

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2017]

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 18 DECEMBRE 2017

Par Elodie PASSET

Née le 25 JUILLET 1991 à Cambrai – France

Le scellement dentinaire immédiat (IDS)

JURY

Président :	Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX
Assesseurs :	<u>Monsieur le Docteur Marc LINEZ</u>
	Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME
	Madame le Docteur Aurélie MARECHAL

ACADEMIE DE LILLE
UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2

**_*_*_*_*_*_*_*_*_

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE
Place de Verdun
59000 LILLE

**_*_*_*_*_*_*_*_*_

Président de l'Université	:	X. VANDENDRIESSCHE
Directeur Général des Services	:	P.M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vices-doyens	:	Dr. E. BOCQUET, Dr L. NAWROCKI, Pr. G. PENEL
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Protheses
T. COLARD	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
E. DEVEAUX	Odontologie Conservatrice – Endodontie Doyen de la faculté
G. PENEL	Responsable de la Sous-Section des Sciences Biologiques

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Responsable de la Sous-Section d' odontologie Conservatrice – Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale
F. BOSCHIN	Responsable de la Sous-Section de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable de la Sous-Section d' Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU la	Responsable de la Sous-Section de Prévention, Epidémiologie, Economie de Santé, Odontologie légale
A. de BROUCKER	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. DELCAMBRE	Protheses
C. DELFOSSE	Responsable de la Sous-Section d' Odontologie Pédiatrique
F. DESCAMP	Protheses
A. GAMBIEZ	Odontologie Conservatrice – Endodontie
F. GRAUX	Protheses
P. HIDELBERT	Odontologie Conservatrice – Endodontie
J.M. LANGLOIS	Responsable de la Sous-Section de Chirurgie Buccale, Pathologie Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation
C. LEFEVRE	Protheses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Odontologie Conservatrice – Endodontie
G. MAYER	Protheses
L. NAWROCKI	Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation Chef de Service d'Odontologie A. Caumartin – CHRU Lille
C. OLEJNIK	Sciences Biologiques
P. ROCHER	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
L. ROBBERECHT	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable de la Sous-Section des Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable de la Sous-Section de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Remerciements

Aux membres du Jury,

Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Habilité à Diriger des Recherches

Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille

Membre associé national de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Responsable des Relations Internationales de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille

Personne Compétente en Radioprotection

Ancien Président de la Société Française d'Endodontie

C'est un honneur pour moi de vous avoir eu dans mon jury de thèse. Merci de m'avoir fait l'honneur d'en accepter la présidence. Veuillez trouver ici l'expression de mon plus profond respect et de ma sincère reconnaissance.

Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

D.E.A. Sciences de la Vie et de la Santé

Maitrise de Sciences de la Vie et de la Terre

Responsable de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Conservatrice Endodontie

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail et de vous être rendu disponible. « En effet », vos conseils m'ont été d'une aide précieuse.

Malgré parfois quelques difficultés pour se voir, nous avons sur terminer ce travail en temps et en heure, je vous en remercie.

Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Responsable de Sous-Section Protheses

Je vous remercie d'avoir pu vous libérer, et d'avoir accepté mon invitation à siéger parmi ce jury. Soyez assuré de mon profond respect.

Madame le Docteur Aurélie MARECHAL

Assistante Hospitalo-Universitaire des CERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Veuillez trouver l'expression de mon profond respect.

Table des abréviations

DDS	Delayed Dentin Sealing (Scellement Dentinaire Retardé)
IDS	Immediate Dentin Sealing (Scellement Dentinaire Immédiat)
JAD	Jonction Amélo-Dentinaire
M&R	Mordançage et Rinçage
MMP	Métallo-Protéases Matricielles
MPa	Méga Pascal
RCI	Risque Carieux Individuel
SAM	Systeme Auto-Mordançant

