

Nouveaux adhésifs, nouveaux matériaux, nouvelles colles

Les six coups de cœur de l'URB2i



Philippe FRANÇOIS

MCU-PH en Biomatériaux
Université Paris Cité
Hôpital Bretonneau, AP-HP
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux
Innovants et Interfaces (UR4462)



Romain CEINOS

MCU-PH en Odontologie Restauratrice et Endodontie
Université de Nice
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants
et Interfaces (UR4462)



Stéphane LE GOFF

Assistant Ingénieur
Université Paris Cité
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux
Innovants et Interfaces (UR4462)



Sarah ABDEL-GAWAD

Technicienne de Laboratoire
Université Paris Cité
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants
et Interfaces (UR4462)



Max TROIZIER-CHEYNE

Attaché en Biomatériaux
Université Paris Cité
Hôpital Bretonneau, AP-HP
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux
Innovants et Interfaces (UR4462)



Timothy FASHAM

Attaché en Biomatériaux
Université Paris Cité
Hôpital Bretonneau, AP-HP
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants
et Interfaces (UR4462)



Elisa CAUSSIN

CCU-AH en Odontologie Restauratrice et Endodontie
Université Paris Cité
Hôpital Bretonneau, AP-HP
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux
Innovants et Interfaces (UR4462)



Élisabeth DURSUN

PU-PH en Odontologie Pédiatrique
Université Paris Cité
Hôpital Henri Mondor, AP-HP
Membre de l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants
et Interfaces (UR4462)



Jean-Pierre ATTAL

MCU-PH en Biomatériaux
Université Paris Cité
Hôpital Charles Foix, AP-HP
Directeur de l'Unité de Recherche en Biomatériaux
Innovants et Interfaces (UR4462)

Dans cet article, l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants et Interfaces (URB2i), qui regroupe une vingtaine d'enseignants-chercheurs passionnés de biomatériaux, un ingénieur d'études, un assistant ingénieur et un technicien, vous livre ses « coups de cœur ». Largement discutés au sein de l'unité, ils ont été le point de départ de nombreuses modifications des enseignements, de définition d'axe de recherche essentiels du laboratoire, mais aussi d'innovations cliniques.

L'adhésion n'est plus un concept ou une révolution ; elle est devenue depuis un certain temps une réalité du quotidien en dentisterie restauratrice et en prothèse fixée. Elle a fait l'objet de si nombreux articles ces vingt dernières années qu'en écrire un énième, à visée pédagogique et potentiellement intéressant, revêt d'une mission impossible. Nous pourrions certes rediscuter une nouvelle fois de la classification des adhésifs ou parler de la différence entre les composites nano-hybrides et nano-chargés, mais dépasseriez-vous ces quelques premières lignes sans passer à la lecture d'un autre article ou décocher votre téléphone pour scroller sur Instagram ? La mission que nous nous sommes donnée au sein de l'Unité de Recherche en Biomatériaux Innovants et Interfaces, unité qui regroupe une vingtaine d'enseignants-chercheurs passionnés de biomatériaux, un ingénieur d'études, un assistant ingénieur et un technicien, est de mettre à profit nos casquettes respectives d'enseignants, chercheurs et cliniciens pour travailler à une meilleure pédagogie, mais surtout à une simplification des procédures cliniques, tout en maintenant performantes. D'ailleurs, nous ne sommes pas les seuls. Vous avez tous pu remarquer à quel point la dentisterie adhésive s'est popularisée et simplifiée ces dernières années sous l'impulsion des innovations de nos partenaires industriels. Cette simplification était le maillon manquant pour que la révolution adhésive se transpose du papier à la clinique pour le plus grand nombre. Une question, associée à sa réponse détaillée résume bien l'état actuel de l'adhésion en chirurgie dentaire : « Sait-on mieux coller maintenant qu'il y a vingt ans ? ». La réponse à cette question est très probablement « non », ou alors avec des gains extrêmement marginaux. Cependant, ce qui était avant très opératoire dépendant, hasardeux ou nécessitait de nombreuses étapes a été tellement simplifié que nous pouvons tous accéder à ces techniques adhésives sans y passer d'interminables minutes protocolaires. Du côté

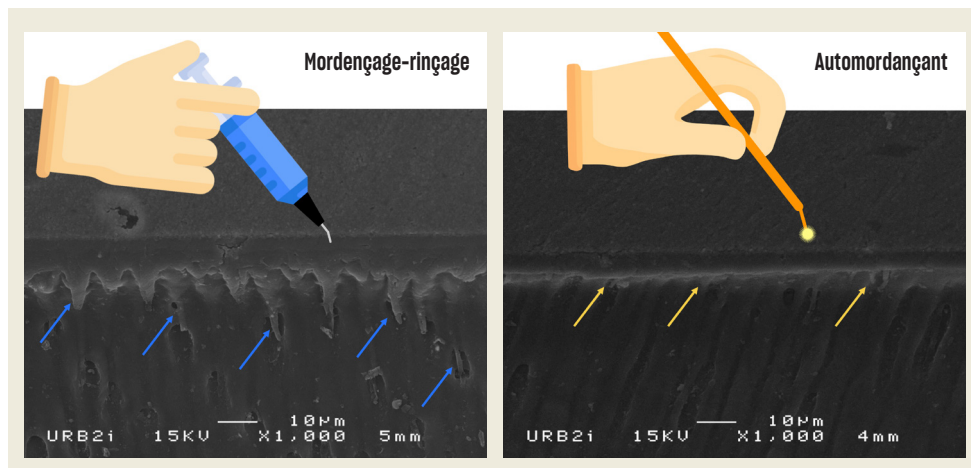
des matériaux restaurateurs, comme les composites ou les céramiques, le constat est certainement plus flatteur avec de réelles avancées chimiques qui nous ont permis de mieux restaurer la dent, toujours de façon plus conservatrice, souvent plus rapidement mais également avec une plus grande stabilité temporelle des résultats, notamment pour les matériaux polymères.

