

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2012

N°16

Les colles auto-adhésives : analyse de la littérature

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Baptiste AGIER

Né le 17 mars 1986

le 07/02/2012 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Bernard GIUMELLI

Assesseur : M. le Docteur Pierre Le Bars

Assesseur : M. le Docteur Dominique Marion

Directeur de thèse : M. le Docteur Francois BODIC

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Monsieur LECOINTE Yves
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Monsieur LABOUX Olivier
Assesseurs	Monsieur JEAN Alain Monsieur HOORNAERT Alain Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur JEAN Alain	Monsieur LABOUX Olivier Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOHNE Wolf (Professeur Emérite)	Monsieur BOULER Jean-Michel
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants hospitaliers universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BODIC François Madame CASTELOT-ENKEL Bénédicte Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Monsieur DENIAUD Joël Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LAGARDE André Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Monsieur ROUVRE Michel Madame ROY Elisabeth Monsieur STUILLLOU Xavier Monsieur UNGER François Monsieur VERNER Christian	Monsieur BADRAN Zahi Madame BERTHOU-STRUBE Sophie Madame BLERY Pauline Madame BOUVET Gaëlle Monsieur CAMPARD Guillaume Monsieur COIRIER François Monsieur DEMOERSMAN Julien Monsieur FREUCHET Erwan Monsieur FRUCHET Aurélien Madame GIGOU Valériane Madame GOEMAERE-GALIERE Héléne Monsieur GOURÉ Tony Madame HYON-ROY Isabelle Monsieur MARGOTTIN Christophe Madame ODIER Amélie Monsieur PAISANT Guillaume Monsieur PERROT Erick Madame POUCH-TORTIGER Daphné Madame RENARD Emmanuelle

13 septembre 2011

Par délibération, en date du 6 Décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Table des matières

1- Introduction	5
2- Classification et évolution des matériaux d'assemblage.....	7
2.1- Les ciments.....	7
2.2- Les matériaux hybrides.....	8
2.3- Les colles.....	9
3- Composition et réaction de prise des colles auto-adhésives	12
4- Analyse du joint collé	15
4.1- Adhésion des colles nécessitant l'utilisation d'un adhésif.	15
4.2- Adhésion des colles auto-adhésives	16
5- Propriétés des colles auto-adhésives	20
5.1- Degré de polymérisation : auto vs photo	20
5.2- Les charges.....	21
5.3- Résistance à la flexion et module d'élasticité.....	22
5.4- Absorption et expansion hydrique.....	23
5.5- pH	25
6- Valeurs d'adhésion des colles auto-adhésives in vitro.....	26
6.1- Adhésion aux substrats dentaire	26
6.1.1- Adhésion à l'émail.....	26
6.1.2- Adhésion à la dentine.....	29
6.1.3- Influence du mordantage	32
6.1.4- Critiques des résultats	33
6.2- Adhésion aux matériaux de restauration	34
6.2.1- Adhésion au métal.....	34
6.2.2- Adhésion à la céramique.....	35
6.2.3- Adhésion à la résine.....	37
7- Adaptation marginale et étanchéité	38
7.1- Adaptation marginale	38
7.2- Etanchéité.....	39
8- Performances in vivo	41
9- Sensibilités post-opératoires	43
10- Indications et contre-indications	45
10.1- Contre-indications.....	45
10.2- Indications.....	45
11-Protocole de collage : cas clinique	46
12- Discussion/conclusion.....	50
13- Références bibliographiques.....	54
14- Table des illustrations.....	60
15- Lexique	61

1- Introduction

Depuis les premières réalisations collées par Rochette (1970), la dentisterie adhésive s'est profondément développée. La maîtrise du collage est de nos jours un élément indispensable à l'odontologie d'omnipratique que ce soit pour les restaurations directes ou indirectes des dents délabrées.

La nature des matériaux de restauration prothétique et des matériaux d'assemblage s'est largement diversifiée au cours des deux dernières décennies. Il est aujourd'hui nécessaire de savoir coller ou sceller les alliages, les céramiques (vitro-céramiques, céramiques feldspathiques, céramiques alumineuses ou la zircone) ainsi que la résine.

Le « gradient thérapeutique », concept de prise en charge moderne répondant à la demande esthétique croissante de nos patients ainsi qu'au principe de préservation tissulaire, rend le collage indispensable dans notre pratique quotidienne.

Malgré l'évolution du collage depuis ses premiers pas dans l'odontologie, celui-ci présente encore des défauts. En effet, il nécessite un protocole rigoureux et long. Sa mise en œuvre contient de nombreuses étapes de conditionnement et/ou l'utilisation d'adhésif ; nécessite un respect des temps d'application, des doses ; une gestion de l'humidité par la mise en place d'un champ opératoire. Toutes ces étapes nécessitent un apprentissage de la part du praticien et de nombreuses erreurs peuvent survenir à chacune d'elle compromettant la longévité et/ou l'esthétique du collage.

La « bataille des adhésifs » mis en place par le Pr Degrange et son équipe en 2000, évaluant l'efficacité des systèmes adhésifs à de la dentine humaine, révèle que les résultats se sont montrés plus dépendants de la manipulation, donc des opérateurs, que de la nature des adhésifs employés.

Conscient de la complexité des procédures d'assemblages liée à la fois aux nouveaux matériaux prothétiques et au conditionnement des surfaces dentaires, la recherche industrielle s'est orientée vers une simplification des étapes de collage. On a ainsi vu apparaître récemment une nouvelle catégorie de colles, qualifiées d'auto-adhésives, dont l'objectif avoué est de se positionner en matériau « universel ».

Ces colles sont qualifiées d'auto-adhésives car, d'après leurs fabricants, aucun traitement des surfaces dentaires et prothétiques, préalable au collage, n'est nécessaire.

La première colle auto-adhésive apparue sur le marché est le RelyX Unicem™ commercialisé en 2003 par 3M. On en compte aujourd'hui une quinzaine et nul doute que leur nombre va encore augmenter. Malgré leur faible recul clinique, les colles auto-adhésives ont rencontré un certain succès commercial puisque qu'il représente 20% des dépenses des chirurgiens-dentistes membres de l'Observatoire Dental Insight (300 membres) en matériaux d'assemblage définitifs (7).

A partir des publications scientifiques et des informations disponibles par leurs fabricants, nous essayerons de comprendre en quoi ces colles peuvent être qualifiée d'auto-adhésives, comment elles adhèrent aux tissus dentaires, quelles sont leurs performances « in vitro et in vivo » pour déboucher sur leurs indications ainsi que leur protocole de collage.

2- Classification et évolution des matériaux d'assemblage

Les praticiens disposent aujourd'hui d'un large choix de matériaux d'assemblage. Il convient de bien connaître l'ensemble de ces matériaux afin d'orienter le choix d'un produit en fonction de la situation clinique (nature des éléments de restauration, étendue de la restauration, valeur rétentive de la préparation).

On distingue trois grandes classes de matériaux d'assemblage

- Les ciments
- Les colles
- Les matériaux hybrides

Les ciments et les colles sont des entités bien distinctes ayant chacune des propriétés bien spécifiques tandis que les matériaux hybrides ont une nature chimique et des caractéristiques intermédiaires entre celles des ciments et des colles.

2.1- Les ciments

Ce qui caractérise les ciments est le mode de durcissement par une réaction acide-base. Celle-ci résulte généralement du mélange d'un liquide acide avec une poudre basique. Les ciments contiennent tous de l'eau pour permettre l'ionisation nécessaire à la réaction.

Les ciments présentent une cohésion assez faible et sont donc relativement friables. Les joints scellés manquent donc de résistance à la décohésion mais le retrait des excès après durcissement est simple.

Il existe trois sous-classes de ciments :

-Les ciments au phosphate de zinc : ce sont les matériaux d'assemblage les plus anciens encore utilisés aujourd'hui. Leurs points forts sont leur recul clinique, leur simplicité (aucun traitement de surface n'est nécessaire), leur potentiel bactériostatique et leur

faible coût. Leurs inconvénients résident dans leur haute solubilité et la possibilité de sensibilités postopératoires.

-Les ciments polycarboxylate de zinc : ils présentent une meilleure biocompatibilité pulpaire que les précédents cependant leur faible résistance mécanique et leur très haute solubilité font que ces ciments ne devraient plus être utilisés comme matériaux de scellement définitif.

-Les ciments verre ionomère (CVI) : les CVI sont composés d'acides polyacryliques et de particules basiques de verre alumino-silicates fluorés. Cette famille de ciment possède un pouvoir adhésif aux surfaces dentaires par liaison aux ions calcium ainsi qu'aux oxydes métalliques des alliages non précieux et des céramiques (64). Un conditionnement des surfaces dentaires par un acide faible, tel que l'acide polyacrylique à 25 %, permet de potentialiser cette adhésion chimique. Les CVI possèdent des propriétés mécaniques améliorées par rapports aux ciments au phosphate de zinc, la faible prévalence de caries au niveau du joint scellé aux CVI serait en partie liée à leur aptitude à libérer du fluor dans le temps. L'inconvénient majeur des CVI est leur sensibilité à l'humidité et à la déshydratation entraînant une dégradation du joint (29).

2.2- Les matériaux hybrides

Elaborés il y a une quinzaine d'années les matériaux hybrides sont des matériaux qui associent les composants des CVI à ceux des colles, on distingue deux sous-classes :

-Les ciments verre ionomère modifiés par adjonction de résine (CVIMAR) : ce sont des CVI conventionnels auxquels sont ajoutés des monomères acryliques acides et des initiateurs de polymérisation. Le mode de durcissement est donc mixte : réaction acide-base et polymérisation. Les CVI-MAR ont été développés afin de pallier aux faiblesses des CVI : la matrice résineuse permet d'augmenter significativement leurs propriétés mécaniques, de les rendre plus résistants à la solubilité et d'améliorer leurs propriétés optiques tout en conservant leur potentiel adhésif (29). Certains CVI-MAR (comme le GC Fuji Plus) sont vendus avec un conditionneur dentinaire acide afin d'augmenter leur adhérence par un ancrage micromécanique (54).

-Les compomères : Les compomères sont comparés à des colles hydrophiles. Ils possèdent une matrice résineuse qui présente des fonctions acides, des charges inertes et des charges basiques réactives d'un verre ionomère. Il n'y a pas d'eau dans leur composition et la réaction acide-base intervient uniquement après durcissement au contact des fluides buccaux. La libération de fluor est très faible (6 à 60 fois inférieure aux CVI à 24 heures) (61) et l'utilisation d'adhésifs amélo-dentaires avec les traitements de surface que cela implique est nécessaire. Malgré un potentiel d'adhérence intéressant, la lourdeur de mise en œuvre limite leur indication.

2.3- Les colles

Les colles sont des résines généralement chargées qui durcissent par polymérisation, elles contiennent dans leur formulation plusieurs types de monomères méthacrylates fonctionnels. Les charges procurent de la rigidité au matériau assurant ainsi une bonne portance des restaurations incrustées. Seules deux colles ne sont pas chargées, Mbond™ (Tokuyama) et le Super-bond™ (C&B), qui ont un comportement viscoélastique offrant à la colle une capacité de relaxation des contraintes.

Contrairement aux ciments, la polymérisation confère aux colles une bonne ténacité qui leur permet d'augmenter leurs propriétés mécaniques notamment à la traction et à la compression. Le collage résiste cependant moins bien à la torsion et au cisaillement. Il permet également une bonne répartition des contraintes et vient donc renforcer l'ensemble dento-prothétique.

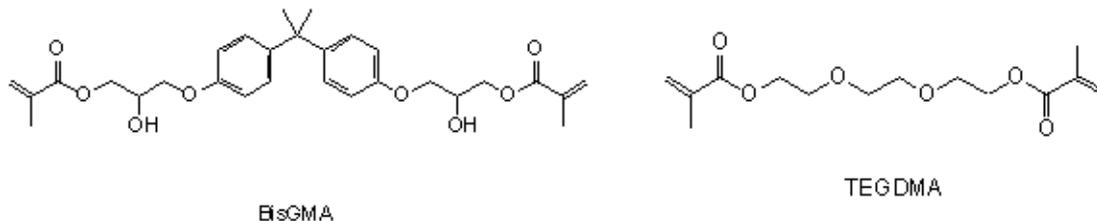
Un autre avantage des colles est leurs propriétés optiques, elles possèdent un bon indice de réfraction et les colles sans potentiel adhésif présentent généralement une bonne palette de teintes les indiquant dans les situations cliniques où le critère esthétique est majeur (secteur antérieur, limites de préparation supra-gingivales), certains produits proposent même des colles d'essai s'éliminant à l'eau pour valider la teinte.

Les inconvénients majeurs des colles sont l'absence de potentiel bactériostatique (elles sont donc à contre indiquer lorsque la cariosusceptibilité est élevée) et la lourdeur de mise en œuvre qui requière un protocole rigoureux. La réussite du collage est fortement praticien dépendant (13).

L'amorçage de la réaction peut se faire par :

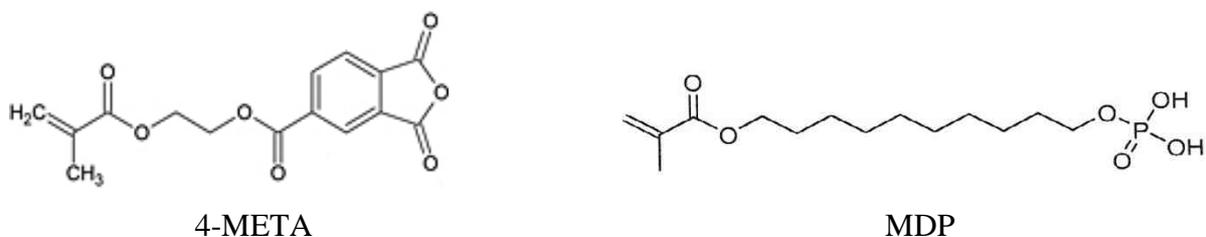
- Voie chimique (autopolymérisation) : après malaxage le temps de travail et de prise sont dépendants de la nature de la réaction.
- Voie photonique : à l'inverse le praticien peut contrôler totalement le temps de mise en œuvre de la colle mais la polymérisation est limitée par la possibilité de diffusion de la lumière à travers la restauration
- Voie dual (association des deux précédentes) : à privilégier car permet d'assurer une polymérisation sous les restaurations opaques, la photopolymérisation assure une bonne prise au niveau du joint et le praticien peut contrôler le temps de prise à défaut du temps de travail.

