

# Inlays/onlays en résine composite : évolution des concepts

S. Koubi, G. Aboudharam, J.-L. Brouillet

*Les incrustations en résine composite sont aujourd'hui l'alternative de choix pour le traitement des pertes de substance de moyenne et grande étendue des dents pulpées et dépulpées. Cependant, leur réalisation fut pendant longtemps associée à des procédures opératoires complexes. C'est pourquoi la proposition d'une méthode opératoire où chaque étape est décrite avec minutie permet l'obtention de résultats reproductibles et prévisibles. En effet, les différentes étapes que sont la mise en place d'un champ opératoire et le matriçage, la procédure de collage, le choix du substitut dentinaire, la forme de préparation, la temporisation, les différentes étapes de la réalisation de la pièce, sa mise en place, l'élimination des excès de colle, constituent autant de difficultés auxquelles sont confrontés quotidiennement les praticiens. C'est dans une optique pédagogique que les différentes étapes sont décomposées afin d'en faire ressortir une méthode opératoire stricte. C'est ainsi que ce type de restauration s'intègre bien dans les impératifs biologique, mécanique et esthétique de la dentisterie adhésive actuelle.*

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Inlays ; Onlays ; Résine composite ; Restauration coronaire

## Plan

■ Introduction	1
■ Indication	2
En fonction du type et du volume de la cavité	2
En fonction du nombre de restaurations	2
En fonction des impératifs biomécaniques et occlusaux	2
■ Méthodologie clinique et laboratoire	2
Première séance clinique	2
Séance de laboratoire	5
Deuxième séance clinique	8
■ Pronostic	12
■ Conclusion	13

## ■ Introduction

Depuis plus d'un siècle, l'amalgame d'argent a été le matériau d'obturation le plus largement employé en odontologie et cela malgré des défauts évidents tels que sa couleur et son manque d'adhésion aux tissus dentaires à l'origine de sacrifices tissulaires indispensables à sa rétention, ses retombées écologiques.

Les composites de première génération, seule alternative pour des patients soucieux de leur esthétique, présentaient de nombreux défauts : propriétés physiques insuffisantes (usure, dureté, vieillissement, stabilité dimensionnelle, taux de conversion), collage problématique à la dentine et contraction à la polymérisation.

Aujourd'hui, les résines composites ont vu leurs propriétés mécaniques et optiques s'améliorer tout comme les techniques adhésives qui ont subi une révolution biologique avec des possibilités de collage à l'émail et surtout à la dentine.

Ces deux évolutions ont abouti à un élargissement de leur champ d'application.

Toutefois, la contraction à la polymérisation de la matrice résineuse de ces matériaux demeure un problème crucial. C'est pourquoi ces matériaux sont utilisés en technique directe pour l'obturation de perte de substance de petite et moyenne étendue uniquement.

Pour pallier ces inconvénients, d'autres options restauratrices, comme les techniques indirectes, ont été développées pour les cavités larges et profondes mais leur réussite repose sur les matériaux employés, la procédure de collage et la méthodologie.

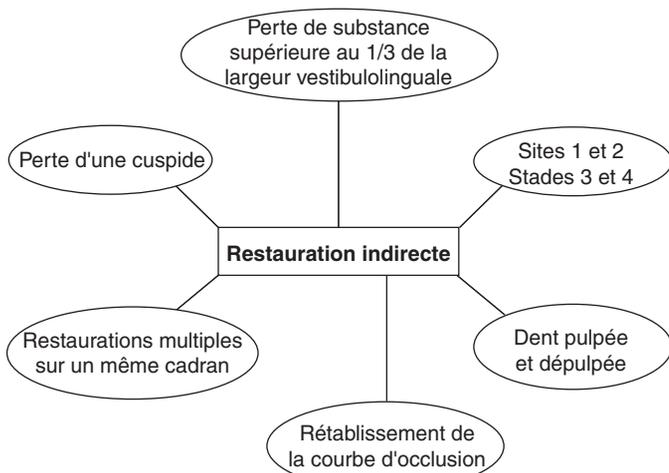
Les résultats des composites de première génération n'étant pas satisfaisants, les restaurations en céramique furent proposées dans un premier temps.

À l'heure actuelle, cette technique est pratiquement abandonnée en raison :

- d'une mutilation tissulaire trop importante afin que le matériau puisse développer ses propriétés mécaniques et optiques ;
- d'une nécessité de perfection des préparations n'autorisant pas la moindre erreur ;
- d'une chaîne technologique complexe pour la préparation et la confection de la pièce prothétique ;
- du nombre d'échecs cliniques avec notamment des problèmes de fracture du matériau (excepté dans l'étude de Fuzzi avec 97 % de succès à 5 ans) [1] ;
- de l'avènement de la seconde génération de composite qui permet d'obtenir des restaurations fiables tant au niveau mécanique qu'esthétique.

Néanmoins, il n'existe pas de protocole opératoire strict pour la réalisation de restaurations composites indirectes, ce qui induit des problèmes récurrents tels que :

- le niveau de la limite du joint cervical et sa nature ;
- le scellement dentinaire ;
- le choix du substitut dentinaire ;
- les difficultés pour la mise en place d'un champ opératoire lors du collage de la restauration ;



**Figure 1.** Indications de restauration indirecte.

- l'élimination des excès de composite de collage toujours délicate, notamment au niveau proximal ;
- la difficulté d'obtenir un point de contact correct ;
- l'insertion complète de la pièce sans la fracturer ;
- des sensibilités postopératoires.

Il est donc important d'amener des réponses cliniques à toutes ces questions au travers d'une méthode pour obtenir des résultats reproductibles.

Cependant, il est important de replacer ce type de restauration dans un schéma décisionnel précis.

## ■ Indication (Fig. 1)

L'amélioration constante des propriétés physiques des résines composites permet aujourd'hui d'élargir le champ d'indication de ces matériaux aux dents pulpées et dépulpées [2, 3].

### En fonction du type et du volume de la cavité

Dans la classification classique de Black des pertes de substance, les cavités où la largeur est supérieure au tiers de la largeur vestibulolinguale et où il y a la perte d'une cuspidé, ainsi que les techniques indirectes sont indiquées (Cl I et II).

Dans la classification SISTA, [4] ce sont les sites 1 et 2 de stades 3 et 4 qui entrent dans le champ d'indication.

### En fonction du nombre de restaurations

Lorsque plusieurs restaurations sont à réaliser sur un même cadran, il est préférable de les préparer dans la même séance afin d'obtenir des contacts proximaux et occlusaux plus précis.

### En fonction des impératifs biomécaniques et occlusaux

Si une réhabilitation fonctionnelle de plusieurs dents est nécessaire (contacts occlusaux, points de contacts puissants, recréer une courbe de Spee, modification de la dimension verticale d'occlusion [DVO]), le recours à des inlays, onlays ou bien même à des overlays est tout particulièrement indiqué.