Face à ces constats, et dans un format que vous trouverez, nous l'espérons, attrayant, nous avons décidé de partager avec vous ce qui a pu émerger d'une partie de nos « staffs du mardi » au laboratoire ces deux à trois dernières années. Ces « coups de cœur » que nous vous présenterons ont été très largement discutés entre nous, ont parfois donné lieu à des débats passionnés, puis ont été le point de départ de nombreuses modifications de nos enseignements, de définition d'axe de recherche essentiels du laboratoire, mais aussi d'innovations cliniques [1-3].

Coup de cœur n° 1 : les fondamentaux de l'ère adhésive qui n'ont pas changé

Contrairement à une idée reçue, l'adhésion aux tissus dentaires repose majoritairement sur un ancrage micromécanique et non chimique. C'est pourquoi toutes les stratégies de collage actuelles à l'émail et à la dentine reposent sur l'utilisation d'un acide visant à déminéraliser/infiltrer l'émail et la dentine (ou à défaut la boue dentinaire lorsqu'aucun rinçage n'a lieu après l'attaque acide). Une fois l'infiltration réalisée par l'adhésif et son durcissement effectué, cela crée un véritable velcro formé par l'entrelacement entre le polymère synthétique (l'adhésif) et les tissus dentaires. Selon le fait que l'attaque acide est réalisée par l'acide orthophosphorique secondairement rincé ou par des monomères acides non rincés directement contenus dans le système adhésif, se distingue la famille des systèmes adhésifs dits « mordantage-rinçage ou M. »

1. Images issues d'un microscope électronique à balayage montrant : à gauche, un profil d'infiltration dentinaire obtenu avec un adhésif utilisé en mode mordantage-rinçage ; à droite, un profil obtenu avec un même adhésif utilisé en mode auto-mordant. L'attaque acide est soit apportée par l'acide orthophosphorique à 37 % (gauche) ou par les monomères acides directement contenus dans l'adhésif (droite). Ces images sont obtenues avec un adhésif universel dont les particularités sont détaillées dans le coup de cœur n° 2.



(première situation) ou celle des systèmes « auto-mordants ou SAM » (seconde situation). La **figure 1** montre les différences au niveau d'une interface de collage sur la dentine.

Alors que coller sur l'émail est très facile du fait de sa très haute composition minérale (96 % en poids), coller sur la dentine est beaucoup plus ardu car elle contient plus d'eau et de protéines (respectivement 10 % et 20 % en poids) : deux facteurs déclencheurs de la dégradation des joints adhésifs. **C'est pourquoi, c'est sur la force d'adhésion à la dentine, mais surtout sa stabilisation dans le temps, que se concentre toute la recherche actuelle sur les adhésifs. C'est aussi pour cela qu'il s'agit de l'étape clé dans laquelle un praticien doit mettre toute son attention.**

Coup de cœur n° 2 : la performance clinique des adhésifs universels simplifiés

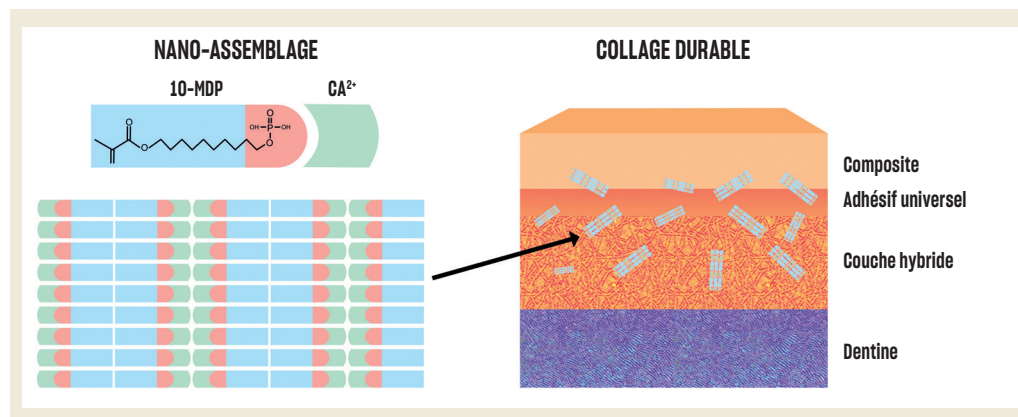
Les bonnes valeurs d'adhérence aux tissus dentaires, tout comme l'obtention d'une bonne longévité de l'interface collée, ont, pendant vingt ou trente ans, été réservées aux systèmes adhésifs MR et SAM nécessitant le plus grand nombre d'étapes cliniques (respectivement trois et deux étapes). C'est ainsi que l'Optibond FL (Kerr) ou le Clearfil SE Bond (Kuraray-Noritake) ont acquis leurs lettres de noblesse d'adhésifs « les plus performants du marché » [4, 5]. Leur utilisation était cependant relativement complexe en raison du nombre d'étapes à mettre en place pour l'obtention de leurs performances optimales sur l'émail (obligatoirement

mordancé à l'acide orthophosphorique) et la dentine, leur conférant un vrai caractère « opérateur dépendant ». Les autres systèmes adhésifs simplifiés représentaient à ce moment-là un véritable compromis sur l'obtention d'une adhésion optimale.

