



HAL
open science

Assemblage des restaurations partielles indirectes collées

Margaux Frulli

► **To cite this version:**

Margaux Frulli. Assemblage des restaurations partielles indirectes collées. Chirurgie. 2020. dumas-02975322

HAL Id: dumas-02975322

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02975322v1>

Submitted on 22 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

***Assemblage des restaurations
partielles indirectes collées***

Présentée par

FRULLI Margaux

Née le 27 Décembre 1995

A Marseille

Thèse soutenue le **Vendredi 7 Février 2020**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RASKIN Anne

Assesseurs : Docteur JACQUOT Bruno

Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur DEVICTOR Alix

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

***Assemblage des restaurations
partielles indirectes collées***

Présentée par

FRULLI Margaux

Née le 27 Décembre 1995

A Marseille

Thèse soutenue le **Vendredi 7 Février 2020**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RASKIN Anne

Assesseurs : Docteur JACQUOT Bruno

Docteur GUIVARC'H Maud

Docteur DEVICTOR Alix

ADMINISTRATION

Mise à jour : novembre 2019

DOYENS HONORAIRES

PROFESSEUR RAYMOND SANGIUOLO†
PROFESSEUR HENRY ZATTARA
PROFESSEUR ANDRE SALVADORI
PROFESSEUR JACQUES DEJOU

DOYEN ASSESEURS

PROFESSEUR BRUNO FOTI
PROFESSEUR MICHEL RUQUET
PROFESSEUR ANNE RASKIN

DIRECTEURS DE DEPARTEMENTS

FORMATION INITIALE
RECHERCHE
FORMATION CONTINUE

PROFESSEUR MICHEL RUQUET
PROFESSEUR ANNE RASKIN
PROFESSEUR FREDERIC BUKIET

CHARGES DE MISSIONS

RELATIONS INTERNATIONALES
INTERNAT ET DIPLOMES D'ETUDES SPECIALISEES
AFFAIRES GENERALES

PROFESSEUR HERVE TASSERY
PROFESSEUR VIRGINIE MONNET-CORTI
DOCTEUR PATRICK TAVITIAN

RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET TECHNIQUES

MADAME KATIA LEONI

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

BUKIET FREDERIC (58-01)
DEJOU JACQUES (58-01)
FOTI BRUNO (56-02)
MONNET-CORTI VIRGINIE (57-01)
ORTHLIEB JEAN-DANIEL (58-01)
RASKIN ANNE (58-01)
RUQUET MICHEL (58-01)
TARDIEU CORINNE (56-01)
TARDIVODELPHINE (56-02)
TASSERY HERVE (58-01)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

ABOUT Imad (65)

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ABOUDHARAM GERARD (58-01) | LAURENT MICHEL (58-01) |
| BANDON DANIEL (56-01) | LAURENT PATRICK (57-01) |
| BELLONI DIDIER (57-01) | LE GALL MICHEL (56-01) |
| BOHAR JACQUES (56-01) | MAILLE GERALD (58-01) |
| CAMOIN ARIANE (56-01) | PHILIP-ALLIEZ CAMILLE (56-01) |
| CAMPANA FABRICE (57-01) | PIGNOLY CHRISTIAN (58-01) |
| CATHERINE JEAN-HUGUES (57-01) | POMMELLUDOVIC (58-01) |
| ERARD-MAGNO ELISABETH (56-01) | PRECKEL BERNARD-ÉRIC (58-01) |
| GAUBERT JACQUES (56-01) | RÉ JEAN-PHILIPPE (58-01) |
| GIRAUD THOMAS (58-01) | ROCHE-POGGI PHILIPPE (57-01) |
| GIRAUDEAU ANNE (58-01) | STEPHAN GREGORY (58-01) |
| GUIVARC'HMAUD (58-01) | TAVITIAN PATRICK (58-01) |
| JACQUOT BRUNO (58-01) | TERRER ELODIE (58-01) |
| LABORDE GILLES (58-01) | TOSELLO ALAIN (58-01) |
| LAN ROMAIN (57-01) | |

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

BLANCHET ISABELLE (56-01)
MENSE CHLOE (58-01)

ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| AL AZAWI HALA (56-01) | HAHN-GOLETTI LARISSA (58-01) |
| ANTEZACK ANGELINE (57-01) | LIOTARD ALICA (58-01) |
| BACHET-DORISON DAMIENNE (56-01) | MANSUY CHARLOTTE (58-01) |
| BALLESTER BENOIT (58-01) | MARTINWILLIAM (56-01) |
| BARBERO MAGALI (56-01) | MATTERA REMI (56-01) |
| BOYER ALEXANDRA (57-01) | MELLOUL SEBASTIEN (57-01) |
| CAMBON ISABELLE (56-01) | PARFU ANNE (58-01) |
| CASAZZA ESTELLE (56-01) | PASCHEL LAURA (58-01) |
| CASTRO ROMAIN (57-01) | PILLIOL VIRGINIE (58-01) |
| DAVID LAURA (56-01) | REPETTO ANDREA (58-01) |
| DEVICTOR ALIX (58-01) | ROMANET YVAN (57-01) |
| DODDS MELINA (58-01) | SANTUNIONE CHARLOTTE (58-01) |
| DRAUSSIN THIERRY (56-02) | SILVESTRI FREDERIC (58-01) |
| DUMAS CATHY (57-01) | VINAÏ MICHAEL (56-01) |
| HADJ-SAÏD MEDHI (57-01) | |

ASSISTANT ASSOCIE DES UNIVERSITES

HOUVENAEGHEK Brice (57-01)
LE FOURNIS CHLOE (57-01)

Intitulés des sections CNU :

- 56^{ème} section : Développement, croissance et prévention
- 56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale
- 56-02 : Prévention - Epidémiologie - Economie de la santé - Odontologie légale
- 57^{ème} section : Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie Orale
- 57-01 : Chirurgie orale - Parodontologie - Biologie orale
- 58^{ème} section : Réhabilitation orale
- 58-01 : Dentisterie restauratrice - Endodontie - Prothèses - Fonction-Dysfonction - Imagerie - Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers.

A la présidente de ce jury,
Madame le Professeur RASKIN Anne,
Professeur des Universités
Directeur du département Recherche
Praticien Hospitalier

C'est un réel honneur de vous avoir à la présidence de mon jury de thèse. Je vous remercie pour votre gentillesse, votre grande disponibilité et votre réactivité, lors de nos échanges, que j'ai beaucoup apprécié.

Je regrette de n'avoir pas pu partager plus de temps clinique à vos côtés, les quelques moments que j'ai pu passer dans votre service m'ont appris de vous que vous étiez une personne au grand cœur, bienveillante et toujours à l'écoute de ses étudiants.

Veillez recevoir à travers ce travail, l'expression de mon plus grand respect et de ma profonde reconnaissance.

Au premier assesseur,
Monsieur le Docteur JACQUOT Bruno,
Maitre de Conférences Universitaire
Praticien Hospitalier

Je vous suis reconnaissante d'avoir accepté de siéger au sein de mon jury de thèse. Merci pour votre dévouement pédagogique, et votre sympathie à l'égard des étudiants, qui rendent toujours agréables les moments cliniques passés à vos côtés.

Veillez recevoir à travers ce travail, l'expression de ma gratitude et mes sentiments les meilleurs.

Au second assesseur,
Madame le Docteur GUIVARC'H Maud,
Maitre de Conférences Universitaire
Praticien Hospitalier

Je vous remercie de votre présence au sein de ce jury de thèse. Vous avez toujours fait preuve d'un grand professionnalisme et de beaucoup de sympathie à chacune de nos rencontres. J'ai beaucoup apprécié apprendre à vos côtés à perfectionner mon exercice clinique, vous m'avez appris la rigueur nécessaire à l'exercice de l'endodontie.

Veillez recevoir à travers ce travail, ma profonde reconnaissance et mes sentiments les meilleurs.

A mon Directeur de thèse,
Monsieur le Docteur DEVICTOR Alix,
Assistant Hospitalo-Universitaire

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse et de m'avoir épaulé dans mes nombreux questionnements.

J'ai beaucoup apprécié mon apprentissage clinique à vos côtés, vous êtes d'une grande pédagogie et généreux dans le partage des connaissances. Merci également de m'avoir permis de venir vous voir travailler au sein de votre cabinet.

Merci pour votre gentillesse sans faille, vos idées, votre temps. Veuillez recevoir à travers ce travail, l'expression de ma gratitude et de mes sentiments sincères.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| I. Introduction..... | 1 |
| II. Les restaurations partielles indirectes collées | 2 |
| A. Définitions..... | 2 |
| B. Les différentes catégories de RPL..... | 2 |
| 1. Les restaurations partielles collées antérieures..... | 2 |
| a. Les Chips..... | 2 |
| b. Les Facettes..... | 3 |
| 2. Les restaurations partielles collées postérieures | 6 |
| a. L’Inlay..... | 6 |
| b. L’Onlay | 6 |
| c. L’Overlay | 7 |
| d. Le Veenerlay..... | 7 |
| e. Les Table Top | 8 |
| C. Indications et limites | 10 |
| D. Les matériaux de fabrication des restaurations partielles | 12 |
| 1. Les céramiques | 12 |
| a. Définition | 12 |
| b. Les différents types de céramiques | 13 |
| c. Propriétés..... | 16 |
| 2. Les résines composites | 18 |
| a. Définition | 18 |
| b. Propriétés | 20 |
| 3. Les matériaux hybrides | 22 |
| a. Définition | 22 |
| b. Propriétés | 23 |
| 4. Les alliages métalliques..... | 25 |
| E. Les facteurs de choix du type de matériau utilisé..... | 25 |
| 1. Facteurs liés aux propriétés des matériaux | 25 |
| 2. Facteurs liés au type de restauration envisagée | 28 |
| III. Les concepts de l’adhésion..... | 32 |
| A. Définitions de l’adhésion et de l’adhérence | 32 |
| B. Les théories de l’adhésion..... | 32 |
| C. Propriétés interactives d’un liquide et d’un solide | 33 |
| 1. Mouillabilité | 33 |
| 2. Énergie de Surface..... | 34 |
| 3. Hystérèse | 35 |
| D. Notion de couche hybride | 35 |
| IV. Matériaux et méthodes d’assemblage des restaurations partielles indirectes | 36 |
| A. Essayage de la pièce prothétique | 37 |
| B. Les techniques d’isolation | 38 |
| C. Les traitements des surfaces dentaires préalables au collage..... | 41 |
| D. Le protocole de collage | 42 |
| 1. Le mordantage | 42 |
| a. Mordantage de la surface dentaire..... | 42 |
| 1) Effets sur l’émail..... | 42 |
| 2) Effets sur la Dentine | 45 |
| 3) Importance du rinçage/ séchage..... | 46 |
| b. Conditionnement de la pièce prothétique..... | 47 |
| 2. Le rôle du silane | 49 |
| 3. Les systèmes adhésifs..... | 50 |
| a. Définition | 50 |
| b. Classification | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 1) Systèmes M&R | 52 |
| 2) Les systèmes SAM..... | 53 |
| 3) Les systèmes universels | 54 |
| c. Avantages et inconvénients des différents systèmes adhésifs | 55 |
| d. Indications des systèmes adhésifs selon la zone à restaurer..... | 56 |
| e. Indications des systèmes adhésifs selon le matériau constituant la RPIC | 56 |
| 4. Les polymères de collage | 59 |
| a. Définition | 59 |
| b. Classification des différentes résines de collage | 59 |
| 1) Les colles sans potentiel adhésif | 60 |
| 2) Les colles avec potentiel d'adhésion propre | 60 |
| 3) Les colles « auto adhésives » | 61 |
| c. Cahier des charges du matériau d'assemblage idéal..... | 62 |
| E. Assemblage et photo- polymérisation | 65 |
| 1. Assemblage..... | 65 |
| 2. Photo-Polymérisation | 66 |
| F. Finitions et Polissage | 67 |
| | |
| V. Systématisation de protocoles d'assemblage types | 67 |
| | |
| VI. Synthèse | 72 |

I. Introduction

Les restaurations indirectes collées représentent l'évolution des techniques restauratrices en odontologie conservatrice au cours des dernières décennies.

Elles procurent de nombreux avantages, tant esthétiques, biologiques, que biomécaniques pour restaurer l'organe dentaire.

On retrouve au sein des restaurations partielles indirectes collées (RPIC) deux grandes familles, les RPIC antérieures comprenant essentiellement les facettes et les chips, mais également postérieures comprenant les Inlays, onlays, overlays, veneerlays et Table Top.

Ces restaurations dites partielles, moins invasives, s'intègrent dans le concept du Gradient Thérapeutique en dentisterie selon Tirlet et Attal. (1) Elles représentent une solution plus mutilante que les restaurations par stratification en résine composite mais sont plus économes en tissus dentaires que les couronnes périphériques et doivent donc toujours être proposées en première intention si le contexte s'y prête.

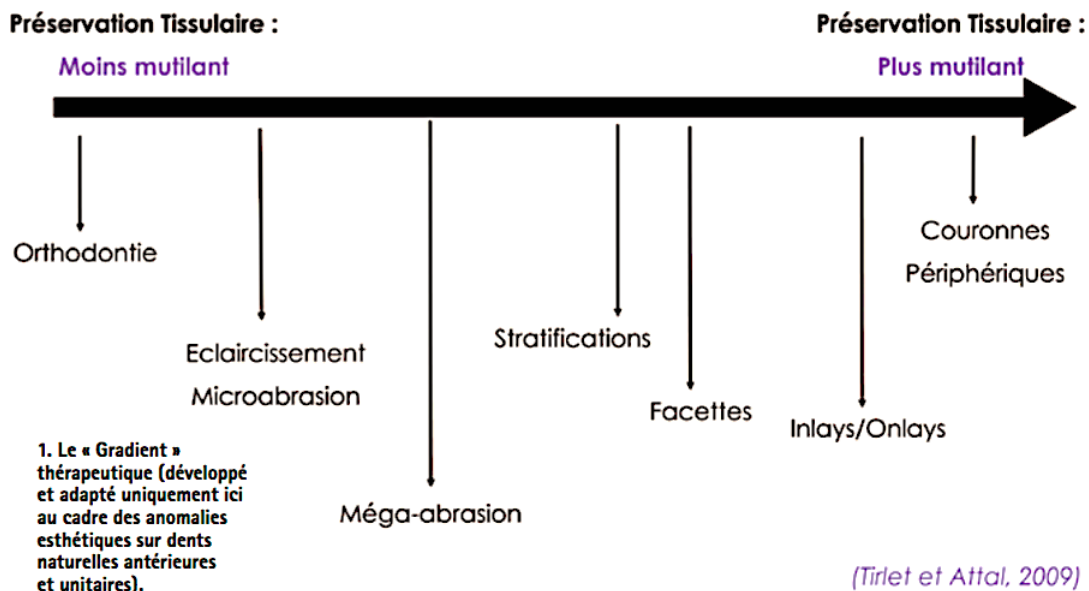


Figure 1 – Le Gradient thérapeutique. Tirlet et Attal, 2009

Dans un souci de préservation tissulaire, on a pu observer un changement dans les principes de restaurations, en délaissant petit à petit les principes rétentifs au profit des techniques adhésives. (2)

Les restaurations indirectes, réalisées au laboratoire de prothèse, sont parfois nécessaires pour apporter une satisfaction plus importante, tant d'un point de vue esthétique que de la résistance biomécanique de la pièce fabriquée, en comparaison à une restauration directe réalisée en résine composite. Il existe à ce jour un grand choix de matériaux pouvant entrer dans leur constitution. L'étape de l'assemblage joue un rôle prioritaire dans la pérennité de la restauration. Les concepts d'adhésion et d'étanchéité en fonction du type de matériau d'assemblage utilisé seront donc abordés. L'environnement lors du collage est également primordial pour espérer un collage le plus durable possible. Nous pourrions donc nous pencher sur les matériaux et méthodes idéaux de collage en fonction de la restauration envisagée et de la situation clinique rencontrée.

II. Les restaurations partielles indirectes collées

A. Définitions

Les restaurations partielles indirectes (RPI) représentent l'ensemble des pièces fabriquées au laboratoire de prothèse, suite à une préparation et à une prise d'empreinte au cabinet dentaire, afin de restaurer la partie voulue ou manquante de la couronne dentaire.

Ces restaurations coronaires peuvent recouvrir l'intégralité d'une face (Ex : La facette vestibulaire qui recouvre l'intégralité de la face vestibulaire), de deux faces de l'organe dentaire (comme les veneerlay qui recouvrent la face occlusale et vestibulaire), parfois uniquement une partie de la face (Ex : Un Inlay sur une face occlusale) ou bien encore l'ensemble des faces de la couronne dentaire mais avec des épaisseurs de préparation minimisées et des limites cervicales les plus hautes possibles (c'est le cas de l'Overlay ou de la RAC périphérique totale). Elles ne recouvrent en aucun cas l'intégralité de l'organe dentaire apparent de manière invasive à la différence des couronnes dentaires prothétiques. C'est pour cette raison qu'elles sont catégorisées de partielles.

Aujourd'hui ces restaurations partielles peuvent également être réalisées de manière directe, au fauteuil, par conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) ; ou encore de manière semi-directe, en alliant des étapes réalisées au cabinet et d'autres au laboratoire de prothèse.

Dans notre étude, nous nous intéresserons uniquement aux restaurations indirectes, qui permettent d'obtenir des pièces très fiables d'un point de vue esthétique et biomécanique.

B. Les différentes catégories de RPI

1. Les restaurations partielles collées antérieures

a. Les Chips

On appelle « Chips » dentaire ou « no-prep veneers », toute restauration partielle indirecte collée, préfabriquée ou individualisée, intéressant la face vestibulaire des dents antérieures, et mise en place sans qu'aucune préparation de l'organe dentaire ne soit nécessaire. Ces restaurations sont caractérisées par leur finesse. Cette technique restauratrice ultra conservatrice présente près de 30 ans de recul. (3)

Le fait de ne pas préparer l'organe dentaire implique un collage entièrement amélaire, particulièrement fiable. De plus, ce traitement ne peut pas entraîner une perturbation de la fonction ni gêner en propulsion puisque ces chips sont réalisées sans retour palatin avec une conservation des guidages initiaux du patient.



(a) Femme présentant un diastème dans la région antérieure maxillaire.



(b) Fines chips en céramique sans préparation de l'organe dentaire. Vue sur le moulage en plâtre.



(c) Chips collées.

Figure 2 – Chips dentaire (4)

Un avantage indéniable de ces restaurations réside dans la possibilité pour le prothésiste de ménager un joint dento-prothétique le plus fin possible, matérialisant l'épaisseur de la « colle », puisque aucune préparation de l'organe dentaire n'est réalisée. Ce joint étant donc intimement lié à la conception prothétique.

Il a été démontré, que pour être acceptable, l'épaisseur du joint de « colle » devait être inférieur à 120µm selon McLean et Von Fraunhofer (5) et inférieur à 200µm selon Bjorn et Al. (6) En réalité, aujourd'hui il est communément admis que ce dernier devait être idéalement inférieur à 50 µm. (76)

Plus le joint sera de faible épaisseur, et au plus la pièce prothétique sera bien adaptée, ainsi la dégradation de la colle et les infiltrations bactériennes ou reprises carieuses sur le long terme seront évitées ou minimisées.

L'absence de préparation de l'organe dentaire permet également d'éviter toute sensibilité post opératoire.

b. Les Facettes

On appelle facette, toute restauration partielle collée antérieure intéressant la face vestibulaire d'une dent avec plus ou moins un retour palatin après préparation de ces faces. On distingue 4 formes de préparations et donc 4 types de facettes différentes plus ou moins invasives (7) :

- La facette vestibulaire simple
- La facette à retour palatin
- La facette à biseautage ad vestibulum
- La restauration adhésive collée (RAC) périphérique totale

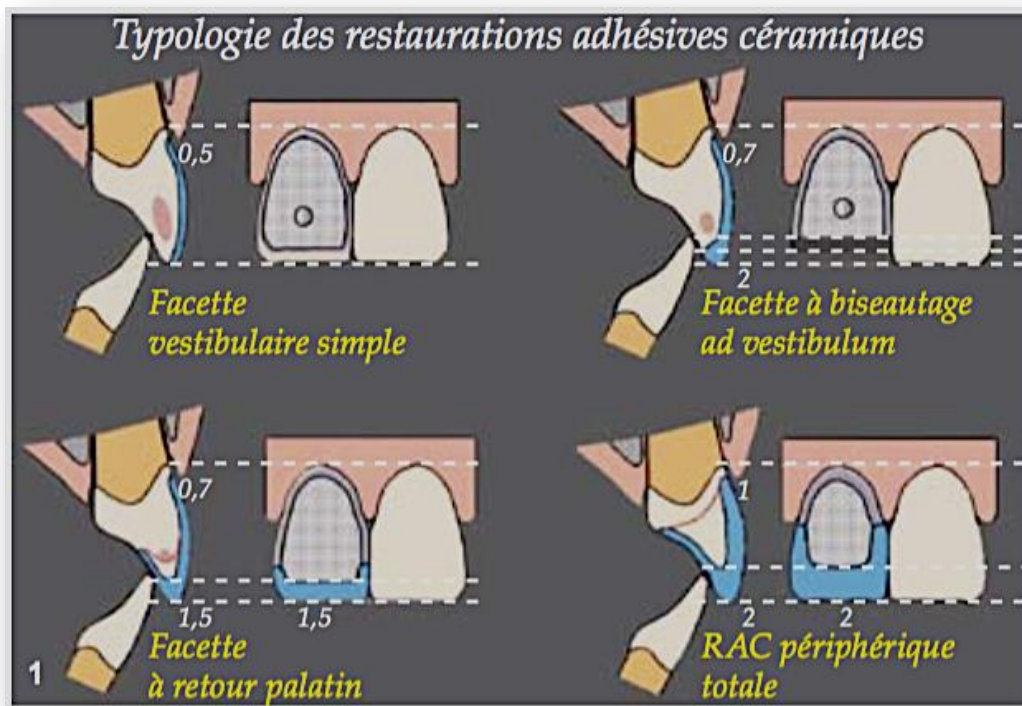


Figure 3 – Les quatre préparations types pour RAC de type facette de la moins mutilante à la plus étendue. (©Copyright : Jean-François Lasserre). (7)

- **La facette vestibulaire simple**

On l'appelle également facette pelliculaire, puisqu'elle s'assimile à une simple pellicule.

En effet sa préparation est la moins invasive : elle nécessite que l'on réduise l'épaisseur de la face vestibulaire dans le sens vestibulo-palatin de 0,3 à 0,5mm en cervical, 0,4 au centre de la dent et la possibilité de ne pas préparer le bord libre ou alors de manière minimale en le réduisant de 0,7 à 1mm tout au plus. Un congé supra gingival sera réalisé et l'on respectera les points de contacts proximaux en réalisant une finition proximale « en hélice ». Un fraisage de positionnement hémisphérique pourra également être réalisé pour éviter le phénomène d'aquaplaning et faciliter ainsi le positionnement de la pièce lors du collage.

Les limites de préparations doivent si on le peut, toujours rester amélaire.

- **La facette à retour palatin**

Cette facette est un peu plus invasive que la précédente. En effet, la préparation vestibulaire de la dent nécessite d'enlever une épaisseur de 0,7mm en cervical et jusqu'à 1,5mm au niveau du bord libre. En hauteur, on pourra également éliminer jusqu'à 1,5mm de bord libre.

Le retour palatin pourra lui aussi être plus ou moins invasif. Il existe des facettes à retour incisif, à retour palatin médian ou encore à retour cingulaire. Il est important que la zone de jonction

entre la facette et la dent ne se situe pas au niveau d'un point d'occlusion, sinon la préparation devra être déportée afin que le contact occlusal ait lieu sur l'émail uniquement, ou sur la restauration adhésive uniquement.

La finition proximale peut elle aussi varier, on choisira une finition « en toboggan » lorsque l'on souhaitera inclure le point de contact dans la préparation. Si on veut conserver celui ci on se tournera alors vers une finition « en hélice ».

- **La facette à biseautage ad vestibulum**

Cette facette est la nouvelle version de l'ancienne technique « Butt Margin ». Si elle est assez invasive, elle reste cependant celle présentant le plus d'indications et est très fréquemment réalisée.

Ici, les épaisseurs de réduction de l'émail seront plus progressives, il y aura un retrait de 0,7mm au niveau de la zone cervicale, une diminution progressive au centre de la face vestibulaire et enfin on éliminera jusqu'à 2mm d'épaisseur du bord libre pour terminer avec un biseau angulé à 30° par rapport au grand axe de la dent. Le point de contact sera cependant conservé avec une finition proximale « en hélice ».

- **RAC périphérique totale**

Cette facette ressemble à s'y méprendre à une couronne prothétique, sauf qu'ici les épaisseurs de réductions seront moins importantes, et que la limite ou congé cervical sera plus haute en palatin (même si mécaniquement il vaut mieux être le plus bas possible en palatin). On retire à la face vestibulaire une épaisseur de 1mm d'émail en cervical et 2mm au niveau du bord libre. En hauteur, on retire également 2mm au niveau du bord libre.

Ici, aucun point de contact n'est préservé, et les parois proximales doivent être mise suffisamment de dépouilles afin que la pièce puisse s'insérer verticalement.



*Figure 4 – Facettes de type RAC périphérique totale.
Photo Stevie Pasquier ©*

2. Les restaurations partielles collées postérieures

a. L'Inlay

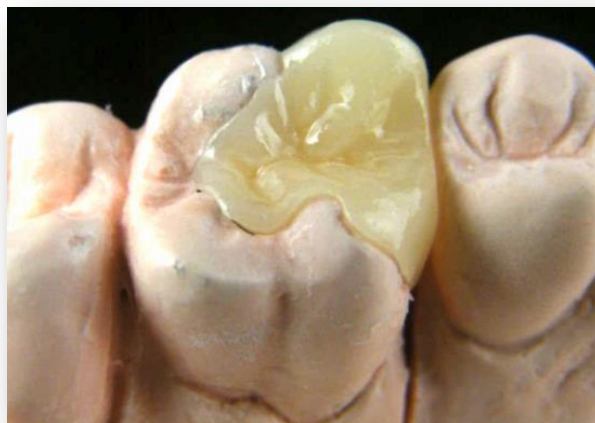
On appelle Inlay toute restauration partielle collée destinée à restaurer une perte de substance dentaire le plus souvent occlusale, pouvant également intéresser les faces proximales, vestibulaires ou linguales/ palatines, mais ne nécessitant pas le recouvrement d'une cuspid. (8)



*Figure 5 – Inlay dentaire en céramique.
Image tirée du site internet eurodentclinique.eu*

b. L'Onlay

L'onlay est une restauration partielle collée destinée à restaurer une perte de substance dentaire intéressant à minima le recouvrement d'une cuspid, sans englober cependant l'intégralité des cuspides dentaires. (8)(9)



*Figure 6 – Onlay dentaire en céramique.
Image tirée du site internet Dentajoie.ch*

c. L'Overlay

On parle d'overlay lorsque la préparation de l'organe dentaire exige de recouvrir l'ensemble des cuspides résiduelles. La totalité de la surface masticatoire est alors recouverte. (10) La préparation reste cependant bien moins invasive que pour une couronne prothétique et les limites cervicales peuvent être plus ou moins basses.



