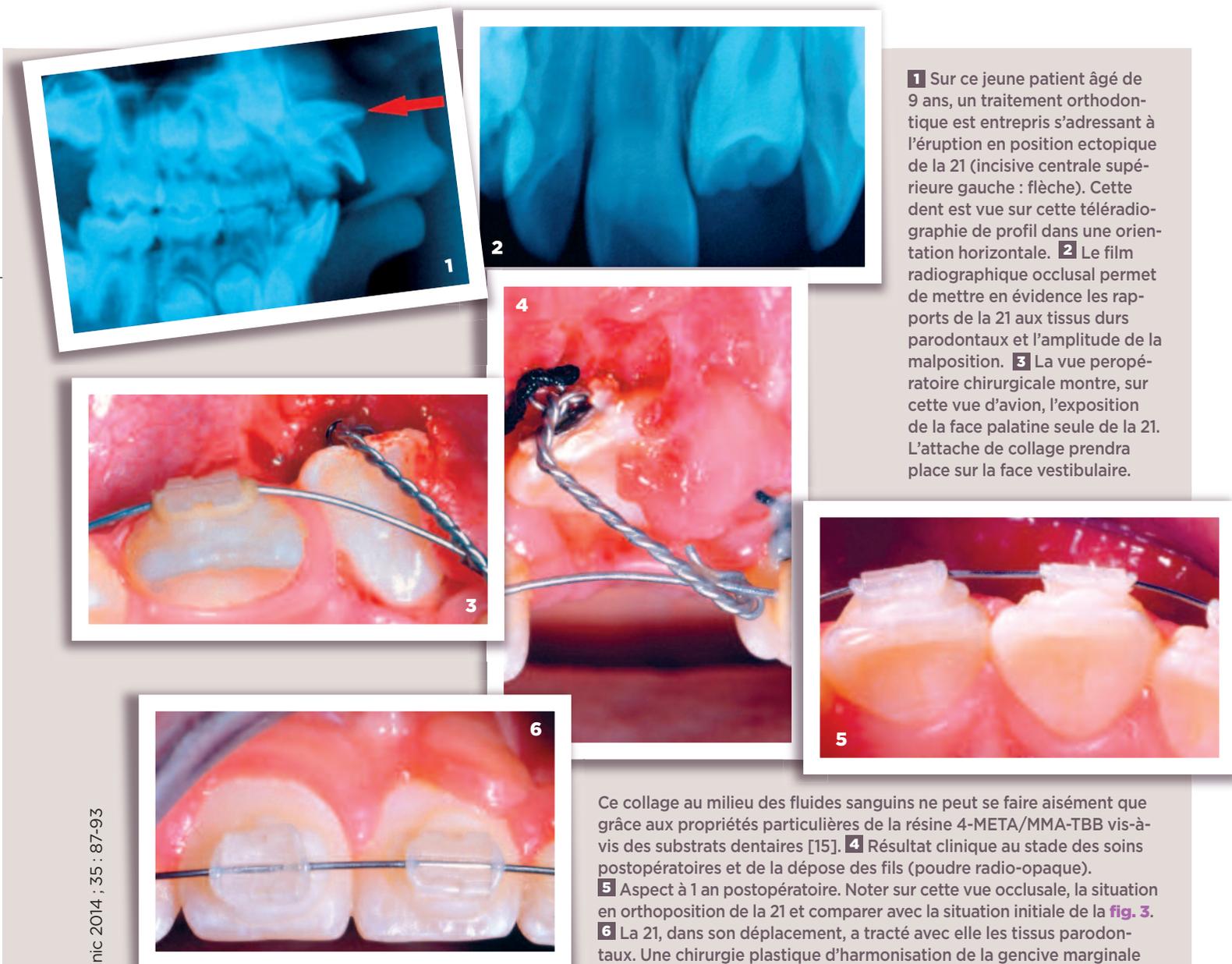
Parodontologie

tionnels n'ayant mis en évidence qu'une liaison de type fibreux [14].

Le matériau idéal considéré d'un point de vue chirurgical parodontal doit être doté des qualités suivantes : présenter une bonne tolérance dans un environnement humide, avoir des caractéristiques cytotoxiques très réduites, être non résorbable, bactériostatique, stable d'un point de vue dimensionnel, biocompatible, de manipulation aisée et rendre possible la réattache conjonctive.

Dégagement chirurgical d'une incisive centrale incluse et collage d'une attache orthodontique (fig. 1 à 6)

Un jeune patient âgé de 9 ans a engagé un traitement orthodontique s'adressant à l'éruption en position ectopique de la 21 (incisive centrale supérieure gauche). La téléradiographie de profil indique une orientation horizontale de l'incisive en position



1 Sur ce jeune patient âgé de 9 ans, un traitement orthodontique est entrepris s'adressant à l'éruption en position ectopique de la 21 (incisive centrale supérieure gauche : flèche). Cette dent est vue sur cette téléradiographie de profil dans une orientation horizontale. **2** Le film radiographique occlusal permet de mettre en évidence les rapports de la 21 aux tissus durs parodontaux et l'amplitude de la malposition. **3** La vue peropératoire chirurgicale montre, sur cette vue d'avion, l'exposition de la face palatine seule de la 21. L'attache de collage prendra place sur la face vestibulaire.

Ce collage au milieu des fluides sanguins ne peut se faire aisément que grâce aux propriétés particulières de la résine 4-META/MMA-TBB vis-à-vis des substrats dentaires [15]. **4** Résultat clinique au stade des soins postopératoires et de la dépose des fils (poudre radio-opaque). **5** Aspect à 1 an postopératoire. Noter sur cette vue occlusale, la situation en orthoposition de la 21 et comparer avec la situation initiale de la fig. 3. **6** La 21, dans son déplacement, a tracté avec elle les tissus parodontaux. Une chirurgie plastique d'harmonisation de la gencive marginale sera proposée aux parents du jeune patient.

haute dans le vestibule. D'autres problèmes coexistent et seront pris en charge par l'orthodontiste pour aboutir à une normoposition.

Le film radiographique occlusal permet d'objectiver les tissus durs parodontaux et l'amplitude de la malposition. La 21 subira une traction orthodontique orientée vers le bas et vers l'arrière. Après anesthésie, un lambeau d'épaisseur totale permet d'accéder à la 21 et d'exposer totalement sa face vestibulaire. Le bouton de collage prendra place sur la face vestibulaire. Cette attache, qui se présente comme une petite grille ronde munie d'une boucle, est collée en respectant le protocole de collage du Super-Bond C & B.

Le collage au milieu des fluides sanguins ne peut se faire aisément que grâce aux propriétés particulières de la résine 4-META/MMA-TBB vis-à-vis des substrats dentaires [14].

La qualité du collage est testée au bout de 6 minutes, durée qui correspond au temps de prise de la résine. La permanence de la fixation de l'attache est appréciée et confirmée au moment des soins postopératoires et de la dépose des fils. La poudre choisie est radio-opaque.

À 1 an postopératoire, l'examen clinique du jeune patient montre le parfait positionnement de l'incisive sur l'arcade. Les tissus parodontaux ont suivi la traction de la dent lors de son déplacement. L'absence d'harmonie du feston gingival entre les deux incisives centrales nécessitera une correction par une chirurgie plastique à visée esthétique proposée aux parents du jeune patient.