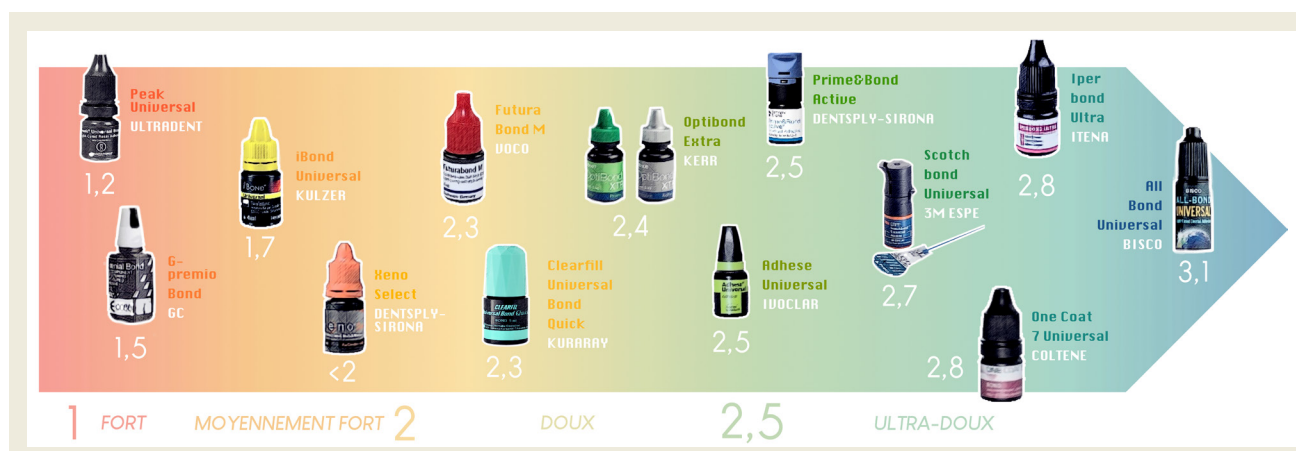
C'est dans ce contexte que sont apparus, en 2011, les systèmes adhésifs dits « universels ». Il s'agit d'adhésifs monoflacons (simplifiés), multimodes (utilisables avec ou sans application préalable d'acide orthophosphorique et rinçage), pouvant être employés comme primers prothétiques (remplaçant silanes et primers universels) et compatibles avec tous les systèmes de collage duals (pas d'inhibition de prise).

Alors que leur utilisation en tant que primer universel ou que leur compatibilité avec les systèmes de collage à prise duale est discutable et que d'autres produits dans ces indications ont une supériorité démontrée, ces adhésifs ont des performances réellement intéressantes sur les tissus dentaires et représentent une vraie petite révolution malgré les réticences initiales et justifiées quant à leur utilisation systématique [6, 7].

Leur principal point fort repose sur l'utilisation de monomères fonctionnels à extrémité phosphatées comme le 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) pour l'extrême majorité d'entre eux. Ce monomère initialement breveté par Kuraray-Noritake (et qui était déjà présent dans le Clearfil SE Bond ou le Panavia 2.0), et dont le brevet est tombé dans le domaine public en 2011, est à l'origine de cette révolution des adhésifs universels. De plus, ce monomère crée une adhésion chimique (en plus de celle micromécanique) stabilisant au long cours l'interface adhésive



2. Schéma du concept de nanolayering. Comprendre ce concept et ce schéma invite à privilégier un adhésif contenant du 10-MDP, à éviter dans ce cas un mordantage important de la dentine et à réaliser un brossage actif sur les parties amélaire et dentinaires de la dent.



3. Schéma de la majorité des adhésifs universels présents sur le marché: l'un de leurs points essentiels de différenciation est le pH, c'est-à-dire leur acidité. Les plus performants sur la dentine semblent ceux qui présentent un pH supérieur à 2,5, soit les moins acides. Leur performance lorsqu'ils sont utilisés seuls sur l'émail sera insuffisante, mais un mordantage sélectif de l'émail de 15 secondes, quel que soit l'adhésif universel utilisé, est à conseiller.