*Figure 7 – Overlay dentaire en céramique.
Image tirée du site internet chirurgien-dentiste-paris.fr*

d. Le Veenerlay

On appelle veenerlay une préparation mixte alliant la réalisation d'un overlay et d'une facette (veener). La pièce sera d'un seul tenant.

Ici, non seulement l'intégralité de la surface masticatoire sera recouverte (avec la possibilité de n'englober que la cuspide vestibulaire ou bien d'englober l'ensemble des cuspides) mais également l'ensemble de la face vestibulaire. Une préparation à minima devra être réalisée ménageant néanmoins en moyenne 0,5 à 2mm en occlusal et 0,5 à 0,8mm en vestibulaire pour obtenir une pièce suffisamment solide mécaniquement.

Cette situation clinique s'envisage fréquemment sur les prémolaires maxillaires qui peuvent être visibles lors du sourire. (11)



Figure 8 – Veenerlay. @Copyright Dr. Giacomo Dallari

e. Les Table Top

Ces RPI ont pour but de restaurer l'organe dentaire ayant subi une usure. L'usure doit préalablement être identifiée en tant qu'érosion, abrasion, abfraction ou attrition pour que l'étiologie puisse être comprise et traitée en amont et intégrée dans le plan de traitement.

Les préparations sont peu invasives, il s'agit d'une pénétration contrôlée à une profondeur de 0,5mm à 0,8mm. 3 Rainures doivent être réalisées (versant interne cuspide vestibulaire, sillon central, versant interne cuspide palatine). Ainsi le praticien pourra éviter toute sur-préparation. Les crêtes marginales proximales sont préservées. (12) (13) (14)

Les faibles épaisseurs de réduction et donc de fabrication des pièces peuvent laisser penser que la résistance à la fracture de ces pièces laisserait à désirer. Ce n'est pourtant pas le cas, plusieurs études ont été menées dont une étude à Marseille (13) et montrent que par la persistance de l'architecture proximale, les crêtes continuant de jouer pleinement leur rôle mécanique, la restauration travaille essentiellement en compression ce qui est très bien toléré par les deux familles de matériaux utilisées pour ces RPI que sont les composites et les céramiques.

Il existe 3 types de Table Top, du moins invasif au plus invasif en fonction de l'étendue de l'usure dentaire :

1) Intra cuspidien

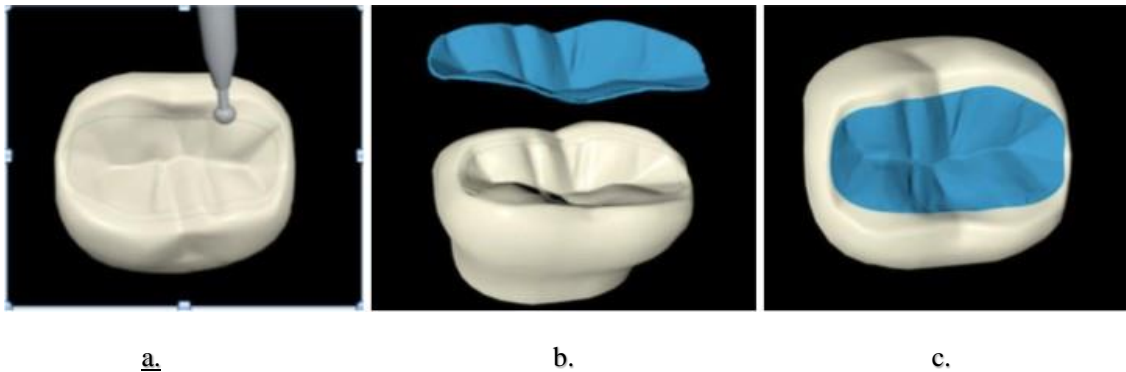


Figure 9 – Table top intra cuspidien. Palacci. R (12)

a. Préparation pour table top intracuspide.

b. Mise en place du table top.

c. Table top en place, vue occlusale

Ici, la préparation s'effectue à la fraise boule, avec une profondeur de 0,5mm, en s'arrêtant à 1mm du sommet des cuspides. Le table top est posé sur la face interne des crêtes proximales.

2) Cuspidien

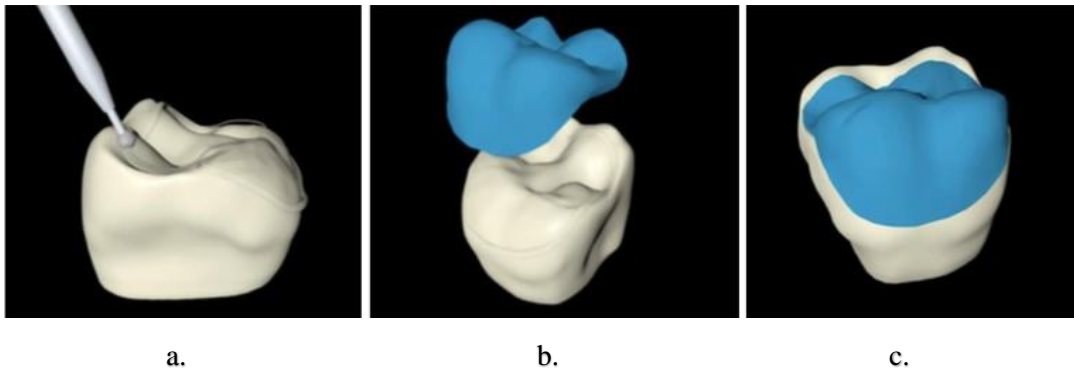


Figure 10 – Table top cuspidien. Palacci. R (12)

- a. Préparation pour table top cuspidien
- b. Mise en place du table top.
- c. Table top en place

Dans la majorité des cas, l'usure aura entamé en premier lieu la cuspide palatine avant d'attaquer la cuspide vestibulaire. Dans ce cas, les marges de préparations se situent toujours à 1mm du sommet cuspidien vestibulaire mais englobent par contre la cuspide palatine. Le table top reste posé sur les crêtes marginales proximales.

3) Occluso vestibulaire

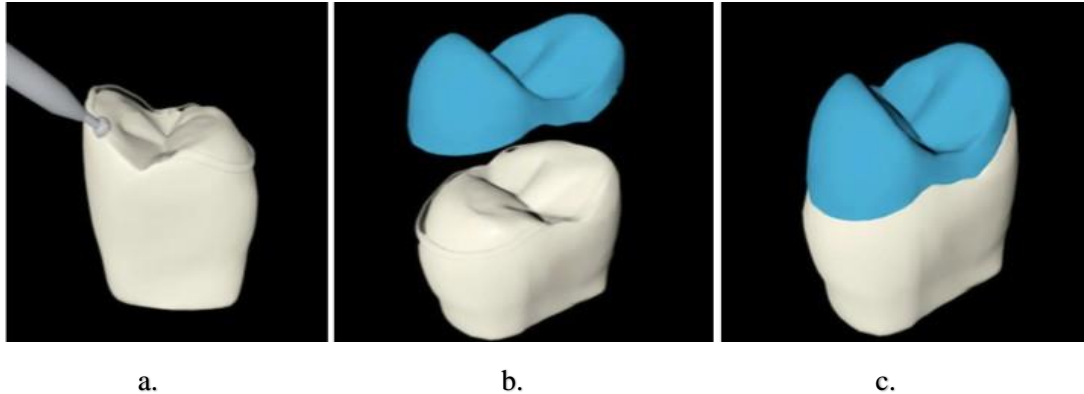


Figure 11 – Table top occluso vestibulaire. Palacci. R (12)

- a. Préparation pour table top occluso- vestibulaire
- b. Mise en place du table top.
- c. Table top en place

Lorsque l'usure est plus avancée et que la ligne du sourire est altérée, l'inclusion de la cuspide vestibulaire dans les préparations est nécessaire. Le table top est toujours posé sur les crêtes marginales proximales. Les épaisseurs de réduction doivent rester proche de 0,5mm sur l'ensemble de la préparation. Il s'assimile très fortement au veneerlay avec des épaisseurs de réduction légèrement plus faibles.

C. Indications et limite

| RPIC | Indications | Limites |
|----------------------|--|--|
| Chips | <ul style="list-style-type: none"> - Patient ne souhaitant pas un traitement délabrant/ invasif - Dyschromies mineures (la teinte globale de la dent doit être proche du désir final du patient) résistant aux traitements d'éclaircissement ou à la micro/méga-abrasion. - Corrections morphologiques légères (fermeture d'un diastème, fracture d'un bord incisif, etc...) - Remplacement d'une résine composite infiltrée/inesthétique de petite étendue. | <p>Doit se limiter à de rares cas. Ces RPI sont contre indiquées dans ces situations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise hygiène bucco dentaire - Dents vestibulo-versées - Dyschromies majeures - Malpositions sévères/ encombrements. - Perte de substance importante (>1/3 incisif). <p>L'absence de congé cervical augmente le risque de surcontour.</p> |
| Facettes | <p>Indications générales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dyschromies résistantes à l'éclaircissement ou à la micro/méga-abrasion. - Dysplasies de l'émail - Anomalies morphologiques - Fractures coronaires - Fermeture de diastème, corrections de malpositions modérées, alignement des bords libres. - Usure : Erosive cervicale, abrasive vestibulaire et cervicale et attritive occlusale | <ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise hygiène bucco dentaire - Malposition sévère - Insuffisance de structure dentaire résiduelle : <ul style="list-style-type: none"> - Fracture > 1/3 incisif - Carie profonde - Para fonctions de type Bruxisme. - Dent en cours d'éruption |
| Vesitubulaire simple | 1. Dyschromie et anomalies de l'émail après un échec de traitement par éclaircissement, micro et méga-abrasion. | |
| A retour palatin | 1 + 2. Augmenter la hauteur du bord libre. | |

| | | |
|--|--|---|
| <p>A biseautage ad vestibulum</p> <p>RAC périphérique totale</p> | <p>1, 2 + 3. Fermer les trous noirs entre les dents (retrait de papille ou égression dentaire).</p> <p>1, 2, 3 + 4. Délabrement dentaire (trauma, petite lésion carieuse etc...) associé.</p> | |
| <p>Inlay</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Restauration intra cuspidienne de grande ampleur. - Perte des parois proximales : restauration MOD. - Présence d'un isthme d'une largeur importante limitant l'indication d'une restauration en résine composite. (Perte > 1/3 de la largeur vestibulo – linguale) | <ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise hygiène bucco dentaire - Faible perte de substance : Une restauration directe sera favorisée pour éviter une sur-préparation. |
| <p>Onlay</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Perte d'une ou plusieurs cuspides - Dent pulpée ou dépulpée - Restaurations multiples sur un même cadran : gestion des contacts proximaux. - Sites 1 et 2 stades 3 et 4 SISTA | <ul style="list-style-type: none"> - Limites de préparations intra sulculaires ou sous gingivales ne permettant pas un bon accès au collage. |
| <p>Overlay</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Perte de l'ensemble des cuspides ou parois trop fines nécessitant d'être mises « à plat ». - Présence de corrosion et de fissures qui contre indiqueraient une restauration directe. - Dent pulpée ou dépulpée - Restaurations multiples sur un même cadran : gestion des contacts proximaux. - Sites 1 et 2 stades 3 et 4 SISTA | <ul style="list-style-type: none"> - Limites de préparations non amélaire (au niveau de la dentine ou du ciment) - Fonction de groupe - Occlusion para-fonctionnelle |
| <p>Veenerlay</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de recouvrement de l'ensemble des cuspides (globalité de la face occlusale, cf. indications overlay). - Face vestibulaire présentant une dyschromie, une perte de substance carieuse, traumatique ou d'usure, ou bien des défauts morphologiques majeurs. - PM et M, Maxillaires>Mandibulaires | |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Table top | | - Absence de motivation du patient à gérer la conduite para- et dysfonctionnelle occlusale. |
| Intra Cuspidien | Usure dentaire n'impliquant pas les cuspides | |
| Cuspidien | Usure dentaire atteignant la cuspide palatine (ou vestibulaire) | |
| Occluso-Vestibulaire | Usure dentaire ayant atteint l'ensemble des cuspides + Associé à une dyschromie/ dysplasie/ dysmorphie de la face vestibulaire, nécessitant de l'englober. | |

Tableau 1 – Indications et limites des différentes RPIC.

En plus de ces indications et limites propres à chacune des RPIC, il existe des limites de réalisation s'appliquant à l'ensemble des RPIC. (15)

Il faut, pour avoir un collage de bonne qualité, plusieurs éléments essentiels tels que :

- Des limites amélares. Le collage à l'émail sera toujours recherché, car c'est celui qui assurera la meilleure liaison à la pièce prothétique.
- Une étanchéité optimale. On recherchera à effectuer un collage à l'abri de la salive. Pour cela la pose d'un champ opératoire (digue dentaire) ainsi que l'utilisation de moyens de calfatage seront essentiels.
- Une technique précise et reproductible. Le respect des protocoles de collage, des temps de mordantage, le choix des matériaux de collage en fonction du type de restauration, sont autant de critères discriminants dans la qualité de l'assemblage.

D. Les matériaux de fabrication des restaurations partielles

1. *Les céramiques*

a. *Définition*

La céramique est définie dans l'Encyclopédie Larousse comme étant un matériau obtenu par façonnage de l'argile, puis cuisson, afin d'en fixer les formes.

L'argile est constituée en grande partie de silice (oxyde de silicium SiO_2) et d'alumine (Al_2O_3).

La céramique est également définie comme un matériau inorganique, non métallique, composé à 99% d'oxydes, de carbures, de nitrures et de borures et possédant des liaisons chimiques fortes de nature ionique ou covalente. (16). Cette propriété rend les céramiques particulièrement résistantes.

En Odontologie, la céramique est un composé minéral à structure biphasée car elle présente une phase vitreuse (matrice) à tendance fragile, dans laquelle est dispersée une phase cristalline très organisée qui augmente la résistance du verre. (17)

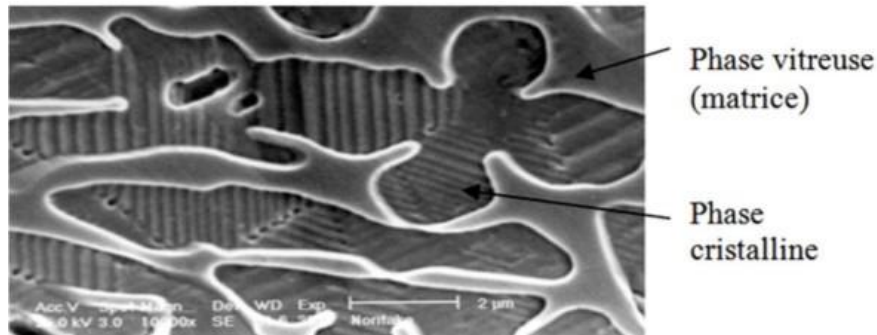


Figure 12 – Microphotographie d’une céramique vue au Microscope Electronique à Balayage (MEB). (18)

La présence plus ou moins importante de cette phase cristalline dans la structure vitreuse permet de distinguer 2 catégories de céramiques.

b. Les différents types de céramiques

- **Les céramiques vitreuses**

Les céramiques vitreuses sont mordançables à l’acide fluorhydrique. Elles possèdent donc une bonne aptitude au collage. La phase cristalline étant présente en faible proportion, elles sont cependant moins résistantes à la flexion. (18)(19)

- Les céramiques Vitreuses, Feldspathiques conventionnelles

Ces céramiques sont stratifiées. Elles sont constituées d’une phase vitreuse silicique ainsi que d’une phase cristalline dispersée de quartz. Elles sont assez complexes de fabrication mais apportent un incroyable rendu esthétique.

- Les céramiques Vitreuses, Feldspathiques enrichies (=Vitrocéramiques)

Ces dernières peuvent être soit stratifiées soit pressées/coulées (technique du cylindre). On les appelle également les vitro céramiques, elles présentent toujours de très bonnes propriétés de collage mais également une résistance augmentée par rapport aux céramiques feldspathiques conventionnelles.

- Stratifiées :
 - Enrichies en Fluorapatite : IPS d sign®, IPS e.Max® Ceram
 - Enrichies en Leucite : Optec®, IPS InLine®, Vita VM®
- Pressées/coulées :
 - Enrichies en Leucite : IPS Empress®
 - Enrichies en Silicate ou Disilicate de Lithium : eMax® ou Empress 2®
- CFAO :
 - Enrichie en Leucite : IPS Empress®CAD.
 - Enrichie en Silicate de Lithium et Oxyde de Zirconium : Suprinity®, Celtra®



a.



b.

Figure 13 - Lingotins pour vitrocéramiques pressées/coulées.

Images tirées du site IvoclarVivadent.fr

a. *Lingotins de vitrocéramique enrichie au Disilicate de lithium eMax®*

b. *Lingotins de vitrocéramique enrichie à la leucite Empress®*

- **Les céramiques cristallines**

Pour ces céramiques, l'absence de phase vitreuse fait qu'elles ne seront pas mordançables. Ces céramiques ont donc une aptitude au collage diminuée. Cependant, la grande proportion de phase cristalline augmente considérablement la résistance à la flexion de ces céramiques. (18), (19)

- Les céramiques Cristallines, type Zircon

- Usinées par CFAO : IPS e.max® ZirCAD, Cercon®

Nous aborderons brièvement ces céramiques cristallines qui ne rentrent pas dans l'objet de notre thèse puisqu'elles seront donc essentiellement scellées et non collées.

Il est cependant intéressant de noter que de grands progrès ont été faits sur les matériaux de types zircons, qui étaient postérieurement vus comme étant essentiellement résistants et peu esthétiques. Aujourd'hui leurs propriétés optiques ont été améliorées au dépens de leur résistance mécanique, étendant leur usage à certaines restaurations partielles indirectes. (cf. I.

D. 1. c. Esthétiques/optiques)

| Céramiques Vitreuses | | | | | Céramiques Cristallines | |
|------------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Feldspathique Conventi- onnelle | Feldspathique enrichie | | | | Zircone | |
| Stratifiées | Stratifiées | | Pressées/coulées, CFAO | | CFAO | |
| | Fluoroapatite | Leucite | Leucite | Disilicate de lithium | Silicate de Li et oxyde de zirconium | Zircone préfrittée TZP |
| | IPS d.SIGN® Ivoclar | IPS InLine® Ivoclar | IPS Empress Esthetic® Ivoclar | IPS e.max® Press Ivoclar | Suprinity® Vita | IPS e.max® zirCAD Ivoclar |
| IPS e.max® Ceram Ivoclar | Vita VM® Vita Optec® Zeiss | IPS Empress® CAD Ivoclar | IPS e.max® CAD Ivoclar | Celtra® Dentsply | Cercon® Dentsply | |

Aptitude au collage

Résistance à la flexion

*Tableau 2 – Céramiques vitreuses vs/ Cristallines.
L'aptitude au collage est inversement proportionnelle à la résistance à la flexion.*

Le choix de la céramique pour nos RPIC (collées, comme leur nom l'indique) se porte donc sur les céramiques Vitreuses, mordançables, et plus particulièrement sur les Vitro Céramiques, leur aptitude au collage étant bien supérieure aux céramiques cristallines, qui seront elles, plutôt dédiées aux couronnes périphériques ou bien aux restaurations partielles indirectes scellées.

c. Propriétés

- **Mécaniques**

Comme nous avons pu le voir, au plus la phase cristalline est importante dans la constitution de la céramique, au plus celle-ci acquiert une **résistance à la flexion** élevée. Elle n'est donc que de 25 à 40 MPa pour les céramiques feldspathiques conventionnelles alors qu'elle avoisine les 120-140 MPa pour les céramiques renforcées à la Leucite par exemple. (17)

Cependant, les céramiques dentaires restent globalement peu résistantes en traction et en flexion, tandis que leur résistance en compression est bien plus importante. (18)

La **résistance à la compression** est inférieure à celle de l'émail pour les céramiques feldspathiques conventionnelles et hybrides, proche de celle de l'émail pour les vitrocéramiques renforcées au disilicate de lithium et largement supérieure à celle de l'émail pour les polycristallines. (16).

Les céramiques cristallines Zircons de type Lava® Ultimate présentent en effet la plus haute résistance en compression, en avoisinant les 400 MPa. (20) L'e.Max® présente également des résultats très satisfaisants à la résistance en compression.

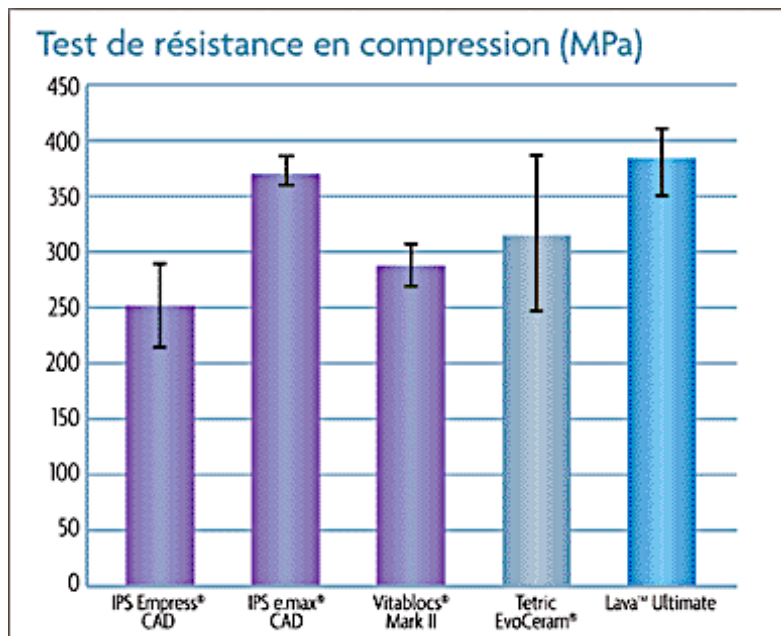


Figure 14 – Comparaison des résultats de multiples céramiques face au Test de résistance en compression.

Image internet tirée du site Labocast, Modern Dental Group.

- **Esthétiques /Optiques**

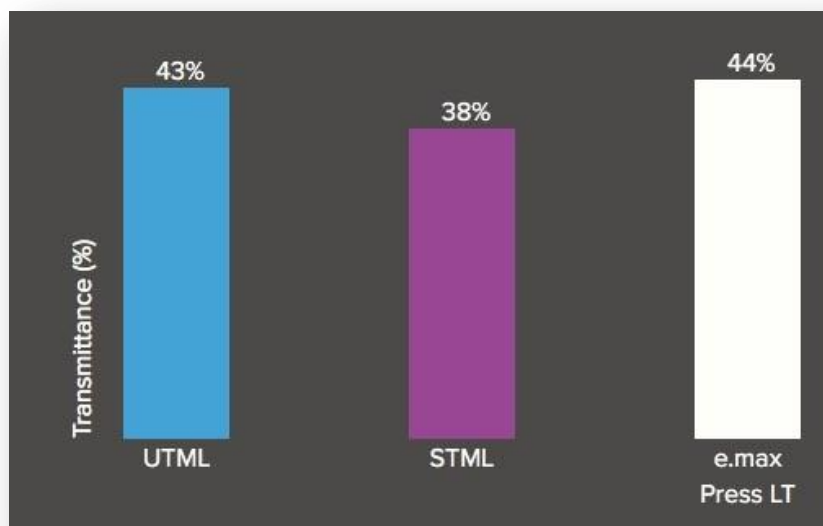
Les céramiques vitreuses feldspathiques conventionnelles apportent de superbes résultats esthétiques. C'est également le cas des vitro céramiques feldspathiques enrichies, qui permettent un très bon rendu optique du fait de la stratification et de la prédominance de la phase vitreuse. Au sein de ces céramiques des cristaux de leucite, disilicate de lithium, etc, apporteront de bonnes propriétés optiques aux céramiques.

Les céramiques cristallines également appelées infiltrées présentent environ 80% de phase cristalline pour seulement 20% de phase vitreuse. Ce rapport leur confère une très bonne résistance mais cela, au dépend de l'aspect esthétique. En effet, la diminution de la phase vitreuse les rend plus opaques. (16) Cependant, des changements dans la composition des céramiques de type Zircones ont été effectués afin d'augmenter leur translucidité, celle-ci étant inversement proportionnelle à leur résistance.

On prendra l'exemple des Zircons de chez Kuraray, qui déclinent désormais 3 types de Zircons différentes :

| | Translucidité (%) | Résistance (MPa) |
|---|-------------------|------------------|
| • Multi Layered ML | 31 | 1125 |
| • Super Translucent Multi Layered STML | 38 | 748 |
| • Ultra Translucent Multi Layered UTML | 43 | 557 |

Aujourd'hui on arrive à créer des zircons ayant des propriétés de transmittance et donc de translucidité comparable à celles de l'eMax®.



*Figure 15 – Translucidité de Zircons comparable à l'eMax®.
Image internet tirée du site Kuraraynoritake.eu*

- **Bio compatibilité**

La bio compatibilité des céramiques utilisées en dentisterie n'est aujourd'hui plus à prouver.

Elles présentent un caractère inerte vis à vis du corps humain et s'intègrent parfaitement d'un point de vue parodontal. En outre, leur état de surface présente des propriétés telles que la rétention de plaque sur une vitrocéramique est bien moindre que sur une dent naturelle. (21)

De plus les céramiques présentent une inertie chimique, cela signifie qu'elles ont une capacité à résister aux différents types d'agressions chimiques et gazeuses.

- **Potentiel adhésif**

L'aptitude au collage d'une céramique est d'autant plus importante que sa matrice est vitreuse. Il est donc très difficile de coller des chapes où la phase cristalline est prépondérante (alumine pure ou zircone) qui nécessiteront, elles, un traitement mécanique par sablage réactif avant assemblage par scellement.

La phase vitreuse est mordançable par l'acide fluorhydrique à 9,6%. En effet l'acide fluorhydrique dissout sélectivement la phase vitreuse des céramiques vitreuses et conduit à la formation d'une surface poreuse. (22) La durée du mordantage est dépendante de la composition de la céramique. (Cf IV. D. 1. a).

On notera que pour certaines céramiques telles que l'IPS Empress® esthetic ou l'IPS Empress® CAD, c'est la partie minérale et non la phase vitreuse qui est dissoute lors du mordantage.

2. Les résines composites

a. Définition

Un matériau composite est un matériau composé de plusieurs matériaux de nature ou d'origine différentes et dont les caractéristiques mécaniques sont supérieures à celles des matériaux entrant dans sa composition. La cohésion de cet ensemble devant être réalisée par des liaisons mécaniques, chimiques ou physiques. (23)

Dans le domaine dentaire une résine composite est formée d'une matrice organique résineuse représentant 24 à 50% du volume du composite, dans laquelle des charges servent de renfort. La cohésion entre la matrice et les charges se fait par le biais d'un agent de couplage, le silane. (24)



Figure 16 – Représentation schématique d'une résine composite.