Dégagement chirurgical d'une canine incluse et collage d'une attache orthodontique

Cette procédure, c'est-à-dire la mise en place chirurgico-orthodontique, s'applique également lors d'un abord plus difficile qui est celui de l'abord palatin et qui correspond à la situation de la canine incluse dans près de 9 cas sur 10. Cette intervention est d'autant plus délicate que la dent incluse est en position haute, ce qui est souvent le cas des canines incluses en situation horizontale et apicale par rapport aux apex des dents adjacentes.

La résine 4-META/MMA-TBB permet, dans un site opératoire où l'hémostase est difficile à pratiquer, de coller une attache avec une grande sécurité, ce qui facilite aussi bien pour le praticien que pour le patient l'acte opératoire par rapport à une séquence d'actes comprenant un collage différé obligeant le patient à revenir pour une seconde séance. Lorsque la visibilité devient faible en rapport avec la situation intratissulaire profonde de la canine, la résine 4-META/MMA-TBB est une option de choix du fait de sa teinte (ici poudre opaque) et, surtout, du fait de ses propriétés viscoélastiques où le risque de fuite d'une de ses parties dans les tissus environnants est quasiment inexistant.

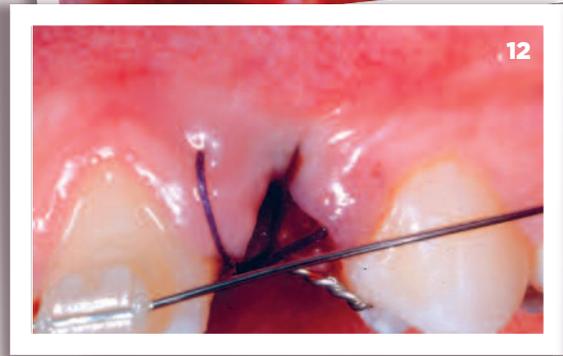
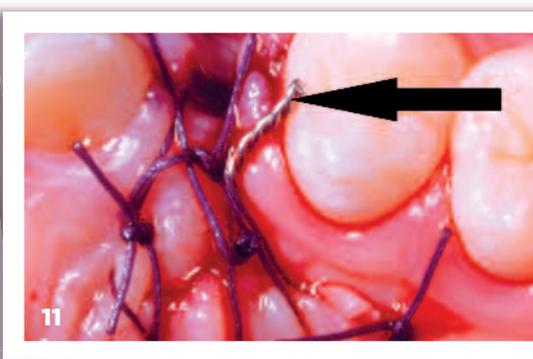
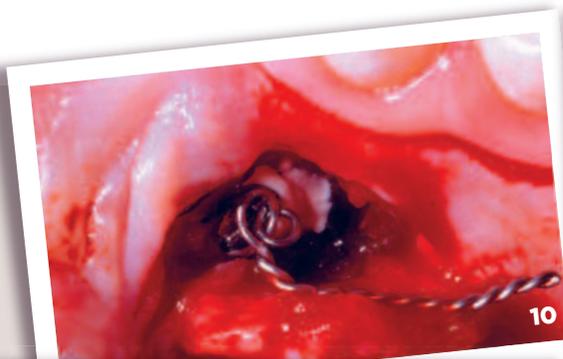
Ce jeune patient, âgé de 12 ans, présente une 23 incluse avec persistance de la 63. L'extraction de la 63 se fait au moment de l'accès chirurgical (fig. 7 à 14). ...



7 Sur ce jeune patient âgé de 12 ans, un traitement orthodontique va nécessiter l'extraction de la 63 (canine temporaire supérieure gauche), le dégagement chirurgical de la 23 (canine permanente supérieure gauche) puis sa mise en place par le praticien orthodontiste. Sur cette vue vestibulaire endobuccale, un arc a déjà été placé prenant appui sur la 22 (incisive latérale supérieure gauche). **8** La vue occlusale préopératoire laisse deviner la présence de la 23 par la seule proéminence muqueuse en palatin de la 63, confirmée par la radiographie. **9** La vue opératoire montre les conditions de collage à l'aide du Super-Bond C & B ou au contact du sang une attache (munie d'un toron) a été collée à même la surface coronaire de la 23.

Remarque : les dents sur l'arcade semblent présenter des colorations blanchâtres intrinsèques probablement liées à une fluorose, d'où l'importance d'avoir recours à une résine adhésive pour un collage qualitatif, le collage avec un matériau classique sur un émail fluorotique offrant des valeurs de résistance à la traction moins fortes que celles sur un émail non fluorotique.

Parodontologie



10 Le protocole est strictement respecté : d'abord l'utilisation de l'activateur rouge, puis l'application au pinceau du monomère activé sur la surface de l'émail, puis le Super-Bond C & B avec une poudre radio-opaque, préférentiellement, afin de pouvoir identifier dans une zone de faible accessibilité l'agent de collage si une recherche radiographique s'avérait nécessaire. **11** La 63 a été extraite et l'on discerne à la fin de l'intervention le toron (flèche) dont le passage est transmu-

queux. **12** Vue vestibulaire postopératoire à 8 jours au moment de la dépose des fils. Le toron est positionné non loin de l'arc. **13** La 23 sur l'arcade, après éruption forcée, au stade préfonctionnel est fixée sur le fil vestibulaire. L'orthodontiste a procédé au décollement de l'attache située en palatin de la canine permanente. Noter, cependant, la persistance de la résine 4-META/MMA-TBB très adhérente à l'émail 8 mois après l'intervention. **14** La canine (23) sur l'arcade en vue vestibulaire, à comparer avec la dent temporaire en place.

Protection et couverture de sites donneurs de greffons gingivaux

Les pansements parodontaux ont été introduits pour la première fois en 1923 quand Ward recommanda l'utilisation d'une pâte dérivée de l'eugénate. Depuis, nombreuses sont les propositions faites de pansements parodontaux, qui vont des plaques en résine en passant par les colles cyanoacrylates jusqu'aux ciments chirurgicaux (pack parodontal) seuls ou éventuellement en association avec des ligatures métalliques.

Les indications du pansement parodontal restent limitées actuellement aux chirurgies à lambeau avec repositionnement apical **[16]** où ils permettent de s'opposer initialement au déplacement des tissus mous en direction coronaire. Les greffes gingivales libres bénéficient éventuellement de l'utilisation de ces pansements parodontaux **[17]**.

Ainsi, malgré les avancées remarquables produites en chirurgie parodontale, les pansements parodontaux gardent toutes leurs indications. Il ne faut jamais oublier que ces produits seront en contact direct avec des tissus vivants et qu'ils ne devront pas en empêcher la cicatrisation normale.

La cytocompatibilité de divers pansements parodontaux couramment utilisés en chirurgie parodontale, étudiée en termes de réponses de cultures cellulaires sur une durée d'étude de 24 à 48 heures, a montré soit une biocompatibilité totale pour l'un d'eux soit, pour les autres, des réactions cytotoxiques modérées à sévères **[18]**.

Différentes propositions ont été faites, dont des sutures associées ou non à une colle tissulaire (Histoacryl®, B. Braun Medical SAS) ou des plaques palatines amovibles thermoformées ou en résine rose, les packs chirurgicaux ayant un pronostic de maintien faible dans le temps.