Les colles sont composées de monomères di-acrylates et leur polymérisation se fait par ouverture des doubles liaisons C=C généralement terminales permettant la formation d'un réseau 3D ; les trois monomères les plus représentés sont : le Bis GMA, l'UDMA et le TEGDMA.



Ces monomères ne confèrent aucune adhésivité, leur potentiel adhésif est procuré par l'association à des agents de couplage spécifiques.

Toutefois certaines colles contiennent des monomères fonctionnalisés capables d'échanger des interactions avec les tissus dentaires ou les matériaux prothétiques (58), parmi ces monomères on peut citer le 4-META et le MDP.



L'amorçage chimique de la polymérisation est de type RedOx. Elle est assurée, pour la quasi totalité des colles, par la mise en contact d'un peroxyde (catalyseur) avec une amine aromatique (base).

L'amorçage photonique est assuré par un agent photosensible (généralement la camphroquinone) capable d'absorber l'énergie lumineuse dans le domaine de la lumière visible bleue.

On distingue 3 grandes classes de colles :

-Les colles sans potentiel adhésif : paradoxalement, la très grande majorité des colles ne possèdent pas de pouvoir adhésif, leur nature est celle d'un simple composite fluide. Elles nécessitent donc un conditionnement des surfaces prothétiques et dentaires ainsi que l'utilisation d'un adhésif.

-Les colles avec potentiel adhésif : ces colles contiennent les monomères MDP ou 4-META dans leur formulation et leur potentiel adhésif permet de se passer de l'utilisation d'un adhésif. Cependant, elles nécessitent tout de même l'utilisation de traitement de surface assez lourd avant leur application. Parmi ces colles on peut citer le Super-bond™(C&B), Panavia21™ (kururay), Mbond™ (tokuyama).

Les colles avec et sans potentiel adhésif sont potentiellement très performantes mais très exigeantes et complexes de mise en œuvre. Celles-ci sont très sensibles à l'humidité buccale car hydrophobes.

-Les colles auto-adhésives : cette nouvelle famille de colle est apparue récemment sur le marché, leur utilisation ne requière aucun traitement de surface ; elles s'utilisent donc comme de simples ciments.

3- Composition et réaction de prise des colles auto-adhésives

Le nombre de colles auto-adhésives disponibles sur le marché est en constante augmentation depuis les dix dernières années. Certains fabricants en sont même à leur 2^{ème} version de colle comme par exemple le Relyx unicem 2TM (3M) ou Maxcem EliteTM (Kerr). Il faut donc s'attendre à une multiplication des produits disponibles compliquant le choix du produit idéal pour le praticien.

Toutes les colles auto-adhésives sont dual (chémo et photopolymérisables) et nécessitent donc le mélange de deux pâtes afin d'amorcer la chémo-polymérisation.

Les colles auto-adhésives sont majoritairement conditionnées dans des pistolets avec embouts auto-mélangeurs droits ou coudés, seul RelyX UnicemTM dans sa version « clicker » ne possède pas d'embout auto-mélangeur, la préparation de la colle se fait alors par spatulation manuelle de deux pâtes. Enfin, certains systèmes utilisent des capsules à usage unique, un mélange poudre liquide est réalisé par trituration.



Figure 1 : Quelques exemples de colles auto-adhésives du commerce, RelyX UnicemTM dans sa version en capsule et clicker, Smartcem2TM avec embout auto-mélangeur.

Les colles auto-adhésives sont généralement disponibles en plusieurs teintes afin d'optimiser l'esthétique du collage. Cependant, la palette de teintes disponibles est très variable d'un produit à l'autre.

Les informations disponibles sur la composition des colles auto-adhésives et sur leur réaction de prise sont celles fournies par leurs fabricants. Certains laboratoires (3M, dentsply) mettent à la disposition des praticiens de nombreuses informations sur leur produit (1,12)

(composition, réaction de prise, mécanisme d'adhésion, propriétés mécaniques, performances in vitro...) tandis que d'autres fournissent relativement peu d'informations.

La formulation des colles auto adhésives s'est grandement inspirée de la composition des CVI MAR et des colles composites.

Matériaux conventionnels		Colles	
CVI	CVI MAR	Compomère	composite
Matériaux Hybrides			
Charges basiques	Charges basiques	Charges silanisées	Charges silanisées
Acides polyacryliques	Acides polyacryliques	Acides (Meth)acryliques	(Meth)acrylates
Eau	Eau	(Meth)acrylates	Initiateurs
	(Meth)acrylates	Initiateurs	
	Initiateurs		
Colles auto-adhésives			
Charges basiques/charges silanisées basiques			
(Meth)acrylates			
Initiateurs			
Acides (Meth)acryliques			

Figure 2 : Combinaison des avantages chimiques des ciments conventionnels et des colles(1)

On retrouve donc dans les colles auto-adhésives des monomères méthacryliques classiques des composites capables de polymériser sous l'action d'initiateurs chimiques (réaction d'oxydo-réduction) ou photoniques. La polymérisation est de type radicalaire, elle aboutit à la formation de polymères de haut poids moléculaire responsable de la résistance mécanique et de la stabilité dimensionnelle de la colle. Parmi ces monomères on peut citer le bis-GMA, l'UDMA le TEGDMA.

Des monomères acides sont également présents dans la formulation des colles auto-adhésives, ce sont des monomères méthacryliques présentant des fonctions phosphoriques et/ou carboxyliques acides. Ceux-ci ont la capacité de déminéraliser et d'infiltrer la surface des tissus dentaires (11). Gerth et al (22) ont montré d'importantes interactions chimiques entre ces monomères acides et les ions calcium de l'hydroxyapatite, propriétés jusqu'alors

attribuées aux CVI (64) et certains monomères fonctionnels (10-MPD et 4-MET) présents dans certains composites de collages (65).

Les colles auto-adhésives contiennent des charges minérales classiques des composites et des charges basiques réactives des CVI (charges alumino-silicates fluorées). Les charges jouent un rôle important dans les propriétés mécaniques des colles (42). Leur composition, leur taille et répartition en poids et en volume est variable d'une colle à l'autre.

D'après les informations fournies par les fabricants, il se produit une réaction acide/base entre les charges basiques et les monomères acides permettant une augmentation du pH jusqu'à neutralisation et une libération de fluor pouvant jouer un rôle préventif dans l'apparition de carie au niveau du joint collé. D'après Greth et al. le RelyX Unicem™ contient 10% de fluor (22), le relargage de celui-ci reste néanmoins à évaluer. La réaction acide/base ne pouvant s'effectuer qu'en milieu hydrique et du fait de l'absence d'eau dans leur formulation, les colles utilisent l'humidité ambiante et l'eau en surface de la dentine et de l'émail pour initier cette réaction, leur conférant un caractère hydrophile.

Des initiateurs de chémo et photopolymérisation sont présent dans la composition des colles auto-adhésives. Pour initier la chémo-polymérisation, la plupart des colles classiques utilisent un initiateur comportant une fonction amine basique. Une incompatibilité entre ces initiateurs et les monomères acides de certains systèmes adhésifs a été démontré causant des décollements précoces (47). Pour palier à ce problème les laboratoires ont dû mettre au point de nouveaux systèmes d'initiateurs résistant à l'acidité initiale de la colle (1).

Enfin, on peut retrouver dans les colles auto-adhésives des pigments organiques et/ou inorganiques, du silane (agent de couplage entre la matrice et les charges) et des stabilisateurs.

4- Analyse du joint collé

Ces nouvelles colles sont qualifiées d'auto-mordançantes et d'auto-adhésives. Cela implique qu'aucun mordantage ni application d'adhésif préalable à l'application de la colle n'est nécessaire. Pour mieux comprendre comment ces colles adhèrent aux surfaces dentaires, quelques rappels sur le fonctionnement des colles utilisant un adhésif est nécessaire.

4.1- Adhésion des colles nécessitant l'utilisation d'un adhésif.

L'utilisation des colles classiques sans potentiel adhésif nécessite l'application d'un système adhésif amélo-dentinaire compte tenu de l'absence de potentiel d'adhésion de celles-ci. Ces adhésifs amélo-dentaires sont des biomatériaux d'interface idéalement adhérents et étanches entre les tissus dentaires et les matériaux d'assemblage.

L'utilisation d'un adhésif contient trois étapes clés pour la réussite du collage :

- a- Un mordantage à l'acide phosphorique à 37% responsable d'un microrelief au niveau de l'émail favorable à l'ancrage micromécanique de la résine (50). Au niveau de la dentine le mordantage élimine la boue dentinaire, ouvre les orifices tubulaires et met à nue un réseau de fibrilles de collagène.
- b- L'application d'un primaire d'adhésion composé de monomères hydrophiles et de solvants organiques
- c- L'application d'un agent de couplage ou « bonding » molécule organique ou organominérale avec deux sites actifs : un pour interagir avec la surface dentinaire et un autre pour interagir avec le composite de collage.

L'ensemble primaire/bonding infiltre le réseau de collagène pour former la couche hybride. Des brides résineuses intra-canaliculaires participent également à l'adhésion dentinaire sans que l'on puisse dire lequel des deux phénomènes est dominant (12). Ce protocole en trois temps a été pendant très longtemps préconisé mais sa lourdeur de mise en œuvre a amené les laboratoires à développer des systèmes adhésifs réduisant ces étapes, simplifiant la procédure de collage et diminuant le risque d'erreur de manipulation à chaque étape.

4.2- Adhésion des colles auto-adhésives

Le mode d'adhésion des colles auto-adhésives est, à ce jour, encore mal connu. Il semblerait que le mécanisme d'adhésion soit le même pour toutes les colles auto-adhésives : les monomères fonctionnels acides sont capables de déminéraliser et d'infiltrer simultanément l'émail et la dentine permettant un ancrage micromécanique, d'où leur caractéristique auto-mordante. Il n'y a donc pas disparition de la boue dentinaire mais celle-ci est infiltrée par la colle pour atteindre la dentine sous-jacente.

L'observation en microscopie électronique d'un bloc de résine collé sous pression avec RelyX Unicem™ révèle une « zone d'interaction » entre la colle et le substrat dentaire. Il n'y a pas de formation de couche hybride ni brides résineuses intra-tubulaires observées (34,11) et l'infiltration de la dentine sous-jacente à la boue dentinaire semble limitée (34).

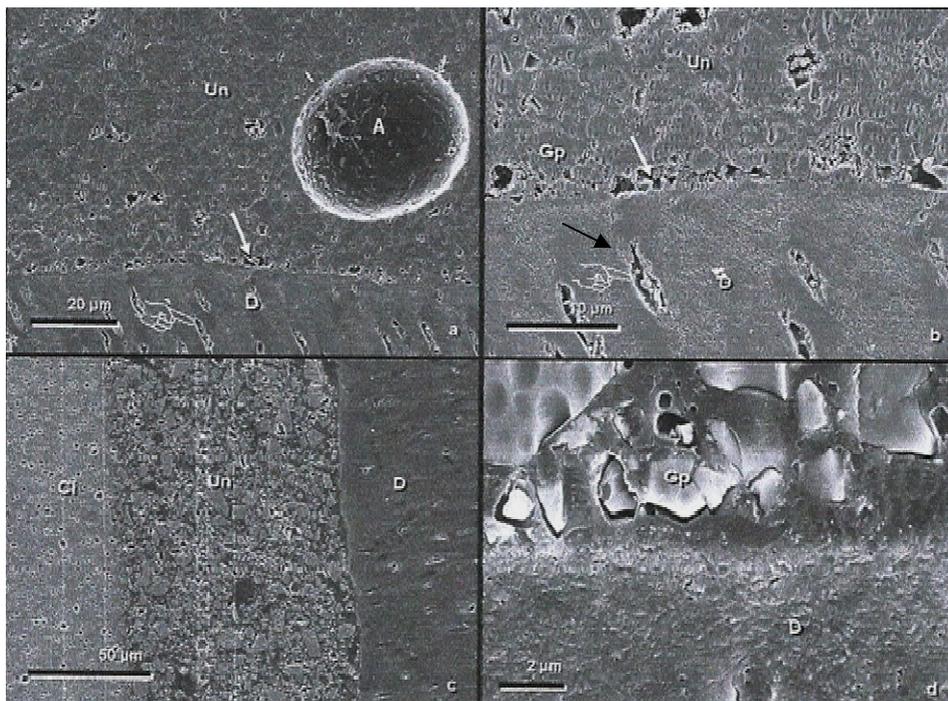


Figure 3 : Microscopie électronique à balayage de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fraisée (11).

Légende : dentine (D) ; RelyX Unicem (Un) ; inlay composite (CI) ; charge (Gp) ; bulle d'air (A).

La microscopie électronique à balayage ne permet pas d'identifier de zone d'interaction entre la colle et la dentine. Une bulle d'air est visible sur la première image (a) qui résulte de la spatulation manuelle de RelyX Unicem™.

A l'interface colle/dentine, de nombreuses porosités sont visibles (flèches blanches), celles-ci pourraient avoir des conséquences sur la qualité du collage d'où la nécessité de coller sous bonne pression.

L'absence de mordantage préalable ne permet pas à la colle de pénétrer dans les tubuli dentinaires (flèche noire).