## ■ Méthodologie clinique et laboratoire

### Première séance clinique

#### Débridement et/ou dépose de restaurations préexistantes

Avant de commencer tout type de restauration, il est indispensable de réaliser un diagnostic pulpaire afin d'évaluer l'état



**Figure 2.** Amalgame défectueux.



**Figure 3.** Amalgame déposé et cavité nettoyée.

du complexe pulpodentinaire. Dans le cas de symptomatologie provoquée sur des cavités profondes, le prérequis conseillé avant toute technique adhésive est le passage par une phase de temporisation à l'aide d'un pansement dentinaire de type oxyde de zinc eugéol afin de faciliter la cicatrisation de la plaie dentinaire pendant quelques mois jusqu'à l'obtention d'un silence clinique complet et d'une image radiologique témoignant de la formation de dentine réparatrice. Cette procédure permet l'obtention d'un substrat désinfecté sur lequel le débridement mécanique peut être complet afin d'optimiser le collage [5]. La cavité est nettoyée. L'éviction se limite aux tissus pathologiques avec une évidente recherche d'économie tissulaire, car les propriétés physicochimiques des résines composites et les mécanismes d'adhésion à l'émail et à la dentine permettent un abord plus conservateur des préparations cavitaires (Fig. 2, 3) [6, 7].

La cavité étant juxtagingivale, voire légèrement sous-gingivale avec un bandeau amélaire périphérique presque invisible, voire absent dans la région la plus profonde (Fig. 3), il est nécessaire de remonter la limite cervicoproximale pour permettre :

- une protection dentinopulpaire biologique et mécanique ;
- une meilleure prise d'empreinte ;
- un accès visuel de la cavité amélioré ;
- un collage de la restauration facilité grâce à une pose du champ opératoire plus aisée due à une limite de préparation plus haute.

Pour cela, un champ opératoire est posé, la dent est matricée et une hybridation réalisée.

### Mise en place du champ opératoire et matriçage

Un champ opératoire étanche est réalisé grâce à une digue en latex maintenue distalement par un crampon sans ailette. Sa rétraction peut être augmentée par l'adjonction de ligatures.

Avant la mise en place du matriçage, les arêtes et les angles vifs sont impérativement émoussés et polis afin de faciliter une bonne interface de collage, cela à l'aide de fraises diamantées grains fins (Fig. 4, 5).

Le matriçage se fait par la mise en place d'une bande de matrice microfine métallique qui est plus rigide et malléable qu'une matrice celluloïde, maintenue par un porte-matrice.

Afin de redonner une morphologie proximale convenable, d'assurer un sertissage indispensable de la dent au niveau du



**Figure 4.** Champ opératoire posé.



**Figure 5.** Préparation et polissage des bords cavitaires.



**Figure 6.** Matriçage réalisé.

bord cervical et d'éviter les débordements de matériau, la matrice est puissamment plaquée grâce à un coin interdentaire en plastique (Fig. 6).

### Hybridation [8-18]

Les auteurs s'accordent pour souligner l'importance déterminante, au plan biologique, de l'étanchéité des interfaces, permise par le scellement des tubuli dentinaires et la création de la couche hybride [8-11] qui, éliminant les phénomènes de percolation au niveau des interfaces, met l'organe pulpodentinaire à l'abri des agressions, physiques, chimiques et bactériennes, [12] ce qui lui permet de cicatriser, de conserver son potentiel vital [13, 14] et d'éviter les sensibilités postopératoires [15]. Malgré les progrès encourageants des adhésifs modernes, notre choix se porte toujours vers les systèmes adhésifs traditionnels dits de quatrième génération qui sont reconnus régulièrement comme les plus performants [9, 16].

Le protocole comprend :

- mordantage total pendant 30 s si le liant résineux dispose d'activateurs photosensibles, 20 s à l'acide phosphorique à 32 % afin d'éliminer l'intégralité de la boue dentinaire (*smear layer*), puis rinçage prolongé de l'ensemble de la cavité pendant 20 s (Fig. 7).
- enduction des parois cavitaires laissées humides (Fig. 7) [17, 18] avec le « primer » solution de polymères hydrophiles et hydrophobes, les premiers se substituant à l'eau résiduelle viennent s'infiltrer entre les fibres de collagène, mises en exergue par la déminéralisation de la dentine initiant la partie la plus profonde de la couche hybride [16] ; les seconds autorisant la liaison chimique avec la couche sus-jacente de



**Figure 7.** Rinçage puis séchage sans déshydratation dentinaire.



**Figure 8.** Procédure adhésive.

liant résineux. Étalement au jet d'air et élimination des traces résiduelles d'humidité ;

- enduction des parois avec le liant résineux (Fig. 8) ;
- photopolymérisation pendant 30 s [18].

Ce n'est qu'alors que l'on dispose d'une cavité étanche où le complexe pulpodentinaire est protégé grâce au scellement des tubuli dentinaires. Cette étape de collage nécessite la plus grande minutie car toute la biocompatibilité repose sur elle.

### Remplissage des deux tiers profonds de la cavité : mise en place d'un substitut dentinaire

Certains auteurs [16, 19-24] ont proposé le recours à des techniques dites « sandwich » dont le seul but est de simplifier la procédure clinique en réduisant le temps nécessaire à la réalisation, le nombre d'apports de matériau, en diminuant les contraintes de polymérisation grâce à l'utilisation de matériaux plus adéquats pour cette région délicate.

Les techniques dites sandwich sont de deux types :

- sandwich fermé dont le principe est le remplissage de la paroi axiopulpaire par un ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine (CVIMAR) puis la retouche de celui-ci à la fraise afin que le composite de recouvrement ou l'incrustation en résine englobe complètement ce dernier même dans sa portion la plus cervicale ;
- sandwich ouvert ou le CVIMAR, dans sa portion la plus cervicale, n'est plus retouché avec une paroi proximale restaurée dans sa portion cervicale avec ce dernier matériau et dans sa partie la plus coronaire par le composite de recouvrement. La technique du sandwich ouvert présente cependant des atouts en termes de simplicité de mise en œuvre et de performances.

L'étape intermédiaire visant à combler la partie profonde correspond à la mise en place de ce qu'il est convenu d'appeler le substitut dentinaire [23, 24].

Le substitut dentinaire, qui conforte la protection biologique initiée par la procédure de collage, renforce les structures résiduelles de la dent à restaurer et va servir d'assise à la restauration proprement dite. C'est un élément capital des reconstructions postérieures en résine composite. Différents

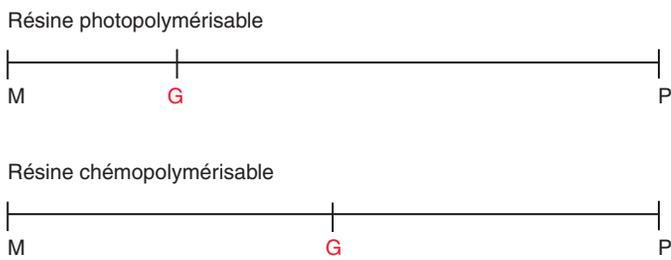


Figure 9. Point G d'après Suh et al. [26].

types de matériaux semblent capables de répondre à ces exigences : les résines chémozopolymérisables et les ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine.

Le remplissage des deux tiers profonds de la cavité est l'étape clinique sur laquelle toute notre attention sera portée car elle constitue les fondations de notre restauration ; c'est à ce niveau que nous avons recours au substitut dentinaire en situation de sandwich ouvert. Du comportement de ce joint cervicoproximal dépendra la pérennité de la restauration (étanchéité, sensibilité, rugosité) [25].