et renforçant ses propriétés mécaniques [8]. C'est le concept du nanolayering (fig. 2). Pour les utiliser au mieux, et notamment maximiser les bénéfices de leur adhésion chimique supplémentaire, il convient de sélectionner un adhésif avec un pH optimal (fig. 3), de systématiser un mordantage sélectif de l'émail de 15 secondes et d'éviter le mordantage (ou à défaut le surmordantage) de la dentine [9-12]. L'application d'un temps de mordantage de 3 à 5 secondes de l'émail et de la dentine simultanément pourrait être une procédure systématisée permettant enfin d'avoir un protocole unique évitant le surmordantage de la dentine, préservant le nanolayering, tout en ayant une action utile et suffisante sur l'émail [13, 14]. De plus, cela permettrait de décontaminer une dentine qui l'aurait été par différents agents (salive, hémostatiques, ciments endodontiques...) et développerait de plus faibles valeurs d'adhérence lors de l'utilisation

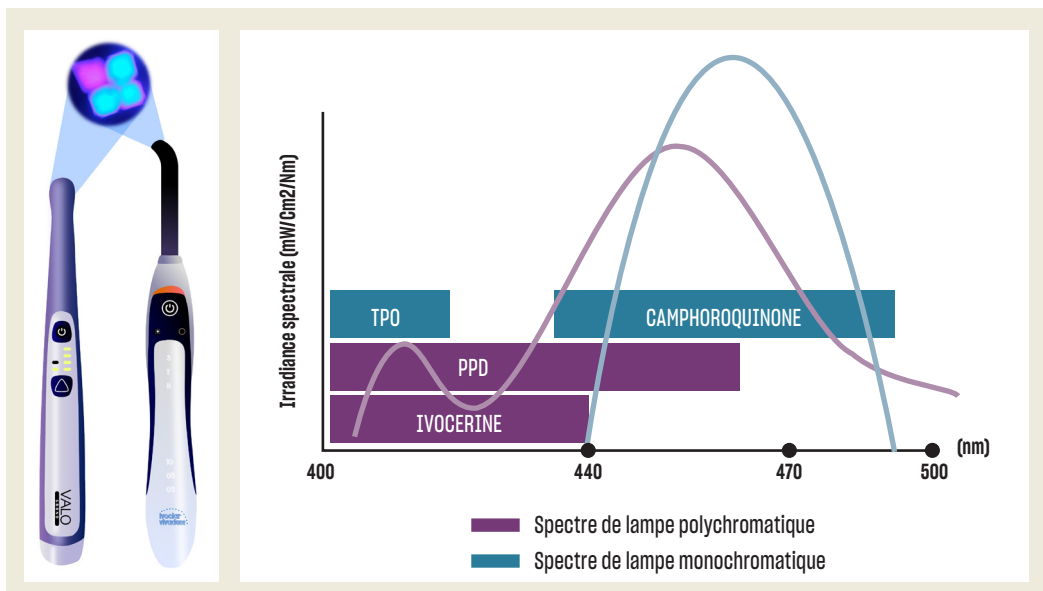
de l'adhésif en automordant [15]. D'autres études sont nécessaires avant de pouvoir systématiser cette procédure.

Désormais, des performances adhésives simples, comparables à celles des adhésifs, historiques complexes sont atteignables pour le plus grand nombre. Les résultats à moyen-long terme sont bons si les principes de base sont bien appliqués (voir encadré). On en vient même à se demander si l'utilisation d'un adhésif sans 10-MDP est désormais acceptable [16].

Coup de cœur n° 3 : les lampes à photopolymériser polychromatiques

Ce sujet est souvent négligé ou résumé parfois à tort sur les réseaux sociaux par « ce sont de simples LED à 2 euros ». Les lampes à photopolymériser ont

4. Spectre lumineux issu d'une lampe monochromatique et d'une lampe polychromatique. La tendance actuelle est de choisir une lampe polychromatique, pour utiliser ses composites de choix.



longtemps émis dans le bleu pour activer la camphoroquinone dont le spectre d'absorption se situe autour de 470-475 nm. Cependant, ces dernières années, la tendance est d'ajouter dans les composites d'autres photoinitiateurs absorbant aux alentours de 400 nm comme la Lucérine, le PPD ou encore l'Ivocérine (fig. 4). Avoir une lampe émettant dans le bleu-violet, c'est-à-dire polychromatique, devient donc une nécessité pour activer la polymérisation de 90 % des composites de restauration du marché. Faudrait-il finalement investir « 4 euros » pour une LED bleue et une LED violette ? Bien entendu, ce spectre seul est insuffisant. Une lampe est un concentré de technologie où collimation du faisceau, irradiance (avec différents programmes selon les situations cliniques), taille de lentille pour polymériser au plus large, ergonomie pour se positionner à 90° de l'élément à polymériser, capacité à ne pas perdre en performance lors de la décharge de la batterie sont autant d'éléments à prendre en compte [17].

Seules quelques lampes actuellement présentes sur le marché présentent les caractéristiques techniques suffisantes pour une bonne polymérisation. Parmi celles testées de façon indépendante et internationale, seules les gammes Valo (Ultradent) et Bluephase (Ivoclar) peuvent être certifiées comme répondant à l'intégralité du cahier des charges.

Ce bon choix d'un dispositif à utiliser plusieurs fois par jour apparaît bien plus important que le choix de son composite de restauration pour l'obtention des meilleurs résultats au long cours [18].