L'épaisseur du joint est d'environ 80µm, on distingue au sein de celui-ci de nombreuses charges de 1 à 5µm de large.

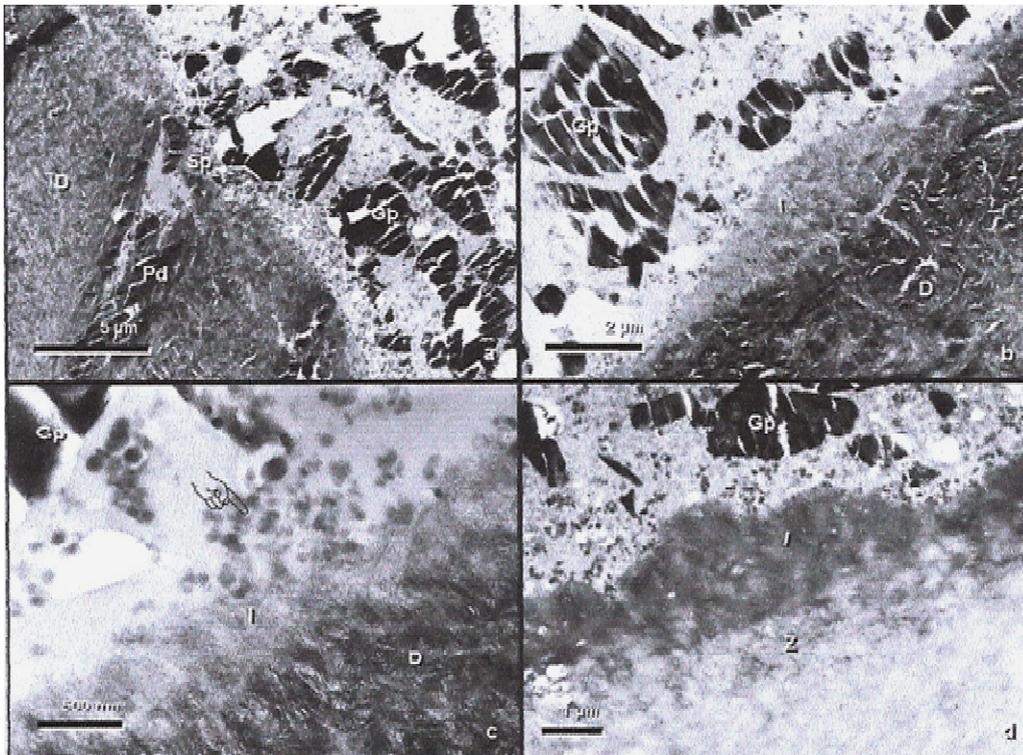


Figure 4 : Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fraisée sous légère pression (11).

Légende : dentine (D), dentine péri tubulaire (Pd), charge (Gp), zone d'interaction (I), boue dentinaire obturant les tubuli (Sp)

a : coupe non déminéralisée, non colorée

b,c : coupe non déminéralisée, colorée

d : coupe déminéralisée colorée

Sur la première coupe (a), aucune zone d'interaction entre la colle et la dentine n'est observée, les tubuli sont obturés par la boue dentinaire résiduelle au fraisage.

La coloration révèle une zone d'interaction irrégulière de 0,5 à 2µm de large (I), cette zone d'interaction semble correspondre à l'infiltration de la boue dentinaire.

La dernière coupe nous montre une couche plus profonde (z) sous cette zone d'interaction qui semblerait correspondre à l'infiltration des monomères de la colle au delà de la boue dentinaire.

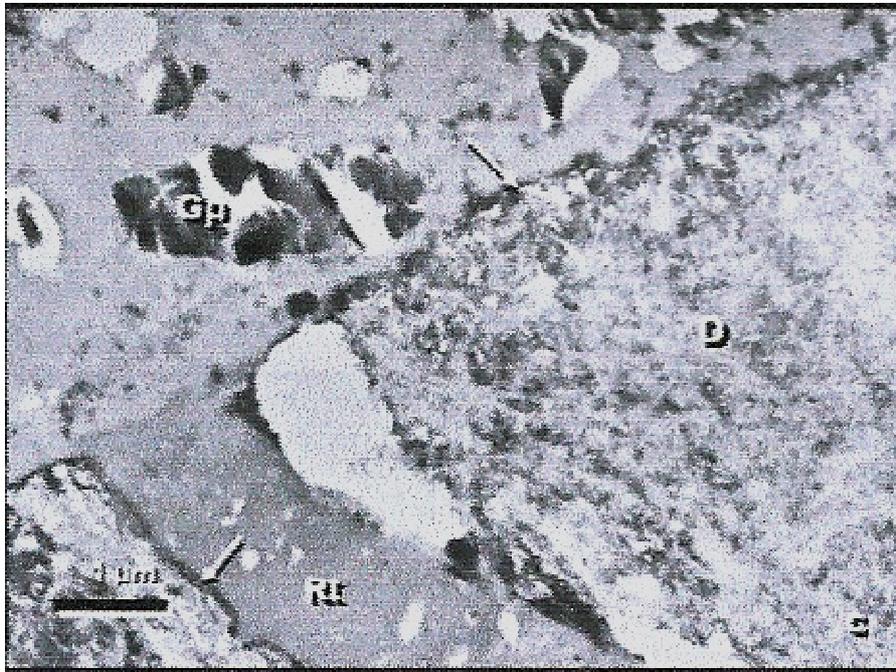


Figure 5 : Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fracturée, coupe non déminéralisée, colorée (11).

Légende : dentine (D), charge (Gp), bouchon de résine au niveau des tubuli (Rt)

Le collage sur de la dentine fracturée, dépourvue de boue dentinaire, montre une obturation des tubuli par RelyX Unicem™. La coloration révèle une fine couche dense aux électrons à l'interface dentine/colle (flèches blanches), témoignant une légère infiltration de la colle à la surface dentinaire.

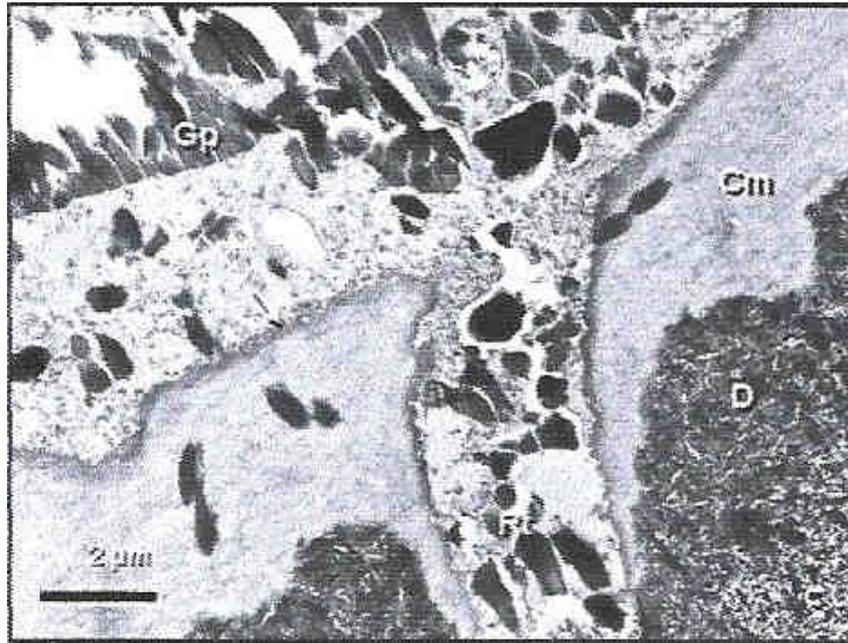


Figure 6 : Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine mordancée à l'acide phosphorique, coupe non déminéralisée, colorée (11).

Légende : dentine (D), charge (Gp), résine obturant les tubuli (Rt), réseau de collagène (Cm)

Le mordantage permet de déminéraliser superficiellement la dentine, éliminant la boue dentinaire et mettant à nu un réseau de collagène.

On observe une obturation des tubuli par la colle, le réseau de collagène n'est pas infiltré par la colle et apparaît amorphe.

Les conséquences du mordantage sur les valeurs de collage à la dentine seront abordées dans un autre chapitre.

5- Propriétés des colles auto-adhésives

5.1- Degré de polymérisation : auto vs photo

Le degré de polymérisation est exprimé en taux de conversion (%TC). Il a été rapporté qu'un faible taux de conversion affecte négativement les performances cliniques (59) en terme de dureté finale (10), de ténacité (17), de résistance à l'usure (18), de résistance à la flexion et de module d'élasticité (48), de solubilité et dégradation hydrolytique, de biocompatibilité.

Seulement trois études (28,55,63) se sont intéressées au degré de conversion des colles auto-adhésives en polymérisation dual et chémopolymérisation seule.

L'étude de Vrochari et coll. (63) compare le degré conversion de quatre colles auto-adhésives : RelyX Unicem™ (3M ESPE), Maxcem™ (Kerr), Biscem™ (Bisco) et Multilink Sprint™ (Ivoclar Vivadent); et d'une colle classique : Multilink Automix™ (Ivoclar Vivadent).

Le degré de conversion est étudié en polymérisation dual (6 échantillons de chaque colle sont photopolymérisés pendant 20 secondes avec une lampe halogène d'une intensité de 850mW/cm² conformément aux recommandations des fabricants et laissés au repos pendant 5 minutes) et en autopolymérisation seule (les échantillons sont placés dans le noir dans des conditions humides pendant 10 minutes) à une température de 23°C.

Groupe	%TC et déviation standard en autopolymérisation	%TC et déviation standard en polymérisation dual
RelyX Unicem™	11,05 +/- 4,16	37,27 +/- 5,01
Maxcem™	14,32 +/- 4,95	26,40 +/- 4,19
Biscem™	10,82 +/- 5,51	41,52 +/- 15,56
Multilink Sprint™	14,47 +/- 6,92	40,39 +/- 9,03
Multilink Automix™	24,93 +/- 5,59	61,36 +/- 6,23

Figure 7 : Taux de conversion en chémopolymérisation et polymérisation dual.

Ces résultats mettent en valeur une différence significative entre le %TC des colles auto-adhésives et Multilink Automix™ ainsi qu'une différence significative du %TC selon le mode de polymérisation quelque soit le type de colle.

Ces résultats ne sont pas en adéquation avec les valeurs obtenues par Kumbuloglu et al. (28) et Tezvergil-Mutluay et al. (55) pour lesquels le %TC de RelyX Unicem™ en autopolymérisation est de 26% et de 28,7% ainsi que de 58% et 54,9% en polymérisation dual. Dans ces deux autres études les échantillons sont photopolymérisés pendant 40 secondes, et les échantillons autopolymérisés sont laissés dans le noir pendant 15 minutes.

Ces différentes études nous amènent aux conclusions suivantes :

- La photopolymérisation augmente significativement le %TC des colles auto-adhésives par rapport à l'autopolymérisation seule.
- Le %TC des colles auto-adhésives testées est inférieur à la colle témoin (Multilink Automix™).
- Le temps d'irradiation de 20 secondes conseillé par les fabricants est insuffisant, une augmentation de ce temps aboutissant à une augmentation du %TC.
- Le temps nécessaire à l'autopolymérisation maximale du matériau reste à déterminer.

5.2- Les charges

Les charges représentent la phase inorganique des colles auto-adhésives. Les propriétés mécaniques dépendent en partie de la concentration et de la taille des charges. Plus les charges sont importantes plus la résistance à la compression, la dureté, la résistance à la flexion et le module d'élasticité augmentent et la contraction de polymérisation diminue (24).

Han et al. (21) ont étudié le pourcentage en poids ainsi que la forme et la taille des charges des colles auto-adhésives G-Cem™, Maxcem, SmartCem™ et RelyX Unicem™.

Le pourcentage en poids varie entre 60,7% (G-Cem™) et 70,6% (RelyX Unicem™), Maxcem™ (68,2%) et SmartCem™ (65,7%) ont obtenue des résultats intermédiaires. G-Cem™ a un pourcentage de charge statistiquement différent des trois autres colles auto-adhésives.

L'observation microscopique RelyX Unicem™, Maxcem™ et G-cem™, révèle des charges de forme indéterminée dont la taille varie entre 2 et 5 µm. Les charges de SmartCem™ sont de forme sphérique.

5.3- Résistance à la flexion et module d'élasticité

La résistance à la flexion et le module d'élasticité sont des paramètres classiquement utilisés pour évaluer les caractéristiques mécaniques des matériaux dentaires. Ils renseignent sur les capacités du matériau d'assemblage à résister aux forces de mastications et donc de prévenir la fracture, le descellement et les micro-infiltrations (26). Leur évaluation est standardisée et répond à la norme ISO-4049 (25).

Le module d'élasticité donne des informations sur le comportement du matériau soumis à des contraintes et caractérise la rigidité du matériau. Plus il est élevé et moins le matériau se déforme sous la contrainte et par conséquent, plus il est rigide.

Le module d'élasticité idéal reste à déterminer. Certains auteurs (30) préconisent un module d'élasticité compris entre celui de la dentine (environ 18GPa) et des matériaux de reconstitution (jusqu'à 220GPa pour les alliages non précieux).

Trois études se sont intéressées au module d'élasticité et à la résistance à la flexion des colles auto-adhésives en autopolymérisation (2,48) et polymérisation dual (2,38,48) en les comparant à celui des CVI (2), des CVI MAR (2,38,48) et des colles classiques (2,38,48).

Malgré la standardisation des tests, les résultats obtenus sont variables d'une étude à l'autre. En effet, pour RelyX Unicem™, seule colle auto-adhésive représentée dans les trois études :

- Saskalauskaite et al (48) rapportent un module d'élasticité de RelyX Unicem™ en photopolymérisation et autopolymérisation respectivement de 13GPa et 8GPa et une résistance à la flexion de 110MPa et 72MPa.
- Pour Attar et al (2), le module d'élasticité chute à 6,3GPa et 5GPa et la résistance à la flexion est de 97Mpa et 80Mpa.