Actuellement, un grand nombre de résines composites est sur le marché dentaire. Elles diffèrent entre autre en fonction du pourcentage, de la taille et de la composition de particules de charges entrant dans leurs constitutions. Elles diffèrent également selon de nombreux autres critères qui ne seront pas abordés ici (Mode de polymérisation, viscosité, famille...).

Seulement une partie de ces résines pourra être utilisée comme matériau de restauration partielle indirecte collée, ce sont les résines **composites de laboratoire** :

Les premières résines de laboratoire, élaborées dans les années 80, n'ont pas donné de résultats satisfaisants à long terme. En effet, elles présentaient une usure de fatigue, entraînant à long terme l'apparition de fractures partielles et totales au sein du matériau.

Ces résultats étaient en rapport avec leur composition :

- Matrice à base de Bis GMA (Bis phénol A Glycidil Diméthacrylate) et une charge globale d'environ 72 % en poids. Ces premières résines composites sont également formées d'éther d'acide méthacrylique multifonctionnel (Dentacolor, Kulzer). On l'appelle aussi résine de Bowen. (25)

Plus tard, d'autres résines composites de laboratoires ont été élaborées. Ces dernières cherchaient à présenter des caractéristiques mécaniques plus plastiques/ductiles afin de mieux s'adapter aux contraintes liées à la mastication et à l'occlusion. (26)

- Matrice à base de Diméthacrylate d'uréthanes ou UDMA. Ces secondes résines composites micro - chargées présentent des propriétés plus plastiques que celles à base de Bis GMA. Cependant on n'observe pas une amélioration franche des propriétés mécaniques du matériau par rapport aux premières résines citées.
- Matrice à base de polycarbonate ou PCDMA. Ces dernières résines composites de laboratoires élaborées présentent un caractère plus ductile, un module d'élasticité et une résistance à la fracture plus élevée.

Ces composites sont dits « micro-chargés » car leurs charges ont une dimension comprise entre 0,04 et 100µ on parle de micro-particules, c'est le cas de la silice pyrolytique. Ici, les particules de charges ont toute une dimension identique.

Les composites macrochargés ne sont, eux, que très peu utilisés actuellement.

On retrouve également *des composites micro-hybrides, nano-hybrides ou nano chargés*, également photo polymérisable.

La résine de Bowen n'a pas totalement été abandonnée. Une formulation a été créée associant une matrice constituée de diméthacrylate d'uréthane (UDMA) mais également formée de 34 % en volume de résine de Bowen (Bis GMA).

Ces composites sont dits hybrides car des particules de charges de différentes tailles sont associées : Une macro charge pré polymérisée et une micro charge d'acide silicique pinolytique constituent la charge de ce composite (EOS Ivoclar).(25)

L'augmentation de la quantité de charges inorganiques, associée à l'incorporation de macro charges, confère à ce matériau une meilleure résistance mécanique avec un meilleur rendu esthétique.

Enfin, pour améliorer encore une fois les résistances aux contraintes de ces composites de laboratoire, et donc leur longévité, des fibres ont été incluses au matériau composite et permettent d'en renforcer la structure sans avoir à utiliser un renfort métallique. Ces fibres sont essentiellement constituées de Verre, de Carbone ou encore d'Aramide. Plusieurs systèmes proposent l'utilisation de fibres de renfort: Targis®, Vectris® (Ivoclar), Connect®-Belle Glass HP® (Kerr). (27)

Les composites de laboratoire ont beaucoup évolué. On retiendra globalement qu'aujourd'hui on systématise pour les restaurations indirectes l'utilisation des **résines composites hybrides (UDMA/Bis GMA)** micro et macro chargées.

L'augmentation du taux de charge et la diminution du volume de la matrice a permis d'apporter une meilleure résistance à la fracture et à l'usure, une diminution de la contraction de polymérisation ainsi que des propriétés optiques intéressantes. L'incorporation de fibres a permis d'obtenir un renforcement de la structure de ces résines.

Les pièces de RPIC en composites sont confectionnées soit par **stratification** par le prothésiste qui monte le composite par apposition successive d'incréments qui sont tour à tour polymérisés 10 à 20 secondes ; soit elles sont **usinées**, on préférera cette deuxième technique de mise en œuvre.

La résine subit ensuite un traitement thermique dans un four de post polymérisation pendant 20min à 100-120°C, ce qui a pour objectif d'augmenter la résistance mécanique et la stabilité dimensionnelle de la pièce en augmentant le taux de conversion des monomères non liés en polymères liés. (28)

b. Propriétés

• Mécaniques

Comme nous l'avons vu précédemment, de nombreux facteurs concourent à augmenter les propriétés mécaniques des résines composites :

- La diminution du volume de la matrice au dépend du volume de charge.
- L'incorporation de fibres dans les résines.
- L'augmentation du degré de conversion lors de la post-polymérisation (70 à 80%). (28)

On a pu mettre en évidence une **résistance à la flexion** allant de 120 à 160 MPa pour certaines résines composites (Ex : Targis®), supérieure à celle des céramiques feldspathiques conventionnelles (25 à 40MPa) et identiques à celle des céramiques feldspathiques enrichies en leucite pour les résines composites enrichies de fibres. (27)

Elles présentent une **résistance à l'abrasion** proche de l'émail, d'environ 8µm/an. De plus, elles n'entraînent pas de délabrement précoce des faces occlusales antagonistes. (27).

Les talons d'Achille des résines composites reposent sur 2 critères ; un **coefficient de dilatation thermique** élevé (25×10^{-6} pour les résines macro chargées à 70×10^{-6} pour les micro chargées) soit 2 à 7 fois plus important que celui des tissus dentaires) et un **module d'élasticité** plutôt faible (10 à 20 GPa).

Ces deux derniers critères auront pour conséquence une sollicitation du joint dent-restauration pouvant entraîner à terme un décollement de la restauration ou une infiltration bactérienne. (23) (27).

- **Esthétiques/ Optiques**

Les tissus dentaires ont des propriétés optiques différentes. En effet, si la **dentine** est caractérisée par une opacité élevée et une fluorescence importante, elle présente également une saturation grandissant avec l'âge du patient, puisque c'est au sein de la dentine que l'on retrouve les pigments donnant la saturation à l'organe dentaire. L'**émail**, au contraire est translucide, c'est à dire qu'il laisse passer les rayons lumineux et les diffuse au sein de la matière. Il est également caractérisé par son opalescence et est très faiblement saturé. Il prend une teinte plus jaune/grise chez le sujet âgé. (28)

On distinguera donc des composites Email et Dentine, permettant chacun de reproduire les propriétés associées aux tissus dentaires en question. Pour les RPIC, comme pour les restaurations directes, les pièces seront montées par stratification et ajout successif d'incrément de composite, permettant d'avoir des résultats satisfaisants visuellement.

La teinte des composite est également corrélée à leur épaisseur. En dessous de 0,5 mm, la teinte est très influencée par les capacités de transmission de la lumière alors qu'au dessus de 1 mm c'est beaucoup moins le cas. On note une diminution de la translucidité et une augmentation de l'opalescence en augmentant l'épaisseur de la restauration. (28)

Les éléments lourds contenus dans les charges permettent la visualisation radiographique en rendant les résines radio opaques. (23)

- **Bio compatibilité**

Le taux de conversion de monomères libres non polymérisés en polymères liés après photo polymérisation est une notion fondamentale pour parler de la biocompatibilité des résines composites.

En effet, les monomères non liés résiduels peuvent engendrer une certaine toxicité en particulier pour l'organe pulpaire. La polymérisation des résines au fur et à mesure de leur « montage » amène les résines composites à un taux de conversion de l'ordre de 60 à 70% en moyenne, la post polymérisation en four permet d'augmenter considérablement le degré de conversion (autour de 70 à 80%). (29) La tolérance et l'intégration parodontale est directement liée à l'état de surface des résines composites qui doivent être correctement polies afin de pas entraîner de rétention de plaque dentaire.

Aujourd'hui les résines composites sont universellement considérées comme étant bio compatibles malgré la libération de monomères (qui même amoindrie, est inévitable).

- **Potentiel adhésif**

Le collage des résines composites doit être mis en œuvre sous un champ opératoire (digue dentaire), l'étanchéité étant en effet un pré requis fondamental pour obtenir une bonne adhésion. La résine composite n'adhère pas de manière spontanée aux structures dentaires, un système adhésif devra donc être utilisé. Après mordantage amélaire et/ou dentinaire, une couche hybride pourra être formée par pénétration de la résine adhésive dans les tubulis dentinaires, constituant une couche « velcro » qui permettra l'adhésion à la résine composite par la suite. (30)

3. Les matériaux hybrides

a. Définition

Ces matériaux sont vulgairement appelés « hybrides » mais sont aussi connus sous le nom de Réseaux de Céramique Infiltrée par un Polymère, soit RCIP.

Ils ont été mis au point par le Dr Michael Sadoun. Ils associent donc une céramique poreuse qui est renforcée par infiltration à très haute pression d'un polymère. Cela crée un matériau composite à phases interpénétrées. (19)

Ils ont pour avantage une fragilité réduite, une meilleure usinabilité par rapport aux autres céramiques ainsi qu'une meilleure résistance mécanique à l'usure par rapport aux composites. (17)

On distingue deux sous catégories de RCIP :

- ⇒ Les composites à charges dispersées également appelés « **Dispersed filler** » d'une part,
- ⇒ Les « **PICNs** » (Polymer Infiltrated Ceramic Network) ou encore « double network hybrid materials » d'autre part, dont les éléments sont à phase interpénétrée, constituant alors un échafaudage tridimensionnel de particules interconnectées permettant de répartir plus efficacement les contraintes dans toutes les directions, augmentant les propriétés biomécaniques du matériau.

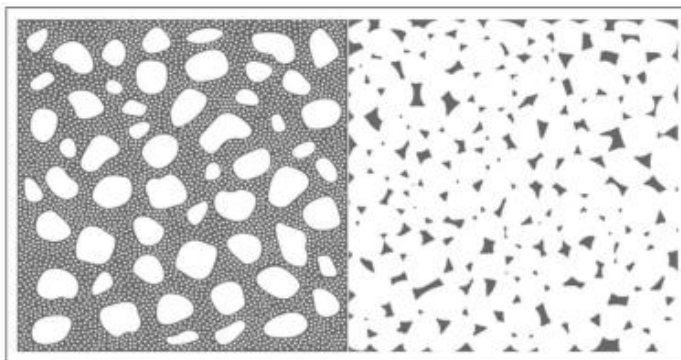


Figure 17 – Illustration schématique de la microstructure d'un composite à charges dispersées (à gauche), par rapport à un matériau PICN (à droite). (95)

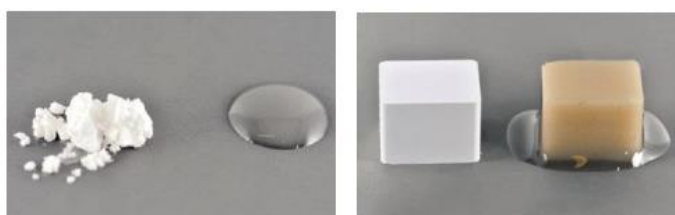


Figure 18 - Fabrication d'un composite à charges dispersées (à gauche), vs celle d'un PICN (à droite). (95)

S'ils peuvent être utilisés pour les RPI indirectes, ces matériaux connaissent surtout un essor grandissant dans le domaine de la CFAO, avec en particulier 3 matériaux (19) :

- L'Enamic® de Vita™ → Seul véritable PICN
- Le Lava™ Ultimate de 3M Espe™ → Composite à charges dispersées
- Le Cerasmart™ de GC™ → Composite à charges dispersées

Ces deux exemples de composites à charges dispersées sont non exhaustifs mais ce sont les plus utilisés en pratique. L'Enamic® est par contre le seul véritable PICN à ce jour.

Ces différents matériaux associent les propriétés mécaniques des céramiques et des composites, dans le but de s'approcher des caractéristiques de l'émail et de la dentine et de s'intégrer dans le concept de bio mimétisme. (31)

b. Propriétés

• Mécaniques

Selon l'étude de Awada et Coll menée en 2015 (31), les propriétés mécaniques de ces 3 matériaux hybrides cités précédemment se révèlent très performantes.

Leur **résistance à la flexion** relativement haute, en particulier pour le Cerasmart™ (219 MPa) ou le Lava™ Ultimate (178 MPa) qui sont supérieures à d'autres céramiques comme Vita Mark II® ou 3MTMParadigm MZ100 par exemple. L'Enamic® présente une résistance à la flexion de 137MPa, en dessous des autres, mais qui reste cependant assez proche des céramiques enrichies à la Leucite.

Leur **module d'élasticité** est plutôt bas en particulier pour le Cerasmart™ (7,9 GPa) ou le Lava™ Ultimate (10,8 GPa), ce qui leur confère une meilleure adaptation à subir une déformation. En effet, leur module d'élasticité étant très proche de celui de la dentine et de celui des colles (6,8 à 10,8 GPa), cela permettra une distribution uniforme des forces masticatoires et rendra leur comportement moins fragile par rapport à d'autres céramiques. L'Enamic® présente un module d'élasticité plus élevé cependant (22,1 GPa).

Le comportement à l'usure de ces matériaux a également été étudié, d'une part concernant l'usure propre des matériaux, d'autre part concernant l'usure de l'émail des dents antagonistes. L'usure de l'émail par un matériau de restauration existe, mais ne doit pas être supérieure à l'usure physiologique de l'émail entre dents antagonistes non traitées (20 à 40µ par an) au risque de nuire à la stabilité occlusale en entraînant des variations de dimension verticale. (32) En prenant l'exemple de l'Enamic®, ce matériau use plus l'émail antagoniste que les résines composites mais moins qu'un grand nombre des céramiques traditionnelles (excepté la Zircone) (33). Par ailleurs, L'Enamic® s'use plus que les céramiques traditionnelles mais moins que les composites face à l'émail antagoniste. (33)

Ces matériaux présentent de plus une excellente **ténacité**, c'est à dire qu'ils possèdent une bonne aptitude à éviter la propagation de fissures au sein de leur structure.

- **Esthétiques/optiques**

Si les matériaux hybrides prétendent s'approcher des excellentes qualités optiques des céramiques enrichies, nous verrons qu'il ne s'agit pourtant pas pour chacun d'entre eux de leur point fort.

Nous aborderons ici la notion de translucidité, qui est une propriété qui se situe entre l'opacité complète et la transparence complète. La translucidité permet le passage de la lumière ainsi que sa diffusion. (34)

- Le Cerasmart™ de GC™ présente deux gammes de translucidité afin de s'adapter à la teinte de la dent sous jacente. De plus, ils tendent à imiter la dent naturelle en alliant un bon équilibre entre fluorescence et opalescence. (31)
- Le Lava™ Ultimate de 3M Espe™ présente également deux niveaux de translucidité et aura donc un bon rendu esthétique en régions postérieures. Ce matériau présente une pérennité du poli.
- L'Enamic® de Vita™ présente 3 gammes de translucidité, il permettra d'obtenir une esthétique très satisfaisante en région postérieure.

- **Bio compatibilité**

Ces matériaux hybrides étant interpénétrés de polymères, le relargage de monomères libres non liés, est un fait inévitable. Ce relargage reste cependant tolérable et est inférieur à celui des résines composites conventionnelles en raison d'une polymérisation réalisée à haute température et très haute pression. Il semblerait que l'Enamic®, malgré la présence de polymères, présente une biocompatibilité envers les fibroblastes gingivaux humains comparable à celle de e.max® CAD. (34)

D'un point de vue de l'intégration parodontale, les matériaux hybrides semblent être un peu dessous des céramiques, on a en effet mis en évidence que l'Enamic® accroche beaucoup la plaque bactérienne. (19) L'utilisation de ces matériaux doit donc autant que possible être limitée à des restaurations partielles possédant des limites supra gingivales.

- **Potentiel Adhésif**

Le Lava™ Ultimate et le Cerasmart™ nécessitent avant collage un traitement de surface de type sablage à l'oxyde d'aluminium avant de mettre en place un adhésif universel.

Pour l'Enamic®, on met de côté le traitement de surface mécanique (sablage). Une meilleure adhésion est obtenue en mordant la pièce à l'acide fluorhydrique à 9% pendant 1min puis en appliquant un silane, avant de mettre en place l'adhésif. (34)

4. Les alliages métalliques

Ces matériaux sont de plus en plus délaissés au profit de ceux cités précédemment (D. 1, D.2, D.3). En effet, comme nous l'avons vu, les techniques rétentives ont été mises de côté au profit des protocoles adhésifs et des matériaux pour lesquels un collage est envisageable. De plus, peu esthétiques, les alliages métalliques ont quasiment été abandonnés pour la réalisation de pièces préformées dans le cadre de restaurations partielles.

E. Les facteurs de choix du type de matériau utilisé

1. Facteurs liés aux propriétés des matériaux

Les céramiques, les résines composites et les matériaux hybrides présentent des propriétés esthétiques, fonctionnelles, biologiques et un aspect financier différents que l'on peut mettre en comparaison afin d'en tirer les indications de l'utilisation de ces matériaux. (36)(37)(38)(39). Cf *Tableau 2*.

| | CERAMIQUES | | RESINES COMPOSITES | | MATERIAUX HYBRIDES | |
|-----------------------------------|---|---|---|--|--|--|
| Propriétés | Avantages | Inconvénients | Avantages | Inconvénients | Avantages | Inconvénients |
| Esthétiques | <ul style="list-style-type: none"> - Esthétique optimale. - Stabilité de la teinte dans le temps. | <ul style="list-style-type: none"> - Pas de retouche possible après cuisson. | <ul style="list-style-type: none"> - Esthétique satisfaisante. - Maquillable en bouche après collage (pour modifier une limite vestibulaire trop marquée par ex.) | <ul style="list-style-type: none"> - Altération de la teinte dans le temps (café, tabac... + environnement buccal). - Propriétés optiques moindres /céramique. | <ul style="list-style-type: none"> - Esthétique satisfaisante en secteurs postérieurs. - Plusieurs teintes possibles et 2 gammes de translucidité permettant une adaptation/ dent sous-jacente. | <ul style="list-style-type: none"> - Esthétique faible pour une utilisation en secteur antérieur : A éviter. |
| Fonctionnelles/ mécaniques | <ul style="list-style-type: none"> - Stabilité des contacts proximaux et occlusaux. - Résistance mécanique supérieure aux composites. - Possibilité de restauration de faible épaisseur sur émail. | <ul style="list-style-type: none"> - Possible abrasion de l'antagoniste (sauf si antagoniste en céramique). - Dégradation prématurée des antagonistes chez un bruxeur léger à modéré. - Pas de restauration de faible épaisseur sur dentine (modules d'élasticité trop éloignés : risque de fracture). - Non réparable. | <ul style="list-style-type: none"> - Usure et résistance à l'abrasion proche de l'émail. La dent pourra subir une égression compensatrice. - Possibilité de restaurations de faible épaisseur sur émail ET dentine. - Réparable/ Ajustable au cabinet. | <ul style="list-style-type: none"> - Résistance mécanique moindre/ céramique. - Perte des contacts proximaux prématurée. | <ul style="list-style-type: none"> - Ténacité importante. - Usure faible des dents antagonistes. - Module d'élasticité proche de la dent naturelle. Possibilité d'ajout ou de retrait de matière (retouches faciles). | <ul style="list-style-type: none"> - Usure prématurée du matériau/ aux céramiques (mais inférieure aux composites). - Dureté très largement inférieure aux céramiques. |

| | CERAMIQUES | | RESINES COMPOSITES | | MATERIAUX HYBRIDES | |
|------------------|---|--|--|--|---|--|
| Propriétés | Avantages | Inconvénients | Avantages | Inconvénients | Avantages | Inconvénients |
| Biologiques | <ul style="list-style-type: none"> - Biocompatibilité > Résines composites. - Pas de réactions allergiques recensées. - Pas de relargage des particules toxiques. | A éviter si nécessité de ré- intervention si le diagnostic pulpaire est incertain, car plus difficile à fraiser. | Si diagnostic pulpaire incertain, et qu'une pulpectomie risque d'être nécessaire, cavité d'accès plus facile à réaliser au travers du composite. | <ul style="list-style-type: none"> - A éviter chez les patients présentant un terrain allergique. - Relargage de toxines et de monomères libres non polymérisés. | <ul style="list-style-type: none"> - Relargage de monomères libres < Résines composites. - Préservation tissulaire importante car possibilité de réaliser des pièces de faible épaisseur (matériau peu fragile) - Meilleure intégrité des bords/céramiques. | Rétention de plaque dentaire en cervical |
| Aspect Financier | Onéreux | | Moins onéreux | | Intermédiaire | |
| | Coût RPI Céramique > Coût RPI Hybride > Coût RPI Composite | | | | | |

*Tableau 3 – Facteurs de choix liés aux propriétés des matériaux
Comparaison des propriétés des céramiques, des résines composites et des matériaux hybrides.*

De ce précédent tableau, nous pouvons en conclure les indications propres à l'utilisation de chacun de ces matériaux. Cf *Tableau 3*.

| Matériau | Indications |
|---------------------------|---|
| Céramiques | <ul style="list-style-type: none"> - Forte demande esthétique de la part du patient. - Absence de restauration antagoniste (dent intacte) ou présence d'une restauration antagoniste en céramique, ou couronne métallique. - Patient non bruxeur. - Patient présentant un terrain allergique ou une inquiétude face au relargage toxique. - HOPU importante ou faible hauteur mais avec un collage amélaire. |
| Résines Composites | <ul style="list-style-type: none"> - HOPU Faible après préparation sur émail ou sur dentine. - Dents antagonistes restaurées par un matériau présentant un faible module d'élasticité : composite, amalgame. - Patient présentant ou non un bruxisme léger à modéré. - Dent présentant un diagnostic pulpaire incertain avec une potentielle ré intervention. - Potentielles nécessités de retouches de la pièce après collage. - Demande esthétique (lorsqu'elle est non prépondérante). |
| Matériaux Hybrides | <ul style="list-style-type: none"> - Secteurs postérieurs uniquement - HOPU Faible après préparation sur émail ou sur dentine. - Dents antagonistes naturelles ou restaurées par un matériau présentant un faible module d'élasticité : composite, amalgame. - Patient présentant ou non des para-fonctions, un bruxisme modéré à sévère. - Potentielles nécessités de retouches de la pièce après collage. |

Tableau 4 – Indications d'utilisation propres à chaque matériau.

2. Facteurs liés au type de restauration envisagée

Il faut, comme nous venons de le voir, non seulement prendre en considération les propriétés ainsi que les avantages/inconvénients propres à chaque matériau afin de déterminer si leur usage sera judicieux, mais il est également essentiel de déterminer le matériau que l'on va utiliser à partir de la situation clinique et de la pièce que l'on aura à réaliser. (12) (17) (18) (19) (35).

CHIPS

Éléments décisionnels :

- Épaisseur de la restauration $\approx 0,5\text{mm}$
- Restauration antérieure (esthétique)
- Collage amélaire

→ Nécessité d'un matériau pouvant être conçu à une telle finesse, tout en conservant ses grandes propriétés esthétiques et mécaniques.



Céramique feldspathique enrichie (Vitro Céramique) *
Ou Composite

*Matériau de choix

FACETTES

Éléments décisionnels :

- Restauration antérieure (esthétique)
- Occlusion /guidage antérieur (si retour palatin)
- Support dentaire sous-jacent (saturé, dyschromié, etc...)
- Collage amélaire (si possible)

Fort Guidage antérieur
Espace prothétique utilisable faible

Guidage antérieur classique
Espace prothétique utilisable classique

Absence de dyschromie
Collage Email

Dyschromie
Collage +/-Email

Absence de dyschromie
Collage Email +/- Dentine



**Vitrocéramique renforcée
au disilicate de lithium***

**Chape poly cristalline
alumineuse**
Recouverte d'une céramique esthétique

**Toute Vitro céramique
renforcée**

Ou **Composite** (selon contexte économique)

*Matériau de choix

INLAY/ ONLAY / OVERLAY/VEENERLAY

Eléments décisionnels :

- Restauration postérieure
- Occlusion / force masticatoire
- Support dentaire sous jacent
- Collage amélaire et/ou dentinaire

Espace prothétique utilisable faible
Force masticatoire élevée



Dent dyschromiée ou non
Collage Email/dentine



Céramique Hybride*

Espace prothétique utilisable normal
Force masticatoire normale



Dent dyschromiée ou non
Collage Email/dentine



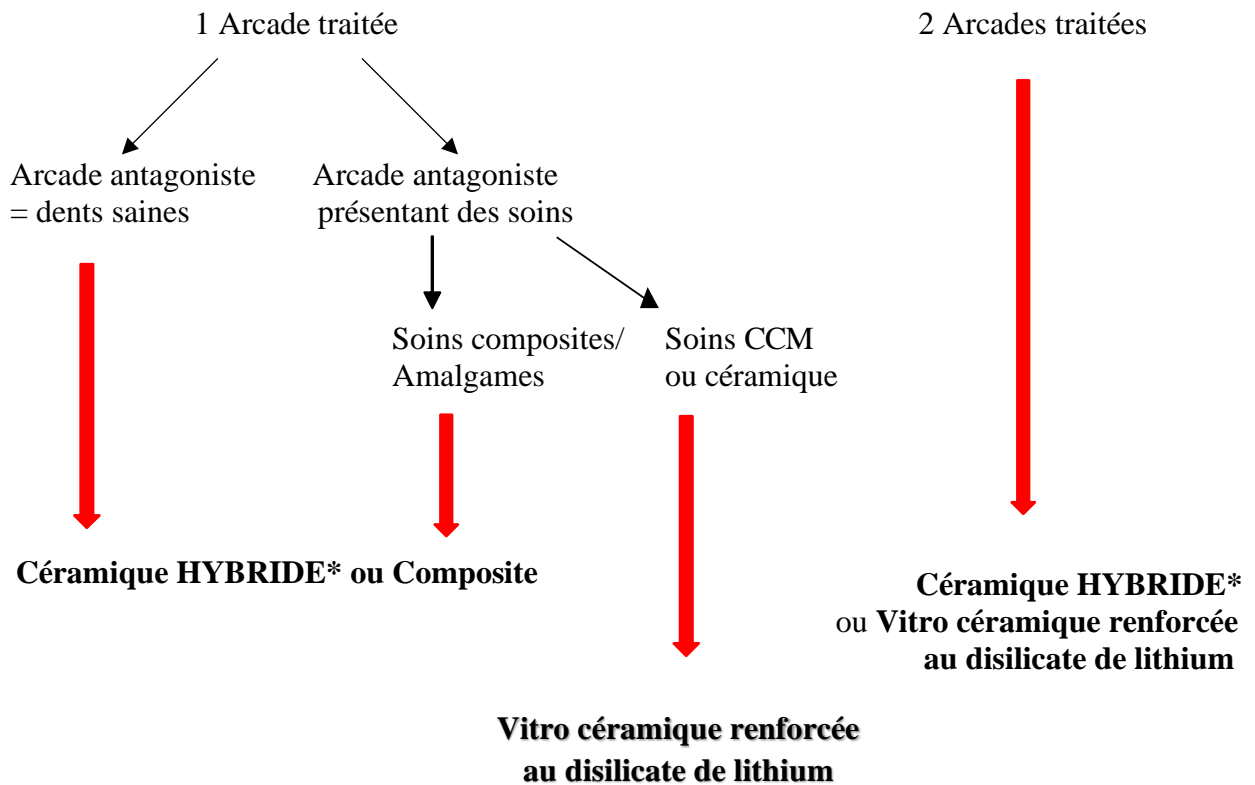
**Toute Vitro Céramique renforcée*,
Céramique Hybride,
Ou Composite**

* Matériau de choix

TABLE TOPS

Eléments décisionnels :

- Restauration postérieure
- Occlusion / force masticatoire
- Présence d'une para fonction type bruxisme
- Arcade(s) traitée(s)



* Matériau de choix

Finalement, de nombreux paramètres entrent en considération afin de déterminer le matériau qui constituera notre RPIC.