Table des matières

Introduction.....	15
1. Rappels sur le collage.....	16
1.1. Les tissus dentaires	16
1.1.1. L'émail.....	16
1.1.1.1. Définition.....	16
1.1.1.2. Structure	16
1.1.2. La dentine.....	17
1.1.2.1. Définition.....	17
1.1.2.2. Structure	17
1.1.2.3. La perméabilité dentinaire.....	18
1.1.3. La jonction amélo-dentinaire (JAD).....	18
1.1.3.1. Composition.....	18
1.1.3.2. Rôle	18
1.1.4. La pulpe	19
1.1.4.1. Composition.....	19
1.1.5. Le complexe dentino-pulpaire:.....	19
1.1.5.1. Les mécanismes de la réaction pulpaire	20
1.1.5.2. Les matériaux de protection pulpaire.....	20
1.2. Les reconstitutions coronaires indirectes sur dents vitales.....	21
1.2.1. Définitions.....	21
1.2.2. Indications	22
1.2.3. Contre-indications.....	23
1.2.3.1. Le praticien :	23
1.2.3.2. Le patient	23
1.2.3.3. Les matériaux choisis.....	23
1.3. L'assemblage.....	24
1.3.1. Définitions	24
1.3.2. Le collage sur l'émail	24
1.3.3. Le collage sur la dentine	24
1.3.3.1. La smear layer.....	25
1.3.3.2. La couche hybride	26
.....	27
2. Scellement dentinaire différé (DDS) ou Scellement dentinaire immédiat (IDS) ?.....	29
2.1. Le scellement dentinaire différé.....	29
2.1.1. Définition.....	29
2.1.2. Inconvénients	29
2.1.3. Protocole de scellement dentinaire retardé.....	31
2.2. Scellement Dentinaire Immédiat / Immediate Dentin Sealing.....	34
2.2.1. Définition.....	34
2.2.1.1. Procédure par l'adhésif unique	34
2.2.1.2. Procédure par l'adhésif et le composite	34
2.2.2. Impératifs & indications	35
2.2.3. Avantages & Intérêts	37
2.2.4. Inconvénients.....	41

2.2.4.1. Couche d'inhibition liée à l'oxygène.....	41
2.2.4.2. Interaction avec le matériau à empreinte.....	41
2.2.4.3. Interaction avec le matériau pour la restauration provisoire.....	42
2.2.4.4. Nanoleakage.....	42
3. Matériel et matériaux nécessaires pour l'IDS.....	43
3.1. Pour l'isolation de la dent.....	43
3.2. Les Adhésifs amélo-dentaires.....	44
3.2.1. Les M&R.....	45
3.2.1.1. M&R3.....	45
3.2.1.2. M&R2 :.....	46
3.2.2. Les SAM.....	47
3.2.2.1. SAM1.....	48
3.2.2.2. SAM2.....	48
3.3. Substituts dentinaires.....	49
4. Protocole d'IDS avec MR3.....	51
4.1. Etapes pré-opératoires :.....	51
4.1.1. Anesthésie.....	51
4.1.2. Choix de la teinte.....	51
4.1.3. Marquage des points de contacts.....	51
4.2. Isolation.....	51
4.3. Préparation de la dent.....	51
4.4. Sablage de la dent.....	52
4.5. Repérage de la dentine exposée.....	52
4.6. Mise en place du MR3.....	53
4.6.1. Total etching (Mordançage total).....	53
4.6.1.1. Traitement de la surface à l'hypochlorite de sodium ?.....	54
4.6.1.2. Chlorhexidine.....	54
4.6.2. Primer (Primaire / Promoteur).....	55
4.6.3. Bonding (Adhésif).....	55
4.7. Substitut dentinaire.....	55
4.8. Empreinte.....	56
4.9. L'assemblage.....	57
5. Cas cliniques.....	60
5.1. Cas 1 : Onlay sur 46 de Mr L.D.....	60
Conclusion.....	64
Références bibliographiques.....	66

Introduction

Dans un passé encore récent, la thérapeutique sur dent vitale était trop invasive, aboutissant fréquemment à des traitements endodontiques et des restaurations prothétiques périphériques.

Cette orientation, très mutilante, est maintenant obsolète [20]. Le développement des matériaux et des techniques de collage permettent actuellement de préserver le tissu dentaire sain avec un gradient thérapeutique bien respecté [76].

Différentes techniques permettent ainsi de restaurer sans couronner.

Les restaurations directes par composite ou les techniques indirectes telles que les facettes, les inlay, les onlay ou les overlay [23] permettent maintenant d'éviter de « passer la dent au taille-crayon ». Ces restaurations indirectes peuvent permettre d'obtenir des pièces plus adaptées avec de meilleurs points de contact, un rendu esthétique satisfaisant et une occlusion de meilleure qualité [20].