- Pour Nakamura et al (38), le module d'élasticité de RelyX Unicem™ en photopolymérisation est de 7,5GPa et la résistance à la flexion de 70Mpa.

Le regroupement des résultats de ces trois publications permet tout de même de tirer certaines conclusions:

- La photopolymérisation augmente significativement les propriétés mécaniques des colles auto-adhésives.
- Les colles auto-adhésives Maxcem™ (Kerr) et RelyX Unicem™ ont des propriétés mécaniques supérieures aux CVI et CVI-MAR et proche des autres colles composites conventionnelles testées (Panavia™, RelyX ARC™, Linkmax™).
- De faibles propriétés mécaniques ont pu être relevées pour certaines colles auto adhésives : G-Cem™ (GC) a une résistance à la flexion de seulement 30MPa (38) ; Embrace Wetbond™ (pulpdent) a un module d'élasticité de 1.2GPa en autopolymérisation (48). Les faibles propriétés mécaniques obtenues pour G-Cem™ sont expliquées par Nakamura et al. par une composition chimique qui s'avère très proche des CVI-MAR.

5.4- Absorption et expansion hydrique

Les restaurations collées résident pendant toute leur durée de vie dans un environnement humide qu'est la cavité buccale. Il en résulte généralement une absorption hydrique responsable d'une expansion de la colle qui peut entraîner une fracture des restaurations en céramique.

Nakamura et al. (38) ont comparé l'absorption et l'expansion hydrique de cinq colles auto-adhésives (G-Cem™ (GC), Maxcem™ (Kerr), RelyX Unicem™ (3M ESPE), SAC-Automix™ et SAC-Handmix™ (Kururay)) d'une colle conventionnelle avec potentiel adhésif (panavia F2.0™ (Kururay)) et de deux CVI-MAR (Fuji Luting S™ (GC) et Viteremer paste™ (3M ESPE)).

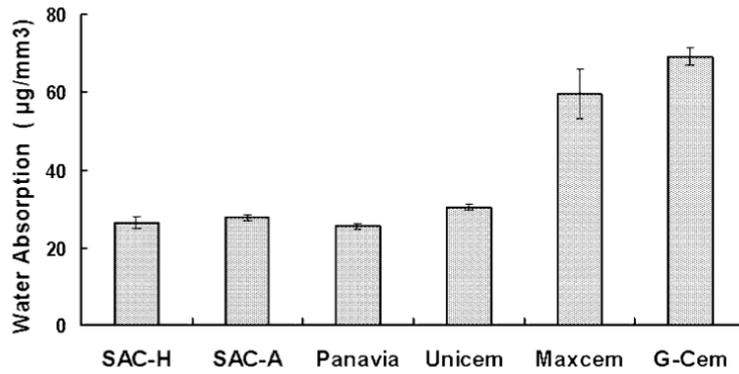


Fig 8 : Absorption hydrique des colles auto-adhésive et de Panavia.

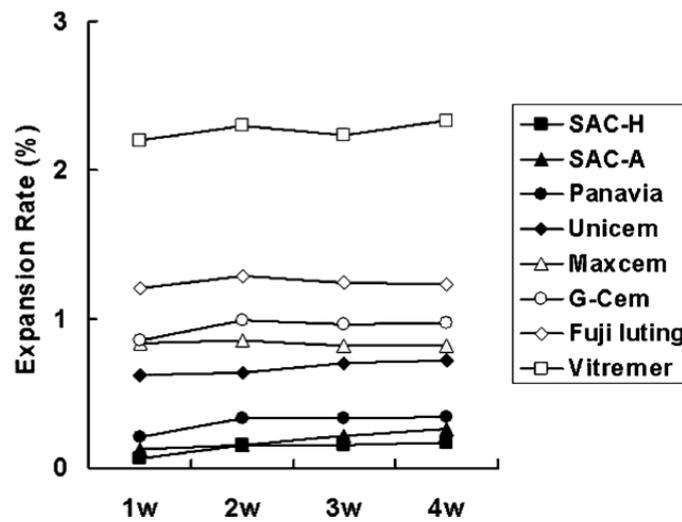


Fig 9 : Expansion hydrique (%) de une à quatre semaines.

D'après cette étude, SAC-HTM, SAC-ATM, PanaviaTM et RelyX UnicemTM possèdent une expansion hydrique significativement inférieure à celle de MaxcemTM et G-CemTM.

L'expansion hydrique des colles et CVI-MAR tendent à augmenter avec le temps, SAC-HTM, SAC-ATM et PanaviaTM possèdent l'expansion hydrique la plus faible suivie par RelyX UnicemTM, MaxcemTM et G-CemTM. Les CVI MAR possèdent l'expansion hydrique la plus forte.

L'expansion et l'absorption hydrique sont donc variables d'une colle auto-adhésive à l'autre.

5.5- pH

Saskalauskaite et al. (48) ont également mesuré les variations de pH sur 24h de trois colles auto adhésives (RelyX Unicem™, Maxcem™ et embrace Wetbond™) en auto et polymérisation dual.

Le pH initial pour les Trois colles auto adhésives est compris entre 2 et 3. A 24h, les valeurs obtenues sont très variables d'une colle à l'autre, avec une augmentation plus rapide du pH en polymérisation dual quelque soit la colle. Seul RelyX Unicem™ montre une augmentation rapide du pH (un pH de 7 est atteint en 15 minutes en photopolymérisation et en une heure en autopolymérisation).

Maxcem™ et Embrace Wetbond™ montre la plus faible augmentation de pH en autopolymérisation (inférieur à 5 à 24h) et photopolymérisation (aux alentours de 5.6 à 24h).

Pour expliquer les différences de valeurs obtenues entre les colles, les auteurs émettent l'hypothèse de l'incapacité pour Maxcem™ et Embrace Wetbond™ d'autopolymériser totalement lorsque la colle est exposée à l'air tandis que la chimie de RelyX Unicem™ permet une prise rapide quelque soit le mode de polymérisation.

Les conséquences cliniques de l'acidité de certaines colles auto-adhésives après collage restent à déterminer. Cependant il semble qu'un pH acide soit un facteur favorable à l'inflammation pulpaire et aux sensibilités post opératoires (51).

6- Valeurs d'adhésion des colles auto-adhésives in vitro

L'efficacité de collage des matériaux d'assemblage aux surfaces dentaires et aux matériaux de restauration de la dent est impératif pour la rétention des pièces prothétiques (43) ainsi que leur bonne adaptation marginale (36).

6.1- Adhésion aux substrats dentaire

6.1.1- Adhésion à l'émail.

L'adhésion des colles auto-adhésives à des surfaces d'émail a été évaluée in vitro par un certain nombre d'études utilisant des tests de cisaillement (31,46) et de micro-traction (11,20,15).

La comparaison des valeurs obtenues entre ces deux types tests est difficile car la direction des forces appliquées est différente. De plus, pour un même test, la comparaison des forces de collage entre les différentes études est variable car les procédures de collage diffèrent sur de nombreux points : marque de la colle, type de colles, surface de collage, localisation des surfaces de collage, pression appliquée lors du collage, température et humidité ambiante, force de traction et/ou de cisaillement, durée et intensité de l'exposition lumineuse nécessaire à la photopolymérisation. Tous ces paramètres peuvent influencer positivement ou négativement les résultats obtenues et ne peuvent donc être comparés dans l'absolue, ils ne sont par ailleurs pas toujours renseignés par les auteurs. Cependant, la comparaison des valeurs d'adhésion entre les différentes colles permettent tout de même de déterminer un ordre d'efficacité.

Publication	Matériel et Méthode	Colles	Type de colle	Résultats (MPa)
-Lürhs et al. (31)	-10 échantillons par colle -Surface de collage \geq 4,5mm -Collage sous pression	-VariolinkII/Syntac -Panavia F2.0 -RelyX Unicem -Maxcem Elite -Icem	-CSPA -CAPA -CAA -CAA	-42,9 -31,2 -23,0 -22,3

	de 20g/mm ² -Photopolymérisation sur 4 faces pendant 20sec (1100mW/cm ²)		-CAA	-16,9	
-Sahar et al. (46)	-10 échantillons par colle -Diamètre de collage de 3mm ² -Photopolymérisation pendant 40sec (500mW/cm ²) -Test avant et après thermocyclage	-VariolinkII/ Syntac -Dyract cem plus/ Prime&Bond NT -Panavia F2.0 -RelyX Unicem -KetCem	-CSPA	Avant T	Après T
			-COM	-32,8	-27
			-CAPA	-17,8	-17
			-CAA	-23,6	-21,2
			-CVI	-14,5	-6,6
				-6,1	-1,9

Fig 10 : Tests de cisaillement.

CSPA Colles sans potentiel adhésif, *CAPA* Colle avec potentiel adhésif, *COM* Compomère
CAA Colle auto adhésive, *CVI* Ciment verre ionomère, *T* Thermocyclage.

La résistance au cisaillement des colles auto adhésives RelyX Unicem™, Maxcem Elite™ et Icem™ est significativement plus faible que celle des autres colles conventionnelles testée.

Aucune différence significative avec le compomère Dyract cem™ plus utilisé avec l'adhésif SAM 1 Prime&Bond NT™ n'a été démontré.

Au sein des colles auto-adhésive Icem™ a une résistance au cisaillement statistiquement inférieure à RelyX Unicem™ et Maxcem Elite™.

La colle auto adhésive RelyX Unicem™ possède une résistance au cisaillement supérieure au CVI KetCem™.

Le thermocyclage est une méthode couramment utilisée in vitro pour simuler le vieillissement des colles par stress thermique. Il consiste à placer les échantillons dans des bacs à 5 et 55°C en alternance, les échantillons sont laissés 2 min dans chaque bac et l'opération est répétée 6000 fois.

Pour les colles conventionnelles, la résistance au cisaillement est légèrement diminuée après thermocyclage mais sans différence significative. Pour RelyX Unicem™ et KetCem™, la résistance au cisaillement chute de manière significative.

Publication	Matériel et méthode	Colles	Type de colles	Résultats (MPa)
-De Munck et al. (11)	-10 à 16 échantillons par colle	-Panavia F	-CAPA	-35,4

	-Surface de collage de 1,8x1,8mm -Photopolymérisation dans tous les plans (550mW/cm ²)	-RelyX Unicem	-CAA	-19,6	
-Goraccie et al. (20)	-18 à 24 échantillons par colle -Collage sous pression de 20 et 40g/mm ² -Photopolymérisation pendant 20sec (550mW/cm ²)	-Panavia F2.0	-CAPA	20g/mm ²	40g/mm ²
		-RelyX Unicem	-CAA	-25,2	-30,7
		-Maxcem	-CAA	-10,7	-11,1
-Duarte et al. (15)	-24 à 35 échantillons par colle -Echantillons d'émail cervical -Photopolymérisation pendant 40sec (1000mW/cm ²)	-RelyX Arc	-CSPA	-7,3	
		-RelyX Unicem	-CAA	-7,9	
				-19,4	
				-13,03	

Fig 11 : Tests de micro-traction.

CSPA Colles sans potentiel adhésif, *CAPA* Colle avec potentiel adhésif, *CAA* Colle auto adhésive

La résistance à la micro-traction Panavia F 2.0™ est statistiquement supérieure à celle des autres colles auto-adhésives testée. RelyX Arc™ montre une force de collage supérieur à RelyX Unicem™ lorsqu'il est collé à des échantillons d'émail cervical mais sans différence significative.

Le collage sous une pression de 40g/mm² n'est pas statistiquement différent d'une pression de 20g/mm².

Les tests de micro-traction et de cisaillement permettent de conclure que les performances des colles auto-adhésives au niveau de l'émail sont inférieures aux colles conventionnelles et supérieures à celle des CVI. Il semblerait qu'il existe des différences de valeurs de collage au sein même des colles auto-adhésives.

Le collage à l'émail des colles auto-adhésives semble moins bien résister au vieillissement par rapport aux colles conventionnelles si l'on se réfère aux tests de traction après thermocyclage, des études cliniques sont nécessaire pour le confirmer.

6.1.2- Adhésion à la dentine.

L'évaluation in vitro des colles auto-adhésives a également été menée par les tests de cisaillement (31,46,32) et de micro-traction (11,20,23,62).

Publication	Matériel et méthode	Colles	Type de colles	Résultats (MPa)	
-Lührs et al. (31)	-10 échantillons par colle -Surface de collage \geq 4,5mm -Collage sous pression de 20g/mm ² -Photopolymérisation sur 4 faces pendant 20sec (1100mW/cm ²)	-Variolink II/Syntac -Panavia F2.0 -RelyX Unicem -Maxcem Elite -Icem	-CSPA -CAPA -CAA -CAA -CAA	-39,2 -23,4 -18,4 -11,4 -12,8	
-Sahar et al. (46)	-10 échantillons par colle -Diamètre de collage de 3mm ² -Photopolymérisation pendant 40sec (500mW/cm ²) -Test avant et après thermocyclage	-VariolinkII/Syntac -Dyract cem plus/ Prime&Bond NT -Panavia F2.0 -RelyX Unicem -Ketac Cem	-CSPA -COM -CAPA -CAA -CVI	Avant T	Après T
				-15,1	-19,8
				-10,1	-4,6
				-10,5	-7,4
				-10,8	-14,9
				-4,1	-4,6
-Makishi et al. (32)	-10 échantillons par colle -Collage sur une surface cylindrique d'un diamètre de 0,75mm -Autopolymérisation pendant 5min puis photopolymérisation pendant 20sec	-Panavia F2.0 -RelyX Unicem	-CAPA -CAA	-24,9 -26,1	

Fig 12 : Tests de cisaillement.