Ce matériau devra s'adapter à la situation clinique à tous les niveaux en prenant en compte un grand nombre d'éléments : Restauration antérieure ou postérieure, type de restauration envisagée, substrat dentaire, demande esthétique du patient, contexte occlusal et force masticatoire, hauteur occlusale ou espace prothétique utilisable, présence d'autres soins sur l'arcade antagoniste, environnement buccal et hygiène dentaire du patient, habitudes alimentaires ou addictions, présence de para-fonction ou dysfonction mais également prendre en compte les moyens financiers du patient. Même si ce dernier point ne doit pas influencer initialement notre choix de traitement, nos propositions thérapeutiques devront s'adapter au contexte financier du patient.

Nous pourrons voir par la suite que le mode d'assemblage dépendra grandement du type de matériau choisi.

III. Les concepts de l'adhésion

A. Définitions de l'adhésion et de l'adhérence

Si l'on cherche dans le dictionnaire, l'adhésion est finalement bien brièvement définie. Il s'agirait d'un « Phénomène physique et/ou chimique créant l'adhérence », l'adhérence étant elle-même définie comme « l'Etat d'une chose qui tient, qui adhère à une autre ». (40)

Lorsque l'on parle d'**adhésion**, on doit en fait définir l'interface à laquelle l'adhésion a lieu. Cela fait donc intervenir 2 surfaces que l'on veut mettre en relation directement ou au travers d'un troisième corps (pour nous, le système adhésif + polymère de collage).

Une interface est définie comme étant une discontinuité soit de l'arrangement atomique, soit de la structure électronique soit de la composition chimique. (41) Dans notre situation de collage d'une RPI à un substrat dentaire, notre **interface** est donc **double** : Dent (Email ou Dentine)/Adhésif et Adhésif/RPI.

Le principe d'un collage adhésif repose donc sur le concept de jonction et non de rétention. C'est ainsi que l'on peut procéder à des préparations non invasives puisqu'elles ne nécessiteront pas de systèmes rétentifs.

Même si ces notions sont étroitement liées et permettent de se définir l'une et l'autre, il faut distinguer de l'adhésion qui englobe l'ensemble des forces visant à lier deux corps, l'**adhérence**, qui elle, correspond à la force ou à l'énergie nécessaire à la séparation d'un assemblage collé. (42)

B. Les théories de l'adhésion

Plusieurs théories permettent d'expliquer ce phénomène d'adhésion. Elles sont en réalité toutes impliquées. (43)

La théorie **physico-chimique** faisant intervenir les forces de liaison inter et intra moléculaires que nous aborderons plus tard (cf III. C.).

La théorie **électrique**, selon laquelle des champs électriques se formeraient à la surface du substrat dentaire, de polarité inversée à celle de l'adhésif. Il se crée alors un échange de charges entre les sites donneurs au niveau de l'organe dentaire et les sites receveurs de l'adhésif. (43)

La théorie **thermodynamique** liée au comportement d'un liquide sur un solide, également appelée théorie du mouillage. (Cf III.D.1.)

La théorie **mécanique**, selon laquelle l'adhésion s'effectue par l'ancrage de l'adhésif dans les rugosités à la surface du substrat dentaire. (cf III. E.)

C. Propriétés interactives d'un liquide et d'un solide

Comme nous l'avons décrit plus haut, lors d'un collage d'une pièce sur une surface dentaire, l'interface est double : La première est formée par la surface dentaire ainsi que de l'agent adhésif et la deuxième est formée par l'agent adhésif et la pièce constituant notre restauration partielle.

L'adhésif, avant polymérisation est sous la forme d'un liquide, plus ou moins visqueux. Il sera appliqué sur une surface solide, le tissu dentaire, ainsi que sur la pièce constituant notre RPIC.

1. Mouillabilité

Il est donc important de décrire le phénomène de **mouillabilité**, qui permet de caractériser la façon dont un liquide se comporte sur une surface solide. (46)

Nous utiliserons l'image de la goutte déposée sur une surface solide plane. On considère que plus la goutte va s'étaler sur la surface et plus la surface sera définie comme étant mouillable. La notion de mouillage est directement corrélée à l'angle de raccordement θ (ou angle de contact) du liquide sur le solide. On le rencontre au point triple où l'on retrouve la surface solide, le liquide et la vapeur (souvent de l'air), lieu où trois forces interfaciales sont exercées : les tensions solide-liquide γ_{SL} , solide-vapeur γ_{SV} et liquide-vapeur γ_{LV} .

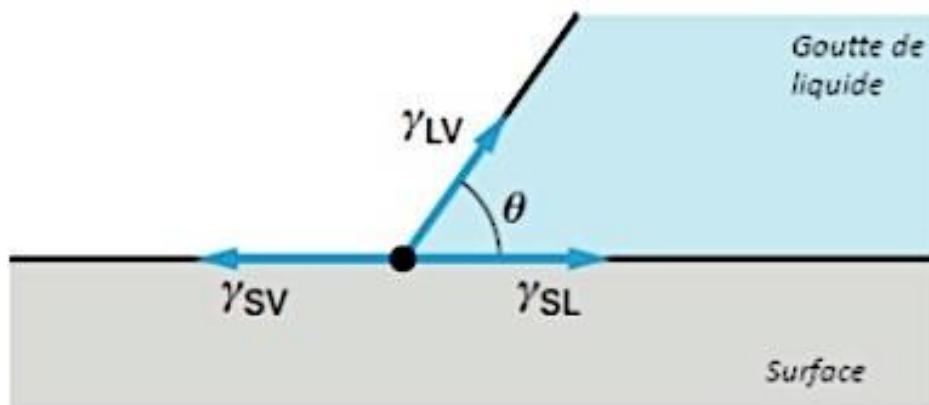


Figure 19- Illustration des forces appliquées au point triple : Angle de contact. (46)

Cet angle θ peut être calculé grâce à la loi de Young-Dupré :

$$\cos\theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}} \quad (47)$$

La valeur de l'angle de contact θ peut varier de 0 à 140 degrés. Il permet alors de **classer les surfaces** ainsi :

- Entre 0° et 10°, la surface est dite superhydrophile
- Entre 10° et 90°, la surface est dite hydrophile
- Entre 90° et 140°, la surface est dite hydrophobe
- Au delà de 140°, la surface est dite superhydrophobe

Une surface très mouillable permettra donc un étalement maximal du liquide, et sera considérée comme super hydrophile.

Dans notre situation, au plus l'adhésif pourra s'étaler sur la surface dentaire et au plus on réduira l'épaisseur du joint entre l'organe dentaire et la pièce de restauration indirecte, ce qui permettra d'assurer une meilleure étanchéité et de limiter au maximum la diffusion de bactéries et de toxines vers le centre de l'organe dentaire.

2. *Énergie de Surface*

Il est également important d'aborder la notion **d'énergie de surface**.

C'est l'énergie nécessaire pour casser les liaisons moléculaires entre les molécules de surface des solides et des liquides. (48)

On peut ainsi mesurer l'énergie de surface du solide mais également celle du liquide. Dans le cas d'un solide, l'énergie de surface s'exprime en milijoule par mètre carré, dans le cas du liquide on a pour coutume d'utiliser le terme de **Tension de surface** (ou tension superficielle) qui s'exprime, elle, en miliNewton par mètre.

Si l'énergie de surface du solide est supérieure à celle du liquide, les forces d'attraction vont pousser le liquide à s'étendre sur la surface. A l'inverse, si le liquide possède une tension de surface supérieure à celle du solide, on obtiendra une goutte sous une forme sphérique stable.

Pour faire le lien avec la notion établie précédemment, on considère qu'un liquide ne mouille pas bien un solide possédant une faible énergie de surface.

Ainsi, pour obtenir un mouillage idéal du substrat dentaire par l'adhésif, il faut que **l'énergie de surface de l'émail et de la dentine** soit **supérieure** à la **tension de surface de l'adhésif**.

Nb : Le mordantage acide de l'émail et de la dentine permet d'augmenter l'énergie de surface de ces substrats en ouvrant permettant une pénétration capillaire de l'adhésif dans les rugosités créés.

3. Hystérèse

La notion de mouillabilité implique une surface totalement lisse et plane comme nous avons pu le définir précédemment.

Cependant, les structures dentaires ne sont en réalité pas comme telles. En effet, lors de la procédure de collage, le mordantage préalable de la surface a pour but de créer des micro rugosités, permettant d'augmenter la surface de collage.

Il faut alors décrire le phénomène d'**hystérèse**, car le mouillage d'une surface rugueuse ou texturée ne s'effectue pas de la même manière qu'une surface plane.

Cette surface solide ne pouvant en effet être considérée comme « parfaite », il est compliqué de mesurer avec certitude l'état d'équilibre d'un angle de contact. On détermine alors deux angles de contact, un angle d'avancée θ_a , mesuré en augmentant le volume de la goutte, et un angle de retrait θ_r , obtenu après une diminution du volume de la goutte (ou une évaporation d'une partie du liquide).

La différence entre ces deux angles correspond à l'hystérèse d'angle de contact. (46)

D. Notion de couche hybride

La théorie mécanique de l'adhésion fait intervenir la notion de couche hybride qui est en fait un enchevêtrement de monomères d'adhésif avec des fibrilles de collagène ainsi que quelques cristaux résiduels d'hydroxyapatite. (49)

Le traitement acide des surfaces dentaires permettra une pénétration de la résine adhésive au sein des canalicules dentinaires en occupant l'espace laissé vacant au sein des tubulis et formant alors des « Tags résineux », sorte d'attache « velcro » entre la résine et son substrat.

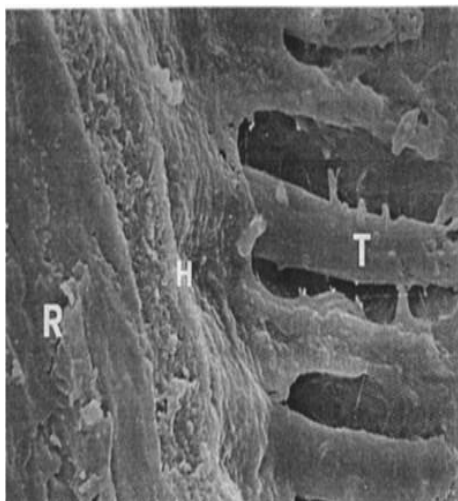


Figure 20 – Section d'un joint collé dentine-résine composite vue au MEB 4000x.

R : Résine composite

H : Couche hybride

T : Prolongement de résine composite.

GORACCI ; 1998.

- La rugosité s'avère favorable à l'adhésion.
- Le contact intime entre l'adhésif et le substrat (le mouillage) améliore l'adhésion.
- Les traitements de surface de l'organe dentaire et des pièces prothétiques permettent d'augmenter leur énergie de surface.

IV. Matériaux et méthodes d'assemblage des restaurations partielles indirectes

Lorsque l'indication de réaliser une RPIC se présente pour un patient, une chaîne chronologique de travail s'établit et doit être rigoureusement suivie.

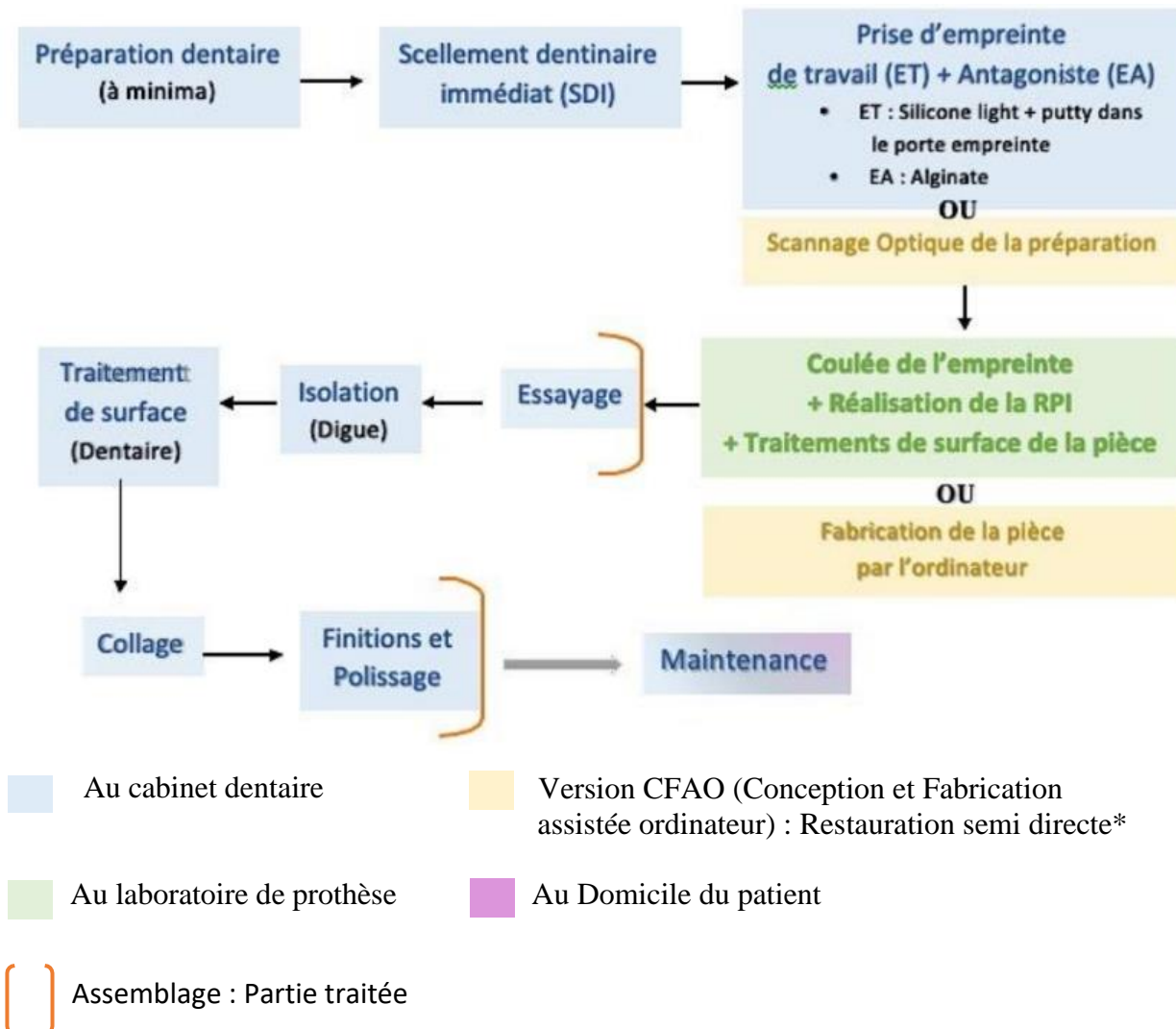


Figure 21 – La chaîne chronologique de la préparation à l'assemblage d'une restauration partielle indirecte (ou semi directe) collée.*

Notre étude portant sur l'**Assemblage** des RPIC, nous aborderons donc cette chaîne chronologique à l'étape de l'essayage, qui est la première étape lors de la séance d'assemblage. Nous verrons ensuite que l'isolation est impérative au collage des RPIC.

Par la suite, nous aborderons les traitements de l'organe dentaire et de la pièce prothétique qui seront impératifs pour préparer les surfaces à être réceptives au collage.

Enfin, nous traiterons des différents systèmes adhésifs et différentes colles présentes sur le marché afin d'essayer de systématiser au mieux un ou plusieurs protocoles « idéaux » de collage pour les différentes pièces (selon leur type et leur matériau de fabrication).

A. Essayage de la pièce prothétique

Après avoir **vérifié la qualité du travail prothétique** remis sur le modèle de travail par le laboratoire et après avoir **déposé la restauration provisoire** qui avait préalablement été réalisée en inter-séance (à l'aide de curette, CK6, arrache-couronne, détartreur ou par fraisage en fonction de la restauration provisoire établie), la pièce prothétique pourra être essayée en bouche.

Lors de l'essayage de la pièce à coller, on vérifie que celle-ci s'adapte parfaitement à notre préparation : (42)(50)

- **Adaptation marginale** (absence de hiatus) : On peut vérifier visuellement, puis avec une sonde, que les limites prothétiques soient en continuité avec les limites de préparation de l'organe dentaire. Si ce n'est pas le cas, cela peut être dû à des résidus de ciment provisoire (qui devront alors être à nouveau éliminés), ou bien à un défaut de fabrication de la pièce. Dans ce deuxième cas de figure, il faudra reprendre une empreinte afin que la pièce soit refaite par le prothésiste.
- **Bon engrènement** : Les points de contact doivent être suffisamment présents afin d'éviter les tassements alimentaires, mais leur intensité ne doit pas être trop forte afin que la pièce puisse s'insérer complètement et que le fil dentaire puisse être passé.
Si le contact est trop prononcé, on peut mettre en place un papier d'occlusion en inter dentaire et essayer de le retirer une fois la pièce mise en place et maintenue avec une spatule de bouche. Le papier aura alors marqué la zone où l'intensité du point de contact est trop importante, ce qui nous permettra de le retoucher avec une fraise diamantée bague rouge petit à petit en répétant l'opération.
Si le contact est trop faible ou inexistant, la pièce pourra être renvoyée au laboratoire de prothèse afin qu'ils viennent « forcer » le contact par adjonction de matière.
- **Occlusion** : La vérification de l'occlusion est possible pour les restaurations présentant une épaisseur supérieure ou égale à 2mm et présentant un recouvrement cuspidien total mais est vivement déconseillée pour les pièces plus fines du fait de leur fragilité. Pour ces dernières il sera donc préférable de régler l'occlusion après l'assemblage.
- **Intégration optique** : De manière globale on vérifiera l'accord de la teinte, que l'on aura choisi pour la pièce, avec celle des dents adjacentes. Cet essayage devra se faire sans champ opératoire pour ne pas être faussé dans notre analyse esthétique. Pour une dent postérieure, nos exigences pourront être moins importantes que pour une facette antérieure par exemple, où, en plus de la teinte de nombreux critères esthétiques devront être validés (opalescence, translucidité, reliefs, caractérisations de surfaces, visualisation plus ou moins important des lobes dentinaires, zones de transition plus ou moins marquées...).

Il est à noter que l'essayage de la pièce « sèche » montre souvent une intégration esthétique insuffisante. Pour avoir une idée de sa teinte après assemblage il est préconisé d'utiliser une solution d'essayage hydrosoluble également appelée « try-in » ou à défaut une fine couche de glycérine.

Si l'ensemble de ces conditions sont remplies, nous pourrons alors procéder à l'isolation de l'organe dentaire sur laquelle la RPI sera collée.

B. Les techniques d'isolation

L'isolation dentaire regroupe l'ensemble des techniques et éléments qui permettent d'isoler le ou les organes dentaires du reste de la cavité buccale. (51)(52)(53)

Ce procédé devrait être systématique en Odontologie conservatrice ainsi qu'en Endodontie puisqu'il revêt plusieurs rôles primordiaux :

- **Asepsie** : Travail à l'abri d'une contamination bactérienne et de germes potentiellement pathogènes.
- **Etanchéité** : Rempart contre la salive, les fluides gingivaux, le sang, et l'humidité du milieu buccal (les colles étant hydrophobes, il est recommandé de coller dans un environnement sec).
- **Ergonomie** : Travail à distance des éléments anatomiques (langues, joues, lèvres) perturbateurs.
- **Visibilité** : Confort visuel et diminution de la fatigue visuelle.
- **Sécurité de travail** : Pour le patient, l'isolation lui évitera une ingestion de produits chimiques toxiques caustiques, d'instruments et de matériaux utilisés pendant l'acte ; Pour le praticien, l'isolation diminuera le risque de contamination croisée et d'exposition aux fluides biologiques.

Les techniques d'isolation font appel de manière systématique à :

- **La digue** : Carré en Latex ou en polyuréthane de 6 pouces aux propriétés élastiques.
- **Les crampons** : Clamp métallique permettant le maintien de la digue autour d'une dent grâce à ses mors. Ils peuvent être de différentes formes en fonction de la dent sur laquelle ils sont mis en place (Molaire, Prémolaire, secteur antérieur) et présenter ou non des ailettes permettant la mise en place de la digue selon la technique dite « parachute ».
- **Le cadre à digue** : En plastique ou en métal, circulaire ou quadrangulaire, il permet de tendre la digue afin de travailler de manière optimisée.

On peut également avoir besoin de façon ponctuelle de moyens de calfatage complémentaires :

- **Le fil dentaire** : Si il est utilisé de manière quasi systématique pour passer la digue entre les points de contacts dentaires dans la technique conventionnelle, il peut également être utilisé pour la bloquer en créant des « nœuds d'arrêt » afin que la digue reste plaquée et ne remonte pas lors du collage de nos pièces.
- **La digue liquide** : Conditionné sous forme de seringue, ce gel de viscosité modérée est photo polymérisable et se transforme en une coque semi rigide après polymérisation. La digue liquide est destinée à l'isolation locale du champ opératoire, lorsque la feuille de digue ne permet pas d'obtenir une isolation parfaite (remontée de fluide gingival par exemple).

- **Le Téflon** est un polymère thermoplastique utilisé initialement en plomberie car il possède une grande inertie chimique, un pouvoir d'étanchéité ainsi qu'un fort potentiel anti adhésif.

Conditionné sous forme de rouleau, on peut le découper en bandes afin de protéger les dents adjacentes saines lors du processus de mordançage. Il peut également être « roulé » de sorte à former un fil qui pourra être placé dans le sulcus dentaire afin de procéder à la rétraction gingivale mais pourra également servir à combler les zones que la digue ne recouvre pas et venir améliorer l'étanchéité du champ.

Si ces techniques d'isolation ne sont pas encore mises en place de manière systématique par l'ensemble des praticiens, il faut prendre conscience que la digue dentaire est un outil qui a été mis à disposition des chirurgiens-dentistes depuis plus d'un siècle aujourd'hui, et qui présente des résultats éprouvés. (51)

Elle fait partie des recommandations de la HAS et représente donc une obligation médico légale en Endodontie (rapport publié en 2008), mais ne l'est pas en Odontologie Conservatrice. C'est donc plutôt l'expérience et le recul clinique qui a amené grand nombre de chirurgiens-dentistes à un consensus concernant son utilisation pour le collage.

Si son usage est primordial pour tous les avantages qu'elle procure et que l'on a évoqué plus haut, il reste encore un point indéfini : Faut-il préférer une digue unitaire ou plurale pour le collage des RPIC ?

Il n'y a actuellement pas de consensus concernant cet usage mais nous tenterons ici d'établir les avantages et les inconvénients que chacune des deux techniques peut amener.

- **Digue Unitaire** : L'organe dentaire sur lequel la pièce doit être collée et entièrement isolé du reste de la cavité buccale, des autres organes dentaires y compris.
- **Digue Plurale** : Des dents adjacentes à l'organe dentaire sur lequel la pièce sera collée sont incluses dans le champ opératoire.

| | Digue Unitaire | Digue Plurale |
|----------------------|---|--|
| AVANTAGES | Rapidité et facilité de mise en œuvre. | Permet une vue globale d'un quadrant dentaire, peut faciliter le positionnement/ l'insertion de la pièce. |
| | Absence de risque que les agents de préparation au collage, dont l'agent de mordançage, ne fument sur les dents voisines (risque de déminéralisation des organes dentaires). | Gestion idéale des points de contacts.* |
| | Bonne gestion des excès de colle en inter dentaire (régions proximales). | Pas de contrainte d'insertion de la pièce liée au crampon, qui sera positionné sur une dent postérieure à la dent sur laquelle le collage sera réalisé. |
| INCONVENIENTS | Absence de « vue d'ensemble » de l'arcade dentaire (Peut être problématique pour l'axe d'insertion d'une facette par exemple). | Plus long de mise en œuvre. |
| | Le crampon peut entraver la zone de collage, il faut donc prévoir un crampon adapté dans le cas où celui-ci est nécessaire pour la mise en place de la digue unitaire, ou bien prévoir un nœud d'arrêt. | Possible fusée des excès de colle ou des agents de préparation au collage (mordançage, adhésif...) en inter dentaire ou sur les surfaces dentaires adjacentes. |
| | | Multiplication des possibles « fuites » ou sources d'humidité, prévoir digue liquide. |

* L'épaisseur d'une digue dentaire avoisinant généralement les 0,07mm, et étant très élastique et déformable, celle-ci n'entrave pas réellement la gestion des points de contact (sauf digues très épaisses).

Tableau 5 – Avantages et Inconvénients de la digue unitaire et de la digue plurale.

Selon le type de RPIC envisagée et selon la situation clinique (collage de plusieurs overlays sur un même secteur, collage d'un unique inlay sur une dent, collage de facettes dentaires sur l'ensemble du secteur antérieur...) l'une ou l'autre des techniques d'isolation faisant appel à la digue pourra être utilisée. Chaque technique présentant des avantages et des inconvénients qui lui sont propres, ce sera l'expérience du praticien et sa dextérité qui le poussera à utiliser telle ou telle technique.

C. Les traitements des surfaces dentaires préalables au collage

Après avoir obtenu une bonne isolation, propice au collage de la pièce, des traitements de surface devront être réalisés afin de s'assurer que la surface dentaire est parfaitement propre et propice au collage. On aura donc éliminé au préalable tous les éléments pouvant entraver l'adhésion.

Les potentiels résidus de ciment provisoire, les « Try Paste » ou pâtes d'essayages des RPIC ou toutes autres contaminations survenues au cours des séances de préparations et d'essayage seront donc totalement éliminés.

Pour se faire, un **appareil ultrasonique** ou un **disque abrasif** à faible vitesse pourront éliminer les résidus de ciment et autres polluants visibles. (37)

Par la suite, un **sablage** doux des surfaces dentaires pourra être réalisé par le biais de particules d'oxyde d'Alumine de petite taille (25 à 50 microns). Ce sablage se fera au cabinet dentaire, sous digue, à l'aide d'appareil de type sableuses intra orales. (37).