Coup de cœur n° 4 : les nouvelles familles de composites allant vers toujours plus d'hybridation

Du côté des composites, une révolution un peu plus silencieuse, mais tout autant discutée dans le monde de la recherche et universitaire, est apparue en 2009 avec les uréthanes diméthacrylates modifiés, relaxateurs de contraintes. Derrière ces formulations chimiques absconses se cache en grande partie l'apparition des composites « bulk-fill » permettant le remplissage en un ou deux incréments de toutes les cavités postérieures. Les deux formulations historiques étant le SDR (Dentsply-Sirona) et le Venus Bulk-Fill flow (Kulzer). Alors qu'initialement ces formulations ont été perçues comme du « marketing », il se cachait en réalité une véritable innovation chimique qui se généralise dans les composites pour limiter leur contrainte de polymérisation. Désormais, malgré une intégration esthétique réduite par rapport aux composites conventionnels, il n'y a plus aucune réserve sur la qualité et les performances au long cours de ces formulations [19, 20].

D'autres innovations se sont également glissées ces dernières années dans le paysage comme l'apparition de composites fluide à haute performance (parfois appelés à tort injectables), avec une usure comparable à celle des composites visqueux [21] et probablement liée à l'amélioration de la silanisation des charges, ou encore les composites « caméléons » s'adaptant à toutes les teintes dentaires lorsque suffisamment de



5. Exemple clinique de l'obturation d'une cavité postérieure après un curetage carieux sélectif (a) à l'aide d'un composite bulk-fill flow caméléon à haute performance (Venus bulk flow ONE, Kulzer) (b). Après réhydratation des tissus dentaires, l'intégration esthétique s'harmonisera totalement.

parois résiduelles sont présentes, grâce à la sélection de charges aux alentours de 200 nm et un phénomène expliqué depuis relativement peu de temps : la couleur structurelle [22].

L'avenir, nous en sommes certains, est au cumul de toutes ces technologies en une seule formulation afin de réaliser facilement, avec une rhéologie fluide, l'obturation des cavités antéro-postérieures avec un système de teinte adaptatif : il s'agit finalement d'un composite bulk-fill fluide caméléon à haute performance.

Deux formulations en cours d'étude sont déjà présentes sur le marché avec le Venus Bulk Flow One (Kulzer) et l'Omnichroma Bulk-Flow (Tokuyama), mais nul doute que cela se généralisera pour tendre vers l'obturation postérieure mono-produit. Un exemple de leur utilisation clinique est donné en *figure 5*.

Coup de cœur n° 5 : les « colles universelles »

Ce coup de cœur est certainement le plus récent que nous ayons eu, et **probablement encore trop prématuré pour en tirer des généralités ou décider de n'utiliser que ces colles tant le recul clinique est faible**. Cependant, elles représentent avec certitude l'avenir de l'assemblage prothétique.

Un simple retour sur l'histoire des colles montre qu'il en existe deux grands types : les colles adhésives et les colles autoadhésives. Alors que les colles adhésives nécessitent l'utilisation d'un adhésif ou d'un primer sur la dent pour développer leur adhésion, les colles autoadhésives, apparues dans les années 2010, développent une adhésion intrinsèque au contact des tissus dentaires, mais avec des valeurs d'adhérence deux à trois fois plus faibles que celles des meilleures colles adhésives.

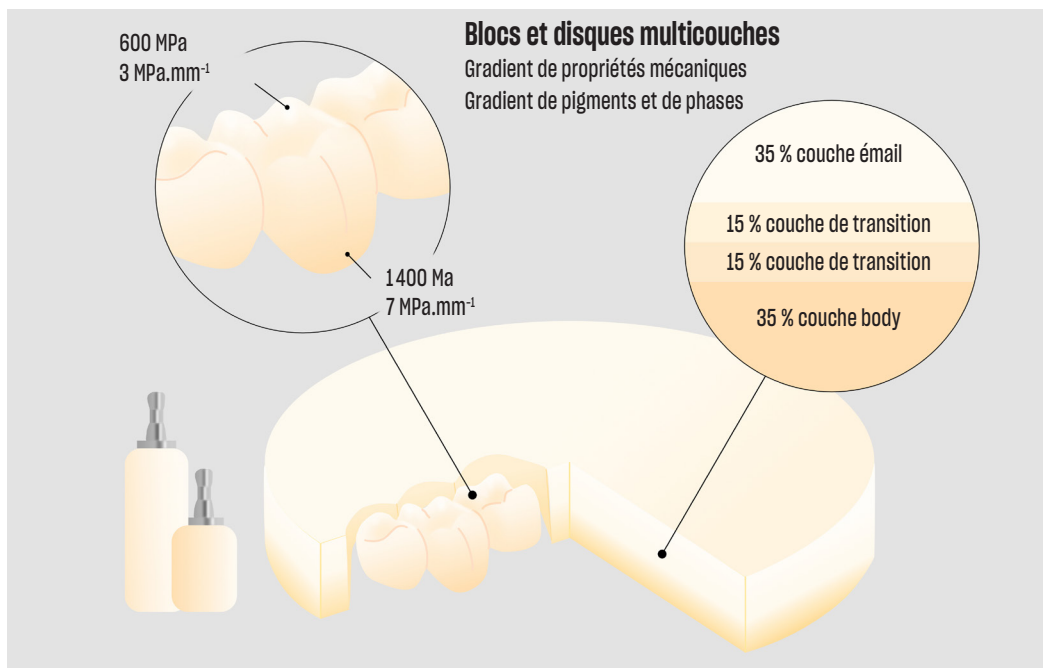
C'est dans ce contexte que sont apparues les colles universelles depuis quelques mois/années, plus ou moins soutenues par une forte communication de la part des fabricants. Bien que la définition d'une « colle universelle » ne fasse pas encore consensus dans la littérature internationale, c'est une colle que nous pourrions qualifier de « **colle duale autoadhésive, associée avec un adhésif dédié dont la prise par chémopolymérisation peut être déclenchée au contact de la colle et dont l'utilisation est subordonnée à un besoin d'adhérence maximale ou selon la complexité de l'assemblage** ». Il s'agit donc d'une colle qui peut s'adapter à toutes les situations cliniques et s'inscrit complètement dans la simplification des procédures permises par les adhésifs universels. C'est l'évolution naturelle des colles autoadhésives tout comme l'ont été les adhésifs universels avec les adhésifs auto-mordants.