CSPA Colles sans potentiel adhésif, *CAPA* Colle avec potentiel adhésif, *CAA* Colle auto adhésive *COM* Compomère, *CVI* Ciment verre ionomère, *T* Thermocyclage.

La résistance au cisaillement de Variolink II™ est supérieure aux colles auto-adhésives in vitro, elle n'est cependant pas significative selon Sahar et al.

Il n'existe pas de différence significative entre les valeurs obtenue par RelyX Unicem™, Panavia F2.0™ et Dyract cem plus™.

La résistance au cisaillement de Maxcem Elite™ et Icem™ est inférieure à celle de RelyX Unicem™ sans pour autant être significative.

RelyX Unicem™ possède une résistance au cisaillement supérieure au CVI Ketac cem™.

Après thermocyclage, on note une augmentation de la résistance au cisaillement de Variolink II™ et de RelyX Unicem™. RelyX Unicem™ obtient des valeurs statistiquement supérieures à Panavia F2.0™.

Publication	Matériel et méthodes	Colles	Type de colles	Résultats (MPa)	
-De Munck et al. (11)	-10 à 16 échantillons par colle -Surface de collage de 1,8x1,8mm -Photopolymérisation dans tous les plans (550mW/cm ²)	-Panavia F	-CAPA	-17,5	
		-RelyX Unicem	-CAA	-15,9	
-Goracci et al (20)	-18 à 24 échantillons par colle -Collage sous pression de 20 et 40g/mm ² -Photopolymérisation pendant 20sec (550mW/cm ²)	-Panavia F2.0	-CAPA	20g/mm ²	40g/mm ²
		-RelyX Unicem	-CAA	-7,5	-10,9
		-Maxcem	-CAA	-6,8	-14,5
				-4,1	-5,2
-Hikita et al (23)	-10 à 20 échantillons par colle -Surface de collage de 2x2cm ² -Photopolymérisation dans tous les plans (550mW/cm ²)	-Panavia F	-CAPA	-17,5	
		-Nexus 2	-CSPA	-22,3	
		-Linkmax	-CSPA	-15,4	
		-RelyX Unicem	-CAA	-15,9	
-Viotti et al (62)	-30 échantillons par colle -Surface de collage de 1mm ²	-RelyX Arc	-CSPA	-69,9	
		-Panavia F	-CAPA	-49,2	
		-Gcem	-CAA	-16,9	
		-RelyX	-CAA	-15,3	

	-Photopolymérisation pendant 40sec (700mW/mm ²)	Unicem		
		-Maxcem	-CAA	-11,5
		-Smartcem	-CAA	-8,5
		-Set	-CAA	-4,6

Fig 13 : Tests de micro-traction.

CSPA Colles sans potentiel adhésif, *CAPA* Colle avec potentiel adhésif, *CAA* Colle auto adhésive

Selon De Munck et al, Goracci et al, hikita et al, il n'existe pas de différence significative entre la colle auto-adhésive RelyX Unicem™ et les autres colles conventionnelles testées. Ces résultats ne sont pas en adéquation avec les résultats obtenus par Viotti et al. pour lesquels les colles auto adhésives montrent des performances statistiquement inférieures à RelyX Arc™ et Panavia F™.

Le collage de RelyX Unicem™ sous une pression de 40g/mm² est statistiquement supérieur à celui obtenu avec une pression de 20g/mm². Les auteurs expliquent cette différence par la thixotropie de RelyX Unicem™. En effet, le collage sous une pression importante et constante diminuerait la viscosité de la colle et permettrait une meilleure infiltration de la dentine.

Au sein des colles auto adhésives, Smartcem™ et Set™ ont obtenues les moins bonnes valeurs de collage.

Pour conclure, d'après les tests de cisaillement et de micro-traction in vitro réalisés au dépend de la dentine, les colles auto-adhésives ont des performances proche des colles conventionnelles (excepté pour Viotti et al.) et supérieures à celles des CVI.

La simulation du vieillissement par thermocyclage ne semble pas affecter le collage de RelyX Unicem™ à la dentine (contrairement à l'email).

Un collage sous pression importante permet d'augmenter les valeurs de collage.

Il est important de noter que quel que soit le type de test et quel que soit le substrat dentaire, les auteurs ont rapporté un certain nombre de fractures pré-test qui n'ont pas été prises en compte dans la valeur des résultats obtenus, surévaluant les valeurs de collage.

Certains auteurs (31,46,32,23) ont observé par microscopie la nature de la fracture entre les colles et le substrat dentaire (email ou dentine).

La nature de la fracture pouvant être :

- Adhésive : fracture au niveau de l'interface colle/substrat dentaire.
- Cohésive au niveau de la dent
- Cohésive au niveau du ciment
- Mixte

Quelque soit le substrat dentaire, la grande majorité des fractures est de nature adhésive, quelques fractures cohésives au niveau du ciment ou mixtes ont également été rapportées.

6.1.3- Influence du mordantage

L'influence du mordantage à l'acide phosphorique à 37% sur les valeurs de collage au niveau de l'émail et de la dentine a été étudiée par De Munck et al. (11) ainsi que Duarte et al. (15).

	RelyX Unicem		RelyX Unicem + Mordantage	
	Email	Dentine	Email	Dentine
De Munck et al.	19,6	15,9	35,6	5,9
Duarte et al.	13,03		32,92	

Fig 14 : Valeur d'adhésion de RelyX Unicem™ avec et sans mordantage.

Au niveau de l'émail, les valeurs de collage après mordantage sont presque doublées selon De Munck et al. pour atteindre celles de Panavia F™ (35,4 MPa) et presque triplées pour Duarte et al.

Le mordantage crée un microrelief au niveau de la surface amélaire permettant à la fois un ancrage micromécanique et une augmentation de la surface de collage. Il semble donc, au vu de ces deux études, palier à la faible adhésion des colles auto-adhésives à l'émail non mordancée par rapport aux colles conventionnelles.

Au niveau de la dentine le mordantage a un effet inverse. En effet, les valeurs de collage sont divisées par trois. L'observation en microscopie électronique de l'interface dentine mordancée/RelyX Unicem révèle la présence d'un réseau de collagène non infiltré par la colle (11).

6.1.4- Critiques des résultats

Toutes les valeurs présentées sont issues d'études in vitro. Si elles nous renseignent sur l'adhésion immédiate des colles, l'extrapolation des résultats à des conditions in vivo doit se faire de manière prudente pour plusieurs raisons :

- Les études in vitro sont considérées comme étant à faible niveau de preuve.

- Un manque de standardisation des tests en laboratoire donne lieu à certaines contradictions quant aux valeurs d'adhésions (Viotti et al. (62) obtient des valeurs de collage de Panavia F™ à la dentine trois fois supérieures à RelyX Unicem tandis que d'autres auteurs (11,20,23) ne trouvent pas de différences significatives) ; ces différentes études ayant un niveau de preuve comparable (faible) il est difficile de tirer des conclusions sur l'efficacité réelle de RelyX Unicem™ par rapport à Panavia F™.

- De nombreux biais apparaissent au sein des études :

 - Faible nombre d'échantillons par colle (entre 10 et 30 échantillons selon les études).

 - Biais de recrutement des échantillons (les dents extraites proviennent de patients différents).

 - Non prise en compte des fractures pré-tests.

- Une standardisation des tests de traction et de cisaillement avec un plus grand nombre d'échantillons semble nécessaire pour confirmer les résultats de ces études.

6.2- Adhésion aux matériaux de restauration

Les praticiens disposent aujourd'hui d'un large choix concernant la nature des matériaux de reconstitution prothétique. Une colle doit être capable de coller aux alliages métalliques, aux céramiques dentaires ainsi qu'à la résine.

6.2.1- Adhésion au métal

a- Adhésion aux alliages non précieux Ni-Cr

Une étude de C. Zhang et M Degrange (66) compare la résistance au cisaillement de blocs en Ni-Cr collés à la dentine avec trois colles auto-adhésives (RelyX Unicem™, Multilink Sprint™ et Maxcem™) et de deux colles conventionnelles (Variolink II™ et Multilink Automix™). Pour chaque colle les tests de cisaillement sont réalisés sur 10 échantillons. La surface de collage des blocs en alliage Ni-Cr a été sablée à l'alumine.

La moyenne des résultats obtenus pour Variolink II™ et Multilink Automix™ (24,48MPa et 22,46MPa) est statistiquement supérieure à celle des colles auto-adhésives RelyX Unicem™ (15,75MPa), Maxcem™ (12,52MPa) et Multilink Sprint™ (17,63MPa).

La différence entre Multilink Sprint™ et Multilink Automix™ est non significative. Au sein des colles auto-adhésives, Maxcem™ obtient des résultats statistiquement inférieurs à RelyX Unicem™ et Multilink Sprint™.

Au vu de cette étude, les colles auto-adhésives semblent moins performantes que les autres colles conventionnelles pour le collage des alliages Ni-Cr. Cependant, une autre étude de Chai J et al. (9) n'a pas trouvé de différence significative entre la colle auto-adhésive RelyX Unicem™ et les colles conventionnelles Calibra™ et Panavia F™, pour le collage des alliages Ni-Cr à la dentine. D'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

b- Adhésion aux alliages précieux

Une publication est disponible sur les performances des colles auto-adhésives pour le collage d'un alliage composé d'argent, de palladium, d'or et de cuivre (37). Cette étude concerne la résistance au cisaillement de deux blocs en alliages précieux collés avec les colles auto-adhésives Clearfil SA™, Maxcem™, G-Cem™, RelyX Unicem™, et la colle Panavia F

2.0™. Les surfaces métalliques n'ont subi aucun traitement de surface, 14 échantillons sont préparés par colle.

Aucune différence significative n'apparaît entre les colles Clearfil SA™ (62MPa), Maxcem™ (54MPa), Panavia F 2.0™ (52MPa) et RelyX Unicem™ (49MPa). La colle G-Cem montre une valeur de collage statistiquement inférieure (20MPa).

Selon Peutzfeld et al. (41), la résistance au cisaillement de cylindres en alliage d'or (à 84% en poids) collés à de la dentine humaine ne montre aucune différences significatives entre la colle RelyX Unicem™ (10,9 MPa) et les colles conventionnelles Variolink II™ (9,8 MPa), Panavia F2.0™ (13,2 MPa) et Multilink™ (13,9). La colle auto-adhésive Maxcem™ montre cependant des performances statistiquement inférieures (4,2 MPa). Seulement 8 échantillons par types de colles sont utilisés.

6.2.2- Adhésion à la céramique

Avec l'apparition des prothèses tout céramique, rendues possibles par le développement de céramiques de haute résistance à base d'alumine et/ou de zirconium, le problème du collage de ces céramiques est posé par sa faible sensibilité au mordantage fluorohydrique et à la silanisation.

a- Adhésion aux céramiques feldspathiques

Selon Peutzfeld et al. (41) aucune différence significative sur le collage de cylindre en céramique feldspathique (NobelRondo, Nobel Biocare) à de la dentine n'est mis en évidence entre la colle auto-adhésive RelyX Unicem™ (11,2 Mpa) et les colles avec potentiel adhésif Panavia F 2.0™ (10,3 Mpa) et Multilink™ (11,0 MPa). La colle sans potentiel adhésif Variolink II™ (4,0 Mpa) et la colle auto-adhésive Maxcem™ (4,3 Mpa) ont donné des résultats inférieurs.

Dans cette étude, la céramique est mordancée avec un gel fluorohydrique à 9,6% pendant 2 minutes et un silane est appliqué. Du fait du faible nombre d'échantillons (8), d'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

b- Adhésion aux vitro-céramiques

Selon Zhang et al. (66) la résistance au cisaillement de bloc en céramique E-max sans traitement de surface assemblés avec les colles auto-adhésives RelyX Unicem™, Maxcem™ et Multilink Sprint™ est statistiquement inférieurs à celle obtenue pour les colles conventionnelles Variolink II™ et Multilink Automix™ pour lesquels la céramique a subi un mordantage fluorohydrique à 5% et une silanisation (Monobond S).

Un mordantage Fluorohydrique à 5% de la céramique augmente significativement les valeurs de collage des colles auto-adhésives (14,13 Mpa pour RelyX Unicem™ ; 13,88 Mpa pour Multilink Sprint™ et 6,34 Mpa pour Maxcem™) tout en restant inférieures aux colles conventionnelles (32,35 Mpa pour Variolink II™ et 36,27 Mpa pour Multilink Automix™).

Escribano et al. (16) montrent des résultats similaires avec la céramique Empress II, un silane est appliqué avant le collage avec RelyX Unicem™ qui montre des performances inférieures aux colles conventionnelles Panavia F™ et Multilink™.

Selon Toman et al. (56) le collage à la céramique E-max mordancée et silanisée selon la même méthode suivi d'un thermocyclage est statistiquement supérieur pour les colles Variolink II™ (25,89 Mpa), Clearfil esthetic cement™ (17,21 Mpa) que la colle auto-adhésive Multilink Sprint (10,40Mpa). La colle conventionnelle Multilink Automix™ ne montre, elle, pas de différence significative (11,6 Mpa).

c- Adhesion à la zircone

Zhang et al. (66) ont également évalué l'adhésion des colles auto-adhésives à la zircone Y-TZP, aucun traitement de surface n'a été réalisé.

La colle auto-adhésive RelyX Unicem™ montre des résultats similaires a la colle conventionnelle multilink Automix™ (21,11 Mpa et 21,12 Mpa) et statistiquement supérieur à la colle Variolink II™ (15,01 Mpa). Aucune différence significative n'est mise en évidence pour la colle Multilink Sprint™ (17,01 Mpa) et les trois autres colles. Seule la colle auto-adhésive Maxcem™ montre des résultats insuffisants (7,76 Mpa).