Une proposition consiste à utiliser de la résine 4-META/MMA-TBB qui, par son adhésion aux tissus durs dentaires et par son absence de nocivité sur les tissus mous, se maintiendra jusqu'à la séance des soins postopératoires dans des indications de protection de sites donneurs palatins.

La résine 4-META/MMA-TBB employée dans les procédures de régénération tissulaire guidée [19] a montré qu'elle pouvait apporter simplicité et fiabilité dans des procédures réputées difficiles et exigeantes. Dans ce protocole, la résine adhésive remplace les sutures suspendues en permettant l'adhésion de la membrane non résorbable ou de la membrane résorbable à l'émail dentaire, réalisant ainsi un véritable scellement, hermétique aux cellules épithéliales et favorisant l'action des cellules du ligament parodontal.

Tsuchiya *et al.* [20] ont étudié le comportement de l'attache épithéliale et de l'épithélium gingival chez le rat au contact direct de la résine 4-META/MMA-TBB après une gingivectomie. Leurs résultats indiquent que la résine ne semble ni affecter le rythme de la régénération ni la cicatrisation des tissus opérés. De plus, une adhésion semble exister entre la résine et l'épithélium en régénération, au moyen d'une membrane basale et d'hémidesmosomes.

Dans le cas présenté ici, un patient âgé de 45 ans consulte pour un traitement de chirurgie plastique parodontale de ses dents atteintes de récessions gingivales. Pour ce traitement, le site donneur est classiquement la gencive palatine dont le prélèvement en épaisseur totale laisse un os palatin dépériosté dont la protection représente une des difficultés (fig. 15 à 21).



17



18

17 et 18 Un patron va délimiter à la fois la taille du greffon et celle de la surface du pansement parodontal protégeant le site donneur.



19

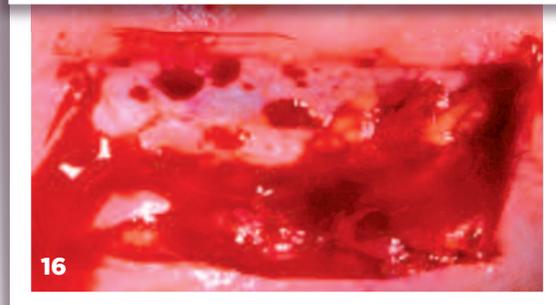
19 et 20 Le Super-Bond C & B est appliqué sur le site donneur et collé sur les faces palatines des dents en regard, après préparation de l'émail avec l'activateur rouge. Aspect du pansement parodontal lors des soins postopératoires après son décollement des dents. **21** État muqueux palatin à 15 jours postopératoires montrant l'aspect normal de la cicatrisation.



20



15



16

15 et 16 La demande du patient est de faire traiter ses récessions multiples sur 23, 24 et 25. Le site donneur est palatin.



21

Sutures en chirurgie parodontale

(fig. 22 et 23)

Dans le cas de lambeaux déplacés apicalement, l'emploi de Super-Bond C & B peut trouver une justification, par collage sur l'émail, la dentine ou le ciment tout en maintenant dans sa position le lambeau, empêchant son déplacement en direction coronaire. Tomita *et al.* [19] utilisent la résine 4-META/MMA-TBB en remplacement de sutures suspendues dans la fixation d'une membrane de régénération et la considèrent comme une solution de remplacement valable permettant de diminuer les risques d'échec de la régénération tissulaire guidée.



22 La dent 46 de ce patient, porteuse d'une dent provisoire, a été l'objet d'une chirurgie parodontale : lambeau muco-périosté déplacé apicalement dans le cadre d'une chirurgie préprothétique. À la fin de l'intervention, deux « sutures » au Super-Bond C & B sont appliquées sur la coiffe en résine autopolymérisable et sur le lambeau qui est maintenu dans la position voulue jusqu'à la prise du matériau. Le Super-Bond C & B réalise alors un véritable placage du lambeau. **23** Résultat à 10 jours postopératoires. La dépose de la suture sera suivie du polissage de la dent. Noter la cicatrisation muqueuse présentant un aspect normal.

Discussion

Depuis plus de 30 ans la résine adhésive 4-META/MMA-TBB n'a pas changé de formule et est largement utilisée en dentisterie adhésive.

Il est fondamental de retenir que les composants essentiels du Super-Bond C & B sont ceux-là mêmes que l'on retrouve dans la résine acrylique autopolymérisable, résine la plus utilisée au monde. Une de ses propriétés physiques fondamentales est qu'elle est pourvue d'un point de rupture élevé et que sous une charge, plutôt que de se fracturer, elle déploie une déformation plastique importante qui s'accompagne d'un changement de forme.

À côté de cette propriété dite de résilience, pertinente et rassurante pour le clinicien, et en plus de l'adhésion de cette résine aux tissus durs dentaires et parodontaux (émail, dentine, ciment, os, tissu pulpaire et tissus parodontaux), à la céramique et aux métaux, des particularités biologiques ont été mises en évidence, lui ouvrant la voie à des utilisations que peu de matériaux pouvaient satisfaire du fait de son haut degré de polymérisation en milieu humide et de sa biocompatibilité.

La mise en œuvre de ce matériau dans les diverses chirurgies parodontales a permis de mener à bien ces actes sans effets indésirables ni complications mais cet emploi a été possible grâce à l'appui très important de la littérature scientifique dont il fait l'objet depuis son apparition sur le marché. Ces études sont, pour les cliniciens que nous sommes, un solide gage de la cohérence et de la logique à sa mise en œuvre.

Ce matériau, originellement conçu pour coller « ce qui se trouvait au-dessus de la gencive », s'est vu couronné d'une polyvalence le rendant propre à des applications chirurgicales où le sang et les fluides sont difficilement contrôlables.

Conclusion

La résine adhésive 4-META/MMA-TBB a montré qu'elle pouvait avantageusement être mise en situation clinique vis-à-vis des tissus parodontaux dans le cadre d'interventions décrites dans cet article. Cette résine adhésive, au travers des études, déploie ses nombreuses qualités faisant d'elle un atout en raison de sa relative absence de toxicité et de ses capacités au collage sur des substrats à la fois biologiques et non biologiques.

L'étroite proximité des tissus dentaires et parodontaux représente souvent un défi pour le clinicien compte tenu de leur hétérogénéité histologique lorsque la situation nécessite le recours à des techniques d'adhésion.