## “ Conduite à tenir

Pour le choix du substitut dentinaire, le cahier des charges comprend [26] :

- protection biologique et mécanique du complexe pulpodentinaire ;
- rapidité de mise en œuvre : comblement en une seule phase ;
- réduction du stress de polymérisation [27, 28] ;
- compatibilité avec le système adhésif [29-33].

La contraction à la polymérisation commune à toutes les résines composites est dépendante de leur masse [16]. Source d'arrachements au niveau des interfaces, cause de récurrences de caries et de douleurs postopératoires, elle doit impérativement être évitée, nous obligeant, pour une résine composite photopolymérisable, à opérer par insertions successives de portions réduites de matériau qui devront être à chaque fois photopolymérisées en totalité, ce qui, dans le cas de cavité postérieure souvent volumineuse, représente une contrainte temporelle incompressible [34]. Or, nous savons que le stress de polymérisation des résines composites chémozopolymérisables, qui montrent pourtant un pourcentage de contraction global identique, est, pour différentes raisons, lié en particulier au temps de prise et à la direction des forces de contraction, aboutissant à des contraintes réduites au niveau des joints, lesquelles sont garantes d'une bonne étanchéité [15, 16, 35-37]. Ce qui est intéressant dans l'utilisation de ces matériaux, ce n'est pas une moindre contraction mais un stress de polymérisation moindre, ménageant les interfaces et donc prévenant les infiltrations et les risques de hiatus.

L'explication de ce stress de contraction beaucoup plus faible est donnée par le positionnement du point G [27] (Fig. 9) (point de gélification de la résine composite), c'est-à-dire le moment où le composite passe dans une phase cristalline et devient indéformable et n'absorbe donc plus les contraintes de polymérisation qu'il transmet alors intégralement au niveau des interfaces. Dans les résines photopolymérisables, ce point G est très proche du stade monomère (M), ce qui induit un long stress au niveau des parois jusqu'au stade polymère (P). En revanche, les résines chémozopolymérisables ont un point G plus proche de P, réduisant le temps de stress sur les interfaces.

Par ailleurs, des études récentes [19, 21, 38, 39] ont démontré l'intérêt des produits CVIMAR dans cette situation de substitut dentinaire dite en « sandwich ouvert ».



Figure 10. Injection du substitut dentinaire.



Figure 11. Cavité remplie de résine chémozopolymérisable servant de substitut dentinaire.

En effet, ces derniers remplissent le cahier des charges d'un substitut dentinaire et présentent l'avantage de pouvoir être utilisés dans des conditions opératoires plus délicates.

Ils présentent les avantages suivants :

- un traitement de surface simple peu sensible au facteur opérateur ;
- une tolérance à l'hydratation précoce (mauvaises conditions opératoires) ;
- une étanchéité dentinaire cervicale efficace [38] ;
- un rôle cariostatique dans cette zone proximale propice aux récurrences [39].

Bien que les CVIMAR soient des matériaux dignes d'intérêt, dans un souci d'homogénéité de la méthode, nous préférons utiliser, dans cette situation, une résine composite chémozopolymérisable. En accord avec la technique proposée dès 1991 par Bertolotti, [35] nous suggérons un remplissage en un seul temps des deux tiers profonds de la cavité avec une résine composite chémozopolymérisable injectable.

Concernant les procédures opératoires, les présentations en seringues « automélangeur » sont préférées. D'un usage rapide, elles évitent les bulles d'air intégrées lors du malaxage (Fig. 4).

En utilisant une résine fluide chémozopolymérisable avec une technique d'injection directe, le remplissage de la cavité jusqu'à la jonction amérodentaire devient alors simple et rapide. Le matériau passe en phase plastique au bout de 45 s et termine sa réaction de prise entre 90 et 120 s.

Le composite chémozopolymérisable utilisé se présente sous la forme d'un pistolet mélangeur avec un embout pouvant injecter le matériau de manière précise (Fig. 10, 11).

La prise du composite chémozopolymérisable est accélérée par le contact avec l'adhésif, la réduction du taux d'oxygène dans le fond de cavité et la température de contact avec la surface dentinaire. Elle est effective en quelques minutes.

Le tiers profond de la cavité est rempli avec la résine chémozopolymérisable avant la préparation définitive pour l'inlay (Fig. 12).

## Mise en forme de la cavité

À l'inverse des préparations des incrustations métalliques, volontairement architecturées à des fins de recherche de rétention mécanique, les cavités pour onlays en résine composite sont simples et aisément réalisables. Largement de dépouille, les angles internes très arrondis, elles exigent des



**Figure 12.** Dépose de la matrice lors de la phase plastique du composite chémostomérissable.



**Figure 13.** Fraises nécessaires à la mise en forme de la cavité.



**Figure 14.** Forme de préparation pour onlay.

limites nettes sans biseau, l'angle cavosuperficiel étant voisin de 90°, tandis que les limites proximales sont préparées en forme de chanfrein dont l'angulation ne dépassera pas 120°. Dans le cas de recouvrement, la réduction occlusale, nettement moins invasive que pour les onlays en céramique, peut être égale ou supérieure à 1,5 mm (Fig. 13, 14).

Remarque : une zone critique est la « marche » cervicale. Il est reconnu que le joint cervical, bien qu'accessible au champ opératoire, est souvent en situation sous-gingivale et représente le point faible des restaurations collées exigeant une attention particulière à toutes les étapes cliniques : préparation, empreinte, collage, finition. Au stade de la préparation de la cavité, il est préférable d'inscrire cette limite en position juxta-, voire supragingivale, zones aisément accessibles où la procédure de collage et la finition de l'onlay pourront être aisément contrôlées. C'est ainsi qu'une partie du substitut dentinaire dont la mise en place avait été facilement opérée par injection en direct est délibérément conservée en situation de « sandwich ouvert » dans l'objectif d'élever la « marche » cervicale en situation adéquate (voir supra).

Si l'on dispose d'une limite cervicoproximale amélaire accessible pour l'empreinte et le collage, la remontée de la marche cervicale à l'aide du substitut n'est pas nécessaire en raison de l'excellente étanchéité amélaire.



**Figure 15.** Empreinte au silicone.



**Figure 16.** Inlay provisoire.



**Figure 17.** Inlay provisoire scellé.

## Empreintes et enregistrement de l'occlusion

Après la préparation, on réalise deux empreintes aux silicones ou aux hydrocolloïdes réversibles, permettant d'obtenir un modèle en plâtre que l'on fractionne et un modèle de repositionnement (Fig. 15).

L'occlusion est enregistrée selon les principes habituels de la prothèse fixée de petite étendue (empreinte antagoniste, mordu, etc.).

## Restauration provisoire

Une obturation provisoire est réalisée, permettant d'assurer la protection biologique, le maintien de la fonction et de l'esthétique pendant la période d'élaboration de l'inlay.

Le matériau actuel idéal utilisé est une résine composite photopolymérisable avec un ciment provisoire (Fig. 16, 17).

## Séance de laboratoire

### Préparation des modèles

Les empreintes sont coulées en plâtre dans un délai en accord avec le type de matériau à empreinte utilisé. Après désinsertion, les modèles sont examinés et éventuellement corrigés.

Deux modèles sont ainsi réalisés :

- un modèle de travail qui est fractionné et utilisé pour fabriquer l'inlay ;



Figure 18. Limites de préparation.