Une autre étude de Miragaya et al. (33) montre qu'un traitement de surface avec un primer contenant la molécule MDP ou un traitement avec le système Rocatec (3M) permet

d'augmenter statistiquement l'adhésion de RelyX Unicem™ à la zircone. Quelle que soit le traitement de surface, l'adhésion de RelyX Unicem™ est supérieure à la colle RelyX Arc™.

Ces études montre un potentiel d'adhésion intéressant des colles auto-adhésives à la zircone avec des valeurs de collage semblables aux colles conventionnelles. Le collage aux vitrocéramiques Empress et E-max semble, au vu de ces études inférieurs aux colles conventionnelles. D'autres études sont nécessaires pour l'adhésion aux céramiques feldspathiques.

6.2.3- Adhésion à la résine

Zhang et al. (66) ont évalué la résistance au cisaillement de Variolink II™, Multilink Automix™, et de trois colles auto-adhésives (RelyX Unicem™, Maxcem™ et multilink Sprint™) collées à des blocs de composites microchargés. Tous les échantillons de composites ont été sablés à l'alumine (50 µm). Un silane (monobond S) est appliqué avant le collage avec Variolink II™ et Multilink Automix™. Dix échantillons par colle sont préparés.

La colle Variolink II™ donne les meilleures valeurs de collage (13,8 Mpa en moyenne) sans différence significative avec la colle auto-adhésive Multilink Sprint™ (10,5 Mpa). Il n'existe aucune différence significative entre Multilink Sprint™, Multilink Automix™ (8,6 Mpa) et RelyX Unicem™ (7,7 Mpa). Maxcem™ obtient les moins bons résultats (6,7 Mpa) sans être statistiquement différent de RelyX Unicem™.

Les résultats sont donc variables d'une colle auto-adhésive à l'autre, Multilink Sprint™ obtient des valeurs proches des colles conventionnelles. On peut espérer une amélioration des résultats avec la silanisation avant le collage par les colles auto-adhésive, d'autres études seraient alors nécessaires.

7- Adaptation marginale et étanchéité

L'adaptation et l'étanchéité marginale sont les garants d'une bonne intégration prothétique. En effet, les microinfiltrations pouvant survenir au niveau des joints collés entraînent le passage de bactéries, fluides, molécules et ions entre les tissus dentaires et l'élément prothétique (27) favorisant l'apparition de colorations marginales, de caries secondaires et par conséquent de pathologies pulpaires (6).

Selon Söderholm KLM (1991) (52) l'évaluation des microinfiltrations in vitro est une méthode fiable pour prédire les performances in vivo des restaurations collées.

Deux méthodes sont couramment employées :

- L'observation microscopique de l'adaptation marginale du joint collé.
- Les tests de pénétration de colorant.

7.1- Adaptation marginale

L'adaptation marginale des colles auto-adhésives a été investiguée par Behr et al. (4,3) ainsi que Mörmann et al. (35).

Les auteurs définissent une parfaite adaptation marginale par l'absence d'interruption de la continuité marginale entre deux surfaces collées observées en microscopie électronique. Les résultats sont exprimés en pourcentage de cette parfaite adaptation marginale.

Une étude de Behr et al. (4) sur l'adaptation marginales d'inlays céramique Empress 2 collés sur des dents humaines extraites rapporte une moyenne de parfaite adaptation marginale à l'interface dentine/colle supérieure à 90% pour RelyX Unicem™ et Variolink II™ sans différence significative entre les deux colles. Aucune différence significative n'est également rapportée après simulation de 5 ans de stress orale (thermocyclage et stress mécanique). A l'interface céramique/colle, la moyenne de parfaite adaptation marginale est aux alentours de 95% pour les deux colles et aucune différence significative n'est observée après thermocyclage et stress mécanique.

Une autre étude de Behr et al. (3) s'est intéressée à l'adaptation marginale de trois colles auto-adhésive (RelyX Unicem™, Maxcem™ et Multilink Sprint™) et de la colle avec potentiel adhésif Panavia F2.0™ à l'interface colle/dentine et colle/émail avant et après

thermocyclage. Aucune différence significative n'a pu être relevée entre ces différentes colles quel que soit le substrat de collage. Cependant, les plus faibles valeurs d'adaptation marginale observées concernent les colles RelyX Unicem™ et Multilink Sprint™ au niveau de l'émail ainsi que Maxcem™ et Multilink™ Sprint au niveau de la dentine. D'autres études sont nécessaires pour confirmer cette tendance.

Mörmann et al. (35) ont étudié l'adaptation marginale de Multilink Sprint™, Relyx Unicem™ et Valiolink™ sur des couronnes en céramique avant et après thermocyclage. Pour recréer au mieux la situation clinique, la pression des fluides dentinaires est simulée. Avant thermocyclage, aucune différence significative sur la continuité marginale à l'interface dentine/colle n'est trouvée. Après thermocyclage, l'adaptation marginale de RelyX Unicem™ (88%) est significativement supérieure à celle de Multilink Sprint™ (60%) et Variolink™ (65%).

7.2- Etanchéité

La méthode la plus couramment employée pour évaluer les microinfiltrations au niveau des joints collés est l'utilisation de colorants. Après collage et thermocyclage, la partie non restaurée de la dent est recouverte d'un vernis étanche et la dent est ensuite immergée dans un colorant (bleu de méthylène, fuchsine ou solution aqueuse de nitrate d'argent) pendant plusieurs heures. Les dents sont ensuite sectionnées et le niveau de pénétration de colorant est mesuré au microscope.

Plusieurs auteurs ont utilisé cette technique pour évaluer les microinfiltrations des restaurations assemblées avec les colles auto-adhésives.

Berh et al. (4) ainsi que Schenke et al. (49) rapportent un pourcentage de microinfiltrations de RelyX Unicem™ statistiquement inférieur à Panavia F 2.0™, Variolink II™ et Dyract cem™ à l'interface dentine/colle ainsi qu'à l'interface colle/couronne.

Une autre étude de Trajtenberg et al. (57) rapporte un pourcentage de microinfiltrations de RelyX Unicem™ statistiquement supérieur à Panavia F 2.0™ au niveau de l'émail et de la dentine mais inférieur à la colle Multilink™.

Au vu de ces différentes études, il semble que les colles auto-adhésives aient une adaptation marginale et une étanchéité proche des colles conventionnelles. Certaines

contradictions apparaissent cependant quand aux valeurs de microinfiltrations rapportées par Berh et al., Schenke et al. ainsi que Trajtenberg et al. entre RelyX Unicem™ et Panavia F 2.0™. Des différences de méthodologie entre ces études (nature du colorant, temps d'immersion dans la solution colorante) pourraient expliquer ces différences. Des études complémentaires utilisant le même protocole semble donc nécessaire pour une meilleur évaluation des micro infiltrations des colles auto-adhésives.

8- Performances in vivo

Les études cliniques restent la meilleure évaluation pour déterminer l'efficacité des colles auto-adhésives. Au vu de la récente mise sur le marché de ces colles, les études in vivo restent à ce jour peu nombreuses et leur recul clinique insuffisant (entre un et quatre ans).

Une étude de Taschner et al. (53) porte sur l'évaluation de 70 inlays et 13 onlays céramiques (IPS Empress) collés avec les colles RelyX Unicem™ ou Variolink II™ sur 30 patients à un an.

Après un an tous les inlays/onlays sont cliniquement acceptables, aucune différence significative pour l'état de surface, l'intégrité marginale, l'intégrité de la dent, la forme anatomique, la sensibilité et l'évaluation radiologique n'est mise en évidence entre les deux groupes.

De légères colorations marginales sont survenues sur 15% des inlays scellés avec RelyX Unicem™ (contre 0% pour VariolinkII™). Des défauts d'intégrité des inlays sont également plus importants avec la colle RelyX Unicem™ (généralement par écaillage de la céramique au niveau du joint occlusal) tout en restant cliniquement acceptables.

Une publication de Berh et al. (5) porte sur l'évaluation de 49 restaurations métalliques (2 onlays, 40 couronnes unitaires postérieures, 5 couronnes unitaires antérieures et 2 bridges de trois éléments) posées sur 49 patients. Les restaurations sont aléatoirement scellées au ciment phosphate de zinc ou collées avec RelyX Unicem™. L'évaluation des restaurations est effectuée entre deux et quatre ans et demi.

Durant la période d'observation, aucune colorations marginales ni caries secondaires ne sont apparues. Il n'y a pas de différence significative du score de plaque et du saignement gingival. Une dent dont la couronne était collée avec RelyX Unicem™ a nécessité un traitement endodontique, cette dent présentait un délabrement important, proche de la pulpe.

Aucune différence significative sur les performances in vivo du RelyX Unicem™ et du ciment au phosphate de zinc n'est mise en évidence pour des restaurations métalliques sur une période de 38 mois.

Pneumans et al. (40) ont évalué 62 restaurations partielles en céramique Empress 2 (8 onlays et 54 inlays) collées avec RelyX Unicem™ sur une période de deux ans.

Pour la moitié des restaurations, un mordantage de l'émail est réalisé. Avant collage, les inlays/onlays céramique sont mordancés à l'acide fluorohydrique à 4,5% pendant une minute puis silanisés (Monobond S).

A deux ans, 2 inlays se sont décollés dans le groupe RelyX Unicem™ sans mordantage, cependant le taux de succès entre les deux groupes n'est pas significatif. Toutes autres restaurations sont qualifiées de cliniquement excellentes à bonnes au regard de l'état de surface, des colorations marginales, de l'intégrité de la dent et de cliniquement bonnes à acceptables au regard de l'intégrité marginale et de l'intégrité de l'inlays.

Aucune différence significative n'a pu être mis en évidence sur les performances cliniques des deux groupes, des études à plus long terme et sur des échantillons de patients plus importants sont nécessaires pour le confirmer.

Au vu de ces différentes études cliniques, les performances des restaurations collées à RelyX Unicem™ semblent correctes à court terme pour le collage d'inlays/onlays céramiques (à 1 et 2 ans) et de couronnes métalliques. Cependant des études à plus long terme et sur un plus grand nombre de patients est nécessaire pour confirmer ces résultats. Les principaux problèmes observés concernent l'apparition de colorations marginales (53) et des défauts d'intégrité marginale (53,40).

9- Sensibilités post-opératoires

L'absence de sensibilités post opératoires est un critère majeur d'un bon matériau d'assemblage selon les praticiens d'après une étude de Rosenstiel et al. (44). Les sensibilités post opératoires dépendent de nombreux critères tels que le matériau d'assemblage, l'étendue de la préparation, une mauvaise adaptation de la restauration ou encore l'utilisation d'un mordantage acide pour éliminer la boue dentinaire (8).

Une étude clinique a été publiée sur les sensibilités post opératoires de dents vitales restaurées avec des inlays céramo-métallique (45) collés avec les colles auto-adhésives Breeze™ et RelyX Unicem™ et la colle sans potentiel adhésif RelyX ARC™/Adapter single bond2™.

Cette étude porte sur 50 inlays collés sur 24 molaires et 26 prémolaires mandibulaires. Les patientes sont toutes des femmes âgées de 30 à 40 ans, en bonne santé et indemne de maladie parodontale.

La sensibilité des dents à l'air, à l'eau froide et à la pression est évaluée avant collage, à 24h, 2 semaines, 6 semaines et 12 semaines après collage. La douleur est évaluée grâce à une échelle visuelle analogique (EVA).

	Avant collage	24 heures	2 semaines	6 semaines	12 semaines
RelyX ARC	1,0	7,8	6,0	3,5	3,0
RelyX Unicem	1,0	3,7	2,3	0,5	0
Breeze	0,3	4,8	2,2	0,8	0

Fig 15 : Score moyen d'EVA à l'eau froide.

	Avant collage	24 heures	2 semaines	6 semaines	12 semaines
RelyX ARC	0,8	7,0	4,5	3,5	3,0
RelyX Unicem	0,2	2,0	0,8	0	0
Breeze	0	1,5	0,5	0	0

Fig 16 : Score moyen d'EVA à l'air.

	Avant collage	24 heures	2 semaines	6 semaines	12 semaines
RelyX ARC	0	6,3	4,0	2,3	2,0
RelyX Unicem	0	0,2	0	0	0
Breeze	0	0	0	0	0

Fig 17 : Score moyen d'EVA à la pression.

Les scores moyens d'EVA sont reportés figures 1, 2 et 3. Quelque soit le type de test et le type de colle utilisé, les sensibilités sont les plus importantes 24 heures après collage. A 12 semaines, seule les dents restaurées avec RelyX Arc™ présentent encore des sensibilités.

Les dents restaurées avec RelyX Arc™ sont statistiquement plus sensibles au froid, à l'air et à la pression que celles collées avec RelyX Unicem™ et Breeze™, sans différences significatives entre ces deux dernières.

Les auteurs expliquent ces différences de sensibilité par le mode d'adhésion et la complexité de mise en œuvre de RelyX Arc™. En effet, son utilisation nécessite un mordantage total pour dissoudre la boue dentinaire et mettant à nu les tubuli dentinaires et créé un passage pour les bactéries vers la pulpe (8). De nombreuses erreurs peuvent survenir à chaque étape du collage avec RelyX Arc™ (mordantage excessif, mauvais rinçage, séchage excessif après rinçage, incomplète évaporation des solvants du primer et/ou de l'adhésif) entraînant une infiltration insuffisante de la dentine déminéralisée par la résine pouvant favoriser l'apparition de sensibilités post-opératoires (39). Ce phénomène est moindre avec les colles auto-adhésives car la déminéralisation de la dentine et son infiltration par la résine sont simultanées, sans suppression de la boue dentinaire.