Cependant, les protocoles de restaurations doivent être parfaitement réalisés depuis la préparation jusqu'à l'assemblage et imposent une grande rigueur dans leur exécution. Ces reconstitutions coronaires indirectes seront le fil directeur de l'argumentation du présent ouvrage [78].

Ainsi, un nouveau paradigme au sein de la dentisterie esthétique s'offre maintenant aux chirurgiens dentistes: le biomimétisme. Celui-ci consiste à « *reproduire et à imiter artificiellement les procédés de la nature dans les organismes vivants* » [48].

Cet ouvrage portera donc sur le scellement dentinaire immédiat. Quelques rappels concernant le collage seront tout d'abord évoqués. La procédure « traditionnelle » de scellement dentinaire retardé sera comparée à celle, plus moderne, du scellement dentinaire immédiat. Un cas clinique viendra illustrer cette alternative encore trop peu utilisée.

1. Rappels sur le collage

1.1. Les tissus dentaires

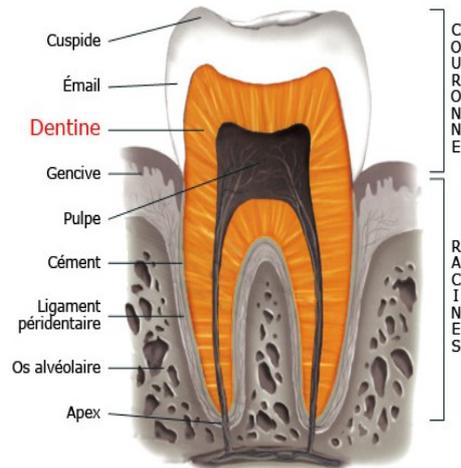


Figure 1: les différents tissus de la dent [73]

1.1.1. L'émail

1.1.1.1. Définition

L'émail est une structure d'origine épithéliale minéralisée, il forme une couche protectrice au niveau de la couronne des dents (figure 1) [65].

C'est la structure la plus dure du corps.

1.1.1.2. Structure

L'émail est composé de:

- 96% de matière minérale : cristaux d'hydroxyapatite
- 4% d'eau et de matière organique : glycoprotéines et polysaccharides [29].

Tableau 1: structure de l'émail dentaire humain mature [65].

	Poids	Volume
Matière minérale	96,00%	87-91%
Matière organique	0,40%	2,00%
Phase aqueuse	3,60%	7-11%

1.1.2. La dentine

1.1.2.1. Définition

La dentine constitue une grande partie de la dent, elle est présente au niveau de la couronne et de la racine (figure 1).

Elle est composée à 70% de matière minérale, elle est donc moins dure que l'émail. C'est un tissu qui peut évoluer en permanence, en effet, elle va pouvoir effectuer des appositions de matière minérale.

Elle n'est pas vascularisée mais est innervée [71].

1.1.2.2. Structure

Elle se compose de [65]:

- 70% de matière minérale : cristaux d'hydroxyapatite carbonatés et magnésifiés
- 20% de matière organique
- 10 à 12% d'eau.

La dentine est sécrétée par les odontoblastes, c'est une matrice extra cellulaire qui se calcifie par l'accumulation de cristaux d'hydroxyapatite [29].

Sa matrice organique contient 86 à 90% de fibres de collagène de type I [62,65].

Elle est composée de tubuli dentinaires qui parcourent son volume (50 000/mm² à proximité pulpaire) [29].

Les tubuli juxta-pulpaire sont perpendiculaires à la jonction amélo-dentinaire [29] et sont beaucoup plus larges et plus nombreux que les tubuli proches de la jonction amélo-dentinaire (JAD) [7,62].

Lorsque une préparation dentinaire est effectuée, les distances de diffusion des fluides sont raccourcies et la dentine devient plus perméable [11]. Les tubuli de la zone dentinaire interne représentent 5,34 à 6,37% de la surface de la dentine, alors que les tubuli externes, proches de la jonction amélo-dentinaire, représentent 0,44 à 1,26% de la surface de la dentine [19].

Des prolongements cytoplasmiques des odontoblastes (fibres de Tomes) sont présents dans toute la longueur des tubuli [29]. Ils sont responsables de la dentinogénèse.

Ces prolongements odontoblastiques baignent dans un liquide extracellulaire appelé fluide dentinaire. Celui-ci, sous l'effet de la microcirculation pulpaire est soumis à une pression hydrostatique positive. Ceci va induire une certaine humidité au niveau de la surface dentinaire [7].