Si la parodontologie, en raison de la diversité tissulaire, a pu profiter avantageusement de l'utilisation de cette résine adhésive, la mise en jeu en implantologie d'autres substrats tels que les membranes de régénération, des surfaces métalliques ou en céramique a constitué un argument adéquat à l'introduction et à

l'emploi du Super-Bond C & B dans cette discipline. La seconde partie de cet article sera dévolue à ses applications en implantologie. Des études restent toutefois nécessaires pour confirmer ces constatations prometteuses sur le long terme. ●

Bibliographie

- [1] Nakabayashi N, Watanabe A, Ikeda W. Intra-oral bonding of 4-META/MMA-TBB resin to vital human dentin. *Am J Dent* 1995; 8:37-42.
- [2] Tanaka S, Sugaya T, Kawanami M, Nodasaka Y, Yamamoto T, Noguchi H *et al.* Hybrid layer seals the cementum/4-META/MMA-TBB resin interface. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;80:140-145.
- [3] Tanaka Y, Sugaya T, Kawanami M. Durability of adhesion between 4-META/MMA-TBB resin and cementum. *Dent Mater J* 2004;23: 265-270.
- [4] Morita S, Furuya K, Ishihara K, Nakabayashi N. Performance of adhesive bone cement containing hydroxyapatite particles. *Biomaterials* 1998;19:1601-1606.
- [5] Sakai T, Morita S, Shinomiya K, Watanabe A, Nakabayashi N, Ishihara K. *In vivo* evaluation of the bond strength of adhesive 4-META/MMA-TBB bone cement under weight-bearing conditions. *J Biomed Mater Res* 2000;52:128-134.
- [6] Imaizumi N, Kondo H, Ohya K, Kasugai S, Araki K, Kurosaki N. Effects of exposure to 4-META/MMA-TBB resin on pulp cell viability. *J Med Dent Sci* 2006;53:127-133.
- [7] Nakamura M, Inoue T, Shimono M. Immunohistochemical study of dental pulp applied with 4-META/MMA-TBB adhesive resin after pulpotomy. *J Biomed Mater Res* 2000;51:241-248.
- [8] Maeda H, Hashiguchi I, Nakamura H, Toriya Y, Wada N, Akamine A. Histological study of periapical tissue healing in the rat molar after retrofilling with various materials. *J Endod* 1999;25: 38-42.
- [9] Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endod J* 1996;29:76-83.
- [10] Kawai K, Masaka N. Vertical root fracture treated by bonding fragments and rotational replantation. *Dent Traumatol* 2002;18: 42-45.
- [11] Tsuneda Y, Hayakawa T, Yamamoto H, Ikemi T, Nemoto K. A histopathological study of direct pulp capping with adhesive resins. *Oper Dent* 1995;20:223-229.
- [12] Aouate G. Traitement d'une fracture radulaire intra-alvéolaire par collage extra-oral à l'aide d'une résine adhésive. *Inf Dent* 2001;26:2001-2008.
- [13] Miles DA, Anderson RW, Pashley DH. Evaluation of the bond strength of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J Endod* 1994;20:538-541.
- [14] Sakai T, Morita S, Shinomiya K, Watanabe A, Nakabayashi N, Ishihara K. Prevention of fibrous layer formation between bone and adhesive bone cement : *in vivo* evaluation of bone impregnation with 4-META/MMA-TBB cement. *J Biomed Mater Res* 2000;52:24-29.
- [15] Nakabayashi K. Efficacité des résines 4 META-MMA-TBB et bridges collés. Congrès Symposium européen de dentisterie adhésive clinique n° 1 1995;24: 453-572.
- [16] Ariaudo AA, Tyrrell HA. Repositioning and increasing the zone of attached gingiva. *J Periodontol* 1957;28:106-110.
- [17] Kassab MM, Cohen RE. Treatment of gingival recession. *J Am Dent Assoc* 2002;133:1499-1506.
- [18] Alpar B, Günay H, Geurtsen W, Leyhausen G. Cytocompatibility of periodontal dressing materials in fibroblast and primary human osteoblast-like cultures. *Clin Oral Investig* 1999;3:41-48.
- [19] Tomita S, Yamamoto S, Shibukawa Y, Kaneko T, Miyakoshi S, Shimono M *et al.* Application of 4-META/MMA-TBB resin for fixation of membrane to tooth in guided tissue regeneration in dog. *Dent Mater J* 2010;29:690-696.
- [20] Tsuchiya Y, Muramatsu T, Masaoka T, Hashimoto S, Shimono M. Effect of the dental adhesive, 4-META/MMA-TBB resin, on adhesion and keratinization of regenerating oral epithelium. *J Periodontol Res* 2009;44:496-502.

Apports d'une résine adhésive (4-META/MMA-TBB) aux protocoles chirurgicaux implantaires (2^e partie)

Cet article, second d'une série de deux, est la suite des applications cliniques décrites dans notre article précédent intitulé *Apports d'une résine adhésive (4 META/MMA-TBB) aux protocoles chirurgicaux parodontaux, 1^{re} partie* (Clinic 2014;35:87-93). Cette seconde partie met en œuvre des techniques et des modes opératoires issus de ceux décrits dans le premier article mais pour des indications de traitements différentes et spécifiques se rapportant à l'implantologie, si dissemblable et distincte de la parodontologie. Et c'est dans ce sens que la résine adhésive (4 META/MMA-TBB) peut faire valoir et prévaloir ses qualités étendues.

Les protocoles chirurgicaux implantaires ont fortement bénéficié des modes opératoires élaborés pour les tissus dentaires et les tissus mous et, en quelque sorte, dérivés de la parodontologie. Nous avons ainsi une discipline, la discipline parodontale, qui a cédé certains de ses acquis à un domaine voisin mais distinct, la dentisterie implantaire. Pour mémoire, citons parmi eux la chirurgie muco-gingivale, la régénération osseuse guidée ou les facteurs de croissance, chacun ayant participé à l'essor que l'on connaît de la science implantaire.

Ces modes opératoires ont été appliqués aux techniques implantaires où l'attitude exercée du clinicien vis-à-vis des tissus dentaires a connu un tournant majeur lorsque des entités histo-

logiques comme le tissu osseux ou l'épithélium deviennent des hôtes logiques de la résine adhésive 4-META/MMA-TBB (*4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride/methyl methacrylate-tri-n-butyl borane*), biologiquement compatible. À partir de là, **coller une surface métallique à de l'os grâce à une résine adhésive est devenu possible.**

Cette nouvelle dentisterie a permis une pratique respectant mieux qu'avant l'environnement tissulaire, avec un meilleur taux de succès en matière d'esthétique dentaire grâce à la compréhension plus éclairée et plus fine des mécanismes impliqués dans l'adhésion aux tissus.

Une résine adhésive, produit de collage, le 4-META/MMA-TBB, est devenue depuis près de 30 ans en situation clini-



Gérard AOUATE

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Sciences Odontologiques
Expert près la Cour d'Appel de Paris

41 rue Étienne Marcel
75001 Paris

que un matériau polyvalent. Pour la bonne compréhension de ce qui va suivre, et pour une meilleure clarté des phénomènes et interactions impliqués, rappelons que nombreuses sont les études ayant mis en évidence les propriétés spécifiques de cette résine hautement adhésive à l'émail [1], à la dentine [1], au ciment [2, 3] et à l'os [4, 5] et sa relative biocompatibilité avec le complexe dentino-pulpaire [6, 7] ainsi qu'avec les tissus parodontaux [8].

À partir de ces résultats, le 4-META/MMA-TBB a montré certaines capacités lors de la cicatrisation muqueuse [9] ou en tant que pansement à la suite de chirurgies parodontales ou d'autotransplantations dentaires [10].

Les caractéristiques de ce matériau produisent des propriétés au sein du complexe dento-parodontal lui conférant une qualité de continuum. Cette harmonie – ou cette possibilité ●●●

Chirurgie - Implantologie

d'union – entre substrats voisins ou très différents avait fait son entrée de manière spectaculaire et improbable en 1973 lorsque, pour la première fois, des substrats dentaires pouvaient être collés à des substrats non dentaires [11] (fig.1).