10- Indications et contre-indications

10.1- Contre-indications

Les colles auto-adhésives sont à contre-indiquer dans les situations suivantes :

- Allergie connue à l'un des composants.
- Bridges à ailettes : en raison de la faible rétention des préparations des bridges à ailettes et de la faible adhésivité à l'émail.
- Facettes : pour les mêmes raisons que précédemment mais également pour leurs faibles qualités esthétiques.
- Inlays-cores : sa forte viscosité peut empêcher une insertion totale de la pièce (clavette par exemple) ou exercer de fortes contraintes sur la racine.
- Dans toutes les situations où la rétention primaire est faible (dépouille importante, faible hauteur de préparation), il est préférable d'utiliser une colle conventionnelle.

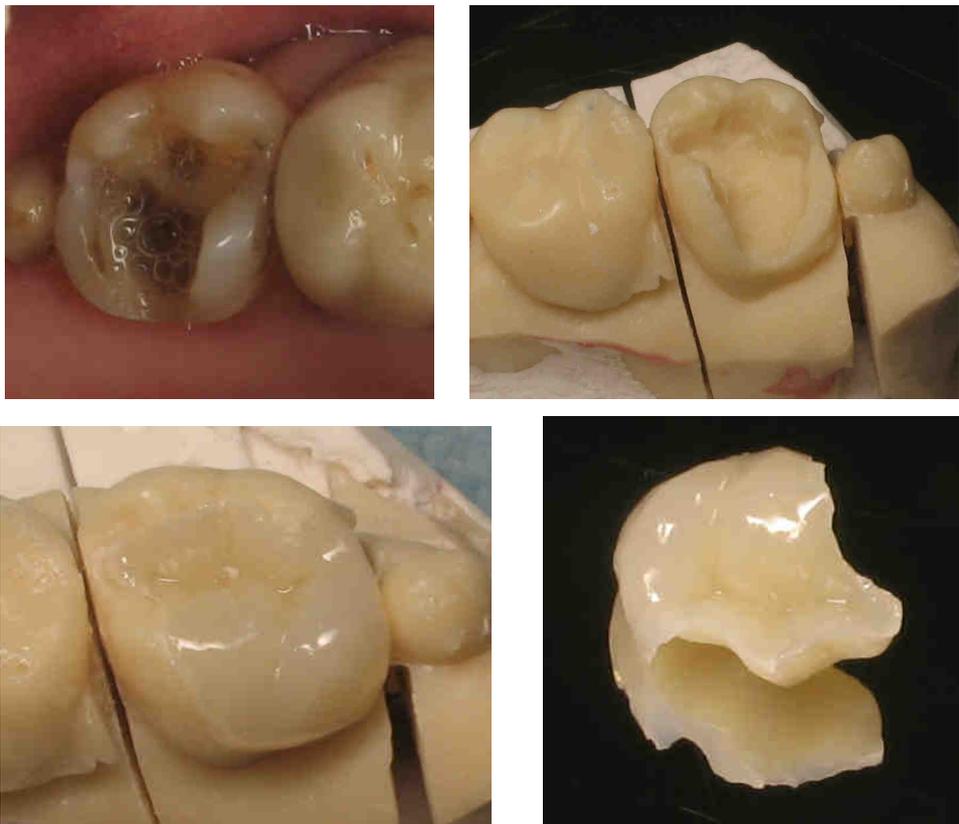
10.2- Indications

Les colles auto-adhésives permettent le collage :

- A tout type de matériaux de restauration coronaire : alliages précieux et non précieux, céramiques feldspathique, vitrocéramique, zircone, alumine et résine.
- Des couronnes.
- Des bridges.
- Des Inlays/Onlays : sous réserve d'une bonne rétention primaire, un mordantage de l'émail est fortement conseillé.

11-Protocole de collage : cas clinique

Mme X. présente une lésion carieuse site 2 classe 3 sur sa 27. La patiente a une bonne hygiène bucco-dentaire. Après curetage de la lésion carieuse, une reconstitution indirecte par un onlay composite est adoptée par la patiente. L’empreinte de la préparation est réalisée en double mélange, la reconstitution provisoire est réalisée en composite scellée provisoirement par du Temp Bond™ sans eugénol. Un sablage à l’alumine et l’application d’un silane sur la pièce prothétique sont réalisés par le laboratoire de prothèse.



La forme de préparation, rétentive, permet le collage de l’onlay par une colle auto-adhésive. Ici, RelyX Unicem Aplicap™ est utilisé.

Protocole de collage :

- 1- Anesthésie para-apicale de la 27.
- 2- Dépose de la restauration provisoire et nettoyage des surfaces dentaires aux ultrasons.

3- Mise en place du champ opératoire (digue).



4- Mordançage de l'émail pendant 30 secondes à l'acide phosphorique à 37%.



5- Rinçage à l'eau pendant au moins 30 secondes.



6- Séchage modéré des surfaces dentaires.

7- Activation et trituration pendant 10 secondes de la capsule RelyX Unicem™.

8- Application de la colle sur l'intrados de l'onlay.

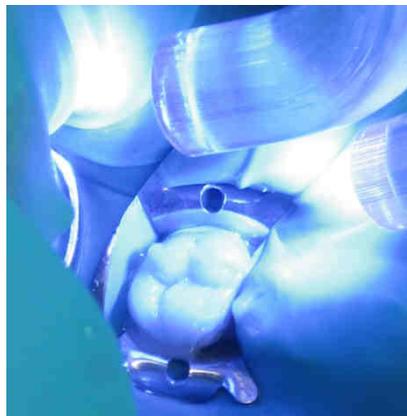


9- Mise en place de l'inlay sous pression. Ici un enfonce couronne est utilisé.



10- Retrait des excès lors de la phase gel de la colle. Celle ci peut être atteinte après 2-3 minutes depuis la trituration en autopolymérisation ou après une photoactivation pendant 2 secondes.

11- Photopolymérisation finale dans tous les plans pendant 30 secondes.



12- Réglage de l'occlusion.



13- Une radio de contrôle peut être réalisée afin de vérifier la bonne intégration de l'inlay et le retrait complet des excès de colle.



12- Discussion/conclusion

Du fait du faible recul clinique des colles auto-adhésives (jusqu'à 8 ans pour le RelyX Unicem™), l'évaluation de leurs performances est principalement basée sur des procédures de tests in vitro or les études in vivo restent le meilleur moyen d'évaluation de l'efficacité des matériaux d'assemblage.

De nombreux facteurs influant sur la longévité du collage ne peuvent pas être reproduit in vitro. En effet les restaurations collées doivent résister aux nombreux stress mécaniques, thermiques et chimiques de l'environnement humide de la cavité buccale.

B. Van Beerbeeck et al. (60), dans un article sur le statut actuel et les futurs challenges de l'adhésion à l'émail et à la dentine (2003), affirment que l'évaluation moderne de l'efficacité du collage in vitro concerne les tests de micro-traction et/ou de cisaillement, l'évaluation de étanchéité marginale et la résistance à la fatigue. Les auteurs soulignent également un manque de standardisation dans les méthodologies et les procédures de test. Ce manque de standardisation ressort dans l'évaluation des colles auto-adhésives. En effet, pour un même test, les procédures de collage diffèrent d'un laboratoire à l'autre (surface de collage, temps de photopolymérisation, puissance de la lampe à photopolymériser, localisation des échantillons amélaire et dentinaires, temps écoulé entre le collage et la mise en place des tests, milieux de stockage des échantillons...) amenant à des valeurs de collages différentes et parfois à certaines contradictions quant aux performances des colles auto-adhésives par rapport aux colles conventionnelles. Il semble donc que l'évaluation de l'adhésion des colles auto-adhésives soit laboratoire dépendant. Malgré ce manque de standardisation, Van meerbeeck et al. avancent tout de même qu'il existe une bonne corrélation entre l'évaluation in vitro et les performances cliniques des colles et que les tests en laboratoire peuvent donc prédire l'efficacité clinique des colles.

Tous les auteurs sont unanimes pour dire que l'adhésion à l'émail des colles auto-adhésives est inférieure à celle des colles conventionnelles. Cependant, après un mordantage de l'émail, les valeurs de collages sont doublées et sans différences significatives par rapport aux colles traditionnelles (11,15).

L'adhésion à la dentine donne de bons résultats dans l'ensemble, proche des colles traditionnelles pour de nombreux auteurs (14,6,32,20,7), nettement inférieures pour d'autres (31,62).

Contrairement à l'émail, le mordantage de la dentine diminue considérablement son adhésion à celle-ci, la nature et la viscosité de la colle empêcheraient l'hybridation du réseau de collagène (11).

L'optimisation du collage par les colles auto-adhésives passe donc par un mordantage sélectif de l'émail. Celui-ci est délicat à réaliser cliniquement et fait perdre l'intérêt de ces colles dont le principal avantage est la facilité d'utilisation et l'absence de traitement des surfaces à coller avancé par leur fabricants.

La nature de l'adhésion à la dentine est à ce jour mal connue. Elle diffère des autres colles traditionnelles car aucune couche hybride n'est décrite en microscopie électronique. La colle déminéralise et infiltre simultanément la boue dentinaire et l'infiltration de la dentine sous-jacente semble limitée. Il semblerait que l'adhésion aux tissus dentaire soit plus de nature chimique que micromécanique. Les auteurs ont rapportés des fractures principalement de nature adhésive lors de leurs tests de traction ou de cisaillement.

Le potentiel d'adhésion des colles auto-adhésives est intéressant pour le collage à l'alumine et à la zircone pour lesquels le mordantage fluorhydrique et la silanisation semblent inefficaces (19). Un mordantage à l'acide fluorhydrique et l'application d'un silane est recommandé pour les autres céramiques. Un sablage est nécessaire pour le collage de la résine.

Les études cliniques sont encore peu nombreuses et leur faible recul clinique (entre un et quatre ans) limite leur intérêt. Des études in vivo sur un plus grand nombre de patients et sur de plus longues périodes sont nécessaires. Cependant, les premiers résultats à court et moyen terme sont satisfaisants, très peu de sensibilités post opératoire et aucunes pertes de restaurations précoces n'ont été rapportées. La société 3M, première à avoir commercialisé une colle auto-adhésive avec le RelyX Unicem™, met à disposition des dentistes de nombreux résultats d'études cliniques avec un recul plus important. Ces études étant dirigées par la société elle même et n'étant pas répertoriées par les moteurs de recherche de données bibliographiques ni accessibles dans les détails, ont été exclues de cette thèse par soucis d'objectivité.

Au vu des différentes études in vitro et des propriétés mécaniques des colles auto-adhésives, leur efficacité se situe entre celle des ciments verre ionomères modifiés par

adjonction de résine et des colles conventionnelles. Elles trouveront en ce sens de nombreuses indications cliniques. Cependant, l'intérêt d'utiliser une colle auto-adhésive pour le collage d'une couronne ou d'un bridge où les principes de préparation sont respectés semble limité. Un CVI MAR dont l'utilisation est tout aussi aisée, le recul clinique excellent, le coût moins important conviendrait parfaitement. Pour le collage d'inlays/onlays, les colles auto-adhésives peuvent être une alternative intéressante aux colles conventionnelles pour sa facilité d'utilisation, un mordantage de l'émail devrait permettre d'obtenir de bons résultats. Attention cependant à la faible ambition esthétiques des colles auto-adhésives (teintes non normalisées, absence de pâte d'essayage) qui peut s'avérer gênante dans certaines situations.

Les colles auto-adhésives présentent également des limites :

- Elles ne permettent pas à ce jour le collage de facettes ou de bridge à ailettes. L'utilisation d'une colle à système adhésif séparé et du Superbond™ respectivement, constituent toujours les procédures de référence pour ces restaurations.
- Une mise en œuvre soignée, respectant les impératifs mécaniques et biologiques qui guident tout traitement prothétique continuent à s'appliquer et ce n'est pas la colle, fût-elle auto-adhésive, qui rattrapera une préparation trop courte ou une dépouille trop accentuée.

Un autre point important qui se dégage est la non uniformité des colles auto-adhésives. En effet, plus d'une douzaine de colles auto-adhésive sont à ce jour disponibles sur le marché, et la majorité d'entre-elles n'ont pas faites l'objet d'évaluations in vitro. Le RelyX Unicem™, dispose d'un net avantage technique par rapport à ses concurrents puisqu'il a fait l'objet de nombreuses études depuis son lancement qui ont confirmé ses bonnes performances globales.

La nature des monomères fonctionnels et la composition des colles auto-adhésive sont variables d'une colle à l'autre. Ceci explique les différences de valeurs obtenues lors des procédures de tests in vitro. On peut par exemple citer le G-cem qui présente des propriétés physiques inférieures à RelyX Unicem™ et proche des CVI-MAR (38) ou encore Maxcem™ qui obtient des valeurs de collages aux tissus dentaires, à la zircone et aux vitrocéramiques inférieures à RelyX Unicem™ (66).

Cette nouvelle famille de colles constitue une réelle évolution dans le domaine des matériaux d'assemblage par leur facilité d'usage et leur adhésion spontanée aux tissus dentaires et aux matériaux de restauration, sans pour autant être révolutionnaire. On est encore loin du principe de « colle universelle » et elles ne remplacent pas les colles associées à un système adhésif dans certaines situations cliniques où la rétention est faible ou lorsque l'enjeu esthétique est fort. On ne peut pas considérer à l'heure actuelle que les colles auto-adhésives soient un matériau indispensable dans nos cabinets dentaires mêmes si elles ont séduit de nombreux praticiens par leur confort et rapidité de mise en œuvre. On peut cependant espérer dans l'avenir une optimisation de leur formulation pour améliorer leurs performances et leur fiabilité.

13- Références bibliographiques

1- 3M ESPE (Laboratoire).

Relyx unicem, technical product profile.

St Paul : 3M ESPE, 2002.

2- ATTAR N, TAM LE et MCCOMB D.

Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents.

J Prosthet Dent 2003;**89**(2):127-134.