Le sablage est une préparation mécanique de l'émail, contrairement au mordantage qui est correspond à un traitement chimique. Le sablage consiste à projeter des particules à haute vitesse dans un flux d'air sec ou dans un brouillard d'eau. (54)

Cette procédure doit être douce (pression de 2 ou 3 bars), en effet, elle ne doit pas altérer la couche hybride qui aura été formée préalablement lors du **scellement dentinaire immédiat (IDS, Immediate Dentin Sealing)**. Cet IDS, réalisé juste après l'étape de préparation et avant la prise d'empreinte consiste en l'application d'un adhésif, un M&RIII ou un SAM2 (plus souvent) car il diminue le risque de sensibilités post opératoires, (42)(55), sur la dentine fraîchement préparée, suivie de l'application d'une résine composite fluide afin de diminuer d'une part les sensibilités liées à la préparation mais également de rendre imperméable la dentine aux bactéries et toxines, ainsi qu'aux stimulus hydrodynamiques. (56)

D. Le protocole de collage

1. *Le mordançage*

Le mordançage ou traitement chimique acide d'une surface, qu'on appelle également « etching » en anglais, a pour but d'augmenter l'énergie de surface du substrat. Cela se produit en « altérant » la surface dentaire et la surface de la pièce à coller de sorte à créer des rugosités créant des micro rétentions. (54)

a. Mordançage de la surface dentaire

1) *Effets sur l'émail*

Il est admis aujourd'hui que la qualité du mordançage amélaire est le principal facteur influençant la valeur de l'adhésion à l'émail. Le mordançage d'une surface dentaire par rapport à une surface non traitée multiplierait par 20 la force du collage ultérieur. (57).

Si nous pouvons voir plus loin que dans certains systèmes adhésifs l'agent mordançant est « inclus », nous prendrons tout de même le temps de décrire cette étape qui est distincte dans le cas des systèmes adhésifs MR3 (cf D.2) et qui doit donc être réalisée en premier lieu.

De nombreux agents acides ont été utilisés sur l'émail (comme acide chlorhydrique, l'acide citrique, l'acide formique...) mais l'agent mordançant universellement utilisé aujourd'hui sur les surfaces dentaires est l'**Acide Ortho - phosphorique**, d'une concentration comprise **entre 30 et 40%** (en général 37%), il présente le plus d'avantages et permet de préparer l'émail tout en préservant un maximum les tissus dentaires. Cette technique a été décrite en 1955 par Mr. Buonocore. (54)(57).

Rappelons brièvement que l'émail est essentiellement constitué de cristaux d'Hydroxyapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ empilés et regroupés au sein de Cristallites pour former des **prismes** ou bâtonnets d'émail. Ces prismes débutent à la jonction amélo-dentinaire et s'arrêtent à $30\mu\text{m}$ environ de la surface dentaire. Entre ces prismes on trouve une substance moins organisée, dite **inter prismatique**. Et sur l'extrême surface dentaire, de l'émail **aprismatique**, constituée de gros cristaux d'hydroxyapatite perpendiculaires à la surface dentaire. (57).

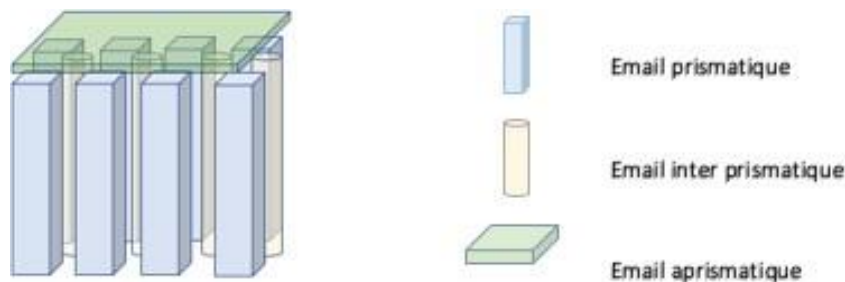
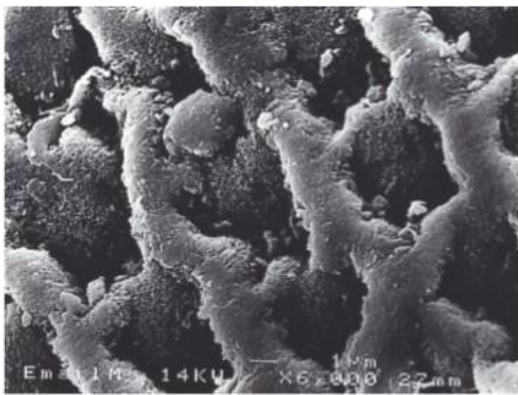


Figure 22 – Structure schématique de l'Email.

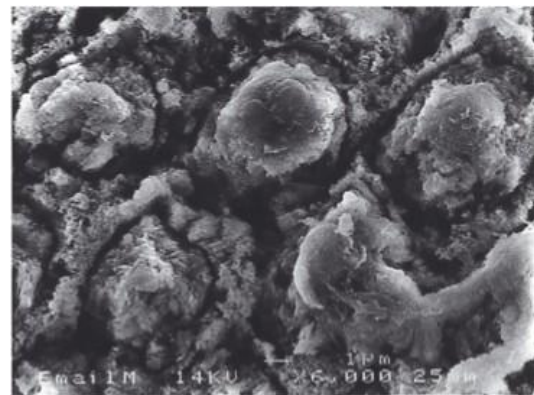
➤ ACTION SUR LA STRUCTURE

L'action de l'acide ortho-phosphorique sur l'émail, qui est donc un tissu très minéralisé, va induire des **reliefs hétérogènes**, et ce en raison de l'hétérogénéité même de la structure amélaire. Ainsi, en 1975 Silverstone décrit 3 types d'ultra structures de l'émail pouvant résulter d'une attaque acide (58)(54) :

- **Type 1** : Destruction de la substance inter prismatique. Ne reste plus alors que l'émail prismatique. Cela crée un relief dit « en nid d'abeille ». C'est la plus fréquemment rencontrée et la plus propice à un bon collage.
- **Type 2** : A l'inverse, l'émail inter prismatique est laissé intact tandis que les prismes sont dissouts.
- **Type 3** : La dissolution s'effectue de manière anarchique. Il s'agit d'un mélange du type 1 et 2.



Type 1 de Silverstone



Type 2 de Silverstone

Figure 23 – Les types de déminéralisation selon Silverstone. (54)

➤ PROFONDEUR D'ACTION

Nous avons pu voir l'effet du mordantage sur l'ultrastructure de l'émail. Au niveau de la profondeur d'action de l'acide, Goldberg a décrit 3 zones de profondeur. (59) Ainsi l'acide ortho-phosphorique dissout :

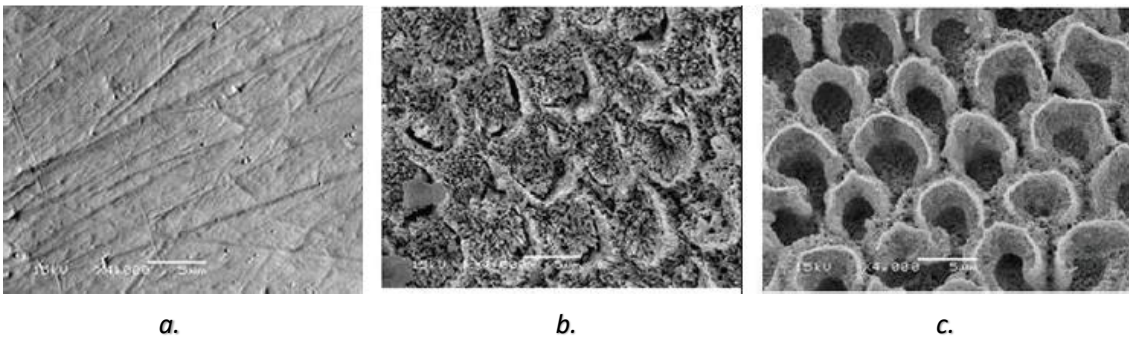
- Complètement 10µm d'émail aprismatique superficiel,
- Partiellement 20µm d'émail prismatique, décrivant alors un des schémas de Silverstone énoncés précédemment.
- Partiellement 20µm d'émail, qui devient une zone poreuse, mais dans laquelle on ne note pas directement de modifications histologiques.

➤ TEMPS D'ACTION

De nombreuses études ont été réalisées afin de savoir quelle devait être la durée d'application de l'acide de mordantage sur l'émail.

Il faut distinguer un émail sain non préparé, (Par exemple dans le cas du collage de Chips dentaire), d'un émail préparé.* (* Préparé = Fraisé).

Selon une étude menée en 2012 (60), prenant pour référence un émail ayant subi un traitement à la pierre ponce (dépoli), il semblerait que l'émail mordancé pendant **30 s** avec de l'acide ortho phosphorique à 35% permet d'obtenir une structure de type 1 selon Silverstone, avec une dissolution de l'émail inter prismatique pour arriver à une architecture en nid d'abeille. Le mordantage de l'émail pendant 15 s amène à une structure moins bien définie et serait donc moins propice au collage.



- a. *Email dentaire dépoli (traitement à la pierre ponce)*
- b. *Email dentaire après 15s d'action d'acide ortho phosphorique (35%)*
- c. *Email dentaire après 30s d'action d'acide ortho phosphorique (35%)*

Figure 24 – L'action du temps de mordantage sur l'émail dépoli, images tridimensionnelles vues au microscope SEM, grossissement x 4000. (60)

Il est communément admis que l'émail préparé ou dépoli doit être mordancé sur une durée de **30s** pour offrir les meilleures propriétés pour le collage. Cette durée peut être élevée à **1min** lorsqu'il s'agit d'un émail non préparé. (30)

Ces durées d'application sont variables en fonction de la concentration et du pH de l'acide ortho phosphorique, mais on utilisera comme nous l'avons vu des gels présentant à minima une concentration >20% et plus généralement comprise entre 30 et 40% afin de pouvoir contrôler visuellement l'action du mordantage sur l'émail, qui présentera après rinçage et séchage un aspect blanc mat et crayeux.

2) Effets sur la Dentine

Le traitement acide de la dentine va avoir plusieurs effets (57) :

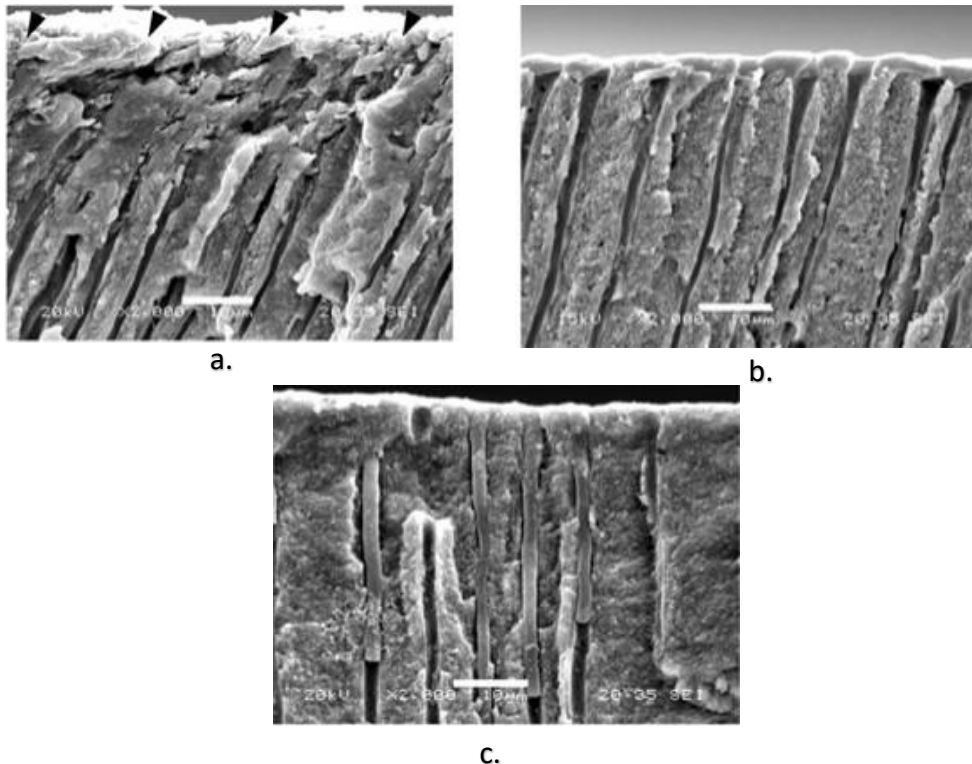
- Élimination des débris et de la boue dentinaire (smear layer).
- Ouverture des canalicules ou tubulis dentinaires.
- Déminéralisation des zones péri et inter tubulaires sur quelques μm .

On utilisera à nouveau l'acide ortho phosphorique présentant une concentration comprise entre 30 et 40% pour mordancer la dentine.

➤ ACTION SUR LA STRUCTURE

La boue dentinaire, présente dans les canalicules ou tubulis dentinaires, obstrue ces derniers et empêche l'établissement d'un contact direct entre l'adhésif et les matériaux de collage et le substrat dentinaire. (61)

Le mordantage va ainsi permettre l'ouverture des canalicules et laisser la place par la suite pour que la résine puisse infiltrer ce réseau et créer des ancrages résineux également appelés « tags résineux », constituant une sorte d'attache velcro. C'est la **couche hybride**.



- Présence de boue dentinaire dans les tubulis, après fraisage.
- Lumière visible dans les tubulis dentinaires après traitement de mordantage.
- Pénétration de l'adhésif dans les tubulis : Formation de la couche hybride.

*Figure 25 – Effets du mordantage sur la dentine et formation de la couche hybride.
Images tridimensionnelles vues au microscope SEM, grossissement x 4000. (62)*

➤ *TEMPS D'ACTION*

Une étude a démontré que peu importe la durée de mordançage, une couche hybride est retrouvée sur toutes les dents ayant subi un conditionnement acide. (63)

Cependant les variations du temps de mordançage dentinaire agissent à deux niveaux : Sur l'épaisseur de cette couche hybride, ainsi que sur les forces de liaison à la traction sur la couche hybride.

Les forces de liaison à la traction les plus élevées ont été obtenues après 15 s de mordançage, suivies de 30 s et de 60 s. Il n'y a cependant pas de corrélation linéaire entre l'épaisseur de la couche hybride et la force de liaison. (63)

Il est communément admis que la dentine doit être mordancée sur une durée de **15s** lorsque l'on utilise de l'acide ortho phosphorique à une concentration comprise entre 30 et 40%.(42)

3) Importance du rinçage/ séchage

Un rinçage à l'eau claire, abondant, et d'une durée **égale ou supérieure** au temps de mordançage est essentiel. D'une part, le rinçage va éliminer tous les précipités d'émail dissout, de boue dentinaire, etc,... Mais le rinçage abondant permet également d'éliminer en totalité l'acide de mordançage, et de mettre fin à son action.

Au niveau de l'émail, si il persiste de l'acide sur les surfaces dentaires, cela pourrait entrainer une déminéralisation excessive des tissus et créer des sensibilités post interventionnelles.

Au niveau de la dentine, on estime que la zone dentinaire traitée par l'acide est ensuite constituée d'environ 1/4 de collagène et de 3/4 d'eau. Si le rinçage est très important, le séchage doit être modéré. En effet, si ce dernier est insuffisant, la présence d'eau en trop grande quantité dans les tubulis empêchera la bonne infiltration de la résine de collage. Cependant, si le séchage est excessif, la surface devient compacte et la pénétration de la résine adhésive se fait plus difficilement. (42)

Le rinçage, suivi d'un séchage doux permettra d'augmenter l'énergie de surface des tissus (émail et dentine), qui devient alors supérieure à la tension superficielle de l'adhésif, lui autorisant alors un étalement optimal. L'adhésif pourra alors parfaitement mouiller la surface dentaire, pénétrer les canalicules dentinaires et créer une attache résineuse.

b. Conditionnement de la pièce prothétique

Comme nous l'avons vu précédemment, le mordantage ou traitement chimique acide d'une surface a pour but d'augmenter son énergie de surface pour permettre un bon collage par la suite. Les surfaces dentaires doivent être traitées et mordancées (ou bien alors l'agent de Etching sera présent dans l'adhésif, cf D.2.) mais les pièces à coller également.

Nous allons voir qu'en fonction du matériau utilisé pour la RPI, le traitement de surface de l'intrados de la pièce sera différent. (12)(36)(37)(57)(64).

| MATÉRIAU INDIRECT | TRAITEMENT DE SURFACE |
|---|---|
| Vitrocéramiques | <ol style="list-style-type: none"> 1) Mordantage acide fluorhydrique à 5%. 2) Rinçage/ séchage sur temps équivalent au temps de mordantage. 3) Agent de couplage : Silane. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Feldspathique • Renforcée à la leucite • Di silicate de lithium | <p>Ac. Fluorhydrique 2min + Silane 1min.</p> <p>Ac. Fluorhydrique 1min + Silane 1min.</p> <p>Ac. Fluorhydrique 20 sec + Silane 1min.</p> |
| Céramiques denses (alumineuses ou Zircon) | <ol style="list-style-type: none"> 1) Sablage ou application d'un revêtement de silicate (traitement tribochimique) ET/OU 2) Agent de couplage (primer zircon) |
| Matériaux hybrides type Enamic® | <ol style="list-style-type: none"> 1) Mordantage acide fluorhydrique 9% /20sec 2) Rinçage 20sec puis séchage. 3) Mordantage acide ortho phosphorique 37% /1min. 4) Agent de couplage (Silane) 1min. |
| Résines composites | <ol style="list-style-type: none"> 1) Sablage 2) Agent de couplage (silane) 1min. |

Tableau 6 – Traitements des surfaces des matériaux avant collage.

1) Les vitro céramiques (64)

Comme nous avons pu le décrire précédemment, le caractère biphasé lié à la forte proportion de phase vitreuse présente dans ces céramiques fait d'elles des céramiques mordançables.

L'agent qui sera utilisé pour le conditionnement acide est l'**acide Fluorhydrique** avec une concentration de **5%**. Son temps d'application dépend entièrement du type de vitro céramique travaillée. Ce procédé fait apparaître un relief anfractueux dans l'intrados de la céramique en dissolvant une partie de la matrice vitreuse. Ce traitement permet d'augmenter considérablement l'adhésion entre la colle et la céramique.

Après rinçage et séchage, un agent de liaison qu'on appelle le **Silane** est appliqué. Il a pour but d'augmenter considérablement la mouillabilité de la résine adhésive qui infiltrera ensuite la pièce, l'énergie de surface de la céramique est ainsi augmentée. Il faut ensuite souffler longuement sur le silane afin d'enlever les excédents et de matériaux.

2) Les céramiques cristallines (alumineuses ou Zircon) (64)

La faible proportion de phase vitreuse contre indique le conditionnement acide de ces pièces. En effet la phase cristalline ne pouvant être réellement mordancée, et étant présente en plus grande proportion, nous n'aboutirions pas à un réseau anfractueux propice au collage comme dans le cas précédent. Ces céramiques seront donc scellées. Nous aborderons donc succinctement les étapes de conditionnement de ces céramiques qui ne rentrent pas dans l'objet de cette thèse, traitant des pièces collées et non scellées.

Elles sont conditionnées par le biais d'un traitement mécanique qu'est le **sablage**. Des particules d'Alumine de 50µm sont projetées sous pression d'air pour augmenter la rugosité de la pièce. Un revêtement de silicate appelé traitement tribochimique peut également modifier la rugosité de la pièce (moins fréquemment utilisé). Cette étape est réalisée au laboratoire de prothèse avant que la pièce ne nous soit livrée.

Après quoi, un agent de couplage, un **primer Zircon** (ex : Z-PRIME™ PLUS de chez Bisco) pourra être appliqué, passé en plusieurs couches puis longuement soufflé pour favoriser son étalement et enlever les excédents de matériaux. Il favorisera l'adhésion avec des colles à base de résine.

3) Les matériaux hybrides (type Enamic®) (12)

Ces matériaux, hybrides, comme leur nom l'indique nous poussent à utiliser 2 agents acides différents pour conditionner la pièce prothétique. De l'**acide fluorhydrique** concentré à **9%** sera appliqué sur l'intrados pendant 20sec avant d'être rincé et séché sur la même durée. Par la suite, une application d'**acide ortho phosphorique** à **37%** sur une durée de 1 minute est réalisée afin de traiter l'excès de mordantage à l'acide fluorhydrique, puis est rincé.

Par la suite, un **silane** pourra être appliqué pendant 1 minute. Cette dernière étape est controversée, elle ne serait pas forcément nécessaire en raison de la disparition de la phase minérale en surface. Il faut ensuite souffler longuement sur le silane afin d'enlever les excédents de matériaux.

4) Les résines composites (15)

Les RPI en résine composites ont subi un traitement de **sablage** au laboratoire de prothèse, comme dans le cas des céramique cristallines, afin d'augmenter la rugosité de l'intrados de la pièce. Ce sablage est réalisé par des particules d'oxyde d'alumine de 50µm envoyées sous pression d'air.

Par la suite, lorsque l'on reçoit la pièce, celle-ci peut être mordancée à l'acide fluorhydrique ou à l'acide ortho phosphorique pendant 1min (étape facultative) et ce, afin de procéder à son nettoyage en profondeur. La pièce est ensuite rincée abondamment et séchée jusqu'à obtention d'une surface blanche crayeuse.

Un agent de couplage, le **silane**, peut alors être appliqué sur l'intrados, en frottant la pièce pendant 1min afin de faciliter sa pénétration. Il faut ensuite souffler longuement sur le silane afin d'enlever les excédents et de matériaux.

L'ensemble des étapes de conditionnement des différentes pièce prothétiques ont pour but d'augmenter leur qualité d'adhésion. Les pièces voient alors leur énergie de surface augmenter, permettant par la suite une meilleure mouillabilité de la résine adhésive qui sera appliquée.

Hormis pour les céramiques cristallines, les restaurations partielles indirectes réalisées avec les autres matériaux seront alors prêtes, après ces traitements, à être infiltrées par l'adhésif puis à être collées.

2. Le rôle du silane

L'étape de silanisation (application du silane ou agent de couplage sur la pièce prothétique) est une étape nécessaire pour permettre un bon étalement de la résine adhésive sur la pièce à coller et créer une interface adhérente et étanche.

Pour approfondir, silane crée en fait des liaisons covalentes : Des liaisons siloxanes avec les radicaux hydroxyles de la céramique et des liaisons carbonées par copolymérisation avec la phase organique de la résine adhésive et du composite de collage. (57)

Certains fabricants ont voulu simplifier l'étape de silanisation en la couplant au conditionnement par l'acide fluorhydrique en les regroupant au sein d'un unique flacon. C'est le cas du Monobond® Etch & Prime d'Ivoclar Vivadent par exemple. Il faut se méfier de ces flacons uniques, qui semblent satisfaisants au niveau du gain de temps. Ils sont cependant sensibles aux variations de température et à l'humidité, soumis à ces variations, les composants peuvent interagir entre eux et précipiter.

Il faut préférer distinguer l'application de l'acide de mordantage et du silane pour obtenir un collage plus fiable.

3. Les systèmes adhésifs

a. Définition

Les systèmes adhésifs sont un ensemble de biomatériaux, pouvant être appliqués sur l'organe dentaire ainsi que sur les pièces de restauration à coller. Ce sont des biomatériaux d'interface, essentiels à la création d'un lien adhérent et étanche.

Dans le cadre des restaurations partielles indirectes (RPI) collées, l'interface est double, puisque le système adhésif fera une double liaison (Organe dentaire – « Colle » ; « Colle » – Restauration partielle). Nous pourrions voir qu'en fonction de la RPI, un agent de couplage entre la pièce et l'adhésif est nécessaire, comme nous avons pu le voir plus haut, cet agent est appelé le Silane.

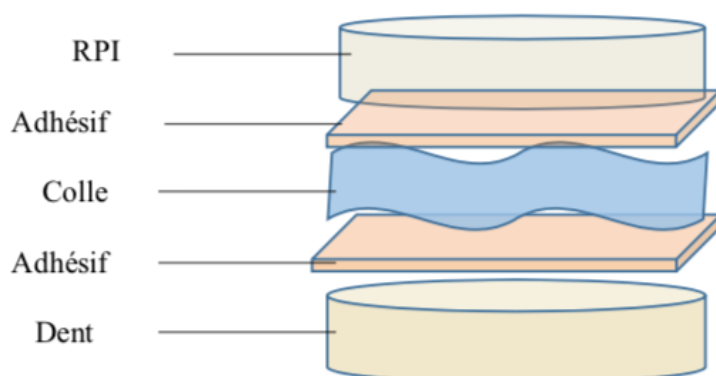


Figure 26 – Représentation schématique de la double interface jouée par l'adhésif.

Nb : Il s'agit d'une situation de référence, lorsqu'on utilise une colle sans potentiel adhésif.

Nous traiterons cette thèse en prenant pour situation de référence les **colles sans potentiel adhésif** comme présenté ci-dessus, car elles obtiennent les **valeurs d'adhérence les plus élevées** et sont les plus fiables dans le temps. Nous détaillerons cependant dans la partie IV.D.3. les différents types de colles présentes sur le marché, et les changements que leur utilisation impliquent sur le protocole de collage et la méthode d'assemblage.

Les systèmes adhésifs doivent posséder plusieurs propriétés qualitatives :

- **Biocompatibilité** : Idéalement, un adhésif ne devrait pas être allergisant ni toxique et ne devrait pas avoir non plus de potentiel mutagène. Cet aspect reste encore à améliorer puisque les doubles liaisons C=C présentes dans tous les adhésifs possèdent un potentiel allergène non négligeable. De plus les molécules de TEGDMA et HEMA qu'ils relarguent sont allergisants. Il semblerait que cet effet soit plus important sur les praticiens que sur les patients. (65)

Les adhésifs ne doivent pas non plus présenter de potentiel cytotoxique pour l'organe pulpaire, cet aspect est assez controversé car des études in vitro ont démontré le contraire (66). Cependant, in vivo, les résultats sont plutôt probants puisque les systèmes adhésifs entraîneraient au contraire une cicatrisation pulpaire lorsqu'ils sont placés à une certaine distance de la pulpe (coiffage indirect) et qu'ils sont appliqués dans des conditions leur permettant d'assurer une interface étanche.

- **Adhésion et étanchéité** : Afin d'éviter toute percolation de fluides et apports bactériens à l'interface de nos restauration, Il est habituellement admis que le joint adhésif doit être étanche à l'échelle du micromètre qui est l'échelle de la bactérie.
En réalité, c'est à l'échelle du nanomètre que cette interface doit s'établir pour prévenir des sensibilités postopératoires en évitant la pénétration de fluides.
Pour se faire, la mise en place du champ opératoire et le respect d'un protocole d'application strict sont essentiels. (65)
- **Durabilité** : Afin de prévenir des reprises de caries, des sensibilités post-traitement, des décollements, et des colorations marginales, le système adhésif utilisé devra assurer une certaine durée de vie au collage. Cette durabilité serait plutôt en rapport avec les marges amélaire, par la qualité du mordantage réalisé grâce à l'acide ortho phosphorique. Il semble cependant indéniable qu'au niveau dentinaire, la couche hybride subit une usure par hydrolyse. (67)
- **Simplicité et fiabilité de mise en œuvre** : Plusieurs systèmes adhésifs ont été élaborés, certains ayant pour but une simplification dans le protocole de collage. Cependant la fiabilité de mise en œuvre reste opérateur dépendante.
- **Basse Viscosité** : Les Systèmes adhésifs doivent être de basse viscosité afin de parvenir à un mouillage adéquat de la surface amélaire et dentinaire. (72)
Au niveau des surfaces dentaire, les résines adhésives doivent être frottées à l'aide d'une micro brush pour favoriser leur bonne pénétration. On considère qu'au niveau de l'émail comme de la dentine, le temps nécessaire à la pénétration de l'adhésif dans les micro rétentions doit être de 20sec avant la polymérisation lumineuse.

b. Classification

Plusieurs classifications des systèmes adhésifs ont été proposées.