Les propriétés de ce matériau se sont avérées être des avantages dans des applications telles que le coiffage pulpaire direct, le traitement des racines dentaires fracturées [12] ou la chirurgie parodontale là où des résines dépourvues de ses attributs n'ont pas produit les effets attendus dans des conditions opératoires où la contamination et la difficulté à maintenir un état de siccité sont la règle.

Plutôt, le 4-META/MMA-TBB voit la valeur de sa force d'adhésion rester intacte sur de la dentine imprégnée de sang et augmenter sur ce même tissu s'il est contaminé [13].

La capacité de cette résine adhésive à produire une liaison efficace et durable dans des situations difficiles a incité cliniciens et auteurs à l'utiliser pour la chirurgie parodontale et pour la chirurgie implantaire.

Vis-à-vis du tissu osseux, l'évaluation de l'adhésion a produit sur l'os *in vitro* des résultats remarquables avec une couche hybride, véritable manifestation du phénomène de collage de la résine adhésive à l'os, les ciments conventionnels n'ayant mis en évidence qu'une liaison de type fibreux [14].

Le matériau idéal considéré d'un point de vue chirurgical parodontal doit être doté des qualités suivantes : présenter une bonne tolérance dans un environnement humide, avoir des caractéristiques cytotoxiques très réduites, être non résorbable, bactériostatique, stable d'un point de vue dimensionnel, biocompatible, de manipulation aisée et rendre possible la réattache conjonctive.



1 Bridge de Rochette : les perforations des ailettes servaient de rétention à la résine PPMA de collage.

Le but de cet article (second d'une série de deux dont le premier est consacré aux applications de la résine 4-META/MMA-TBB en parodontologie) est de montrer, à travers plusieurs applications cliniques, l'apport de cette résine adhésive très faiblement cytotoxique, produisant un haut degré de polymérisation sur les substrats parodontaux et dentaires dans un environnement contaminé et humide et doté d'une biocompatibilité élevée après prise complète.

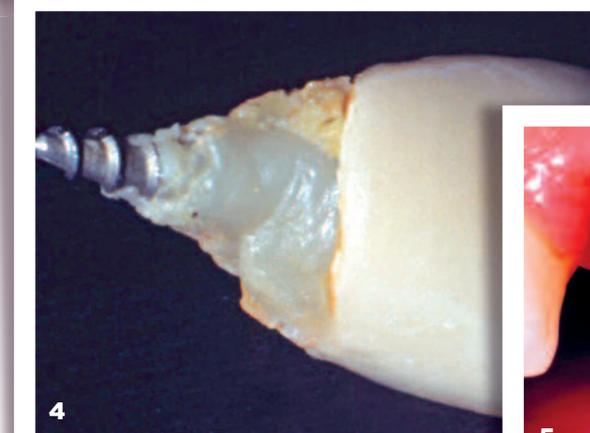
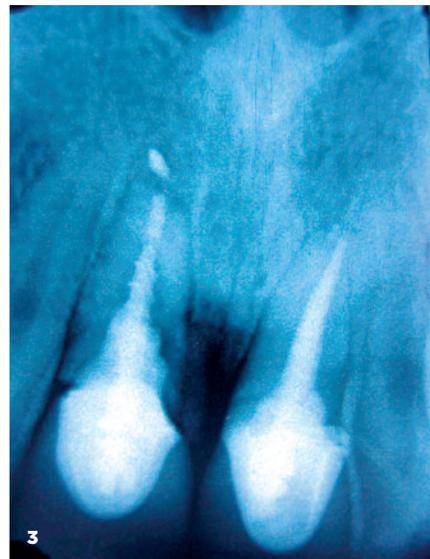
Temporisation préchirurgicale implantaire d'une racine fracturée (fig. 2 à 20)

Une jeune femme âgée de 21 ans se présente à la consultation à la suite du descellement répété de la coiffe céramo-métallique sur la racine de l'incisive centrale supérieure droite dont le diagnostic (fracture radiculaire verticale) a été fait lors d'un collage précédent de sa prothèse unitaire. Le pronostic de cette dent est sombre et, en attendant la mise en œuvre du traitement implantaire choisi par la patiente, une solution d'attente doit être envisagée.

La fracture radiculaire s'accompagne d'une inflammation des tissus parodontaux, d'un saignement et de l'exsudation de fluide gingival qui vont rendre difficile la fixation même provisoire de sa prothèse unitaire. Dans ces conditions, défavorables, la résine 4-META/MMA-TBB va permettre la mise en œuvre de cette fonction d'union de la coiffe céramo-métallique sur des tissus dentinaires amoindris grâce à ses propriétés de valeur d'adhésion aux substrats dentaires, sa biocompatibilité et sa relative absence de toxicité [15]. L'activateur rouge est appliqué préalablement sur la racine nettoyée avec une boulette de mousse ainsi que sur l'ancrage radiculaire de la coiffe céramo-métallique. La résine est ensuite déposée dans sa phase liquide sur la racine et dans l'intrados de la prothèse.

La polyvalence de cette résine lui permet d'assurer ce premier collage par un second collage de contention de la coiffe céramo-métallique (dent 11) à la coiffe de céramique voisine (dent 21) par le biais d'un agent de couplage, le Porcelain Liner M (Sun Medical, distribué par Generique International). La fixité prothétique obtenue, associée à l'étanchéité procurée par l'infiltration dans la couche d'hybridation de la dentine, induit une réduction des phénomènes inflammatoires parodontaux redonnant un aspect et une consistance plus fermes à la gencive, proche des caractères de normalité.

Deux techniques de préparation du Super-Bond C & B sont décrites : la technique du mélange classique et la technique du pinceau.



2 Sur cette jeune femme âgée de 21 ans, l'extraction de la 11, condamnée, est programmée et doit être remplacée par un implant. **3** La radiographie rétro-alvéolaire montre l'atteinte carieuse avancée de la racine de cette incisive centrale avec un ancrage radicaire instable. De plus, l'apex est résorbé et on note une desmodontite apicale. **4** Le descellement répétitif de la prothèse céramo-métallique a conduit la patiente à consulter pour trouver une solution. La coiffe, la reconstitution et le screw-post viennent d'un seul bloc. **5** La racine est de plus fracturée (noter le trait vertical) et plusieurs fragments la rendent instable. Le logement radicaire est empli de fluide sanguin et gingival, ce qui va rendre tout rescellement impossible en attendant d'apporter une solution durable satisfaisant la patiente. **6** L'accumulation d'un saignement spontané traduit une activité inflammatoire sévère. **7** La vue occlusale est significative de la situation à traiter. Le Super-Bond C & B possède des propriétés adaptées validant son emploi sur cette incisive fracturée, infectée et infiltrée par du sang et de l'humidité. La résine 4-META/MMA-TBB possède des valeurs d'adhésion aux substrats dentaires, est relativement dépourvue de cytotoxicité et est biocompatible.

8 La résine 4-META/MMA-TBB s'emploie avec un activateur rouge d'acide phosphorique à 65 % pour mordancer l'émail et un activateur vert pour mordancer la dentine, qui est un mélange d'acide citrique et de chlorure ferrique. Ce dernier sera seul utilisé dans notre cas et déposé dans le logement radicaire pendant 5 à 10 secondes.