3- BEHR M, HANSMANN M, ROSENTRITT M et coll.

Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent.

Clin Oral Investi 2009;**13**(4):459-464.

4- BEHR M, ROSENTRITT M, REGNET T et coll.

Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems.

Dent Mater 2004;**20**(2):191-197.

5- BEHR M, ROSENTRITT M, WIMMER J et coll.

Self-adhesive resin cement versus zinc phosphate luting material: a prospective clinical trial begun 2003.

Dent Mater 2009;**25**(5):601-604.

6- BERGENHOLTZ G, COX CF, LOESCHE WJ et coll.

Bacterial leakage around dental restorations : its effect on the dental pulp.

J Oral Pathol 1982;**11**(6):439-450.

7- BOHIN F et CHAU R.

Le point sur les colles auto-adhésives.

Inf Dent 2009;**91**(24):1291-1301.

8- BRÄNNSTRÖM M.

Etiology of dentin hypersensitivity.

Proc Finn Dent Soc 1992;**8**(suppl 1):7-13.

9- CHAI J, CHU FC, CHOW TW et coll.

Shear bond strength between nickel-chromium and human dentine using a dual-cure, self-adhesive universal resin luting agent.

Eur J Prosthodont Rest Dent 2008;**16**(2):85-88.

10- CORRER SOBRINHO L, DE GOES MF, CONSANI S et coll.

Correlation between light intensity and exposure time on the hardness of composite resin.

Mater Med 2000;**11**(6):361-364.

11- DE MUNCK J, VARGAS M, VAN LANDUYT K et coll.

Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin.

Dent Mater 2004;**20**(10):963-971.

12- DENTSPLY (Laboratoire).

SmartCem 2 self-adhesive cement, product profile.

Londres: Dentsply, 2008.

13- DEGRANGE M et LAPOSTOLLE B.

L'expérience de la bataille des adhésifs.

Inf Dent 2007;**89**(4):112-117.

14- DEGRANGE M et POURREYRON L.

Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires.

Support de cours CES Biomatériaux, Paris, 2009.

15- DUARTE S JR, BOTTA AC, MEIRE M et coll.

Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel.

J Prosthet Dent 2008;**100**(3):203-210.

16- ESCRIBANO N et DE LA MACORRA JC.

Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic.

J Adhes Dent 2006;**8**(5):337-341.

17- FERRACANE JL et BERGE HX.

Fracture toughness of experimental dental composites aged in ethanol.

J Dent Res 1995;**74**(7):1418-1423.

18- FERRACANE JL, MITCHEM JC, CONDON JR et coll.

Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure.

J Dent Res 1997;**76**(8):1508-1516.

19- GARTARD F.

Le scellement des restaurations céramique à base d'alumine ou de zircon.

Stratégie Prothétique 2004;**4**(1):69-74.

20- GORACCI C, CURY AH, CANTORO A et coll.

Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive

resin cements used to lute composite onlays under different seating forces.
J Adhes Dent 2006;**8**(5):327-335.

21- HAN L, OKAMOTO A, FUKUSHIMA M et coll.

Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements.

Dent Mater J 2007;**26**(6):906-914.

22- HANS UV GERTH, TILL D, HARALD Z et coll.

Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites-A comparative study.

Dent Mater 2006;**22**(10):934-941.

23- HIKITA K, VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J et coll.

Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin.

Dent Mater 2007;**23**(1):71-80.

24- IKEJIMA I, NOMOTO R et MCCABE JF.

Shear punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and silanation.

Dent Mater 2003;**19**(3):206-211.

25- INTERNATIONAL STANDARD 4049.

Dentistry polymer based fillings, restorative and luting materials.

Geneva : International Organization for Standardization, 2000.

26- KENNETH J et RALPH W.

Phillip's Science of Dental Materials. 11^{ème} ed.

Philadelphia : Saunders, 2003:443-494.

27- KIDD EAM.

Microleakage : a review.

J Dent 1976;**4**(5):199-205.

28- KUMBULOGLU O, LASSILA LV, USER A et coll.

A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements.

Int J Prosthodont 2004;**17**(3):357-363.

29- LASFARGUES JJ, BONTE E, GOLDBERG M et coll.

Ciments verres-ionomères et matériaux hybrides.

Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-065-K-10, 2009,7.

30- LI ZC et WHITE SN.

Mechanical properties of dental luting cements.

J Prosthet Dent 1999;**81**(5):597-609.

31- LÜHRS AK, GUHR S, GÜNAY H et coll.

Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro.

Clin Oral Invest 2010;**14**(2):193-199.

32- MAKISHI P, SHIMADA Y, SADR A et coll.

Nanoleakage expression and microshear bond strength in the resin cement/dentin interface.

J Adhes Dent 2010;**12**(5):393-401.

33- MIRAGAYA L, MAIA LC, SABROSA CE et coll.

Evaluation of self-adhesive resin cement bond strength to Yttria-stabilized zirconia ceramic (Y-TZP) using four surface treatments.

J Adhes Dent 2011;**13**(5):473-480.

34- MONTICELLI F, OSORIO R, MAZZITELLI C et coll.

Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin.

J Dent Res 2008;**87**(10):974-979.

35- MÖRMANN W, WOLF D, ENDER A et coll.

Effect of two self-adhesive cements on marginal adaptation and strength of esthetic ceramic CAD/CAM molar crowns.

J Prosthodont 2009;**18**(5):403-410.

36- MOTA CS, DERMACO FF, CAMACHO GB et coll.

Microleakage in ceramic inlays luted with different resin cements.

J Adhes Dent 2003;**5**(1):63-70.

37- MURAGUCHI K, MINAMI H, MINESAKI Y et coll.

A study of self-adhesive resin cements for bonding to silver-palladium-copper-gold alloy - effect of including primer components in cement base.

Dent Mater J 2011;**30**(2):199-205.

38- NAKAMURA T, WAKABAYASHI K et KINUTA S.

Mechanical properties of new self adhesive resin-based cement.

J Prosthodont Res 2010;**54**(2):59-64.

39- PERDIGAO J, GERADELI S et HODGES JS.

Total-etch versus self-etch adhesive : effect on postoperative sensitivity.

J Am Dent Assoc 2003;**134**(12):1621-1629.

40- PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K et coll.

Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays.

J Adhes Dent 2010;**12**(2):151-161.

41- PEUTZFELDT A, SAHAFI A et FLURY S.

Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents.

Oper Dent 2011;**36**(3):266-273.

42- PIWOWARCZYK A, WINDMÜLLER B et MAHLER A.

In vitro study of the mechanical properties of luting cements.

J Dent Res 2002;**81**(Spec Issue A):Abstr 3342.

43- ROSENSTIEL SF, LAND MF et CRISPIN NJ.

Dental luting agents : a review of the current literature.

J Prosthet Dent 1998;**80**(3):280-301.

44- ROSENSTIEL SF et RASHID RG.

Postcementation hypersensitivity : scientific data versus dentist's perceptions.

Prosthodont 2003;**12**(2):73-81.

45- SAAD DEL-D, ATTA O et EL-MOWAFY O.

The postoperative sensitivity of fixed partial dentures cemented with self-adhesive resin cements: a clinical study.

J Am Dent Assoc 2010;**141**(12):1459-1466.

46- SAHAR E, ABO-HAMAR SE, HILLER KA et coll.

Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel.

Clin Oral Invest 2005;**9**(3):161-167.

47- SANARES AM, ITTHAGARUN A, KING NM et coll.

Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites.

Dent Mater 2001;**17**(6):542-556.

48- SASKALAUSKAITE E, TAM LE et MCCOMB D.

Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements.

J Prosthodont 200;**17**(4):262-268.

49- SCHENKE F, HILLER KA, SCHMALZ G et coll.

Marginal integrity of partial ceramic crowns within dentin with different luting techniques and materials.

Oper Dent 2008;**33**(5):516-525.

50- SILVERSTONE LM, SAXTON CA, DOGON IL et coll.

Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy.

Caries Res 1975;**9**(5):373-387.

51- SMITH DC et RUSE ND.

Acidity of glass ionomer cements during setting and its relation to pulp sensitivity.

J Am Dent Assoc 1986;**112**(5):654-657.

52- SÖDERHOLM KLM.

Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials.

Dent Mater 1991;**7**(2):74-83.

53- TASCHNER M, FRANKENBERGER R, GARCIA-GODOY F et coll.

IPS Empress inlays luted with a self-adhesive resin cement after 1 year.

Am J Dent 2009;**22**(1):55-59.

54- TAY FR, SMALES RJ, NGO H et coll.

Effect of different conditioning protocols on adhesion of a GIC to dentin.

J Adhes Dent 200;**3**(2):153-167.

55- TEZVERGIL-MUTLUAY A, LASSILA LV et VALLITTU PK.

Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials.

Acta Odontol Scand 2007;**65**(4):201-205.

56- TOMAN M, TOKSAVUL S et AKIN A.

Bond strength of all-ceramics to tooth structure: using new luting systems.

J Adhes Dent 2008;**10**(5):373-378.

57- TRAJTENBERG CP, CARAM SJ et KIAT-AMNUAY S.

Microleakage of all-ceramic crowns using self-etching resin luting agents.

Oper Dent 2008;**33**(4):392-399.

58- VAN LANDUYT KL, SNAUWAERT J, DE MUNCK J et coll.

Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives.

Biomaterials 2007;**28**(26):3757-3785

59- UCTASLI S.

Some mechanical properties of resin-based dental materials.

PhD Thesis, birmingham; 1991.

60- VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, et coll.

Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges.

Oper Dent 2003;**28**(3):215-235.

61- VERMEERSCH G, LELOUP G et VREVEN J.

Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites.

J Oral Rehabil 2001;**28**(1):26-32.

62- VIOTTI RG, KASAZ A, PENA CE et coll.

Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems.

J Prosthet Dent 2009;**102**(5):306-312.

63- VROCHARI AD, ELIADES G, HELLWIG E et coll.

Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements.

Dent Mater 2009;**25**(9):1104-1108.

64- YOSHIDA Y, VAN MEERBEEK B, NAKAYAMA Y et coll.

Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces.

Dent Res 2000;**79**(2):709-714.

65- YOSHIDA Y, VAN MEERBEEK B, NAKAYAMA Y et coll.

Comparative study on adhesive performance of functional monomers.

J Dent Res 2004;**83**(6):454-458.

66- ZHANG C et DEGRANGE M.

Shear bond strengths of self-adhesive luting resins fixing dentine to different restorative materials.

Biomater Sci Polym 2010;**21**(5):593-608.

14- Table des illustrations

Figure 1- Exemples de colles auto-adhésives du commerce : RelyX Unicem™ capsule et clicker, Smartcem 2™

Figure 2- Combinaison des avantages chimiques des ciments conventionnels et des colles (1).

Figure 3- Microscopie électronique à balayage de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fraisée (11).

Figure 4- Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fraisée (11).

Figure 5- Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine fracturée (11).

Figure 6- Microscopie électronique à transmission de RelyX Unicem™ collé à de la dentine mordancée à l'acide phosphorique (11).

Figure 7- Taux de conversion en chémo-polymérisation et polymérisation dual.

Figure 8- Absorption Hydrique des colles auto-adhésive et de Panavia (8).

Figure 9- Expansion hydrique (%) de une à quatre semaine (8).

Figure 10- Synthèse des tests de cisaillement à l'email.

Figure 11- Synthèse des tests de micro-traction à l'émail.

Figure 12- Synthèse des tests de cisaillement à la dentine.

Figure 13- Synthèse des test de micro-traction à la dentine.

Figure 14- Valeur d'adhésion de RelyX Unicem™ avec et sans mordançage.

Figure 15- Score moyen d'EVA à l'eau froide (45).

Figure 16- Score moyen d'EVA à l'air (45).

Figure 17- Score moyen d'EVA à la pression (45).

15- Lexique

4-META : 4-méthacryloxyéthyl trimellitate anhydride.

Bis GMA : Méthacrylate bisphénol A-glycidyl.

CVI : Ciment Verre Ionomère.

CVIMAR : Ciment Verre Ionomère Modifié par Adjonction de Résine.

EVA : Echelle Visuelle Analogique

MDP : Phosphate de 10- Méthacryloyloxydécyle Dihydrogène.

SAC-A : Self-Adhésive Cement Automix.

SAC-H : Self-Adhésive Cement Handmix.

TEGDMA : Triethylene Glycol Diméthacrylate.

UDMA : Uréthane-Diméthacrylate.

AGIER (Baptiste) – Les colles auto-adhésives : analyse de la littérature- 69f ; 17 fig ; 66 ref ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2012)

RESUME : Récemment apparues sur le marché, les colles auto-adhésives ont séduites bon de nombre de praticiens par leur facilité d'utilisation malgré leur faible recul clinique. Leurs caractéristiques auto-adhésives et auto-mordançantes permettent un collage sans traitement préalable des surfaces dentaires et l'adhésion à tous types de matériaux de restauration. Les études in vitro permettent de situer leurs propriétés mécaniques et leur force d'adhésion aux tissus dentaires entre celles des ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine et des colles conventionnelles. Des études complémentaires

in vivo sur de larges échantillons et avec un recul clinique plus important sont nécessaires pour valider leurs performances. Il convient aujourd'hui de réserver leur utilisation dans les situations où la rétention primaire des éléments prothétiques à coller est suffisante, l'utilisation d'une colle avec un système adhésif reste recommandée dans les autres situations.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Collage dentaire/Dental bonding ; Agents collage dentaire/Dentin-bonding agents ; Prothèse dentaire partielle fixe à liaison résine/Denture, partial, fixed resin-bonded .

MOTS CLES MESH : Biomatériaux.

JURY

Président : Professeur GIUMELLI B.

Assesseur : Docteur LE BARS P.

Assesseur : Docteur MARION D.

Directeur : Professeur BODIC F.