Initialement, les systèmes adhésifs ont été classés par **Génération**. Cette classification initiale ne prenait pas en compte le fonctionnement fondamental des adhésifs. C'était avant tout un outil commercial. La logique a voulu que l'on évolue vers une classification plus concise et rationnelle prenant en compte les principes d'action des différents adhésifs ainsi que le nombre d'étapes nécessaires à leur application. (57)(64)

On retiendra globalement qu'un **système adhésif** est composé :

- D'un **agent acide** permettant le mordantage de l'email et/ou de la dentine.
- D'un **primaire d'adhésion** : Pour améliorer l'étalement des adhésifs qui sont habituellement hydrophobes, les fabricants proposent l'utilisation de primer, composés à la fois d'une partie hydrophile et hydrophobe. Ils feront le lien avec le substrat qui est lui plutôt hydrophile et permettront à l'adhésif, hydrophobe, de pénétrer les structures dentaires préparées.
- **Un adhésif ou résine adhésive** : constitué de monomères résineux, il infiltre le substrat dentaire et assure la liaison avec la résine de collage.

Ainsi, une nouvelle classification basée sur le principe même du système adhésif ici décrit est née. On distinguera alors trois classes de systèmes adhésifs (64) :

- Ceux nécessitant un mordantage préalable à l'application de l'adhésif, suivi d'un rinçage. Ce sont les systèmes **M&R**, pour Mordantage et Rinçage.
- Ceux appliqués directement sur l'organe dentaire, sans mordantage préalable puisqu'ici l'agent mordant se trouve au sein même du système. Ce sont les **SAM**, pour Système Auto Mordant.
- **Les systèmes adhésifs universels** : ils peuvent être utilisés de deux manières. Soit dans un protocole utilisant le mordantage et le rinçage ; soit dans une technique simplifiée utilisant l'auto- mordantage.

Chacune des deux premières classes peut elle même être subdivisée en deux sous-catégories, en fonction du nombre d'étape à réaliser :

- **M&R II** et **M&R III** qui correspondent respectivement à une application en deux ou trois temps.
- **SAM I** et **SAM II** correspondant à une ou deux étapes.

1) Systèmes M&R

Les systèmes MR II et MR III comme leur nom l'indique nécessitent un mordantage et un rinçage préalable à leur application.

Comme vu préalablement, l'acide de mordantage principalement utilisé aujourd'hui est l'acide ortho phosphorique à une concentration comprise en 30 et 40% (37% le plus souvent). (57)(64)(65).

- Les systèmes M&R III s'utilisent en 3 étapes :

1) Le mordantage

2) L'application du **primaire** d'adhésion

Il joue un rôle déterminant pour créer la liaison entre le substrat dentaire hydrophile en maintenant poreux le substrat collagénique, ou bien en permettant sa ré-expansion si il a été collapsé lors d'un séchage trop important.

3) L'application de l'**adhésif** ou résine adhésive.

C'est une résine à base de BisGMA ou de diméthacrylate-uréthane Elle va être à la base de l'adhésion avec la résine de collage mais également avec la RPI. Elle pourra amortir les contraintes mécaniques en absorbant les tensions inhérentes à la contraction de polymérisation.

Exemples de systèmes MR III : OptiBond FL® (Kerr), All-bond 2® (BISCO), Scotchbond MP® (3M ESPE), Syntac Classic® (Vivadent),...

- Les systèmes M&R II s'utilisent en 2 étapes :

- 1) Le mordantage
- 2) L'application du **mélange primaire d'adhésion + Adhésif** (ou résine adhésive) présenté en un seul contenant.

Nb : Le mélange des deux composants rend ce système plus soluble et plus enclin à se dégrader dans le temps. (68)

Exemples de systèmes MR II : OptiBond Solo Plus® (Kerr), One-Step plus® (BISCO), Scotchbond 1® (3M ESPE), Prime & Bond NT® (Dentsply), James 2® (Saremco),...

2) . Les systèmes SAM

Les SAM, ou systèmes auto-mordant ne nécessitent pas l'application préalable d'un acide de mordantage. (57)(64)(65) Ils interpénètrent le réseau collagénique et la boue dentinaire et évitent donc les sensibilités post-opératoires.

- Les systèmes SAM II s'utilisent en 2 étapes :

- 1) L'application concomitante du **primaire et de l'acide** de mordantage. Un même flacon contient des monomères acides assurant le micro clavetage des surfaces dentaires, ainsi que le primaire d'adhésion composé de monomères de HEMA et de solvants. Les monomères acides des SAM n'éliminent pas la boue dentinaire, ils l'imprègnent, diminuant ainsi le risque de sensibilités post opératoires.
- 2) L'application de l'**adhésif** ou résine adhésive.

Exemples de systèmes SAM II : AdheSE®(Vivadent), Clearfil Line B 2V® (Kuraray), NT® (Dentsply), Septodont Unifill Bond® (GC), Clearfil SE Bond® (Kuraray),...

- Les systèmes SAM I s'utilisent en 1 seule étape :

Ce sont des adhésifs dits « tout en un ». Un unique flacon contient les monomères acides, le primaire d'adhésion et la résine adhésive.

Exemples de systèmes SAM I : Adper Prompt® (3M/ESPE), AQ Bond® (Sun Medical), Etch&Prime 3® (Degussa), One Up Bond® (Tokuyama).

3) Les systèmes universels

Les systèmes universels sont présentés comme étant efficaces avec ou sans mordantage préalable des structures dentaires. Ils peuvent ainsi être utilisés comme des systèmes M&R ou comme des SAM. (69) Ils s'utilisent également sur les pièces à coller.

Les systèmes universels sont très variés, ils doivent pouvoir être utilisables comme des SAM 1 et sont donc un mélange « tout en un », contenant un acide, un primaire et une résine adhésive. Dans certains cas les systèmes universels peuvent contenir en plus du silane. Nous retrouvons ainsi certains systèmes universels indiqués pour le collage de la céramique seuls (sans association à un autre matériau), d'autres devront être couplés à un activateur ou à un silane. (69) Utilisés comme M&R III ils montrent des résultats optimum.

Exemples de systèmes Universels : Scotchbond Universal ou Single Bond U® (3M ESPE), Prime and Bond Elect® (Dentsply), Prime and Bond Active® (Dentsply), One Coat 7.0 Universal® (Coltene), Adhese Universal® (Ivoclar Vivadent),...

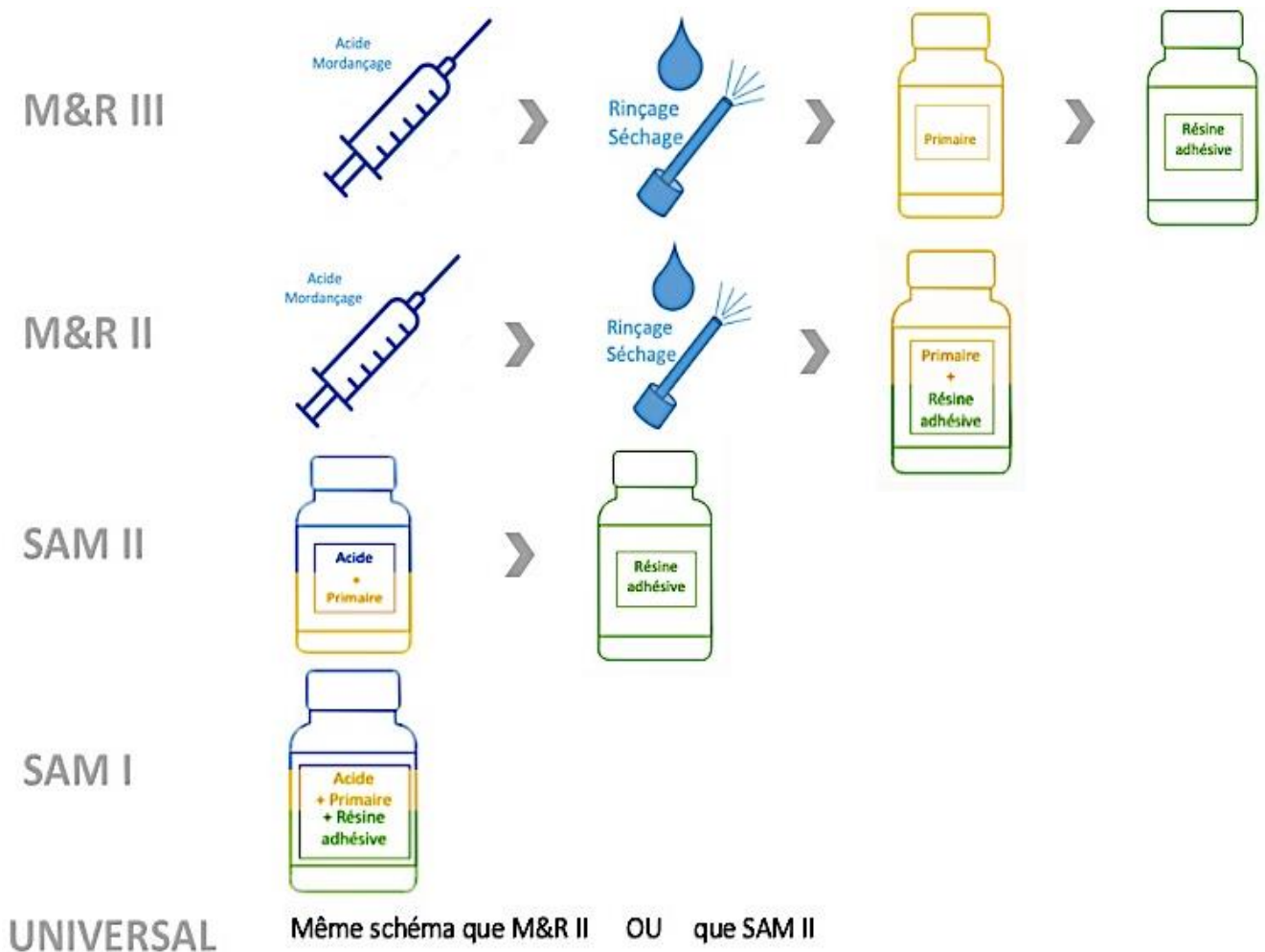


Figure 27 – Récapitulatif des différents systèmes adhésifs et de leur séquence clinique.

c. *Avantages et inconvénients des différents systèmes adhésifs*

| | M&R | SAM | Universels |
|----------------------|--|---|---|
| Avantages | <ul style="list-style-type: none"> • Très bonne adhésion à l'émail, liée essentiellement à la qualité du mordantage préalable. • Important recul clinique. | <ul style="list-style-type: none"> • Adhésion à la dentine très efficace. La question de l'humidité ne se pose plus, le collage peut se faire sur dentine sèche. • Protocole simplifié (moins de manipulations). • Faibles sensibilités post-op. | <ul style="list-style-type: none"> • Bon compromis lors d'un mordantage sélectif : Très bonne adhésion à l'émail, utilisés avec mordantage amélaire préalable. • Meilleure adhésion à la dentine utilisés sans mordantage dentinaire préalable, ou bien avec un mordantage contrôlé (15s) opérateur-dépendante. • Polymérisation possible sur l'organe dentaire avant assemblage, finesse du joint, en particulier le Scotchbond®. |
| Inconvénients | <ul style="list-style-type: none"> • Adhésion à la dentine plus délicate, opérateur-dépendante. • Plus grand nombre de manipulations. | <ul style="list-style-type: none"> • Adhésion à l'émail diminuée. (Acides présents dans les flacons moins efficaces que acide ortho-phosphorique). • Les systèmes SAM 1 restent en dernière position concernant ses valeurs d'adhésion à long terme. | <ul style="list-style-type: none"> • Attention à utiliser les universels de manière appropriée (Comme un M&R ou comme un SAM selon la situation clinique, nécessitant réflexion avant utilisation). • Attention aux systèmes vendus avec « Silane inclus », qui n'apparaissent pas efficaces. (70) |

Tableau 7 – Avantages et inconvénients des différents systèmes adhésifs (42)(65)(67)(69)(70)

En pratique, le point faible des SAM peut être contourné en optimisant leur adhésion à l'émail par un mordantage préalable de l'émail. Cependant cette technique est totalement contre-indiquée au niveau de la dentine. Les monomères des adhésifs auto-mordançants pénétreront avec difficulté une dentine au préalable déminéralisée. (42).

Malgré les avantages et inconvénients présentés par les différents systèmes, de nombreuses études ont démontré que les systèmes M&R III demeurent aujourd'hui les plus performants et les moins sensibles à la technique de mise en œuvre. Il semblerait qu'ils assurent également le collage le plus durable dans le temps. Le traitement préalable à l'acide phosphorique reste le plus efficace pour obtenir un collage optimal à l'émail. (71)

d. Indications des systèmes adhésifs selon la zone à restaurer

Tout système a, comme nous avons pu le voir, ses avantages et ses inconvénients. Selon le type de restauration partielle envisagée, et donc le type de cavité à restaurer, nous pourrions sélectionner un système adhésif plutôt qu'un autre. (65)

- Pour les **RPI antérieures** (Chips, Facettes), la surface **amélaire** est largement prédominante : Que ce soit dans le cas des chips où aucune altération de l'émail ne sera réalisée, ou dans le cadre de facettes où l'on favorisera toujours des marges de préparation amélaire.
 - Préférer les systèmes **M&R**. En particulier les systèmes M&RIII dont l'efficacité n'est plus à prouver.
- Pour les **RPI postérieures**, (Inlay, onlay, overlay, veneerlay et Table top), la surface amélaire sera préservée au maximum lors des préparations, cependant c'est souvent la surface **dentinaire** qui sera prédominante dans les marges de préparation.
 - Privilégier les **SAM** lorsque le ratio Dentine/Email > 1. Un mordantage sélectif des marges amélaire pourra être réalisé au préalable avec de l'acide ortho phosphorique. Le SAM2 en particulier, servira de base pour la réalisation de l'IDS (cf. IV. C.)
- Lorsque notre RPI présente des marges de préparation situées dans une dentine dite **réactionnelle ou sclérotique**, il est préférable d'utiliser un système **M&R**. On pourra alors moduler le temps de mordantage de l'acide ortho phosphorique sur la dentine aux alentours des 30/45secondes pour obtenir une déminéralisation suffisante, et la pénétration ultérieure de la résine adhésive sera optimisée.

e. Indications des systèmes adhésifs selon le matériau constituant la RPIC

Comme nous avons pu le voir dans la partie II. E. 2, il existe, pour chaque restauration partielle, un matériau « de choix » ou matériau « idéal ». En fonction du matériau utilisé dans notre RPI, le choix de l'adhésif va varier. L'application de l'adhésif intervient après silanisation.

| RPI | Matériau « de choix » | Système adhésif « idéal » |
|------------|--|----------------------------------|
| Chips | Toute vitro céramique renforcée OU | Système M&RIII |
| | Résine composite | Système M&RIII ou Universel |
| Facettes | Vitro céramique renforcée au disilicate de lithium OU | Système M&R III |
| | Toute Vitro céramique renforcée | Système M&R III |

| | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|
| Inlay, onlay, overlay, veenerlay | Toute Vitro céramique renforcée OU Céramique Hybride | Système M&R III |
| | Céramique Hybride | Système M&R III |
| Table Tops | Céramique Hybride OU | Système M&R III |
| | Vitro céramique renforcée au disilicate de Lithium OU | Systèmes M&R III |
| | Résine composite | Système M&R III ou Universel |

Tableau 8 – Système adhésif idéal en fonction du type de matériau constituant la RPI.

Comme nous le distinguons clairement dans ce tableau, les systèmes adhésifs **M&R III** restent aujourd’hui les systèmes de référence pour le collage de la globalité des pièces indirectes. Ils montrent les résultats les plus reproductibles, fiables et performants sur le long terme. (67) **En pratique, les systèmes Universels utilisés comme des M&R II permettent d’allier grand nombre d’avantages des systèmes M&R III classiques tout en favorisant une excellente adhésion à la dentine.**

NB : Il faut noter que dans le protocole de collage des **restaurations postérieures, idéalement 2 systèmes adhésifs différents** devraient être utilisés ; Un système SAM au niveau de l’organe dentaire (lors de l’IDS si exposition dentinaire importante). Puis, lors de l’assemblage un système M&R III au niveau de l’organe dentaire préparé et protégé et de la pièce prothétique.



Ce produit de chez Kerr est considéré par un grand nombre de praticiens comme le système M&R III de référence.

Il est indiqué sur le site du fabricant pour le collage « *Des restaurations de composite, couronnes, Inlays, onlays indirects en céramique et en composite, matériaux pour reconstructions coronaires.* »

Figure 28 – Système M&R III, OptiBond® FL, Kerr.



L'adhésif Scotchbond Universal® de chez 3M est aujourd'hui le système universel le plus connu, considéré comme l'universel de référence.

Sur le descriptif donné par le fabricant on pourra noter des indications de collage très variées : « Il colle à toutes les surfaces, incluant l'émail, la dentine, la vitrocéramique, la zircone, les matériaux précieux et non précieux et les composites, et sans primer additionnel. »

Figure 29 – Système Universel, Scotchbond Universal®, 3M ESPE.

Si l'on ne peut réfuter le fait que les systèmes universels montrent une bonne adhésion à la vitro céramique, il a cependant été établi qu'ils ne paraissent pas encore être une alternative fiable (pour le moment) et restent inférieurs au traitement de référence qu'est le système M&R III. Ceci a été démontré dans une revue systématique de la littérature réalisée par Arnaud Hemamouche en 2018. (69). Ils présentent cependant des aptitudes similaires au traitement M&R III lorsqu'ils sont appliqués sur des restaurations en résine composite ou en céramique poly cristallines.

4. Les polymères de collage

a. Définition

Les colles sont des polymères organiques constitués d'une matrice d'esters méthacryliques à laquelle est incorporée ou non des charges minérales. (73)(50)

A la différence d'un ciment qui initie sa prise par une réaction acido-basique, une colle fait sa prise par polymérisation. Cette prise leur confère une ténacité importante, permettant aux polymères d'encaisser de fortes contraintes.

Les colles peuvent présenter 3 types de polymérisation (64):

- **Une photo polymérisation pure** : L'influx lumineux induit la polymérisation, à une longueur d'onde donnée. Un agent photo sensible (souvent la camphoroquinone) présent au sein du polymère de collage va initier la polymérisation.
Ce type de prise laisse au praticien plus de temps pour manipuler la pièce, mais ne peut être réalisé que lors du collage de restaurations de faible épaisseur et surtout translucides, permettant un bon passage de la lumière, et sera essentiellement réservée aux restaurations antérieures (Chips et Facettes). La polymérisation est souvent incomplète, et nécessite une longue durée d'exposition lumineuse.
- **Une polymérisation chimique pure** : Ici la polymérisation est initiée par le mélange d'une base et d'un catalyseur à l'origine d'une réaction de type RedOx, on parle de chémo polymérisation. Souvent ces colles présentent donc un embout auto mélangeur permettant l'arrivée de la colle déjà préparée, parfois il faut effectuer le mélange base – catalyseur soi-même. Le temps de prise est donc plus court puisqu'il débute dès le mélange, la manipulation est opérateur dépendante, le praticien doit aller assez vite, mais la polymérisation est ici quasi complète.
- **Une prise duale, à la fois chimique et lumineuse** : Ici la prise de la couche de surface est initiée par la polymérisation photonique. En profondeur la prise est chimique. Ces colles permettent pour les restaurations postérieures d'allier les avantages des deux systèmes et seront donc souvent préférées.
Attention cependant, car ces colles duales sont incompatibles avec l'utilisation d'un système adhésif SAM (auto mordant) en raison de leur acidité, il y aura une inhibition de la polymérisation.

b. Classification des différentes résines de collage

On peut classer les différents polymères de collage selon leur mode de polymérisation comme nous l'avons vu, mais on peut également les classer selon leur potentiel adhésif (50):

- Les colles sans potentiel adhésif.
- Les colles avec potentiel d'adhésion propre.
- Les colles dites « auto adhésives ».

1) Les colles sans potentiel adhésif

Ces colles n'ont pas de propriétés adhésives propres, elles nécessitent que les surfaces dentaires et la pièce prothétique à coller soient conditionnées au préalable. Leur traitement de surface acide suivi de l'application d'un adhésif (ou d'un silane selon la surface) est nécessaire à leur utilisation. (74)(75) Elles présentent les meilleurs résultats d'adhésion à court et à long terme et sont donc reconnues comme une partie intégrante du protocole de collage idéal.

Ces colles sont constituées d'un **composite diméthacrylate**, pouvant être micro chargé ou micro hybride. On les appelle vulgairement « les composites de collage », elles possèdent une phase résineuse importante leur conférant une bonne fluidité. Elles sont essentiellement à prise **duale**.

Exemples de colles sans potentiel adhésif : Variolink II® (Ivoclar Vivadent), NX3® (Kerr), Calibra® (Dentsply), Rely X Arc® (3M Espe), Vita Luting Set® (Vita), ParaCem® (Coltène),...

Dans cette catégorie de colles sans potentiel adhésif, nous retrouvons également les résines composites dites « de restauration », qui ont une prise uniquement **photonique**. Elles ont une composition très similaire aux composites de collages conventionnels. Leur viscosité est cependant plus élevée, diminuant la facilité de manipulation.

Ils peuvent donc être chauffés au préalable à l'aide de dispositifs réchauffeurs (Atteignant une température de 60°C). Lors de leur utilisation pour l'assemblage de RPI postérieures, il est également préconisé d'utiliser un insert ultrasonique pour favoriser l'étalement et la fluidité de ces colles. (74)(76). En pratique, il est aujourd'hui possible de pallier ces désagréments en utilisant des composites fluides pour le collage des pièces antérieures.

On rappelle que cette famille de composites uniquement photo polymérisables ne être utilisée que dans le cadre de l'assemblage de restaurations suffisamment fines mais surtout translucides (Chips et Facettes) et que pour permettre la distribution de la lumière et la polymérisation en profondeur, un type particulier de composite de restauration devra être utilisé et devra être compatible avec la luminosité propre de la RPI. On favorise des colles d'une teinte proche de celle du substrat dentaire, et légèrement fluorescentes. (77)(78).

Un avantage considérable des colles à prise photonique et non chimique ou duale est la grande stabilité chromatique de la colle, très recherchée pour les restaurations antérieures. (Cf. III. D. 3.c. Propriétés optiques).

Exemples de composites de restauration utilisables en tant que matériau d'assemblage : G-aenial® (GC) et Estelite Sigma Quick® (Tokuyama)

2) Les colles avec potentiel d'adhésion propre

Ces colles sont composées de monomères fonctionnels, possédant une aptitude adhésive, leur permettant de se lier aux tissus dentaires tout comme à la RPI. Les monomères fonctionnels entrant dans leur constitution sont différents selon les types de colles, on retrouvera du **10-MDP** (pour Panavia® de chez Kuraray par exemple), le **MAC-10** (pour le Mbond® de Tokuyama par exemple) ou bien encore le **4-META** (pour le SuperBond® de Sun Medical par exemple). Elles sont généralement peu chargées.

Malgré les propriétés adhésives de leurs monomères, ces colles nécessitent un conditionnement des surfaces dentaires et prothétiques pour obtenir des valeurs d'adhésion efficaces et ne permettent donc pas encore de réduire les étapes du protocole de collage.

Ces colles peuvent présenter une polymérisation **chimique ou duale**. Dans le cadre d'une polymérisation chimique, le travail du praticien se doit d'être rapide lors de l'assemblage, car la prise a lieu dès lors que base et catalyseur sont mélangés. Certains fabricants ont cherché à pallier à cet inconvénient en créant des colles initiant leur prise en milieu anaérobie (*ex : Panavia 21® ou F2® de Kuraray*).

Exemples de colles avec potentiel d'adhésion propre : Panavia 21® ou F2.0® (Kuraray), Super-Bond® ou Chemiace II® (Sun Medical), Bistite II DC® (Tokuyama),...

3) Les colles « auto adhésives »

Tout comme les systèmes SAM dans les systèmes adhésifs, les colles auto adhésives sont dites « tout-en-un ». Elles ne nécessitent aucun traitement de surface préalable et sont utilisables directement sur une surface dentaire propre et sur la RPI.

Ces colles sont à base de **diméthacrylates** chargées. Leurs composants acides réalisent un auto-mordantage et infiltrent les surfaces dentaires par la suite. (77) Cependant, certains auteurs recommandent d'effectuer un mordantage amélaire préalable avec de l'acide ortho phosphorique à 37% pour faire doubler les valeurs d'adhésion à l'émail. (79) Ces colles présentent malgré tout des valeurs d'adhésion sur le long terme inférieures à celles obtenues avec le protocole de collage « Gold Standard » faisant appel aux colles sans potentiel adhésif.

Toutes les colles auto adhésives ont une prise **duale**.

Exemples de colles « auto adhésives » : Relyx Unicem 2® (3M ESPE), Totalcem® (Itena), Maxcem® (Kerr), Multilink Sprint® (Ivoclar Vivadent), BisCem® (Bisico),...

| Types de colles | Mode de polymérisation | Exemples |
|------------------------|------------------------|--|
| Sans potentiel adhésif | Duales | Variolink II® (Ivoclar Vivadent), NX3® (Kerr), Calibra® (Dentsply), Rely X Arc® (3M Espe), Vita Luting Set® (Vita), ParaCem® (Coltène),... |
| | Photo-polymérisables | G-aenial® (GC), Estelite Sigma Quick® (Tokuyama),... |
| Avec potentiel adhésif | Chémo-polymérisables | Panavia 21®, Panavia F2® (Kuraray), SuperBond® (Sun Medical),... |
| | Duales | Chemiace II® (Sun Medical), Bistite II® (Tokuyama),... |
| Auto adhésives | Duales | Relyx Unicem 2® (3M ESPE), Totalcem® (Itena), Maxcem® (Kerr), Multilink Sprint® (Ivoclar Vivadent), BisCem® (Bisico),... |

Tableau 9 – Récapitulatif des différentes colles présentes sur le marché (exemples non exhaustifs).

c. Cahier des charges du matériau d'assemblage idéal

- **Adhésion**

Le recul clinique et les données de la littérature ont permis de mettre en évidence que les performances de collage sur les tissus amélaire sont supérieures lorsque l'on utilise des colles sans potentiel d'adhésion, s'inscrivant dans le protocole de collage idéal, avec mordantage et application d'une résine adhésive préalable. (80) (81)

Les colles les moins performantes d'un point de vue de l'adhésion à long terme semblent être les colles auto-adhésives. Le recours à un mordantage amélaire préalable avec ces colles permet d'accéder à des valeurs d'adhésion proches de celles obtenues avec des colles possédant un potentiel adhésif propre, mais restent tout de même inférieures à celles sans potentiel d'adhésion. (79)

- **Étanchéité**

Un grand nombre d'éléments (thermiques, bactériens, mécaniques, chimiques, hydriques...) sollicitent le joint à l'interface de la dent et de la RPI. Ces éléments traumatiques peuvent entraîner une dégradation du joint dento-prothétique à long terme.