Figure 19. Modèle positif unitaire (MPU) isolé.

- un maître modèle (ou modèle de repositionnement) qui sert à vérifier les contacts proximaux, occlusaux et le trajet d'insertion et de désinsertion de l'inlay.

Le modèle fractionné permet d'obtenir un modèle positif unitaire (MPU), en faisant attention de ne pas toucher les limites de la cavité.

Le mordû réalisé au cabinet est taillé au bistouri par le technicien pour ne conserver que des indentations peu profondes. Ce mordû sert au montage en articulateur ou en occluseur.

Les limites de la préparation sont marquées au crayon carbone sans graphite (Fig. 18).

Un espacement est réalisé par apposition de la cire chaude au niveau de la base et des parois de la préparation qui permet de simuler l'espace nécessaire au matériau de collage, bloquant ainsi les pressions excessives à l'intérieur de la cavité [40].

Cet espacement a pour but :

- de libérer la cavité (insertion et désinsertion) ;
- de faciliter le collage ;
- de simplifier la fabrication en permettant une désinsertion facile de l'inlay au laboratoire ;

Le MPU est enduit d'un isolant classique plâtre/résine. Ce film doit être aussi fin que possible car la préparation est déjà recouverte de cire (Fig. 19).

### Élaboration de l'inlay et prépolymérisation

Il s'agit de recréer l'anatomie de la dent naturelle à l'aide de masse composite, grâce à la technique de stratification anatomique proposée par Vanini en 1996 [41]. Cette technique préconise la réalisation de l'émail interproximal dans un premier temps, ce qui permet de transformer une restauration complexe en restauration simple. Le corps dentinaire interne est ensuite réalisé puis la couche d'émail occlusal. Cependant, il est aussi possible de commencer par le cœur de la restauration et de terminer par la crête proximale tout en ménageant de l'espace pour les masses translucides et lumineuses situées au niveau de celle-ci.

En réalité, il existe une différence importante dans la stratification des dents antérieures et postérieures. En effet, dans le secteur antérieur, il est important de soutenir notre restauration par des masses dentines qui donnent la fluorescence de la dent et bloquent la lumière alors qu'au niveau postérieur, la restauration est généralement assise dans l'environnement dentinaire et il n'y a pas le problème du fond noir de la bouche. C'est

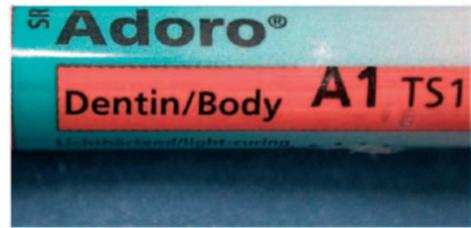


Figure 20. Masse dentine.



Figure 21. Reconstitution de la face proximale puis du fond de la cavité à l'aide de masse dentine.



Figure 22. Montage de la crête proximale à l'aide de masses opalescentes bleues.

donc pour cette raison que la stratification postérieure intéresse peu les masses dentines, mais, en revanche, donne de l'importance aux masses émail afin de garantir une bonne luminosité et une bonne translucidité pour l'obtention d'un bon mimétisme avec les structures résiduelles.

La première apposition de composite est faite au niveau de la cavité principale en recréant la crête marginale à l'aide de la masse dentine choisie. On reconstitue le corps dentinaire de la restauration. On utilise au fond de la cavité des masses de composites de saturation élevée afin de donner de la chaleur au cœur de la restauration [40, 42] (Fig. 20, 21).

Ces différentes masses de composite sont amenées par apports successifs puis photopolymérisées 10 à 20 s pour les stabiliser [43].

Les crêtes et les sillons sont reproduits sommairement (macrogéographie), ce qui aménage des espaces pour la couche d'émail et sa caractérisation (Fig. 22).

Les crêtes proximales sont construites à l'aide de masses opalescentes bleutées (*inter incisal white-blue*) (Fig. 23, 24) et sont recouvertes par des masses translucides (Fig. 25) qui permettent la transpiration des différents effets. Pour la caractérisation, il est également possible d'utiliser des colorants fluides.

La stratification anatomique se poursuit en employant toujours les mêmes techniques d'apports successifs dessinant les versants cuspidiens.

Le soutien optique est assuré ici par l'apport de masses opalescentes de couleur blanche (ADORO Opal effect 3) (Fig. 26, 27) pour les versants internes cuspidiens afin de recréer la luminosité des cuspidiens dans cette région où l'épaisseur d'émail



**Figure 23.** Opalescent bleu.



**Figure 24.** Masses transparentes pour la réalisation des zones de transition.



**Figure 25.** Masses opalescentes blanchâtres qui confèrent la luminosité à l'inlay.



**Figure 26.** Montage des versants cuspidiens à l'aide de masses opalescentes blanchâtres pour les faces internes et les sommets cuspidiens, et transparentes au niveau des zones de jonction.

naturelle est assez importante [43]. Les bords de la restauration sont réalisés à l'aide de masses transparentes afin d'assurer le mimétisme avec les structures naturelles.

Chaque cuspide est formé et les sillons sont créés grâce à l'affrontement de chaque cuspide en analogie avec la technique du *wax up* ou bien du *composite up*.



**Figure 27.** Vérification des trajets d'insertion et de désinsertion.



**Figure 28.** Réglage de la surface de contact.



**Figure 29.** Sculpture de la face occlusale.

La restauration est vérifiée et éventuellement rectifiée au niveau de l'insertion, désinsertion et occlusion sur le maître modèle avec une meule diamantée ou une pointe tungstène (Fig. 27).

Une attention particulière au niveau d'une zone délicate concerne le point de contact.

La réalisation d'une surface de contact est préférable par rapport à un point de contact car elle permet une réduction des embrasures vestibulaires et linguales, ce qui réduit les zones de rétention pour le bol alimentaire (Fig. 28).

### Traitement thermique de l'inlay

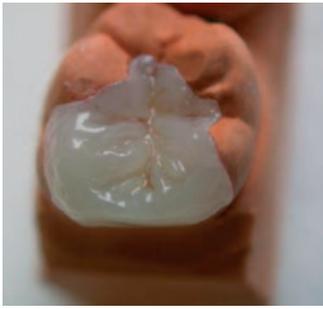
L'inlay est placé pendant 20 minutes dans un four de post-polymérisation. Cette dernière associe photopolymérisation et thermopolymérisation [41]. Elle aura pour effet d'augmenter le taux de conversion du composite et d'améliorer ses propriétés mécaniques et sa stabilité dimensionnelle.

### Finition et polissage

À ce stade, cette étape doit permettre de rendre la surface de la restauration semblable à celle de la dent naturelle.

Une macrogéographie et une microgéographie de surface sont créées à l'aide de fraises diamantées, de pointes montées abrasives et de gommages siliconés (Fig. 29).

L'inlay est poli avec une peau de chamois imprégnée de pâte diamantée. Grâce à la faible abrasivité de cet instrument, la surface est lissée sans effacer la macrogéographie ni brûler la matrice résineuse du composite [44].