1.1.2.3. La perméabilité dentinaire

Elle est à prendre en compte dans nos procédures thérapeutiques.

Elle se présente sous 2 aspects :

- la perméabilité tubulaire : mouvements de liquide bidirectionnels qui vont transmettre les agressions thermiques, mécaniques, chimiques, bactériennes [19].
- la perméabilité intra-tubulaire

Diffusion des fluides et des substances de la dentine vers la pulpe (et vice versa) *via* les tubuli dentinaires [11]

Cette perméabilité dentinaire va dépendre de plusieurs facteurs [62]:

- l'emplacement,
- la profondeur
- l'age
- le temps

1.1.3. La jonction amélo-dentinaire (JAD)

Selon Tirlet, le complexe adhésif est comparé à la jonction amélo-dentinaire [56].

Les adhésifs peuvent reproduire la jonction amélo-dentinaire à condition d'éviter les systèmes simplifiés tels que les SAM1 selon Magne [48].

1.1.3.1. Composition

La jonction amélo-dentinaire correspond à la barrière qui sépare l'émail de la dentine.

Sa structure est riche en glycosaminoglycanes et en protéoglycanes qui sont les substrats privilégiés des bactéries cariogènes [25].

L'émail et la dentine sont imbriquées entre elles au niveau de la JAD. La JAD est « festonnée en coupe longitudinale », cette imbrication entraîne une meilleure résistance de la dent aux différentes forces [26].

1.1.3.2. Rôle

Elle sert de barrière protectrice au complexe dentino-pulpaire.

1.1.4. La pulpe

C'est la partie centrale de la dent, elle est emprisonnée sous la dentine et l'email et est plus volumineuse chez le sujet jeune.

1.1.4.1. Composition

C'est un tissu conjonctif fibreux spécialisé. Elle est composée d'un palissage d'odontoblastes en périphérie [2], de fibres nerveuses et de vaisseaux sanguins.

Les cellules qui la composent sont :

- les cellules de la couche sous-odontoblastique de Höhl (en périphérie)
- les cellules de la pulpe centrale :
 - les fibroblastes
 - les cellules mésenchymateuses indifférenciées
 - les cellules immunocompétentes

Au niveau de la matrice extra-cellulaire (MEC), les fibres de collagène représentent environ 30% de l'ensemble de protéines pulpaire. Une grande quantité de collagène est de type I et III et une plus faible quantité de collagène est de type V, VI et IV (au niveau de la membrane basale).

Au niveau de la MEC, on trouve également des glycosaminoglycannes, des glycoprotéines, de l'élastine, des métalloprotéases matricielles et des lipides [65].

1.1.5. Le complexe dentino-pulpaire:

La dentine et la pulpe sont couplées fonctionnellement et sont donc intégrées comme un seul et même tissu. En effet, la relation étroite entre ces 2 tissus *via* les odontoblastes nous amène à parler de complexe dentino-pulpaire [33].

Lors de stimuli thermiques par exemple, les fluides dentinaires se dilatent ou se contractent plus rapidement que le volume des tubuli qui contiennent le liquide. Ceci entraîne l'activation hydrodynamique des terminaisons nerveuses présentes au niveau de la pulpe, ceci montre bien ce couplage fonctionnel présent entre la dentine et la pulpe [62].

Ainsi, dès que l'émail est absent, la compartimentation qui sépare ces 2 tissus est perdue et ils deviennent alors fonctionnellement continus [62].

1.1.5.1. Les mécanismes de la réaction pulpaire

Ils s'expliquent par un mouvement hydrodynamique des fluides dentinaires exposés lors de la préparation coronaire [20].

A chaque fois que la dentine est exposée, la pulpe sera agressée à des degrés divers en raison de la perméabilité dentinaire.

Par conséquent, l'irritation pulpaire due à la diffusion des produits bactériens à travers la dentine peut être réduite voir évitée si la perméabilité de la dentine fraîchement exposée est réduite. Cela se produit naturellement avec le temps comme l'ont montré Pashley et coll. en 1986. Mais ce mécanisme peut prendre des semaines voire même des mois [61].

Ainsi les tubuli dentinaires peuvent être obstrués par des résines adhésives, ce qui pourra ainsi améliorer l'étanchéité [62]. C'est notamment un des objectifs du scellement dentinaire immédiat.