Actuellement, quatre colles sont présentes sur le marché :

- le G-Cem One associé à son primer spécifique, l'Adhesive Enhancing Primer (GC Corporation) ;
- le Relyx Universal associé à son adhésif universel de restauration, le Scotchbond Universal Plus (3M ESPE) ;
- le Panavia SA Universal Cement associé à son adhésif universel de restauration, le Clearfil Universal Quick (Kuraray-Noritake) ;
- le Nexus Universal associé à son adhésif universel de restauration, l'Optibond Universal (Kerr).

Certaines d'entre elles semblent tenir leurs promesses lors de nos tests au laboratoire, avec des valeurs d'adhérence améliorées par rapport aux colles autoadhésives et des valeurs proches de celles des colles adhésives lorsque leur primer/adhésif universel associé est utilisé. C'est le cas notamment du G-Cem One que nous testons depuis plusieurs années. Cependant, d'autres ne les

6. Représentation schématique du potentiel actuel des zircons multilayer. L'épaisseur des couches données en pourcentage est variable d'une marque à l'autre. Ici, la schématisation concerne la Katana YML (Kuraray-Noritake).



tiennent pas du tout et mieux comprendre le mode de fonctionnement, ainsi que la dégradation au long cours de cette famille de colles, semble indispensable avant de généraliser leur utilisation. Mais cela sera à n'en pas douter le fruit d'un article à lui seul, une fois que nous aurons un peu plus de données...

Coup de cœur n° 6 : les différentes générations de zircons qui se collent très bien

La zircone est un matériau auquel de nombreux préjugés sont attachés : souvent présentée comme un matériau inesthétique et avec un faible potentiel adhésif, elle a cependant été à l'origine de nombreuses innovations ces dernières années. La première zircone apparue sur le marché (première génération) est la 3Y-TZP (stabilisée avec 3 % molaire d'yttrium). Elle est longtemps restée la seule présente et est à l'origine de la réputation inesthétique de la zircone. Toujours utilisée pour réaliser les armatures de couronnes et bridges secondairement stratifiés de céramique feldspathique, elle présente des valeurs mécaniques exceptionnelles (résistance en flexion autour de 1400-1200 MPa et une ténacité autour de 5 MPa.m^{1/2}). Afin de la rendre plus esthétique, des concentrations plus élevées d'Yttrium ont amélioré la translucidité et donné naissance aux

4Y-PSZ (résistance en flexion autour de 800 MPa et une ténacité entre 3-3,5 MPa.m^{1/2}) et aux 5Y-PSZ les plus esthétiques (résistance en flexion autour de 600-550 MPa et une ténacité entre 2,5-3 MPa.m^{1/2}). Il convient donc de retenir que plus une zircone est esthétique (translucide), moins elle est résistante mécaniquement [23].

En prenant en compte que l'émail est translucide et la dentine opaque, il a été créé des zircons multilayer en teintes, en translucidité et en propriétés mécaniques en combinant les différentes générations, afin d'avoir les meilleurs compromis possibles. Ce sont les zircons monolithiques modernes qui, finalement, permettent de s'adapter mécaniquement aux situations cliniques tout en ayant une esthétique très acceptable (fig. 6). Il s'agit de matériaux pour lesquels des innovations apparaissent chaque année et qui sont les céramiques sur lesquelles les industriels fondent le plus d'espoirs pour l'avenir.

Concernant le collage, étant donné son caractère polycristallin (absence de verre dans sa composition), la zircone a longtemps eu une faible aptitude au collage : elle ne peut pas être mordancée à l'acide fluorhydrique pour obtenir de hautes valeurs d'adhérence, contrairement aux vitrocéramiques (dont l'IPS e.max est le représentant le plus connu). Elle doit donc être sablée pour créer la microrugosité indispensable à une bonne adhésion (les recommandations actuelles sont de la sabler 10 s, à



7. Situation initiale d'une patiente présentant une contre-indication implantaire adressée pour la réhabilitation du secteur 4 mandibulaire. 45 présente un composite extrêmement volumineux inadapté MOD ainsi qu'un composite cervical V. 47 présente un composite occlusal inadapté. La décision est prise de réaliser un bridge collé cantilever postérieur prenant appui sur 47 en zirconie monolithique multilayer maquillée 3Y-TZP/5Y-PSZ et une restauration partielle collée sur 45 en disilicate de lithium.