**Figure 30.** Caractérisation externe et polissage de l'inlay.



**Figure 33.** Nettoyage de la cavité à l'aide des ultrasons.



**Figure 31.** Face occlusale de l'inlay terminé.



**Figure 34.** Ajustage de l'inlay.



**Figure 32.** Intrados de l'inlay.

Une caractérisation externe est possible à ce stade. L'inlay est nettoyé à la vapeur puis caractérisé en utilisant des colorants ou Flow Stain® appliqués au pinceau dans les puits et fissures, et photopolymérisé pendant 40 s<sup>[41]</sup> (Fig. 30).

### Traitement de l'intrados avant scellement

L'intrados de l'inlay est microsablé à l'aide de particules d'oxyde d'alumine à 50 µm.

Il est ensuite rincé et peut être livré au cabinet dentaire dans un emballage protégeant la pièce prothétique (Fig. 31, 32).

## Deuxième séance clinique

### Dépose de la restauration provisoire

Après l'anesthésie, l'inlay provisoire en résine est déposé et la cavité est nettoyée à l'aide d'un appareil ultrasonique qui élimine les résidus de ciment et de résine afin d'essayer l'inlay (Fig. 33).

### Essayage et ajustage de l'inlay

L'inlay est d'abord vérifié sur son modèle de positionnement.

Un certain nombre de points sont à contrôler :

- la morphologie générale de l'inlay ;
- l'adaptation marginale et les bords prothétiques de l'inlay. Le trajet d'insertion doit permettre la mise en place et la désinsertion de la pièce ;

- la situation des contacts proximaux ;
- l'emplacement et l'intensité des contacts occlusaux statiques et dynamiques (quand les modèles sont montés en articulateur) ;
- l'état de surface de l'incrustation prothétique : il doit être exempt de toute porosité ou de bulles au sein du matériau, un polissage et un brillantage soignés doivent apparaître au retour du laboratoire. Ils concourent à améliorer la durée de vie de la restauration ;
- l'aspect esthétique de l'inlay.  
Tous ces points étant vérifiés, l'inlay peut être mis en place dans sa cavité et contrôlé :
- l'insertion doit être complète, l'inlay doit « flotter » dans la cavité ;
- la position de la surface de contact et son intensité sont évaluées avec du papier d'occlusion. Si celui-ci doit être réglé, une languette de papier d'occlusion permet de le matérialiser. Ce contact est alors ajusté avec un disque de granulométrie moyenne [Pop On® (3M)] (Fig. 34) ;
- l'adaptation aux limites est vérifiée. Les excès et les surplombs sont éliminés ;
- la couleur doit se mêler à celle de la dent résiduelle mais aussi à celle des dents adjacentes. Le choix de la couleur du polymère de collage influence la teinte finale de l'inlay en composite. Il est donc fait avant la pose du champ opératoire et du mordantage, afin de mieux évaluer l'aspect des tissus dentaires et d'éviter toute influence de la couleur de la digue ou du dessèchement de la dent. Il existe actuellement des pâtes d'essais hydrosolubles (Trying In Paste® [Bisico]), qui permettent de préfigurer la teinte définitive.

### Pose du champ opératoire individuel

Avant le collage de l'inlay, une digue individuelle est mise en place uniquement sur la dent préparée, ce qui permet d'éviter une fusée du composite de collage au niveau proximal.

La remontée de la marche cervicale et la finesse de la digue permettent une bonne isolation du site opératoire qui est éventuellement améliorée par la mise en place d'une ligature (Fig. 35).

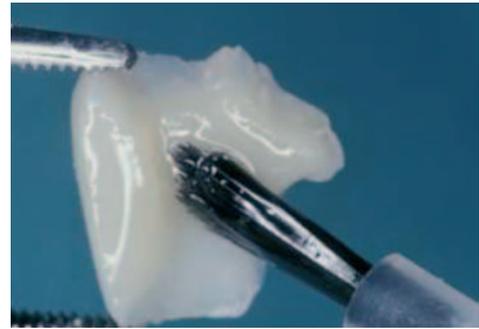
### Procédures de collage

#### Préparation de la pièce prothétique

L'intrados de la pièce prothétique, qui a été préparé au laboratoire à l'aide d'un microsablage, est nettoyé avec de



**Figure 35.** Digue individuelle placée uniquement sur la dent préparée.



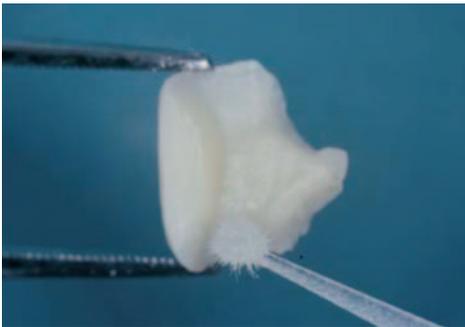
**Figure 39.** Application de la résine de liaison.



**Figure 36.** Silane.



**Figure 40.** Microsablage.



**Figure 37.** Application du silane.



**Figure 41.** Surface dentaire nettoyée.



**Figure 38.** Résine de liaison.

l'acide fluorhydrique pendant 1 minute. Il est ensuite traité par un silane liquide monocomposant (Fig. 36, 37).

Après séchage du silane, une couche de résine de liaison Prebond® est déposée sans être photopolymérisée, légèrement séchée puis mise à l'abri de la lumière (Fig. 38, 39).

#### Préparation de la dent

La contamination des parois de la cavité par les ciments provisoires (avec ou sans eugénol) et les résines souples photopolymérisables altèrent de manière significative l'efficacité des procédures de collages.

Par conséquent, la qualité des restaurations finales collées passe par l'élimination des agents de contamination et des résidus de ciment.

Le nettoyage le plus efficace est obtenu à l'aide d'un appareil ultrasonique qui élimine les résidus de ciment visible puis un jet abrasif (microsableuse) pour obtenir une surface propre et un ancrage mécanique amélioré sur le substitut dentinaire [45] (Fig. 40, 41).

On applique ensuite les mêmes procédures de collage pour le système adhésif de quatrième génération cité plus haut :

- mordantage à l'acide phosphorique à 30 % pendant 10 s, puis rinçage ;
- désinfection et humidification à l'aide du Consepsis® ;
- application du primer sur une dentine humide puis séchage ;
- application de l'adhésif puis séchage.

Cependant, le type d'adhésif utilisé dépend de la pâte de collage employée.

En effet, l'inlay est collé soit avec une pâte de collage photopolymérisable (Enamel HFO®), soit avec une pâte de collage dual (photo- et chémpolymérisable).

Si l'inlay est collé avec une résine composite photopolymérisable alors l'adhésif employé est lui aussi photopolymérisable. Il



**Figure 42.** Composite de collage dual.

est appliqué sur la préparation dentaire puis photopolymérisé et sur l'intrados de la pièce prothétique mais non photopolymérisé.

La polymérisation complète du composite de collage uniquement par activation lumineuse n'est obtenue que si le composite de restauration est fin, translucide et de couleur claire (moins de 1,5 à 2 mm, selon la translucidité et la teinte) [46].

Ces critères étant rarement satisfaits en clinique, le recours aux matériaux dual est un choix judicieux pour le scellement des restaurations adhésives. L'efficacité de l'activation chimique des composites dual étant en général incomplète, une activation lumineuse correcte reste essentielle pour assurer un taux de conversion optimal du matériau [41].