1.1.5.2. Les matériaux de protection pulpaire

Ils doivent avoir certaines caractéristiques telles que [19]:

- la biocompatibilité,
- l'isolation face aux agressions (chimiques des matériaux de restauration, thermiques de notre préparation mécanique, de la photopolymérisation..)
- la stimulation de la dentinogénese

Les systèmes adhésifs amélo-dentaires représentent un moyen de protection efficace lorsque l'épaisseur de dentine résiduelle est d'au moins 1,5mm [19].

L'intégration biologique sera assurée grâce à l'étanchéité obtenue au niveau dentinaire [78].

Les reconstitutions indirectes en céramique corrélées à une optimisation de la procédure de réalisation et d'assemblage répondent totalement à ce cahier des charges.

1.2. Les reconstitutions coronaires indirectes sur dents vitales

1.2.1. Définitions

Une restauration indirecte est le fait d'effectuer une préparation de la dent, d'en faire une empreinte que l'on envoie au prothésiste qui fabrique la pièce prothétique. Celle-ci est vérifiée en bouche avant d'être scellée ou collée [8].

Selon le Dictionnaire de prothèse odontologique [4]

Une facette correspond à « une restauration, en céramique ou en résine composite de laboratoire, collée sur la face vestibulaire d'une dent. »

Un inlay est « une restauration intra-coronaire fixée, élaborée au laboratoire, en métal, en céramique ou en matériau composite, adaptée à la forme d'une cavité préparée, puis agrégée à la dent par scellement ou collage. ».

Il assure un calage occlusal mais ne remplace aucune curpside [20].

Un onlay est un « artifice prothétique de recouvrement partie en métal, céramique ou matériau composite, qui restaure des rapports de contiguité et d'antagonisme pour une dent délabrée mais pulpée, et à laquelle il est agrégé par des moyens mécaniques ou adhésifs. Trouve également des indications comme moyen d'ancrage de bridge. »

Un overlay est un « onlay de recouvrement occlusal total. Reconstitution métallique, céramique ou de résine composite, par recouvrement coronaire. »

Une couronne prothétique est une « coiffe de substitution restaurant les volumes coronaires délabrés et protégeant les tissus dentaires résiduels. Elle peut être réalisée en métal, en résine ou en céramique. La couronne prothétique est aussi un moyen d'ancrage de bridge. »

D'après Etienne et coll., sous les restaurations indirectes collées ou scellées, la prévalence de sensibilités postopératoires varie respectivement de 0,03 à 63,6% (figure 2) [20].

Ceci témoigne de la grande rigueur qui est nécessaire depuis le choix du matériel et des matériaux, jusqu'à l'assemblage de ceux-ci.

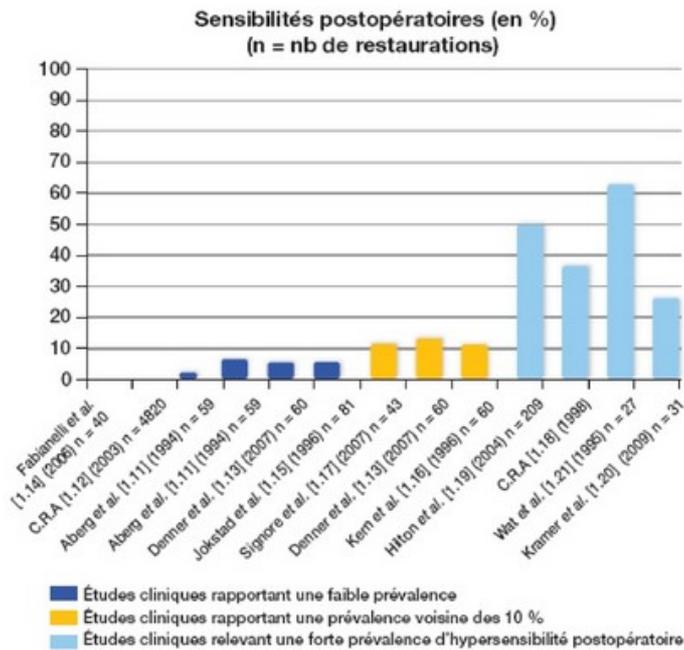


Figure 2: prévalence des sensibilités post-opératoire [20].