Chirurgie - Implantologie

10

9

11

12

13

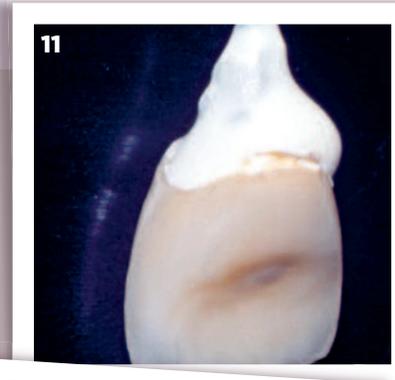
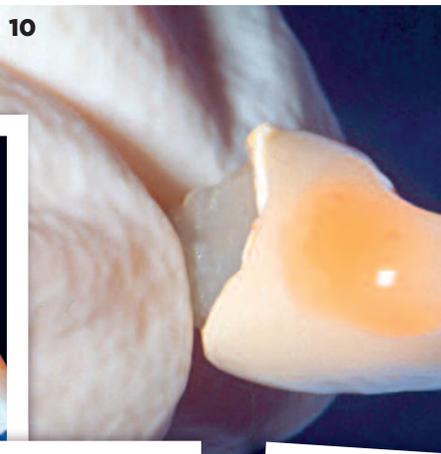
14

15

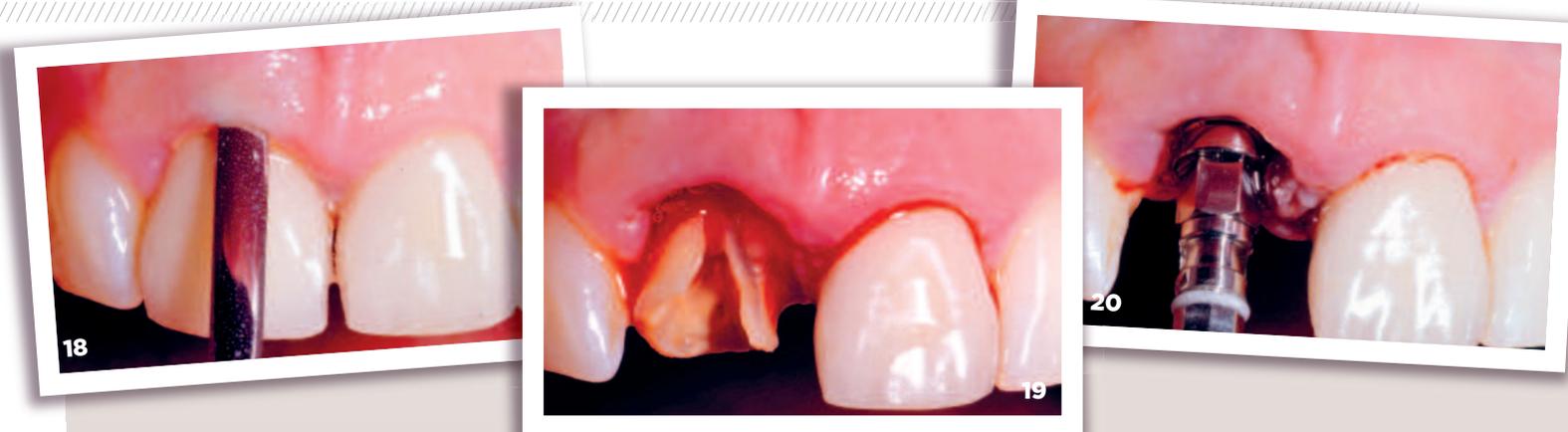
16

17

9 L'activateur rouge sert en outre à décontaminer la surface à coller... **10** ... et à préparer la surface de céramique à coller à la 21. **11** Le Super-Bond C & B est préparé et déposé dans sa phase liquide dans l'intrados de la restauration... **12** ... mais également dans la cavité radiculaire dentaire. **13** La prothèse est insérée et les excès de ciment adhésif sont éliminés. **14** Le Porcelain Liner, agent de couplage, se compose de 2 flacons ; le mélange de 1 goutte de chacun permet le collage à la céramique. **15** La 11, une fois remise en place par collage, sera complètement fixée par un nouveau collage au Super-Bond C & B associé au Porcelain Liner M (apprêt de céramique) que l'on voit ici appliqué sur les deux surfaces de céramique. **16** Le Super-Bond C & B (poudre Esthetic) se « fond » dans la teinte générale. **17** Au moment d'extraire la racine, le Super-Bond C & B sera éliminé par fraisage.



© CLINIC 2014 ;35 :87-93 + CLINIC 2014 ;35 :141-149



18 L'absence de descellement intempestif ultérieur a permis de programmer et de gérer dans de bonnes conditions la chirurgie d'extraction de cette 11 à l'aide d'un périotome. **19** Extraction de la racine fracturée collée. **20** Pose de l'implant à la place de la racine collée.

Technique du mélange classique

La technique du mélange classique consiste à déposer dans un godet réfrigéré le monomère à raison de 4 gouttes pour ensuite 1 goutte de catalyseur S auxquelles il faut ajouter une petite dose de la cuillère mesure (ou alors, en cas de besoin d'une plus grande quantité de produit, 8 gouttes pour 2 gouttes de catalyseur S auxquelles il faut ajouter une grande dose de la cuillère mesure).

Après l'apport de poudre dans le godet, remuer légèrement avec un pinceau. Immédiatement après le mélange, appliquer le Super-Bond C & B sur les surfaces à l'aide du pinceau. Positionner sans délai la restauration sur la préparation dentaire. Presser et maintenir jusqu'à polymérisation totale.

Le temps de prise total est de 8 à 10 minutes à 37 °C pour un rapport poudre/polymère sur monomère standard. Puis retirer les excès de ciment.

Astuces :

- pour augmenter le temps de travail, utiliser une poudre L-Type et/ou réduire le rapport entre la poudre et le monomère en utilisant la petite cuillère mesure dosée à 0,75 ;
- pour obtenir un temps de prise plus court avec un temps de travail raisonnable, utiliser une poudre L-Type et augmenter le rapport entre la poudre et le monomère en utilisant la grande cuillère mesure dosée à 1,2.

Technique du pinceau

La technique du mélange classique est dite universelle et a la préférence de l'auteur mais la technique du pinceau a également ses adeptes qui justifient leur choix en ce qu'elle produit un apport de produit très homogène minimisant le risque d'inclusion de bulles d'air et autorisant, dans un cas clinique comme la contention de dents mobiles par exem-

ple, un travail en continu plus approprié à des ajouts de Super-Bond C & B par petits volumes plutôt qu'en masse.

Ainsi, pour cette technique dite du pinceau, déposer la quantité de poudre polymère souhaitée dans l'emplacement marqué « P » du godet de mélange et le monomère dans l'emplacement marqué « L ». Activer le monomère en apportant le nombre de gouttes nécessaires de catalyseur puis remuer doucement avec un pinceau. Appliquer le monomère activé au pinceau sur la surface à coller.