L'ampleur de cette dégradation est intimement liée à l'épaisseur de ce joint dento-prothétique. Comme nous avons pu l'aborder précédemment, l'épaisseur idéale de ce joint devrait être inférieure à 50µm. (75)

En plus de la notion d'épaisseur, l'étanchéité du collage est définie par le suivi rigoureux protocole de collage qui doit être effectué sous digue (dans un milieu isolé des fluides et de l'humidité buccale) et sur une surface dentaire préalablement décontaminée. Il semblerait que l'application de Chlorhexidine à 0,2% après le rinçage de l'agent de mordantage et avant l'application de l'adhésif permettrait de minimiser la dégradation du joint dans le temps par des enzymes endogènes dégradant les fibres de collagène (comme les protéoglycane). (82)

L'étanchéité dépend également de la polymérisation du polymère de collage qui doit être la plus complète possible afin d'éviter sa dégradation précoce. Dans le cas des colles à prise duale ou photonique, on enduira la restauration d'une couche de glycérine avant les derniers flash lumineux afin d'aboutir au taux de conversion le plus important possible lors de la polymérisation, et ainsi prédire de la meilleure étanchéité possible.

- **Viscosité**

Elle est intimement liée aux particules de charges qui entrent dans leur constitution. La viscosité dépendra du taux de charges présent dans la colle (s'exprimant en % de masse), mais également de leur taille, leur géométrie et de leur type.

Il est nécessaire d'obtenir une balance entre une colle suffisamment fluide pour permettre l'insertion complète de la RPI et obtenir une bonne adaptation et d'une colle possédant une certaine viscosité et une certaine thixotropie pour en faciliter l'enduction de la pièce ainsi que l'élimination des excès. (75)

Dans le cas des restaurations antérieures, on préchauffera donc les composites de collage pour abaisser leur viscosité ou on utilisera des composites fluides.

Les colles sans potentiel d'adhésion à prise duale, qui seront elles privilégiées pour le collage des restaurations postérieures possèdent en général une fluidité idéale à leur manipulation et il est plus rare d'avoir à leur faire subir un traitement thermique pour modifier leur viscosité.

- **Mouillabilité**

Nous avons pu mettre en évidence précédemment que la mouillabilité de la colle à l'interface dent-RPI sera d'autant plus importante lorsque l'énergie de surface des solide est supérieure à la tension superficielle de la colle. (59)(60)

L'énergie de surface des tissus dentaires est augmentée lors du mordantage acide, du sablage des surfaces ou encore lors de l'application d'un primaire d'adhésion dans le cadre des systèmes M&RIII. Pour les RPI céramiques, composites ou hybrides, le traitement de surface par sablage aux particules d'alumine au laboratoire de prothèse, puis le mordantage et l'application d'un silane permettent également d'augmenter l'énergie de surface de la restauration.

Au plus la colle pourra « mouiller » les surfaces, au plus l'étalement sera favorisé et au plus le joint dento-prothétique sera fin.

- **Propriétés mécaniques**

Le polymère de collage joue le rôle de liant mais également d'amortisseur entre les tissus dentaires et la RPI. La colle doit en effet pouvoir absorber les contraintes rencontrées à cette interface. Pour se faire, elle doit posséder des propriétés de déformation pseudo-réversible au niveau du joint, et cela est possible grâce à son caractère visco-élastique. (83)

Certaines études ont permis d'étudier la résistance à la flexion de ces colles ainsi que leur module d'élasticité, (84)(85), il en ressort que la résistance à la flexion des différents polymères de collage présents sur le marché est plutôt équivalente à l'exception des colles dites « auto-adhésives » qui possèdent une moins bonne résistance mécanique que les colles classiques.

Il semblerait cependant que la prise photonique augmenterait de façon significative les propriétés mécaniques des colles. Les colles à prise duale permettent elles de combiner d'excellents résultats mécaniques (liée à la prise photonique) et de bonnes propriétés physiques (associées à la prise chimique).

- **Propriétés optiques**

Le polymère de collage n'aura une influence sur le rendu esthétique global de la restauration que dans le cadre de RPI d'une épaisseur inférieure à 1mm. (86) Nous nous intéressons donc aux propriétés optiques du polymère de collage lorsqu'il est utilisé pour les restaurations antérieures (Facettes et chips de faible épaisseur). Notons que dans cette situation nous avons établi que le collage devait préférentiellement être réalisé avec des composites de restaurations à prise photonique.

Plusieurs caractéristiques pourront guider notre choix de composite de collage : Teinte, translucidité, indice de réfraction, fluorescence... Mais il est essentiel que la résine laisse pénétrer la lumière pour permettre une polymérisation en profondeur (une bonne translucidité y contribue).

Notons également qu'il est essentiel que le polymère de collage possède une stabilité chromatique dans le temps. En effet, pour certaines colles à prise chimique ou duale, la présence de peroxydes ou d'amines (agents initiant la chémo polymérisation) entraînent en se dégradant un changement de la teinte de la colle, prenant une teinte brun/jaune qui est souvent visible au niveau du joint dento prothétique. Ce désagrément esthétique est évité lors de l'utilisation de résines composites de restauration comme moyen d'assemblage.

- **Biocompatibilité**

Le polymère de collage, pour être considéré comme biocompatible ne doit pas induire de réactions néfastes et ne pas présenter de cytotoxicité. Toutes les colles possèdent pourtant dans leur conformation une base résineuse (composée de dérivés méthacrylates et acrylates) pouvant induire une certaine toxicité et des réactions allergiques chez certains patients et chez le praticien. (87)

Les RPI réalisées sur dents vivantes doivent toujours prendre en considération la proximité avec l'organe pulpaire. On pourrait se questionner sur les risques liés à cette toxicité au niveau de la pulpe.

Il s'avère pourtant que la balance bénéfices/risques s'avère favorable au collage avec des colles (présentant un potentiel toxique) lorsque l'organe pulpo-dentinaire est protégé par le biais de la couche hybride, puisque cet assemblage assure finalement la meilleure étanchéité possible à l'interface et constitue pour l'organe pulpo-dentinaire une barrière hermétique aux agressions extérieures.

Aujourd'hui, certains fabricants cherchent à rendre leurs colles bioactives, en introduisant dans la composition de leurs produits des agents anti-bactériens possédant une action rémanente. C'est par exemple le cas du RelyX Unicem® contenant du fluor, ou d'autres encore contenant de l'hydroxyde de Calcium. Le vrai potentiel bactériostatique de ces colles n'a pas encore été démontré. (88)

- **Facilité d'emploi**

Elle est directement liée au conditionnement des colles et aux détails des protocoles donnés par les fabricants.

La facilité d'emploi est également grandement dépendante de leur viscosité et de leur thixotropie. Il faut pouvoir manipuler la pièce une fois enduite.

On retiendra certains points essentiels :

- Les colles sans potentiel d'adhésion doivent toujours être privilégiées.
- Un joint de moins de 50µm doit idéalement être recherché.
- L'application de Chlorhexidine à 0,2% après le rinçage de l'agent de mordantage permet de diminuer le risque de dégradation de l'interface.
- Les résines composites de restauration à prise photonique sont favorisées pour les restaurations esthétiques (meilleure stabilité chromatique)
- La mise en place d'un champ opératoire doit être systématique pour tous les collage.

E. Assemblage et photo- polymérisation

1. *Assemblage*

Après avoir préparé toutes les surfaces qui sont maintenant conditionnées pour le collage, vient l'heure de l'assemblage.

Les différentes RPI peuvent être enduites au niveau de leur intrados par le polymère de collage. Il sera préférable d'en appliquer en quantité importante et d'éliminer les excès par la suite plutôt que d'en manquer. Dans le cas des RPI postérieures il sera également possible d'enduire de colle la surface dentaire. Il n'y a pas réellement d'étude montrant l'avantage de l'enduction de la pièce par rapport aux surfaces dentaires. La technique sera donc praticien-dépendante, mais il reste évident que l'enduction de la pièce a un côté pratique pour contrôler visuellement la bonne répartition du matériau de collage.

Pour faciliter la préhension des pièces, des bâtonnets auto adhésifs (Ex : *Optrastick®*, *Ivoclar Vivadent*) peuvent être utilisés et collés sur l'extrados de la pièce, évitant la contamination de l'intrados avec les doigts et évitant également que le praticien se retrouve avec de la colle plein les gants. Les pièces de petite taille étant également souvent difficile à manipuler en particulier dans les secteurs postérieurs, cette astuce permet une meilleure manipulation. (50)



Figure 30 - Optrastick®, Ivoclar Vivadent

La pièce est ensuite insérée, cela doit se faire sans contraintes, de manière passive. Une pression doit être exercée sur la pièce à l'aide d'un outil métallique comme une précelle afin de permettre la fusée des excès de colle et de pouvoir décoller le stick de préhension sans créer de bulles d'air.

Pour les colles plus « visqueuses » la mise en place des pièces postérieures à l'aide d'inserts d'assemblage ultrasonores (sans eau) peut être requise afin de « fluidifier » le matériau d'assemblage par l'énergie vibrationnelle dégagée. La répartition et la fusée de la colle seront alors optimales. (Ex : *Inserts C20 de chez Satelec*).

Ces colles plus visqueuses sont surtout les résines composites de restauration utilisées pour le collage des pièces antérieures. Cependant dans ces cas, une pression digitale est suffisante pour permettre l'insertion correcte des facettes et chips, l'usage d'inserts à ultrasons ne sera donc pas recommandé ici. (77)(89)

L'utilisation d'une résine composite plus fluide sera à privilégier lorsque les pièces sont particulièrement fines, en effet un risque de fracture de la pièce lors de son enduction et de l'assemblage avec une colle trop visqueuse est fréquente ! (96)

Une courte polymérisation lumineuse de 2 secondes sera alors recommandée pour débiter le retrait des excès de colle (à l'aide d'une sonde ou d'un pinceau) sur les zones à accès direct (faces vestibulaires, palatines et occlusales), toujours sous la pression d'un instrument. Par la suite, le retrait des excès proximaux est effectué par le passage du fil dentaire en mésial et en distal de la RPI. La pièce doit continuellement être maintenue sous pression.

La polymérisation finale peut alors être initiée.

2. Photo-Polymérisation

Comme nous l'avons établi précédemment, les colles idéales pour le collage des RPI sont les colles sans potentiel d'adhésion. Ces colles peuvent être à prise duale (pour les RPI postérieures ou antérieures « épaisses ») ou à prise uniquement photonique (Pour les RPI antérieures fines, de moins d'1mm d'épaisseur). La prise chimique s'initie immédiatement lors de l'application de la colle sur la pièce à coller ou bien en l'absence d'oxygène (prise anaérobie) lorsque la RPI entre au contact de la surface dentaire. La prise photonique doit, elle, être initiée par le praticien.

La photo polymérisation a pour but d'obtenir en un court temps d'illumination une conversion élevée et homogène du polymère de collage, avec le plus faible retrait de polymérisation possible. Pourtant, le taux de conversion des monomères libres non liés en polymères lors de la polymérisation est souvent proportionnel à la rétraction du matériau ! (90) Il faut donc trouver un juste milieu.

Magne a établi que le ratio **Céramique / Colle** (Composite) devrait idéalement être **supérieur à 3**, et ce en raison de la contraction des polymères dans la résine de collage et des différences de dilatation thermique entre les deux matériaux. De ce fait, pour une épaisseur de joint moyenne de 100microns, la densité idéale du matériau doit être d'au moins 300 microns. Un rapport inférieur au niveau critique de 3 aura des conséquences néfastes sur la restauration (risques de **fissures et fêlures** dans la restauration en céramique). (96)

L'influx lumineux doit générer un photo-activateur, généralement la camphoroquinone associée à une amine tertiaire. Les photons sont alors absorbés par le site chromophore d'une molécule, qui produira alors l'espèce réactive, à l'origine de la conversion des monomères en polymères. (91)(92)

En clinique de nombreux points sont à considérer pour obtenir les meilleurs résultats possibles (83)(91)(92)(93)(94) :

- Il est préférable d'initier l'illumination lumineuse à faible intensité pour limiter la rétraction de prise. Progressivement, l'intensité pourra être augmentée par la suite.
- Il sera recommandé d'utiliser des lampes à LED ou halogène (LED privilégiées car elles dégagent moins de chaleur que les halogènes) avec une puissance comprise entre 700 et 900 mW/cm². (Ex : *Lampe Valo® Cordless, Ultradent*)
- L'initiation de polymérisation doit débiter au niveau de la face palatine ou linguale pour diminuer la rétraction de prise.
- Une courte illumination initiale (2s) permet d'éliminer aisément les excès de colle.
- Contrairement aux recommandations données par la majorité des fabricants, l'exposition lumineuse, par face, doit être supérieure ou égale à 60s en cas de colles photo polymérisables pures (temps moins important pour une colle à prise duale, environ 20 à 30s).
- La polymérisation doit être effectuée tout en exerçant constamment une pression sur la RPI à l'aide d'un instrument.
- Afin d'obtenir le taux de conversion le plus élevé possible, et diminuer la cytotoxicité liée au relargage de monomères toxiques, les derniers flashes lumineux pourront être effectués au travers d'une couche de glycérine.

F. Finitions et Polissage

Avant la polymérisation finale, les excès de colle ont été retirés à l'aide de sonde, micro-brush, CK6 ou encore de fil dentaire en proximal, de sorte à obtenir lors de la polymérisation finale un joint dento-prothétique visuellement net.

Si ce n'est pas encore tout à fait le cas, une finition pourra être réalisée à l'aide de fraises diamantées bagues rouges (*ex : Fraise flamme bague rouge*).

Cependant, il persiste encore une rugosité de surface à l'interface dent-RPI. Le joint dento-prothétique sera alors poli dans les zones où il est accessible en accès direct (vestibulaire, occlusal et palatin) à l'aide de cupules en silicone montées sur contre angle bleu. (Ex : PoGo Polisher®, Dentsply).

L'utilisation de ces cupules sans eau est aujourd'hui controversée car cela créerait un stress mécanique lié à un échauffement thermique à l'interface, il est préférable de les utiliser avec eau. De plus, certains auteurs recommandent d'attendre 24h avant le polissage final pour ne pas créer d'arrachement du matériau d'assemblage.

Au niveau des zones proximales, les joints proximaux pourront être polis à l'aide de strips diamantés de faible rugosité.

Le polissage final de la restauration (en particulier pour les RPI en résine composite, ce n'est pas nécessaire pour une RPI en céramique déjà glacée) passe par une étape de « brillantage » avec une pâte à polir à grain fin passée avec une brosse en poils de nylon ou une cupule en peau de chamois montée sur contre angle bleu, à basse vitesse.

Après quoi, la digue peut être déposée, les réglages de l'occlusion sont alors effectués. Un contrôle dans un délai d'une semaine permet de recorriger l'occlusion si nécessaire, en particulier si le patient était anesthésié lors de la séance d'assemblage, son ressenti n'étant alors pas totalement fiable.

V. **Systématisation de protocoles d'assemblage types**

L'ensemble des données énoncées ci-dessus peut créer chez certains praticiens une idée complexe de la procédure de collage. En effet, la grande variété de systèmes adhésifs, de polymères de collage et de matériaux présents sur le marché sont autant d'informations faisant que le praticien s'y perd un peu.

Afin de dégrossir l'ensemble de ces informations, quelques protocoles d'assemblage types associés à des situations cliniques rencontrées de manière régulière sont ici proposés.

Il convient qu'il est du devoir du praticien de savoir adapter chacun de ces protocoles à la situation clinique à laquelle il fait face ainsi qu'à la demande du patient.

Nb : Le protocole de collage répondant au « gold standard » a été utilisé pour ces protocoles. En pratique, il est possible de remplacer le système M&RIII utilisé sur l'organe dentaire par un système universel associé à un mordantage sélectif de l'émail.

#1/ Exemple d'une restauration antérieure :

LA FACETTE EN VITRO-CERAMIQUE RENFORCEE AU DISILICATE DE LITHIUM

1

| DENT | RESTAURATION |
|---|---|
| 1. Dépose du matériau de temporisation (Curette, Arrache couronne, insert à ultrasons, CK6, etc....). | 1. Vérification de la qualité de la pièce prothétique sur le modèle de travail par le praticien. (Qualités esthétiques, mécaniques (épaisseur), finitions...). |
| 2. Essayage de la pièce prothétique en bouche et vérifications : De l'adaptation marginale, d'un bon engrainement au niveau des points de contact et de l'occlusion. | |
| 3. Validation esthétique de la facette : mise en place de pâte d'essayage « try in » ou glycérine pour contrôler l'intégration optique de la pièce. Validation par le patient avant collage. | |
| 4. Mise en place du champ opératoire (Digue, unitaire ou plurale), stabilisée par des crampons antérieurs. Mise en place de nœuds d'arrêt recommandée pour bloquer la digue dans le sulcus. Moyens de calfatage complémentaires souvent utilisés. | 4. La pièce a déjà subi un traitement mécanique au laboratoire de prothèse, mais il est possible de réaliser un sablage très doux de l'intrados à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns) en complément. |
| 5. Nettoyage de la surface dentaire et élimination des résidus de try in et ciment provisoire : Ultrasons +/- Disque abrasif. | 5. Mordançage de l'intrados prothétique à l' acide fluorhydrique à 5%, pendant 20s. Rinçage abondant à l'eau, > 20s. Séchage doux. |
| 6. Sablage doux de l'organe dentaire à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns). | 6. Application du silane à l'aide d'une microbrush. Frotter la pièce pendant 1min , puis souffler longuement en aspirant les excédents. |
| 7. Mordançage à l' acide ortho phosphorique à 37%, : - De l'émail pendant 30s , - De la dentine apparente pendant 15s . Puis rinçage abondant à l'eau +/-CHX pendant 30.s à 1min. Séchage très doux (sans dessécher). | 7. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant la pièce avec une microbrush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. Placer la pièce dans une boîte inactinique (à l'abri de la lumière). |
| 8. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant les surfaces avec une micro brush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. | 8. Enduction de l'intrados de la facette avec le polymère de collage : Choisir une colle de type « résine composite de restauration » uniquement photo polymérisable , pour un meilleur rendu esthétique. La colle pourra être préchauffée avant l'enduction pour abaisser sa viscosité (cuve à environ 60°C). L'utilisation d'un composite fluide est également envisageable. |
| 9. Insertion de la pièce en suivant l'axe de la préparation (bord libre vers cervical). Exercer une pression sur la pièce permettant la fusée des excès de colle qui sont éliminés à l'aide d'une sonde ou d'un pinceau. | |
| 10. Pré - Photo polymérisation légère (5s.) avec un flash en vestibulaire, sous pression de la pièce. Les excès peuvent alors être retirés (passage du fil dentaire en proximal), élimination des excès au niveau des marges avec une sonde. | |
| 11. Photo polymérisation 60s par face en commençant par la face vestibulaire, puis palatine et en répétant l'opération. (Derniers flashes lumineux possibles après enduction de la pièce de glycérine). | |
| 12. Dépose de la digue, contrôle de l'occlusion, polissage du joint dento-prothétique. | |

#2 Exemple d'une restauration antérieure :

LA CHIPS DENTAIRE EN CERAMIQUE FELDSPATHIQUE CONVENTIONNELLE

| DENT | RESTAURATION |
|---|---|
| 1. Dépose du matériau de temporisation (Curette, Arrache couronne, insert à ultrasons, CK6, etc....). | 1. Vérification de la qualité de la pièce prothétique sur le modèle de travail par le praticien. (Qualités esthétiques, mécaniques (épaisseur), finitions...). |
| 2. Essayage de la pièce prothétique en bouche et vérifications : De l'adaptation de la pièce, de l'absence de sur contour (car absence de préparation dentaire), des possibles points de contact, de l'occlusion. | |
| 3. Validation esthétique de la facette : mise en place de pâte d'essayage « try in » ou glycérine pour contrôler l'intégration optique de la pièce. Validation par le patient avant collage. | |
| 4. Mise en place du champ opératoire (Digue, unitaire ou plurale), stabilisée par des crampons antérieurs. Mise en place de nœuds d'arrêt recommandée pour bloquer la digue dans le sulcus. Moyens de calfatage complémentaires souvent utilisés. | 4. La pièce a déjà subi un traitement mécanique au laboratoire de prothèse, mais il est possible de réaliser un sablage très doux de l'intrados à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns) en complément. |
| 5. Nettoyage de la surface dentaire et élimination des résidus de try in et ciment provisoire : Ultrasons +/- Disque abrasif. | 5. Mordançage de l'intrados prothétique à l' acide fluorhydrique à 5%, pendant 2min. Rinçage abondant à l'eau, > 1min. Séchage doux. |
| 6. Sablage doux de l'organe dentaire à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns). | 6. Application du silane à l'aide d'une microbrush. Frotter la pièce pendant 1min , puis souffler longuement en aspirant les excédents. |
| 7. Mordançage à l' acide ortho phosphorique à 37%, : - De l'émail pendant 30s , - De la dentine apparente pendant 15s . Puis rinçage abondant à l'eau +/-CHX pendant 30.s à 1min. Séchage très doux (sans dessécher). | 7. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant la pièce avec une microbrush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. Placer la pièce dans une boîte inactinique (à l'abri de la lumière). |
| 8. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant les surfaces avec une micro brush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. | 8. Enduction de l'intrados de la facette avec le polymère de collage : Choisir une colle de type « résine composite de restauration » uniquement photo polymérisable. Etant donné la finesse de cette pièce, le recours à un composite de collage fluide est préconisé. |
| 9. Insertion de la pièce en suivant l'axe de la préparation (bord libre vers cervical). Exercer une pression sur la pièce permettant la fusée des excès de colle qui sont éliminés à l'aide d'une sonde ou d'un pinceau. | |
| 10. Pré - Photo polymérisation légère (5s.) avec un flash en vestibulaire, sous pression de la pièce. Les excès peuvent alors être retirés (passage du fil dentaire en proximal), élimination des excès au niveau des marges avec une sonde. | |
| 11. Photo polymérisation 60s par face en commençant par la face vestibulaire, puis palatine et en répétant l'opération. (Derniers flashes lumineux possibles après enduction de la pièce de glycérine). | |
| 12. Dépose de la digue, contrôle de l'occlusion, polissage du joint dento-prothétique. | |

#3 Exemple d'une restauration postérieure : **L'ONLAY EN RESINE COMPOSITE SUR UNE PREPARATION PRESENTANT UNE FORTE EXPOSITION DENTINAIRE.**

| DENT | RESTAURATION |
|--|---|
| 1. Dépose du matériau de temporisation (Curette, Arrache couronne, insert à ultrasons, CK6, etc...). | 1. Vérification de la qualité de la pièce prothétique sur le modèle de travail par le praticien. (Qualités esthétiques, mécaniques (épaisseur), finitions...). |
| 2. Essayage de la pièce prothétique en bouche et vérifications : De l'adaptation marginale, d'un bon engrainement au niveau des points de contact et de l'occlusion. 3. Validation esthétique de l'onlay : Contrôler l'intégration optique de la pièce (teinte, sillons,...). | |
| 4. Mise en place du champ opératoire (Digue, unitaire ou plurale), stabilisée par des crampons postérieurs. Des nœuds d'arrêt et des moyens de calfatage complémentaires peuvent être utilisés. | 4. La pièce a déjà été sablée au laboratoire de prothèse. Sa décontamination est recommandée (mais reste facultative) en réalisant un mordantage à l' acide fluorhydrique à 5% ou bien à l' acide ortho phosphorique à 37% pendant 1min. Rinçage abondant à l'eau > 1min, séchage doux. |
| 5. Nettoyage de la surface dentaire et élimination des résidus de ciment provisoire : Ultrasons +/- Disque abrasif. | 5. Application du silane à l'aide d'une microbrush. Frotter la pièce pendant 1min , puis souffler longuement en aspirant les excédents. |
| 6. Sablage très doux de l'organe dentaire à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns), pour ne pas détériorer l'IDS qui aura été préalablement réalisé avec un SAMII et un composite fluide. | 6. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant la pièce avec une microbrush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. Placer la pièce dans une boîte inactinique (à l'abri de la lumière). |
| 7. Mordantage à l' acide ortho phosphorique à 37%, : - De l'émail pendant 30s , - De la dentine apparente pendant 15s. Puis rinçage abondant à l'eau +/- CHX pendant 30.s à 1min. Séchage très doux (sans dessécher). | 7. La mise en place d'un stick auto collant sur la face occlusale de la pièce peut en faciliter sa manipulation (facultatif). Enduction de l'intrados de l'onlay avec le polymère de collage + Application également dans la cavité à restaurer (sur la dent). Choisir une colle à prise duale (chémo et photo polymérisable) pour une polymérisation en profondeur. |
| 8. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant les surfaces avec une micro brush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. | |
| 9. Insertion de la pièce en suivant l'axe de la préparation (occlusal vers cervical). Exercer une pression à l'aide d'une précelle ou d'un petit fouloir sur la pièce, permettant la fusée des excès de colle qui sont éliminés à l'aide d'une sonde ou d'un pinceau. 10. Possibilité d'insertion sous pression d'un insert à ultrasons (sans eau), en fonction de la viscosité de la résine utilisée, pour permettre l'insertion complète de l'onlay. 11. Pré - Photo polymérisation légère (5s.) avec un flash en occlusal, sous pression de la pièce. Les excès peuvent alors être retirés (passage du fil dentaire en proximal), élimination des excès au niveau des marges avec une sonde. 12. Photo polymérisation 60s par face en commençant par la face vestibulaire, puis palatine et en répétant l'opération. (Derniers flashes lumineux possibles après enduction de la pièce de glycérine). 13. Dépose de la digue, contrôle de l'occlusion, polissage du joint dento-prothétique. | |

#4 Exemple d'une restauration postérieure : **LE TABLE TOP OCCLUSO VESTIBULAIRE EN MATERIAU HYBRIDE DE TYPE ENAMIC®.**

| DENT | RESTAURATION |
|---|---|
| 1. Dépose du matériau de temporisation (Curette, Arrache couronne, insert à ultrasons, CK6, etc....). | 1. Vérification de la qualité de la pièce prothétique sur le modèle de travail par le praticien. (Qualités esthétiques, mécaniques (épaisseur), finitions...). |
| 2. Essayage de la pièce prothétique en bouche et vérifications : De l'adaptation marginale, d'un bon engrainement au niveau des points de contact et de l'occlusion. 3. Validation esthétique du table top : Contrôler l'intégration optique de la pièce (teinte, sillons,...). | |
| 4. Mise en place du champ opératoire (Digue, unitaire ou plurale), stabilisée par des crampons postérieurs. Des nœuds d'arrêt et des moyens de calfatage complémentaires peuvent être utilisés. | 4. Mordançage de l'intrados prothétique à l' acide fluorhydrique à 9%, pendant 1min. Rinçage abondant à l'eau, > 1min. Séchage doux. |
| 5. Nettoyage de la surface dentaire et élimination des résidus de ciment provisoire : Ultrasons +/- Disque abrasif. | |
| 6. Sablage doux de l'organe dentaire à base d'oxyde d'alumine (petites particules de 25microns). | 6. Application du silane à l'aide d'une microbrush. Frotter la pièce pendant 1min , puis souffler longuement en aspirant les excédents. |
| 7. Mordançage à l' acide ortho phosphorique à 37%, : - De l'émail pendant 30s , - De la dentine apparente pendant 15s . Puis rinçage abondant à l'eau +/- CHX pendant 30.s à 1min. Séchage très doux (sans dessécher). | 7. Application d'un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant la pièce avec une microbrush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. Placer la pièce dans une boîte inactinique (à l'abri de la lumière). |
| 8. Nous sommes ici dans une situation où les marges de préparation sont essentiellement de l'émail. On choisira donc d'appliquer un système adhésif M&RIII : Primer, puis résine adhésive sont appliqués en frottant les surfaces avec une micro brush. Souffler longuement pour éliminer les excès. NE PAS polymériser. | 8. La mise en place d'un stick auto collant sur la face occlusale de la pièce peut en faciliter sa manipulation (facultatif). Enduction de l'intrados de la pièce avec le polymère de collage + Application également sur la dent. Choisir une colle à prise duale (chémo et photo polymérisable) pour une polymérisation en profondeur. |
| <p>9. Insertion de la pièce en suivant l'axe de la préparation (occlusal vers cervical). Exercer une pression sur la pièce permettant la fusée des excès de colle qui sont éliminés à l'aide d'une sonde ou d'un pinceau.</p> <p>10. Possibilité d'insertion sous pression d'un insert à ultrasons (sans eau), en fonction de la viscosité de la résine utilisée, pour permettre l'insertion complète du Table top.</p> <p>11. Pré - Photo polymérisation légère (5s.) avec un flash en vestibulaire, sous pression de la pièce. Les excès peuvent alors être retirés (passage du fil dentaire en proximal), élimination des excès au niveau des marges avec une sonde.</p> <p>12. Photo polymérisation 60s par face en commençant par la face vestibulaire, puis palatine et en répétant l'opération. (Derniers flashes lumineux possibles après enduction de la pièce de glycérine).</p> <p>13. Dépose de la digue, contrôle de l'occlusion, polissage du joint dento-prothétique.</p> | |

VI. Synthèse

L'ère de la dentisterie adhésive est en plein essor, elle s'insère dans les concepts d'une dentisterie minimalement invasive et conservatrice.