S'il est collé avec une résine composite dual, l'adhésif employé peut être soit chémopolymérisable soit photopolymérisable. Dans le premier cas, l'adhésif est simplement appliqué puis séché, c'est-à-dire qu'il est appliqué sur la dent et sur l'intrados de la pièce prothétique et sa polymérisation se fait au contact de la pâte de collage lors de la prise de cette dernière ; dans le second cas il est, en plus, photopolymérisé pendant 40 s à 1 200 mW/cm<sup>2</sup>.

Certains auteurs [47] préconisent le recours à des CVIMAR pour leur facilité de manipulation et leur meilleure tolérance aux conditions opératoires. Cependant, des inconvénients esthétiques et mécaniques évidents en font une alternative réservée à des cavités rétentes bien précises.

### Préparation de la résine de collage

Le composite de collage utilisé est le Variolink Ultra® (Ivoclar). Il est dual, ce qui facilite sa manipulation, augmente le temps de travail et permet une polymérisation totale dans les régions profondes (cf. plus haut).

Il est composé de deux pâtes (base et catalyseur) et plusieurs teintes peuvent exister.

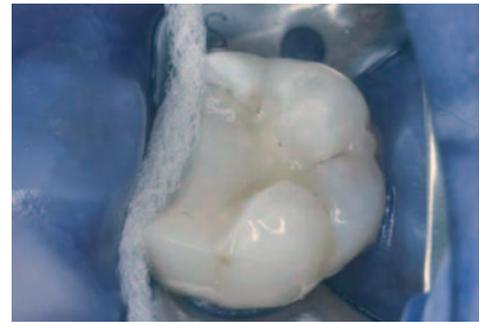
Sa haute viscosité permet d'enlever les excès aisément (Fig. 42).

Le composite de collage est préparé et mis en place minutieusement dans la cavité avant l'insertion de l'inlay. Une extrémité fine et rigide d'une soie Superfloss® (Oral B) a été au préalable placée dans l'embrasure proximale afin d'éliminer les excès de pâte de collage avant la polymérisation finale (Fig. 43, 44).

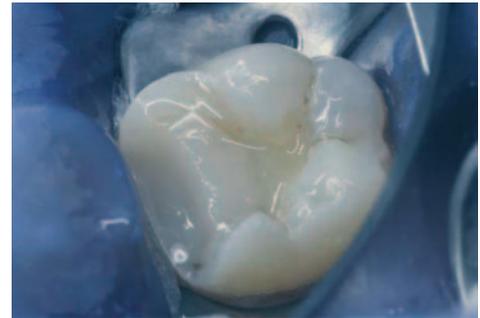
### Mise en place de la restauration et élimination des excès

L'insertion de la restauration doit être immédiate après le remplissage de la préparation par une résine composite de collage car la température de la cavité buccale accélère la polymérisation [45].

L'inlay est saisi délicatement, mis en place puis enfoncé dans un premier temps avec une précelle puis complété par petites touches à l'aide d'un système ultrasonique pour éviter l'échauffement de la restauration (Fig. 45).



**Figure 43.** Soie Superfloss® (Oral B).



**Figure 44.** Soie placée dans l'embrasure proximale.



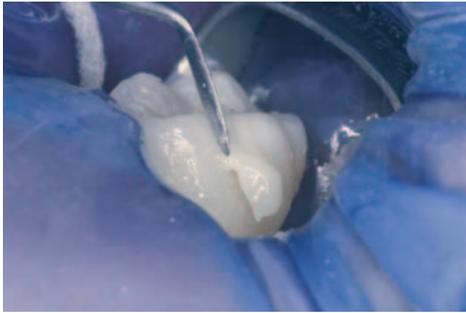
**Figure 45.** Système ultrasonore avec insert en composite.



**Figure 46.** Insertion de l'inlay à l'aide des ultrasons.

L'énergie ultrasonore va temporairement diminuer la viscosité du matériau de collage [48]. Cela permet une insertion parfaite de la restauration (Fig. 46) et une élimination plus aisée des excès de colle.

Cette méthode de scellement facilite l'élimination des excès de colle qui ne coulent pas et assure un temps de travail sur mesure. Il a été montré qu'aucune différence dans l'épaisseur du film n'est retrouvée, que les inlays composites soient collés par un matériau composite hybride à haute viscosité traité à l'énergie ultrasonique ou par des matériaux de faible viscosité [48].



**Figure 47.** Élimination des excès.



**Figure 48.** Finition des bords.



**Figure 49.** Polissage grains très fins.



**Figure 50.** Finition des faces proximales.



**Figure 51.** Polissage du bord cervical.



**Figure 52.** Lustrage.

Tout en maintenant cette pression, la mise en place complète et l'adaptation de l'inlay doivent être vérifiées.

Les excès de colle sont éliminés avant la polymérisation du composite sur la périphérie de l'inlay à l'aide d'une sonde (Fig. 47) et au niveau proximal avec des mouvements tangentiels du fil de soie placé précédemment.

Une attention particulière est retenue pour l'élimination des excès de colle dans la zone cervicoproximale. L'utilisation d'une digue individuelle et d'un fil de soie Superfloss® permet d'éviter les excédents de colle très difficiles à déloger quand le matériau de collage est photopolymérisé.

Après avoir enlevé soigneusement tous les excès de colle, une photopolymérisation de toutes les faces de la restauration est effectuée pendant 60 s.

La polymérisation duale de la résine est activée par la lumière puis poursuivie chimiquement.

Cependant, l'oxygène altère le durcissement des résines en surface (ce qui concerne les matériaux composites de restauration et de scellement). Cette couche d'inhibition, qui se dégrade plus rapidement, peut avoir des répercussions non négligeables sur l'adaptation marginale [8]. Pour parfaire le durcissement de la résine, un gel de glycérine est donc déposé en surface pendant la dernière exposition à la lumière.

Une fois l'inlay collé, le champ opératoire peut être déposé.

## Étapes de finition

Les objectifs de la finition et du polissage sont [45] :

- d'obtenir une parfaite continuité entre les tissus dentaires et la restauration aux niveaux des bords occlusaux et proximaux ;
- d'aplanir les surfaces irrégulières ou d'assurer la sauvegarde de celles déjà terminées ;
- d'éliminer tous les éventuels défauts marginaux.

Ces objectifs sont atteints par des méthodes non destructrices car ces dernières étapes se doivent de préserver la qualité de la restauration ou de l'améliorer.

Au niveau des bords de la restauration et des surfaces irrégulières, la finition est réalisée à l'aide de fraises diamantées à grains fins (bague rouge) (Fig. 48) puis très fins (bague jaune) (Fig. 49).

Au niveau des faces proximales plates et accessibles, des disques souples (Pop-On® Soft Lex, 3M) sont utilisés (Fig. 50).

Au niveau des bords cervicaux des restaurations, des strips abrasifs en plastique ou en métal sont passés dans un sens vestibulolingual ou palatin pour éliminer efficacement tout résidu de pâtes de collage (Fig. 51).

La vérification de l'occlusion statique et dynamique est alors effectuée.

Les retouches occlusales sont réalisées préférentiellement au moyen de fraises diamantées olives à grains fins (bague rouge).

L'inlay subit alors un brillantage et un lustrage final à l'aide de cupules en silicone montées sur contre-angle et sous spray d'eau (Fig. 52). Il peut aussi être effectué avec des pâtes de polissage spécifique de très fine granulométrie (Enamel Shiny® A et B).