1.2.2. Indications

Les restaurations indirectes sur dents vitales ne sont pas possibles dans toutes les situations. Leurs indications sont [82]:

- la taille de la cavité : une cavité de taille moyenne ou importante nécessitera une restauration indirecte
- le nombre de dents à traiter : on préférera traiter plusieurs dents à la fois en utilisant la technique indirecte
- le nombre de parois manquantes au niveau de la dent : les cavités mésio-occluso-distale (MOD), où l'on aura une perte de contact avec les dents adjacentes seront plus faciles à restaurer de manière indirecte (meilleurs points de contact).
- contraction de prise limitée sur les restaurations indirectes contrairement aux restaurations directes.
- Un taux de conversion proche des 100% pour les composites de laboratoire effectués en technique indirecte.

1.2.3. Contre-indications

Ce sont des contre-indications relatives. Les restaurations indirectes seront plutôt déconseillées dans les situations suivantes [42]:

- mauvaise hygiène bucco-dentaire
- un risque carieux individuel (RCI) élevé
- certaines parafunctions telles que le bruxisme
- une limite sous gingivale peu accessible

Il faut considérer 3 niveaux décisionnels [8]:

1.2.3.1. Le praticien :

Respect des procédures, prise en compte des indications et contre-indications, évaluation de la perte de substance et adopter une gestuelle en rapport avec le principe de l'économie tissulaire maximale.

1.2.3.2. Le patient

Motivation et coopération, bonne hygiène bucco-dentaire, analyse de l'occlusion, des parafunctions et autres habitudes nocives éventuelles vont jouer sur la durabilité de la restauration.

Prise en compte de l'exigence esthétique, des possibilités financières, de l'âge du patient.

Considération de la valeur intrinsèque de la dent, la biomécanique, son volume, son architecture, sa localisation... [8]

1.2.3.3. Les matériaux choisis

Vigilance et rigueur quant au respect des procédures de réalisation. Détection de potentielles allergies à certains constituants, connaissances des propriétés physico-chimiques des matériaux, de leur biocompatibilité.. [8]

Le collage a lui seul assure les 3 constantes nécessaires à toute restauration qui sont [78]:

- la rétention
- la stabilisation
- la sustentation

Le collage représentera la technique de choix d'assemblage des différents matériaux de restauration.

1.3. L'assemblage

1.3.1. Définitions

- **L'adhésion**

L'adhésion selon Buonocore représente « *la résultante des forces d'attraction intermoléculaire au niveau d'une interface entre divers matériaux lorsque ces surfaces sont mises en contact l'une avec l'autre* » [13].

C'est donc la force qui unit 2 matériaux différents. On ne peut pas lui donner de valeur à l'inverse de l'adhérence exprimée en MPa.

Les 3 critères essentiels pour avoir une adhésion durable sont :

- la mouillabilité du substrat
- la viscosité de l'adhésif
- la rugosité du substrat [69].

- **L'adhérence**

Elle correspond à l'énergie nécessaire à la séparation de 2 surfaces jointes. Elle se calcule grâce aux tests de rupture en cisaillement et en traction.

En considérant les paramètres de Weibull, l'adhérence est plus importante lorsque les facettes céramiques sont collées uniquement sur l'émail par rapport à lorsque l'on colle sur email et dentine (que l'on fasse un scellement dentinaire immédiat ou différé) [27]

1.3.2. Le collage sur l'émail

Buonocore, en 1955, a démontré qu'un acide phosphorique pouvait créer un microrelief, des micro-infractuosités sur l'émail, avec une dissolution du cœur des prismes, et qu'une résine allait ensuite pouvoir s'infiltrer dans ces micro-rétentions [7,29].

L'adhésion à l'émail est assez facile à obtenir, mais l'adhésion à la dentine, du fait de la différence de composition des 2 substrats s'avère plus difficile. En effet, les parties organique et aqueuse de la dentine vont être un challenge à l'obtention d'une adhésion aussi facile [7].

1.3.3. Le collage sur la dentine

Le collage dentinaire a évolué et a révolutionné le traitement dentaire. Nous ne sommes plus obligés de sacrifier une structure dentaire saine pour conserver une dent [35].

Comme nous l'avons vu précédemment, la mouillabilité est un critère important dans le

processus d'adhésion. Le degré d'humidité de la surface dentinaire affecte grandement la qualité de l'adhésion [30].

L'eau présente au niveau des prolongements cellulaires nuit à une adhésion favorable entre la résine (qui est hydrophobe) et la dentine [29].