Tremper la brosse dans le monomère activé dans l'emplacement marqué « L » du godet. Éliminer l'excès de liquide sur les bords du godet. Placer la pointe du pinceau dans la poudre polymère dans l'emplacement marqué « P » du godet. Une petite boule de poudre va se fixer sur la pointe mouillée du pinceau. Appliquer la boule sur la surface à coller. Positionner immédiatement la restauration en bouche et maintenir fortement jusqu'à la totale polymérisation (le temps de prise total est de 5 à 6 minutes à 37 °C). Retirer les excès de ciment.

Le traitement d'urgence de fixation de sa coiffe prothétique a procuré à la patiente un sentiment de sécurité et a créé, pour le praticien, un environnement tissulaire plus favorable au traitement implantaire programmé.

Cette étape, appelée intermédiaire, utilisant la résine 4-META/MMA-TBB, entre la réception de la patiente en urgence et le traitement implantaire, a permis de créer des conditions psychologiques et tissulaires favorisant la bonne conduite du traitement global.

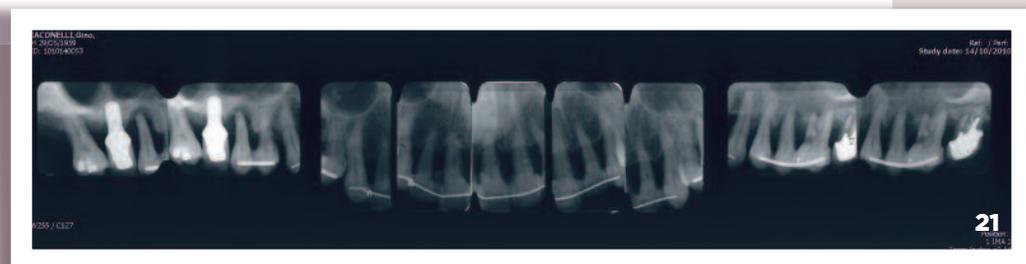
La phase implantaire va consister à extraire la racine renforcée par la résine adhésive et à poser un implant endo-osseux en un seul temps chirurgical.

Chirurgie - Implantologie

Contention de dents mobiles en peropérateur chirurgical

Cette technique est illustrée par les figures 21 à 26.

21 Ce patient âgé de 53 ans est suivi pour une parodontite généralisée. Des contentions et des implants ont pris place pour remplacer des dents extraites et contenir des dents à mobilité croissante. Les dents 24, 25 et 26 contenues doivent connaître une réorientation de traitement : conservation de la 24 et soulevé de sinus avec greffe au niveau de 25 et 26, puis pose d'un implant dans un second temps.



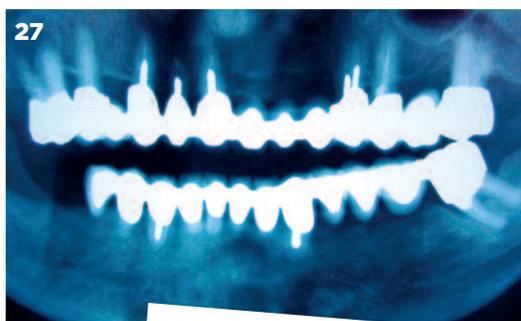
22 La section de la contention en distal de 24 pour permettre l'extraction de la 25 et de la 26 en même temps que le soulevé de sinus va créer un risque pour cette dent. **23 et 24** La contention peropérateur unit 23 à 24 et modifie le pronostic de la 24 à parodonte affaibli qui sera conservée.



25 et 26 La 24 en situation à la fin du traitement chirurgical et prothétique. Noter l'amélioration de l'état du support alvéolaire osseux par rapport à la situation initiale.

Contention de dents mobiles en préopératoire permettant de réaliser une empreinte

Cette technique est illustrée par les figures 27 à 29.



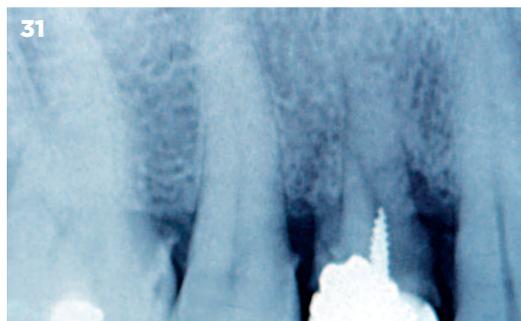
27 Cette patiente est âgée de 82 ans. Deux bridges complets sont présents et elle demande de traiter la mobilité du bridge mandibulaire. L'examen met en évidence un bridge très instable dont les piliers naturels sont cariés très profondément. La solution est dans ce cas implantaire et des empreintes d'étude sont décidées en accord avec la patiente. **28** Ces empreintes sont impossibles sans risques pour ce bridge en situation précaire. Cette précarité ne doit pas être compromise, lors de la prise d'empreinte, sous peine de priver la patiente de son bridge avec lequel, en l'état, elle s'est accoutumée à manger et à parler tant bien que mal, en attendant un traitement de fond. **29** L'utilisation du Super-Bond C & B appliqué en lingual du bridge mandibulaire est le matériau de choix car il va adhérer au matériau céramique conjugué à un primer de céramique, s'appliquer intimement sur les dents cariées en raison de sa fluidité et de son hydrophilie, ainsi que sur la gencive marginale et les tissus cariés. À partir de là, l'empreinte du bridge est possible sans risque pour cette patiente.

Contention d'une dent mobile en préopératoire avant la pose d'un implant (fig. 30 à 39)

La contention de dents mobiles est un des domaines où le Super-Bond C & B trouve son indication majeure là où, généralement, les forces de cisaillement nécessitent un matériau de collage particulier. L'efficacité de ce protocole est telle qu'il est aujourd'hui le matériau de choix en raison de son adhésion aux substrats dentaires ; c'est un matériau autoadhésif qui s'utilise sans primer d'adhésion. Précédée d'acide phosphorique, la colle adhésive permet d'obtenir de meilleurs résultats qu'en l'absence

d'acide phosphorique grâce à la couche hybride développée sur la dentine.

La résine 4-META/MMA-TBB, qui présente de hautes valeurs d'adhésion aux structures dentaires saines, semblerait en dispenser également aux structures dentaires cariées mais de manière significativement inférieure malgré une couche hybride épaisse (selon le résumé du rapport présenté à la 83e séance générale de l'IADR à Baltimore, mars 2005). C'est un matériau qui n'est pas cassant comme le sont les composites mais qui est nanti de propriétés viscoélastiques absorbant les contraintes, ce qui le rend souvent difficile à éliminer à la surface des dents à la fin du traitement.



30 Patient âgé de 75 ans, vu ici en 1995 dans un contexte clinique avant traitement parodontal et implantaire. La 14 est porteuse d'une coiffe céramo-métallique.

31 Le patient est revu en 2001 pour la 14 devenue mobile. La radiographie montre qu'elle est atteinte d'une rhyzalysis sévère.