8. Image après préparation de 47 pour réaliser un bridge collé cantilever postérieur avec géométrie d'appui de type overlay. La préparation ici est purement amélaire (hormis sur la surface du composite occlusal et une microplage de dentine exposée en pleine face mésiale). La 45 est également préparée sous la forme d'un veneerlay.



9. Assemblage des deux éléments prothétiques. Après sablage de l'intrados et application d'un primer universel contenant du 10-MDP (Monobond plus, Ivoclar), le bridge collé en zirconie multilayer est assemblé à l'aide d'une colle universelle (G-cem One, GC) après mordancage de l'émail à l'acide orthophosphorique à 37 % et application de son primer spécifique à prise contact contenant du 10-MDP (Adhesive Enhancing Primer, GC). L'assemblage de 45 en disilicate de lithium (IPS E.max Press, Ivoclar) est réalisé après mordancage à l'acide fluorhydrique de l'intrados durant 20 secondes puis application du même primer universel que celui utilisé pour le bridge collé en zirconie (les primers universels contiennent également du silane pour traiter les céramiques vitreuses). La colle utilisée est cette fois-ci un composite fluide à haute performance purement photopolymérisable (G-aenial Universal Injectable A03, GC). Cela est possible grâce à l'utilisation d'une lampe polychromatique à haute irradiance (Valo Grand Cordless, Ultradent), une adaptation du protocole de photopolymérisation et des épaisseurs de préparation périphériques et occlusales inférieures à 3 mm [25]. On note quelques excès de colle sur les deux éléments prothétiques, qui seront éliminés avant dépose du champ opératoire.

10. Résultat final : il convient de noter une intégration esthétique très proche de la zirconie monolithique maquillée multilayer avec celles des dents naturelles.

2 bars de pression). Cependant, étant donné sa grande dureté nuisant à l'obtention d'une microrugosité de surface optimale, une adhésion chimique à l'aide d'un primer prothétique contenant du 10-MDP est indispensable. Une fois l'ensemble des traitements de surface (micromécaniques + chimiques) réalisés, de très hautes valeurs d'adhérence, comparables à celles des vitrocéramiques, peuvent être obtenues [24]. La zirconie est donc un matériau qui se colle très bien lorsqu'elle est bien traitée. Cela a permis d'imaginer des innovations cliniques comme les bridges collés cantilevers postérieurs (fig. 7 à 10). Le cas clinique présenté dans les figures 7 à 10 a également pour but de montrer à quel point les différents coups de cœur décrits au fur et à mesure de l'article se complètent parfaitement au quotidien et pour un même patient.

Les recommandations essentielles pour bien utiliser son adhésif universel

Être en situation d'étanchéité : les adhésifs n'ont pratiquement aucune tolérance à l'humidité.

- Mordancer systématiquement 15 secondes l'émail à l'acide orthophosphorique.
- Éviter de mordancer la dentine lorsque cela est possible (absence de contaminations...).
- Frotter très activement l'adhésif sur la dentine et l'émail pour maximiser l'ancrage micromécanique et le nanolayering.
- Bien sécher l'adhésif pendant 10-15 secondes jusqu'à ce qu'il soit parfaitement figé pour évaporer les solvants.
- Si l'adhésif est utilisé pour réaliser un scellement dentinaire immédiat (IDS en anglais), il faut systématiquement le recouvrir d'une couche de composite fluide (épaisseur, étanchéité).

Conclusion

Le collage et les matériaux adhésifs ne cessent de se perfectionner, non plus dans une logique d'amélioration des performances absolues, mais dans une volonté de simplifier les procédures sans perdre en qualité de restauration. Une adhésion de qualité est désormais accessible à tous, dans des temps cliniques raisonnables, à condition de respecter scrupuleusement les quelques règles que nous pourrions presque qualifier d'intemporelles. Enfin, nous espérons vous avoir partagé un peu de notre monde et de notre passion des biomatériaux...

PHILIPPE.FRANCOIS@PARISDESCARTES.FR 
LES AUTEURS NE DÉCLARENT AUCUN LIEN D'INTÉRÊT

POINTS ESSENTIELS

- Les principes de l'adhésion ne changent pas : celle-ci est majoritairement micromécanique.
- Les adhésifs universels ont rencontré un succès dans les cabinets dentaires en raison de leurs bonnes performances cliniques tout en permettant de simplifier drastiquement les procédures.
- Le 10-MDP est un monomère essentiel permettant de stabiliser l'adhésion au long cours par des liaisons chimiques fortes avec le calcium des tissus dentaires.
- Une lampe à photopolymériser moderne doit être polychromatique.
- Les composites de restauration tendent vers toujours plus d'hybridation et ne cessent d'évoluer chimiquement pour améliorer leurs performances.
- Le développement de colles simplifiées, appelées « universelles » par certains fabricants, représente une voie d'avenir majeure.
- Les zircons ne cessent de s'améliorer et permettent d'offrir de nouvelles potentialités thérapeutiques.