Comme l'ont établi Nakabayashi et coll. dans leurs différents travaux, le principe du collage sur la dentine est de créer une interface, appelée la couche hybride, qui correspond à l'endroit où les monomères de l'adhésif pénètrent dans les tissus durs de la dent [58].

1.3.3.1. La smear layer

Pour obtenir une bonne adhésion, il nous faut une surface propre et décontaminée [55]. Cependant une couche de débris, appelée « *smear layer* » par Eick et coll. [29], également dénommée « *boue dentinaire* », se forme après la préparation dentinaire.

Cette couche est hétérogène. Elle est composée de cristaux d'hydroxyapatite, de fibres de collagène dénaturées, d'eau, de protéines et de bactéries [29,35]. Son épaisseur varie entre 0,5 et 1,5 micromètres.

Elle a été mise en évidence par Provenza et Sardana en 1965 [13].

Cette boue dentinaire forme une barrière naturelle à la pénétration d'irritants en direction pulpaire, mais c'est aussi un obstacle à l'adhésion dentinaire [7], car elle va obstruer les tubuli dentinaires et augmenter la perméabilité (figure 4) [11].

Pour effectuer un collage, il est préférable de retirer cette couche ou de la stabiliser à l'aide d'un acide afin que l'agent de collage puisse diffuser (figure 3). Une précaution particulière est indispensable à proximité pulpaire afin de ne pas augmenter le risque de sensibilités post-opératoires. En effet à proximité pulpaire, le nombre de tubuli est très important (50 000/mm²).

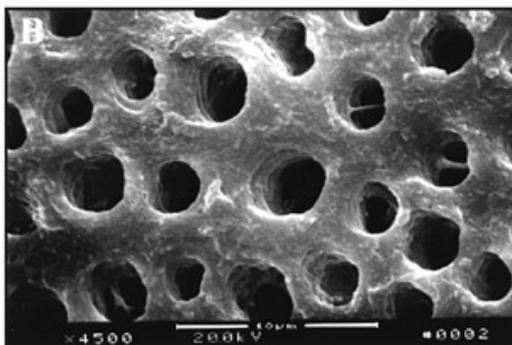


Figure 3: cette photo correspond à l'image de la dentine après traitement à l'acide orthophosphorique (H₃PO₄), on voit que la smear layer a été totalement retirée [1].

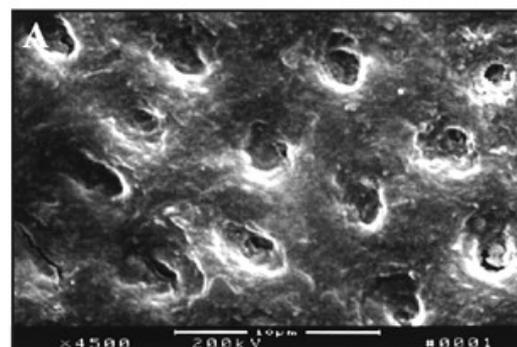


Figure 4: cette photo correspond à une smear layer enlevée partiellement de la dentine inter-tubulaire[1].

1.3.3.2. La couche hybride

- **Définition**

C'est au début des années 1980 que la couche hybride a été pour la première fois évoquée comme un mécanisme intervenant dans l'adhésion dentinaire [59]. Nakabayashi en 1982 a introduit ce terme qui correspond à l'imprégnation d'une résine de collage dans la dentine [in19].

C'est elle qui permet d'effectuer le collage.

Cette couche hybride correspond à la dentine superficielle où sont entremêlées les fibres de collagène et l'adhésif. Il y a formation de « tags », qui correspondent à des brides d'adhésif intra-tubulaires.

Cette couche est donc composée de fibres de collagène (matrice organique dentinaire), de cristaux d'hydroxyapatite, de solvant et de monomères résineux [19].

Elle est plus mince pour les adhésifs auto-mordants (SAM) que pour les adhésifs M&R3 (figure 5) [30].

Elle mesure entre 1 et 3 microns selon les systèmes utilisés [48].