Chirurgie - Implantologie



34 TABLEAU 8 : Influence du rapport Poudre/Monomère sur le temps de travail et le temps de prise dans la technique du mélange classique

Poudre Polymère	Opacité	Temps de travail (16°C)*1			Temps de prise (37°C)		
		1,2 dose (sec.)	1 dose (sec.)	0,75 dose (sec.)	1,2 dose (min.)	1 dose (min.)	0,75 dose (min.)
Normal Type	Transparente Esthetic	—	70	180	—	7,5	14,5
	Opaque Ivoire Opaque Rose	—	100	170	—	8,5	17
L-Type	L-Type Transparente L-Type Esthetic	110	150	230	6	8,5	15,5
	L-Type Radiopaque	120	200	270	7	9,5	18



32 Aspect clinique endobuccal en 2001. **33** Le dosage de la poudre L-Type Clear (transparente).

34 Ce tableau montre les différents temps de prise du monomère normal et L-Type. La caractéristique principale de la poudre polymère L-Type est de retarder l'apparition du stade filant (situé entre état crémeux et état caoutchouteux du mélange) du Super-Bond C & B, procurant plus de temps de travail sans modifier le temps de prise (par exemple, pour une dose de poudre Esthetic type normal, le temps de travail passe de 70 à 150 s pour la poudre L-Type). **35** Le patient très gêné par cette dent présentant une mobilité 3 sur une échelle de 1 à 4, demande à ce que cette mobilité soit traitée en urgence.

36 Après dépose du Super-Bond C & B, la dent sera extraite, la racine coupée puis la céramo-métallique sera recollée dans l'attente du traitement implantaire. **37** Lors des soins postopératoires après la section radiculaire horizontale, la coiffe est déposée par fraisage aux dépens de la couronne céramo-métallique. **38** Le traitement implantaire est engagé avec une mise en charge immédiate réglant ainsi le problème de la temporisation. **39** Vue finale, prothèse fixée unitaire sur implant en place.

Discussion

Depuis plus de 30 ans, la résine adhésive 4-META/MMA-TBB fait l'objet d'études mettant en évidence ses qualités d'adhésion à différents tissus et matériaux qui prouvent qu'elle possédait dès le début des capacités la rendant propre à produire d'excellents résultats pour une formule inchangée.

Sa polyvalence a permis d'autres applications insoupçonnées à l'origine, notamment chirurgicales, où la résine adhère à l'épithélium en cours de régénération chez le rat expérimental [16] et où une couche d'hybridation au ciment sur des dents de bovins extraites est décrite [13].

Le tissu pulpaire, le périapex et les tissus parodontaux font l'objet d'études montrant que les limites d'utilisation de cette résine sont repoussées, la rendant originale dans sa catégorie surtout du fait de ses propriétés spécifiques en milieu humide.

Ces propriétés la rendent adaptée aux actes chirurgicaux où le sang et les fluides sont difficilement contrôlables dans la mesure des indications que nous avons mises en œuvre dans les cas cliniques présentés.

Takefu *et al.* [17] montrent que si une contamination sanguine se produit sur la surface dentinaire, le fait de rincer la dentine du sang avant l'application de

l'activateur vert réduit l'effet de cette contamination alors que la rincer après cette application réduit de manière significative la quantité d'adhésion.

Ce matériau n'est cependant pas dépourvu de toxicité vis-à-vis des tissus vivants mais à un niveau considéré comme faible. En revanche, sa haute biocompatibilité après prise complète est confirmée au rythme des publications successives.

Conclusion

La résine adhésive 4-META/MMA-TBB a montré de par ses propriétés qu'elle pouvait avantageusement être mise en situation vis-à-vis des tissus dentaires dont le tissu pulpaire. Plus récemment la résine adhésive 4-META/MMA-TBB a connu des développements (issus de manière probante et convaincante de son utilisation en science parodontale) suscitant son emploi en science implantaire.

Ce matériau possède une haute aptitude quand il est mis en contact avec les tissus biologiques et il agit comme une interface précieuse lors des actes prothétiques et chirurgicaux au quotidien.

Des études sont nécessaires pour confirmer à long terme ces constatations prometteuses. ●

Bibliographie

- [1] Nakabayashi N, Watanabe A, Ikeda W. Intra-oral bonding of 4-META/MMA-TBB resin to vital human dentin. *Am J Dent* 1995; 8:37-42.
- [2] Tanaka S, Sugaya T, Kawanami M, Nodasaka Y, Yamamoto T, Noguchi H *et al.* Hybrid layer seals the cementum/4-META/MMA-TBB resin interface. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;80: 140-145.
- [3] Tanaka Y, Sugaya T, Kawanami M. Durability of adhesion between 4-META/MMA-TBB resin and cementum. *Dent Mater J* 2004;23: 265-270.
- [4] Morita S, Furuya K, Ishihara K, Nakabayashi N. Performance of adhesive bone cement containing hydroxyapatite particles. *Biomaterials* 1998;19:1601-1606.
- [5] Sakai T, Morita S, Shinomiya K, Watanabe A, Nakabayashi N, Ishihara K. *In vivo* evaluation of the bond strength of adhesive 4-META/MMA-TBB bone cement under weight-bearing conditions. *J Biomed Mater Res* 2000;52:128-134.
- [6] Imaizumi N, Kondo H, Ohya K, Kasugai S, Araki K, Kurosaki N. Effects of exposure to 4-META/MMA-TBB resin on pulp cell viability. *J Med Dent Sci* 2006;53:127-133.
- [7] Nakamura M, Inoue T, Shimono M. Immunohistochemical study of dental pulp applied with 4-META/MMA-TBB adhesive resin after pulpotomy. *J Biomed Mater Res* 2000;51:241-248.
- [8] Maeda H, Hashiguchi I, Nakamuta H, Toriya Y, Wada N, Akamine A. Histological study of periapical tissue healing in the rat molar after retrofilling with various materials. *J Endod* 1999;25: 38-42.
- [9] Leonard JE, Gutmann JL, Guo Y. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endod J* 1996; 29:76-83.
- [10] Kawai K, Masaka N. Vertical root fracture treated by bonding fragments and rotational replantation. *Dent Traumatol* 2002;18: 42-45.
- [11] Rochette AL. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1973; 30:418-423.
- [12] Aouate G. Traitement d'une fracture radiculaire intra-alvéolaire par collage extra-oral à l'aide d'une résine adhésive. *Inf Dent* 2001;26:2001-2008.
- [13] Miles DA, Anderson RW, Pashley DH. Evaluation of the bond strength of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J Endod* 1994;20:538-541.
- [14] Sakai T, Morita S, Shinomiya K, Watanabe A, Nakabayashi N, Ishihara K. Prevention of fibrous layer formation between bone and adhesive bone cement : in vivo evaluation of bone impregnation with 4-META/MMA-TBB cement. *J Biomed Mater Res* 2000;52:24-29.
- [15] Morohoshi Y *et al.* 4-META/MMA-TBB resin available for preserving vital pulp. Part 2 : an experimental study on pulpal tissue reaction, *Adhes Dent* 1992 ; 10 : 235-239.
- [16] Tsuchiya Y, Muramatsu T, Masaoka T, Hashimoto S, Shimono M. Effect of the dental adhesive, 4-META/MMA-TBB resin, on adhesion and keratinization of regenerating oral epithelium. *J Periodontal Res* 2009;44:496-502.
- [17] Takefu H, Shimoji S, Sugaya T, Kawanami M. Influence of blood contamination before or after surface treatment on adhesion of 4-META/MMA-TBB resin to root dentin. *Dent Mater J* 2012;31:131-138.