Évaluation

	VRAI	FAUX
1 Les adhésifs universels ont une bonne performance clinique et sont simples à utiliser.		
2 Toutes les lampes à photopolymériser se valent		
3 Certains composites fluides ont une résistance à l'usure similaire à celle des composites visqueux		
4 Les zircons ont forcément de faibles propriétés esthétiques		

Réponses en ligne sur notre site : www.information-dentaire.fr

BIBLIOGRAPHIE

- Attal JP, Tirlot G. Le bridge collé cantilever postérieur en céramique - Partie 1. L'Information Dentaire 2022;104(34):18-24.
- Attal JP, Tirlot G, Caussin É, François P, Boitelle P, Sailer I, et al. Le bridge collé cantilever postérieur en céramique - Partie 2. L'Information Dentaire 2022;104(34):26-34.
- Attal JP, François P, Boitelle P, Caussin É, Sailer I, Dursun E, et al. Le bridge collé cantilever postérieur en céramique - Partie 3. L'Information Dentaire 2023;105(24):24-40.
- Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Thirteen-year randomized controlled clinical trial of a two-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater 2015;31(3):308-14.
- Peumans M, Van de Maele E, de Munck J, van Landuyt K, Van Meerbeek B. Fourteen-year clinical performance of a HEMA-free one-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. J Adhes Dent 2023;25(1):147-58.
- Naupari-Villasante R, Matos TP, de Albuquerque EG, Warol F, Tardem C, Calazans FS, et al. Five-year clinical evaluation of universal adhesive applied following different bonding techniques: A randomized multicenter clinical trial. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater 2023;39(6):586-94.
- Comba A, Baldi A, Carossa M, Paolone G, Stura I, Migliaretti G, et al. A three-step etch-and-rinse vs a universal adhesive in nanohybrid composite anterior restorations: A retrospective clinical evaluation. J Adhes Dent 2023;25(1):87-97.
- Cadenaro M, Josic U, Maravić T, Mazzitelli C, Marchesi G, Mancuso E, et al. Progress in dental adhesive materials. J Dent Res 2023;102(3):254-62.
- Sato T, Takagaki T, Ikeda M, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Effects of selective phosphoric acid etching on Enamel using « no-wait » self-etching adhesives. J Adhes Dent 2018;20(5):407-15.
- Saito T, Takamizawa T, Ishii R, Tsujimoto A, Hirokane E, Barkmeier WW, et al. Influence of Application Time on Dentin Bond Performance in Different Etching Modes of Universal Adhesives. Oper Dent. 2020;45(2):183-95.
- Follak AC, Miotti LL, Lenzi TL, Rocha R de O, Soares FZM. Self-etch approach of universal adhesives as an alternative to minimize bond degradation on sound dentin vs caries-affected dentin over time. J Adhes Dent 2021;23(3):243-52.
- Maciel Pires P, Dávila-Sánchez A, Faus-Matoses V, Nuñez Martí JM, Lo Muzio L, Sauro S. Bonding performance and ultramorphology of the resin-dentine interface of contemporary universal adhesives. Clin Oral Investig 2022;26(6):4391-405.
- Assis P, Silva C, Nascimento A, Annibal H, Júnior S, Soares N, et al. Does acid etching influence the adhesion of universal adhesive systems in noncarious cervical lesions? A systematic review and meta-analysis. Oper Dent 2023;48(4):373-90.
- Shimatani Y. Reconsideration of enamel etching protocols for universal adhesives: Effect of etching method and etching time. J Adhes Dent 2019;21(4):345-54.
- Pratabsingha J, Noppawong S, Thamsornthorn C, Vichathai W, Saikaw P. Bonding protocols to reverse the bond strength of a universal adhesive to hemostatic agent-contaminated Dentin. Oper Dent 2023;48(4):447-56.
- Fehrenbach J, Isolan CP, Münchow EA. Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. Dent Mater 2021;37(10):1463-85.
- Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-curing units: A review of what we need to know. J Dent Res 2015;94(9):1179-86.
- Ferracane JL, Lawson NC. Probing the hierarchy of evidence to identify the best strategy for placing class II dental composite restorations using current materials. J Esthet Restor Dent 2021;33(1):39-50.
- Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. Clinical Effectiveness of Bulk-Fill and Conventional Resin Composite Restorations: Systematic Review and Meta-Analysis. Polymers 2020;12(8):1786.
- van Dijken JWV, Pallesen U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. Eur J Oral Sci 2017;125(4):303-9.
- Elsahn NA, El-Damanhoury HM, Shirazi Z, Saleh ARM. Surface properties and wear resistance of injectable and computer-aided design/computer aided manufacturing-milled resin composite thin occlusal veneers. Eur J Dent 2022 Oct 11. doi:10.1055/s-0042-1750769. Online ahead of print.
- Trifkovic B, Powers JM, Paravina RD. Color adjustment potential of resin composites. Clin Oral Investig 2018;22(3):1601-7.
- Bruhne M, Awwad Y, Müller WD, Beuer F, Schmidt F. Mechanical Properties of New Generations of Monolithic, Multi-Layered Zirconia. Mater Basel Switz 2022;16(1):276.
- Elsayed A, Younes F, Lehmann F, Kern M. Tensile bond strength of so-called universal primers and universal multimode adhesives to zirconia and lithium disilicate ceramics. J Adhes Dent 2017;19(3):221-8.
- Lise DP, Van Ende A, De Munck J, Yoshihara K, Nagaoka N, Cardoso Vieira LC, et al. Light irradiance through novel CAD-CAM block materials and degree of conversion of composite cements. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater 2018;34(2):296-305.