**Figure 53.** Intégration biologique, fonctionnelle et esthétique de la restauration.



**Figure 55.** Dépose de la restauration.



**Figure 56.** Mise en place d'un champ opératoire et polissage des bords.



**Figure 57.** Matriçage de la dent.



**Figure 58.** Remplissage de la cavité avec un substitut dentinaire.

**Figure 54.** Cas clinique n° 2 : situation préopératoire (vue occlusale [A], vestibulaire [B], linguale [C]).

L'inlay est alors terminé et parfaitement intégré au niveau biologique, esthétique et fonctionnel (Fig. 53).

## ■ Pronostic (Fig. 54-62)

Les avantages majeurs des restaurations indirectes résident dans les contraintes de polymérisation faible et une maîtrise de l'anatomie occlusale et proximale qui leur confère une précision d'adaptation optimale. Ces restaurations améliorent la qualité du joint périphérique en s'affranchissant du problème de la rétraction de prise qui ne concerne que le fin film de la pâte de collage, ce qui réduit les risques de ruptures interfaciales classiques dans les techniques directes [49-54].

De plus, les propriétés mécaniques sont améliorées par les possibilités de postpolymérisation dans une enceinte lumineuse, à une certaine température (environ 110 °C) et sous une

certaine pression d'air, ce qui permet d'élever le degré de conversion et d'améliorer la stabilité dimensionnelle. Pourtant, dans une analyse comparative [55] avec les techniques directes, il semblerait qu'il n'existe pas de différences significatives entre les deux techniques. Ces deux techniques, confirmées par d'autres études cliniques, montrent des taux d'échecs similaires [56].

Cependant, dans le cas de restaurations volumineuses et ou multiples, en particulier dans le même secteur, il est évident que la réalisation des formes anatomiques proximales, occlusales et des contacts proximaux est grandement améliorée par le recours à des modèles de travail [57].



**Figure 59.** Mise en forme de la cavité et conservation de la limite amélaire périphérique.



**Figure 60.** Microsablage de la cavité.



**Figure 61.** Insertion complète de l'inlay à l'aide d'insert ultrasonore.



**Figure 62.** Vue finale.

Les avantages majeurs des techniques indirectes influencent la pérennité et le comportement dans le temps.

Cependant, il existe peu d'études *in vivo* à long terme sur le comportement des inlays en résine composite.

Sur les dix dernières études cliniques longitudinales, les auteurs s'accordent sur des taux de survie proches de 80 à 100 % sur des périodes de 1 à 7 ans, ce qui en fait aujourd'hui des techniques fiables à condition de respecter rigoureusement les procédures opératoires et de pratiquer des suivis réguliers (Tableau 1).

## ■ Conclusion

Jusqu'à ces dernières années, les matériaux et les techniques esthétiques de restauration des dents postérieures ne pouvaient pas rivaliser avec les amalgames et les obturations en or en raison de leurs échecs mécaniques et biologiques.

Aujourd'hui, les restaurations indirectes en résine composite connaissent un regain d'intérêt grâce à des progrès récents au niveau des biomatériaux et du collage.

L'avènement des nouvelles générations de résines composites de laboratoire permet de réaliser des restaurations dont la résistance et l'esthétique sont devenues remarquables. En effet, le recours à la postpolymérisation et l'utilisation d'une technique de stratification anatomique ont amélioré les propriétés mécaniques et optiques de ces restaurations.

En parallèle, nous avons assisté à une révolution biologique qui nous permet aujourd'hui de réaliser un scellement étanche du complexe dentinopulpaire garant de la biocompatibilité de nos restaurations.

Comme toutes les techniques adhésives, le facteur opérateur demeure important. C'est pourquoi une méthodologie opératoire avec un protocole strict permet d'obtenir des résultats prévisibles et reproductibles, tout en répondant aux impératifs biologiques, esthétiques et fonctionnels de la dentisterie adhésive.

Les composites photopolymérisables de laboratoire semblent devenir le matériau de choix pour les restaurations de tout type, car il a été montré que son « handicap » mécanique vis-à-vis de la céramique si longtemps décrié n'est plus. « *En effet, le comportement viscoélastique de la résine composite est le garant d'un degré d'usure faible, à la fois du matériau et sur l'émail antagoniste* ». J.-F Lasserre [58].

L'article original a été publié en première parution dans le traité EMC Odontologie, 23-136-A-10, 2006.



## ■ Références

- [1] Fuzzi M, Rappelli G. Survival rate of ceramic inlays. *J Dent* 1998;**26**: 623-6.
- [2] Lasfargues JJ, Bukiet F, Tirlot G, Decup F. Bonded partial restorations for endodontically treated teeth. In: *Advances in operative dentistry*. London: Quintessence publishing; 2001. p. 191-210.
- [3] Bukiet F, Tirlot G. Restaurations partielles collées sur dents dévulpées : de la prise de décision thérapeutique à la mise en œuvre clinique. *Cah Prothese* 2001;**166**:73-81.

**Tableau 1.**

Tableau récapitulatif des études cliniques.

Année	Auteur	Période d'observation	Type de cavité	Matériel	Nombre de restaurations	Taux de survie	Échec annuel
1994	Van Dijken	5	II	Brillant	100	88	2,4
1996	Krämer	6	I et II	Visio Gem	118	41	9,8
1998	Wassell	5	II	Brillant	65	88	2,4
1997	Wiedmer	5	I et II	Brillant/APH	24	100	0
1999	Donly	7	Inlay	Concept	32	75	3,6