La nécessité de créer des pièces partielles permettant de reconstituer l'organe dentaire sans en délabrer d'avantage la structure s'est donc imposée à l'ensemble des praticiens afin de respecter les principes du gradient thérapeutique.

Dans certaines situations, l'usage de ces pièces aura un but essentiellement esthétique ou fonctionnel, dans d'autres, elles reconstitueront l'organe dentaire suite à une perte structurelle d'origine carieuse, traumatique ou encore chimique.

Pour chaque situation, le recours à un matériau de choix est indiqué. Ainsi, il s'avère que les vitro céramiques (céramiques feldspathiques enrichies) en général, et particulièrement celles renforcées au disilicate de lithium sont des matériaux de choix pour obtenir un rendu esthétique optimal dans les restaurations du secteur antérieur (Chips et Facettes) Les céramiques feldspathiques conventionnelles permettent également d'obtenir de superbes résultats esthétiques mais sont plus rarement utilisées en raison de la complexité de stratification. Les vitro céramiques renforcées trouvent également une place favorite pour l'ensemble des restaurations postérieures en raison de leur grandes propriétés mécanique (Inlay, onlay, overlay, veneerlay), mais peuvent également être réalisées à l'aide de matériaux hybrides entre la céramique et la résine composite, comme l'Enamic® par exemple, qui répond à une majorité des critères recherchés pour la conception des Table tops dans le cas d'une para fonction de type bruxisme. Les résines composites, si elles sont rarement vues comme étant des matériaux de choix, peuvent pourtant avoir tout leur intérêt en raison de la possibilité de finesse de fabrication des pièces et lorsque les dents antagonistes sont restaurées par un matériau présentant un faible module d'élasticité.

Afin d'optimiser le collage de l'ensemble de ces pièces, le suivi rigoureux d'un protocole opératoire strict est essentiel. Le collage doit systématiquement se faire sous champ opératoire sec.

Les principes de l'adhésion sont multiples ; physico-chimiques, électriques, thermodynamiques et mécaniques. Dans la réalité clinique, nous nous intéressons essentiellement aux traitements de surface de l'organe dentaire et de la pièce prothétique permettant de les conditionner afin d'augmenter leur énergie de surface, et de favoriser l'étalement et la mouillabilité de l'adhésif ainsi que du polymère de collage sur les surfaces à assembler. Au plus l'étalement sera important, au plus fin sera le joint dento-prothétique et meilleure sera l'étanchéité à l'interface.

Les colles sans potentiel d'adhésion propre, associées à un système adhésif offrent les meilleurs résultats et assurent un collage durable en raison de leur valeur d'adhésion élevée. Les systèmes adhésifs de type M&RIII sont aujourd'hui considérés comme étant les plus performants, mais sont sensibles à la technique de mise en œuvre au niveau de la dentine, ce qui n'est pas le cas sur l'émail. En pratique les systèmes Universels utilisés comme M&RII sur l'organe dentaire associés à un mordantage amélaire sélectif semblent satisfaire un grand nombre de situations cliniques.

Les systèmes auto-mordant présentent l'avantage lorsque la préparation est essentiellement dentinaire, d'éviter les sensibilités post opératoires lors de l'IDS, mais seront toujours associées à un mordantage amélaire. Ils ne seront en revanche pas utilisés au moment de l'assemblage.

Lors du collage de pièces antérieures suffisamment fines et surtout translucides, le recours à une colle uniquement photo polymérisable devra toujours être favorisé.

Il n'existe pas un produit unique et idéal qui pourra s'adapter à toutes les situations cliniques. Les protocoles cliniques que nous avons systématisé doivent être soumis au jugement du praticien, et c'est à lui d'adapter son protocole de collage à la situation qu'il rencontre. Les manipulations sont toujours opérateur-dépendantes et ont un rôle presque aussi important que les performances intrinsèques des matériaux.

TABLE DES FIGURES

| | | |
|---|--|---------|
| Figure 1 – Le gradient thérapeutique. | <i>Tirlet et Attal, 2009</i> | Page 1 |
| Figure 2 – Chips dentaire | <i>İrem Karagözoğlu and al., 2016</i> | Page 3 |
| Figure 3 – Les quatre préparations types pour RAC de type facette de la moins mutilante à la plus étendue. | ©Copyright : Jean François Lasserre | Page 4 |
| Figure 4 - Facettes de type RAC périphérique totale. | ©Copyright : Stevie Pasquier | Page 5 |
| Figure 5 – Inlay dentaire en céramique. | <i>Image tirée du site internet eurodentclinique.eu</i> | Page 6 |
| Figure 6 – Onlay dentaire en céramique. | <i>Image tirée du site internet Dentajoie.ch</i> | Page 6 |
| Figure 7 – Overlay dentaire en céramique. | <i>Image tirée du site internet chirurgien-dentiste-paris.fr</i> | Page 7 |
| Figure 8 – Veenerlay. | (© Copyright Dr. Giacomo Dallari) | Page 7 |
| Figure 9 – Table top intra cuspidien. | <i>Palacci R., 2018</i> | Page 8 |
| Figure 10 – Table top cuspidien. | <i>Palacci R., 2018</i> | Page 9 |
| Figure 11 – Table top occluso-vestibulaire. | <i>Palacci R., 2018</i> | Page 9 |
| Figure 12 – Microphotographie d’une céramique vue au Microscope Electronique à Balayage. (MEB) | <i>Dejou J., 2009</i> | Page 13 |
| Figure 13 – Lingotins pour vitrocéramiques pressées/coulées. | <i>Image tirées du site IvoclarVivadent.fr</i> | Page 14 |
| Figure 14 – Comparaison des résultats de multiples céramiques face au test de résistance en compression. | <i>Image tirée du site Labocast. Modern Dental Group.</i> | Page 16 |
| Figure 15 – Translucidité de Zircones comparable à l’eMax®. | <i>Image internet tirée du site Kuraraynoritake.eu</i> | Page 17 |
| Figure 16 – Représentation schématique d’une résine composite. | <i>Frulli Margaux, 2020</i> | Page 18 |
| Figure 17 – Illustration schématique de la microstructure d’un composite à charges dispersées par rapport à un matériau PICN. | <i>Mainjot Amélie, 2018</i> | Page 22 |
| Figure 18 – Fabrication d’un composite à charges dispersées vs celle d’un PICN. | <i>Mainjot Amélie, 2018</i> | Page 22 |
| Figure 19 – Illustration des forces appliquées au point triple : Angle de contact. | <i>Elodie Lacassagne, 2014</i> | Page 34 |
| Figure 20 – Section d’un joint collé dentine-résine composite vue au MEB 4000x. | <i>Goracci, 1998</i> | Page 36 |
| Figure 21 – La chaîne chronologique de la préparation à l’assemblage d’une restauration partielle indirecte (ou semi directe*) collée. | <i>Frulli Margaux, 2020</i> | Page 37 |
| Figure 22 – Structure schématique de l’émail. | <i>Frulli Margaux, 2020</i> | Page 43 |

| | |
|---|---------|
| Figure 23 – Les types de déminéralisation selon Silverstone. <i>Sarah Mehdi, 2009</i> | Page 44 |
| Figure 24 – L’action du temps de mordantage sur l’émail dépoli, images tridimensionnelles vues au microscope SEM, grossissement x4000. <i>Cerci BB. and al, 2012</i> | Page 45 |
| Figure 25 – Effets du mordantage sur la dentine et formation de la couche hybride. Images tridimensionnelles vues au microscope SEM, grossissement x4000. <i>Lee HH. and al, 2014</i> | Page 46 |
| Figure 26 – Représentation schématique de la double interface jouée par l’adhésif. <i>Frulli Margaux, 2020</i> | Page 51 |
| Figure 27 – Récapitulatif des différents systèmes adhésifs et de leur séquence clinique. <i>Frulli Margaux, 2020</i> | Page 55 |
| Figure 28 – Système M&RIII. OptiBond® FL. Kerr. <i>Image tirée du site internet Kerrdental.com</i> | Page 58 |
| Figure 29 – Système Universel, Scotchbond Unversall®, 3M ESPE. <i>Image tirée du site internet 3mfrance.fr</i> | Page 59 |
| Figure 30 – Optrastick®, Ivoclar Vivadent <i>Image tirée du site internet ivoclarVivadent.fr</i> | Page 66 |

TABLE DES TABLEAUX

| | |
|--|---------|
| Tableau 1 – Indications et limites des différentes RPIC. | Page 12 |
| Tableau 2 – Céramiques vitreuses vs/ cristallines. | Page 15 |
| Tableau 3 – Facteurs de choix liés aux propriétés des matériaux. | Page 28 |
| Tableau 4 – Indications d’utilisation propres à chaque matériau. | Page 29 |
| Tableau 5 – Avantages et inconvénients de la digue unitaire et de la digue plurale. | Page 41 |
| Tableau 6 – Traitements de surface des matériaux avant collage. | Page 48 |
| Tableau 7 – Avantages et inconvénients des différents systèmes adhésifs. | Page 56 |
| Tableau 8 – Système adhésif idéal en fonction du type de matériau constituant la RPI. | Page 58 |
| Tableau 9 – Récapitulatif des différentes colles présentes sur le marché (exemples non exhaustifs). | Page 62 |

BIBLIOGRAPHIE

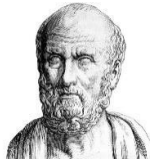
1. Tirlet G, Attal J-P. Le gradient thérapeutique, un concept médical pour les traitements esthétiques. *Inf Dent* 2009;(41/42):2561–8
2. Lussi A, Schaffner M, Zimmerli B, Neuhaus K, Strub M, Lafargue H. *Évolution en odontologie restauratrice*. Paris; Berlin; Chicago: Quintessence international; 2013.
3. Douglas WH. Additive contour of Porcelain veneers: a key element in enamel preservation, adhesion, and esthetics for aging dentition. *J Adhes. Dent.* 1999b;(1):81-92.
4. İrem Karagözoğlu and al. 3D quantification of clinical marginal and internal gap of porcelain laminate veneers with minimal and without tooth preparation and 2-year clinical evaluation. *Quintessence International*. 4 mars 2016;(6):461–471.
5. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107–111.
6. Bjorn AL, Bjorn H, Grcovic B. Marginal fit of restorations and its relation to periodontal bone level II. *Crowns*. *Odontol Revy* 1970;21:337–346.
7. Lasserre J, Laborde G, Koubi S, Lafargue H, Couderc G, Maille G, et al. *Restaurations céramiques antérieures (2) : préparations partielles et adhésion*. 2010
8. Andre Charlotte. *Les restaurations partielles postérieures : indications de préparation et de réalisation*. 2016
9. Bouillaguet PS. *Spécificité des Biomatériaux inlays-onlays adhésifs : pourquoi ? comment ?* 2010;8.
10. Toledano C. *L'overlay : le successeur de la couronne périphérique*. 2016;8.
11. Ona M, Watanabe C, Igarashi Y, Wakabayashi N Influence of preparation design on failure risks of ceramic inlays: a finite element analysis. *J Adhes Dent*. 2011 Aug;13(4):367-73.
12. Palacci R. *Les `` table tops `` : un nouvel outil dans le traitement de l'usure*. 2018;49.
13. Koubi S, Gurel G, Massihi R, Margossian P, Tassery H. *Les full mock up dans le traitement de l'usure avancée*. :5.
14. Koubi S, Gürel G, Margossian P, Massihi R, Tassery H. *Nouvelles perspectives dans le traitement de l'usure : les « Table Tops »*. *Réal Clin* 2013. 24 (4) : 319-330
15. Koubi S, Aboudharam G, Brouillet J.-L. *Inlays/onlays en résine composite: évolution des concepts*. EMC 23-136-A-10 (2006).
16. Burdairon G. *Abrégé de biomatériaux dentaires*. édition masson. Paris; 1990
17. Thomas Marin. *Approche biomécanique du choix des céramiques dans les reconstitutions partielles unitaires collées*. 2018.
18. Dejou J. *Les céramiques*, Société Francophone de Biomatériaux Dentaires. 2009.
19. Carrère A. *Apport des blocs de céramique hybride Enamic® Vita™ dans une réhabilitation totale chez un bruxomane sévère : présentation d'un cas clinique : Présentation d'un cas clinique*. *Chirurgie*. 2015. dumas-01250411

20. Courcier L, François B, d'Odontologie U de NU de F et de R. Intérêts et limites de la zircone en prothèse fixée. [S.l.]: [s.n.]; 2011
21. Savitt et al. Effects on colonization of oral microbiota by a cast glass-ceramic restoration; 1987.
22. El-Damanhoury HM et al. J Prosthodont Res. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance; 2018.
23. Raskin A, Salomon JP, Sabbagh J. Les résines composites. Propr Indic Clin Concepts Clin Résines Compos [Internet]. 2007.
24. Vreven J, Raskin A. : Résines composites. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Odontologie, 23 065 E 10: 1 14, 1997.
25. Badre B, Bennani A, Elarabi S. Inlay-onlay en composite ; 2012
26. Lauffenburger P. Les composites de laboratoire en Odontologie Conservatrice. Le point sur les composites de restauration en technique indirecte. Chir. Dent. Fr., 2003, 73,1117,17-25.
27. Franiatte M-E. Les reconstitutions partielles collées: inlays et onlays céramiques et composites. 2005
28. Decerle N, Turpin Y-L, Desa C, Hennequin M. Le point sur la stratification esthétique des composites. Actualités Odonto-Stomatologiques. déc 2011;(256):341-52.
29. Goldberg M. In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. Clin Oral investing, 12(1):1-8, 2007
30. Degrange M. Les systèmes adhésifs amélo- dentinaires. Réal Clin 2005;16:351-64.
31. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. J Prosthet Dent. 2015 Oct;114(4):587-93.
32. Olivera AB, Marques MM. Esthetic restorative materials and opposing enamel wear. Oper Dent. 2008 Jun;33(3):332-7.
33. Sripetchdanond J, Leevailoj C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic, and composite resin: an in vitro study. J Prosthet Dent. 2014 Nov;112(5):1141-50.
34. Yohann Chue. Le réseau céramique infiltré de polymères, revue de littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01532226
35. Federlin M, Wagner J, Männer T, Hiller KA, Schmalz G. Three-year clinical performance of cast gold vs ceramic partial crowns. Clin Oral Invest 2007;11(4):345-52.
36. Daniel Eid, Les restaurations partielles collées (RPC) esthétiques postérieures en 2016 : de la fabrication traditionnelle à la mise en oeuvre par CFAO. 2016
37. Decup F. Inlay, onlay, overlay. Paris: Éditions Espace ID; 2015.
38. H. Fron Chabouis, C. Prot, JP. Attal. Restauration partielle indirecte : composite ou céramique. In: Inlay Onlay Overlay. 2015.
39. Victor Emonet-Denand. Quel choix de matériau dans les reconstitutions partielles collées postérieures ? 2016.

40. Dictionnaire Larousse, définition Adhésion/ Adhérence.
41. E. Darque Ceretti, E.F., ed. Adhésion et Adhérence. CNRS ed. 2003.
42. Arnaud Anstett, le collage des facettes céramiques : Des données fondamentales à la pratique. 2011.
43. Foowkes FM, Donor-acceptor interactions at interfaces. In : Physico chemical aspects of polymer surfaces. KL. Mittal. Edit. 1983
44. Israelachvili, J., ed. Intermolecular and surface Forces. Academic press ed. 1992.
45. Site Futura Sciences, Chapitre Chimie, Liaison intramoléculaire, liaison chimique.
46. Elodie Lacassagne, Études des phénomènes de mouillabilité et des cinétiques d'imprégnation des électrodes positives par l'électrolyte: application aux batteries Lithium-Ion. Matériaux. Université Claude Bernard - Lyon I, 2014.
47. Young, T, An Essay on the Cohesion of Fluids. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1805.
48. L. Courard, F. Michel, Energies libres de surface des liquides et des solides : Une approche de la compréhension des phénomènes interfaciaux. 2003.
49. Nakabayashi, Kojima K, Masuhara E: The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates.
J Biomed Mater Res, 1982; 16: 265-273.
50. Dahan L, Raux F. Les inlays-onlays esthétiques. : procédure d'assemblage. Ind Dent. 2012 ; 1 :14-23.
51. Antonin Brestel. Incidence de l'expérience de l'opérateur sur la pose de la digue dentaire : évaluation préliminaire sur simulateur. Chirurgie. 2018. dumas-01936592
52. Browet, S. & Gerdolle, D. Precision and security in restorative dentistry: the synergy of isolation and magnification. *Int. J. Esthet. Dent.* 12, 172–185 (2017)
53. Anne-Margaux Collingnon, Digue et isolation : prenez le pli. Congrès de l'Association Dentaire Française. 2018.
54. Sarah Mehdi, Marie-Charlotte Mano, Olivier Sorel, Guy Cathelineau, Le micro sablage amélaire. 2009.
55. Jérôme Massicart. Le scellement dentinaire immédiat : intérêts et mise en œuvre . Chirurgie. 2018. dumas-01808262
56. Etienne O. Restaurations tout-céramique sur dents vitales prévenir et traiter les sensibilités postopératoires. Rueil-Malmaison: Editions CDP; 2011.
57. Robert-David Pala. Les facettes céramiques collées : protocole clinique. Médecine humaine et pathologie. 2013. dumas-00909695v2
58. Silverstone LM. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by SEM. *Caries Res* 1975;9:373–387.
59. Goldberg M. Structure de l'émail et de la dentine, effets d'agents déminéralisants et incidence sur le collage des matériaux. *Actual Odontostomatol* 1984;147:411–422.
60. Cerci BB, Roman LS, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka OM. Dental enamel roughness with different acid etching times: Atomic force microscopy study. *Eur J Gen Dent* 2012;1:187-91

61. Roulet J-F, Dégrange M. Collage et adhésion. La révolution silencieuse. Paris: Quintessence international; 2001.
62. Lee HH, Majd H, Orrego S, Majd B, Romberg E, Mutluay MM, et al. Degradation in the fatigue strength of dentin by cutting, etching and adhesive bonding. *Dental Materials*. sept 2014;30(9):1061-72.
63. Pioch T, Stotz S, Buff E, Duschner H, Staedle HJ. : Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. *J Dent* 1998 ; 11 : 202-206
64. Alexandre Macario. Assemblage des céramiques : analyse au travers de la littérature actuelle et d'un cas clinique. *Médecine humaine et pathologie*. 2016. <dumas-01360326>
65. Laura Métails. Adhésion et photopolymérisation : données actuelles et évaluation des pratiques dans un échantillon de praticiens du Finistère. *Autre [q-bio.OT]*. 2013. dumas-01057685
66. Camps J, Tardieu C, Dejou J, Franquin JC, Ladaique P, Rieu R. : In vitro cytotoxicity of dental adhesive systems under simulated pulpal pressure. *Dent Mater*. 1997 ;13: 34-42.
67. De Munck J., Van Landuyt K.L., Pneumans M., Poitevin A. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results
Journal of Dental Research, 84(2):118-132, 2005
68. Etienne O, Anckenmann L. Restaurations esthétiques en céramique collée. CdP. 2016. 353 p. (JPIO; vol. 1).
69. Arnaud Hemamouche. Intérêt des adhésifs universels dans le collage aux céramiques dentaires . *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2018. dumas-01784991
70. Yoshihara et al., « Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in “universal” adhesives ». 2016.
71. Peumans et al., “Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials”. 2005.
72. Brigitte Zimmerli, Matthias Strub. Techniques adhésives appliquées aux restaurations dentaires. In: *Evolutions en odontologie restauratrice*. Quintessence Internat.; 2013.
73. Cheron R., Degrange M. Colles et ciments : s’y retrouver et choisir. *Inf.Dent*. 2007 ; 4 : 127-136.
74. Piwowarczyk A., Lauer HC., Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J. Proth. Dent*. 2004 ; 92 : 265-73.
75. Kramer N., Lonbauer U., Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am. J. Dent*. 2000 ; 13 : 60D-76D.
76. Rocca GT, Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth: the luting appointment. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 2007 Aug;38(7):543–53.
77. Idir Ait Ouarabi, Le composite de restauration : utilisation en tant que matériau d’assemblage pour les restaurations adhésives en céramique. 2016.
78. Cheron R, Atlan A. Assemblage des restaurations indirectes. *Réal Clin*. 2014;25(4):337–44.
79. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004 ; 20(10):963-971

80. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007 ; 3(1):71-80
81. Viotti RG, Kasaz A, Pena C, Alexandre R, Arrais C, Reis A. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009 ; 102(5):306
82. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004 ; 83(3):216
83. Davidson CL., De Gee A.J., Feilzer A. The competition between the composite- dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J.Dent.Res.* 1984 ; 63 : 1369-1399.
84. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003 ; 89(2):127-134
85. Saskalauskaite E, Tam LE, McComb D. Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. *J Prosthodont* 2008 ; 17(4):262-268
86. Barath VS, Faber, Westland, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all ceramic materials and interaction with luting agents and different background. *Adv. Dent. Res.* 2003 ; 17 : 55-60.
87. Geurtsen W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. *Europ. Eur.J. Oral. Sc.* 1998 ; 106:687-695
88. Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites —a comparative study. *Dent Mater.* 2006 ; 22(10):934-41
89. Rickman LJ, Padipatvuthikul P, Chee B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. *Br Dent J.* 2011 Jul;211(2):63–7.
90. Davidson CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J. Prosth. Dent.* 1986 ; 55 : 446-447.
91. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent* 2000 ;12:300–8
92. Lafond D. Lampes à photopolymériser : choix raisonné à l'heure des LED. *Clinic.* 2009; 30 :27-34.
93. Usumez A, Ozturk., Usumez S., Ozturk B. The efficiency of different light sources to polymerize resin cement beneath porcelain laminate veneers. *J. of Or. Reh.* 2004 ; 31 : 160-165.
94. Apicella A., Simeone M., Aversa R., Lanza A., Apicella D. Light shielding effect of overlaying resin composite on the photopolymerization cure kinetics of a resin composite and a dentin adhesive. *Dent Mater* 2005 ; 21(10) : 945-961.
95. Mainjot, A. K. J. « The One step-No prep technique : a straightforward and minimally invasive approach for full-mouth rehabilitation of worn dentition using Polymer-infiltrated Ceramic Network (PICN) CAD-CAM prostheses ». *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 2018.
96. Magne, P., U. C. Belser, et F. Liger. *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : approche biomimétique.* Paris : Quintessence international, 2003.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

FRULLI Margaux – Assemblage des restaurations partielles indirectes collées

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2020

Rubrique de classement : Odontologie conservatrice

Résumé :

La dentisterie adhésive amène de plus en plus les praticiens à développer des techniques de restauration dentaire conservatrices en faisant appel à des pièces de restauration partielles (Chips, Facettes, Inlay, Onlay, Overlay, Veenerlay, Table Top) répondant au principe d'économie tissulaire. La fabrication au laboratoire de prothèse (par technique indirecte) permet d'obtenir des pièces fiables au niveau esthétique et biomécanique.

Le matériau de fabrication de chacune de ces pièces prothétiques sera fonction de la situation clinique rencontrée et de la demande du patient. La procédure d'assemblage peut sembler complexe étant donné la variété de matériaux de collage présents sur le marché.

L'objectif de cette thèse est donc de décrire les différentes restaurations partielles ainsi que leur matériau de fabrication idéal, de mettre en évidence les moyens d'optimiser leur collage, et de systématiser au mieux des protocoles d'assemblage adaptés à certaines situations cliniques régulièrement rencontrées, devant systématiquement être soumis au jugement critique du praticien.

Mots clés : Restauration partielle, Assemblage, Collage, Adhésion, Chips, Facette, Inlay, Onlay, Overlay, Veenerlay, Table top

FRULLI Margaux – Luting procedure of indirect partial bonded restorations

Abstract:

Adhesive dentistry drive more and more practitioners to develop conservative restorative techniques by using partial restorations (No-prep Veneers, Veneers, Inlay Onlay, Overlay, Veenerlay, Table Top), responding to the principle of tissue conservation.

Prosthesis crafting in laboratory provides esthetics and biomechanics reliable pieces.

The manufacturing materials used for each of these prosthetic parts will depend on the clinical situation encountered and on the patient's request. Adhesive luting procedure may seem to be difficult because of the variety of bonding materials available on the market.

The aim of this study is to describe the different partial restorations as well as their ideal manufacturing material, to highlight the best ways to optimize bonding, and to systematize adhesive luting protocols adapted to the most encountered clinical situations, which must be subjected to the critical judgment of the practitioner.

MeSH: Partial restoration, Luting procedure, Bonding, Adhesion, No-prep veneer, Veneer, Inlay, Onlay, Overlay, Veenerlay, Table top

Adresse de l'auteur :

Chemin des Fraises
13170 Les Pennes Mirabeau