- [4] Lasfargues JJ. Évolution des concepts en odontologie conservatrice : du modèle chirurgical invasif au médical préventif. *Inf Dent* 1998;**80**: 3111-23.
- [5] Brouillet JL, Koubi S. In: *New biological concept in modern dentistry: evolution and revolution. Simposio Internazionale Santa Margaritha. Odontoiatra adesiva e ricostrutta oggi*; 2001. p. 93-9.
- [6] Ben Amar A, Metzger Z, Gontar G. Cavity design for class composite restoration. *J Prosthet Dent* 1987;**58**:5-8.
- [7] Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucel T, et al. The interaction of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent* 1996;**9**:167-73.
- [8] Kemp-Sholte CM, Davidson CL. Marginal sealing of curing contraction gaps in Class II composite resin restorations. *J Dent Res* 1988;**67**:841-5.
- [9] Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;**16**:265-73.
- [10] Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the interdiffusion zone observed with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992;**71**:1530-40.
- [11] Van Meerbeek B, Dhém A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *J Dent Res* 1993;**72**:495-501.
- [12] Inokoshi S, Iwaku M, Fusayama T. Pulpal response to a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1982;**61**:1014-9.
- [13] Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappell RP, Spencer P, Chappelow CC. Scanning transmission electron microscopy/energy-dispersive spectroscopy analysis of the dentin adhesive interface using a labelled 2-hydroxyethyl methacrylate analogue. *J Dent Res* 1995;**74**: 1246-52.
- [14] Cox CF, Keall C, Keall H, Ostro E, Bergenholtz G. Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet Dent* 1987;**57**:1-8.
- [15] Davidson CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J Prosthet Dent* 1986;**55**:446-7.
- [16] Fusayama T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. *Quintessence Int* 1987;**18**:633-41.
- [17] Gwinnet AJ. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 1992;**5**:127-9.
- [18] Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 1992;**23**:39-41.
- [19] Ferrari M. Use a glassionomer as bonding, linings or bases. In: Davidson CL, Mjor I, editors. *Advanced in glass ionomer cements*. Carol Stream: Quintessence Books; 1999. p. 137-48.
- [20] van Dijken JW, Kieri C, Carlen M. Longevity of extensive class II open sandwich restorations with resin modified glass ionomer cement. *J Dent Res* 1999;**78**:1319-25.
- [21] Knibb P. The clinical performance of a glass polyalkenoate (glass ionomer) cement used in a 'sandwich' technique with a composite resin to restore Class II cavities. *Br Dent J* 1992;**172**:102-7.
- [22] van Dijken JW. 5-6 years evaluation of direct composite inlays. *J Dent Res* 1994;**73**:327 [abstract 180].
- [23] Tassery H, Donato P, Barres O, Dejou J. In vitro assessment of polymerisation procedures in class II restorations: sealing, FTIR, and microhardness evaluations. *J Adhes Dent* 2001;**3**:247-55.
- [24] Tassery H, Dejou J, Koubi G, Brouillet JL. Les restaurations composites postérieures directes : choix du substitut dentinaire. *Inf Dent* 1998;**80**:365-70.
- [25] Altsen D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Mol A, Davidson CL. The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin layers. *J Dent Res* 1992;**71**:1619-22.
- [26] Koubi S, Brouillet JL, Faucher A, Weissrock G, Pertot W. Les inlays onlays en résine composites : évolution des concepts. *Strat Prothét* 2004;**4**:171-85.
- [27] Suh BI, Feng L, Wang Y, Cripe C, Cincione F, de Rijk W. The Effect of the pulse-delay technique on residual strain in composites. *Compend Contin Educ Dent* 1999;**20**(suppl2):4-14.
- [28] Suh B, Cincione FA, Sandrik J. Examination of experimental cavity substrate as a function of modulus of elasticity during polymerization of composite. *J Dent Res* 1998;**77**:261 [abstract 1242].
- [29] Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III: effect of Acidic Resin Monomers. *J Adhes Dent* 2003;**5**:267-82.
- [30] Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step, self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 2003;**5**:27-40.
- [31] Sanares AM, King NM, Itthagarun A, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001;**17**:542-56.
- [32] Swift Jr. EJ, Perdigão J, Combe EC, Simpson 3<sup>rd</sup> CH, Nunes M. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. *Am J Dent* 2001;**14**:137-40.
- [33] Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce the polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 1996;**75**:871-8.
- [34] Bertolotti RL. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1991;**3**:53-8.
- [35] Garberoglio R, Coli P, Brannstrom M. Contraction gaps in Class II restorations with self-cured and light-cured resin composites. *Am J Dent* 1995;**8**:303-7.
- [36] Besnault C, Tassery H, Attal JP. Intérêt de la technique « sandwich ouvert » en odontologie restauratrice. *Real Clin* 2004;**15**:191-200.
- [37] van Dijken JW. A 6-year evaluation of a direct composite resin inlay/onlay system and glass ionomer cement-composite resin sandwich restorations. *Acta Odontol Scand* 1994;**52**:368-76.
- [38] Mjor IA. The location of clinically diagnosed secondary caries. *Quintessence Int* 1998;**29**:313-7.
- [39] Koubi GF, Koubi SA, Brouillet JL. The "Composite-up" technique: a simple approach to direct posterior restorations. In: *Advances in operative dentistry*. London: Quintessence publishing; 2001. p. 87-94.
- [40] Peutzfeld A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odontol Scand* 1995;**53**:29-34.
- [41] Vanini L. Light and color in anterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996;**8**:673-84.
- [42] Turillazi O. *Gli intarsi in composito*. Estratto dalla rivista RTD tecnologia dentali 1; 1997.
- [43] Devoto V. L'intarsio in composito come soluzione di restaurato estetico. *Actual Dent* 1996;**3**:22-31.
- [44] Mui A. *The four dimensional tooth system*. London: Quintessence Publication; 1985.
- [45] Dietschi D, Spreafico R. *Restaurations esthétiques collées. Composites et céramiques dans les traitements esthétiques des dents postérieures*. Paris: Quintessence Internationale; 1997.
- [46] Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993;**69**:620-3.
- [47] Besnault C. Influence de la simulation in vitro des conditions environnementales intra-orales de l'adhésion des restaurations esthétiques, directes et indirectes [Thèse de doctorat], Université Paris VII, 2002.
- [48] Noack MJ, Roulet JF, Bergmann P. A new method to lute tooth colored inlays with highly filled composite resins. *J Dent Res* 1991;**70**:457.
- [49] Roulet JF, Spreafico R. Esthetic posterior indirect restorations. In: *Advances in operative dentistry*. London: Quintessence publishing; 2001. p. 165-87.
- [50] Kramer N, Kunzelmann KH, Mumesohn M, Pelka M, Hickel R. Langzeiterfahrungen mit einem mikrogefüllten komposit als inlaysystem. *Dtsch Zahnarz HZ* 1996;**51**:342-4.
- [51] van Dijken JW, Kieri C, Carlen M. Longevity of extensive class II open sandwich restorations with resin modified glass ionomer cement. *J Dent Res* 1999;**78**:1319-25.
- [52] Wassell RW, Walls AW, Van Vogt-Grothers AJ, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: five years follow-up. *J Dent Res* 1998;**77**:913 [abstract 2254].
- [53] Wiediner CS, Krejci I. Klinische röntgenologische und rasterlektro-ne optische untersuchung von kompositinlays nach fünf jähriger funktionszeit. *Acta Med Dent Helv* 1997;**2**:301-7.
- [54] Tirlot G, Zyman P. Longévité et traitements de surfaces des inlays en résine composites. Données expérimentales et évaluation cliniques. *Soc Odontol Paris* 1999(numéro hors-série):5-20.

- [55] van Dijken JW. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent* 2000;**28**:299-306.
- [56] Wassell RW, Walls AW, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: three-year clinical results. *Br Dent J* 1995;**179**:343-9.
- [57] Decup F. Restauration postérieure esthétique : technique directe versus indirecte? *Real Clin* 2003;**14**:423-41.
- [58] Lasserre JF. Recherche sur l'usure dentaire et évaluation « in vivo » de biomatériaux. Restaurateurs avec le simulateur d'usure UVSB2. [Thèse de Doctorat], Université de Bordeaux, 2003.

S. Koubi, Assistant (koubi-dent@wanadoo.fr).  
 G. Aboudharam, Maître de conférences.  
 J.-L. Brouillet, Professeur des Universités.  
 51, rue de la Palud, 13001 Marseille, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Koubi S., Aboudharam G., Brouillet J.-L. Inlays/onlays en résine composite : évolution des concepts. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie, 23-136-A-10, 2006, Médecine buccale, 28-725-M-10, 2008.

Disponibles sur [www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



Arbres  
décisionnels



Iconographies  
supplémentaires



Vidéos /  
Animations



Documents  
légaux



Information  
au patient



Informations  
supplémentaires



Auto-  
évaluations

Cet article comporte également le contenu multimédia suivant, accessible en ligne sur [em-consulte.com](http://em-consulte.com) et [em-premium.com](http://em-premium.com) :

### 1 autoévaluation

*[Cliquez ici](#)*