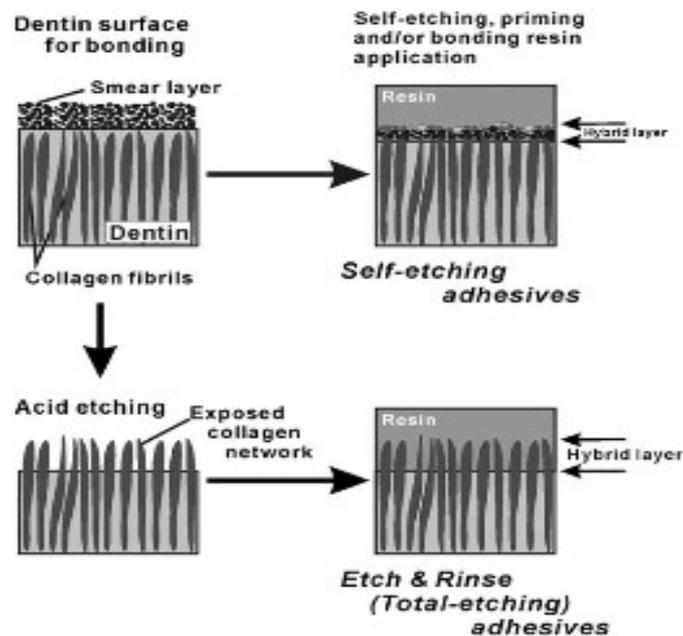


Figure 5: schéma illustrant la couche hybride lors de l'utilisation de différents adhésifs amélo-dentaires type SAM et M&R [30].

Elle permet d'obtenir un joint étanche qui va isoler le complexe dentino-pulpaire des différentes agressions (thermiques, physiques, chimiques..) et des irritations bactériennes. Elle joue aussi un rôle d'amortisseur mécanique [19].

- **Mécanisme de dégradation**

3 facteurs peuvent entraîner la dégradation de la couche hybride [43] :

- l'hydrolyse par sorption de l'eau

Pour éviter l'hydrolyse due à l'eau, l'incorporation de HEMA (méthacrylate d'éthyl) a été effectuée dans de nombreux composants (adhésifs et composites), afin de servir de solvant pour les monomères de résine non compatibles avec l'eau, d'améliorer les propriétés « mouillantes » de l'adhésif, et d'augmenter son affinité pour le collagène déminéralisé.

- l'incomplète infiltration de l'adhésif

Pashley et coll. ont montré que les fibres de collagènes exposées étaient dégradées par des MMPs [30]. Il faut donc que l'adhésif s'infilte au niveau des toutes les fibres de collagènes déshydratées.

- la dégradation par des enzymes

Dans la cavité buccale, le problème du collage est qu'une dégradation des fibres de collagène s'effectue au fil du temps. Cette dégradation est faite par des enzymes : les MMPs (métalloprotéinases 1, 2, 8 et 13) et les cystéines protéases notamment la cathepsine K [5]. Les MMPs sont présentes dans la salive, mais également dans les tubuli dentinaires et les fluides dentinaires.

Pour éviter ce phénomène de dégradation multi-factoriel, Liu et coll. regroupent 5 méthodes pour éviter cette dégradation qui sont [43]:

- 1) augmentation du taux de conversion des monomères et de la résistance aux estérases des adhésifs

L'augmentation du taux de conversion des monomères peut se faire en utilisant des photoinitiateurs hydrophiles tels que QTX (2-hydroxy-3-(3, 4-diméthyl-9-oxo-9H-thioxanthen-2-yloxy)-N,N,N-triméthyl-1-propanaminium chloride) et de nouvelles résines composées de monomères hydrophiles résistants à l'estérase, à base d'uréthane modifié.

D'autres photoinitiateurs ont également été utilisés tel que le TPO (diphényl(2,4,6-triméthylbenzoyl)-phosphine oxide).

2) inhibition de l'activité collagénolytique des enzymes cités plus haut

La chlorhexidine est un agent antimicrobien biguanide, elle est reconnue pour son activité inhibitrice envers les MMP de type 2, 8 et 9. Une application de chlorhexidine directement sur la dentine déminéralisée ou incorporée à un conditionneur acide pourrait solutionner ce problème, et inhiber les MMP responsables de la collagénolyse.

Il existe d'autres inhibiteurs non spécifiques des MMPs tels que : GM 6001 (Galardin), l'acide polyvinyl-phosphorique, et le chlorure de benzalkonium.

La chlorhexidine reste la molécule de choix, elle va avoir une action sur plusieurs semaines (efficacité à long terme) grâce à sa capacité à se lier sur la dentine déminéralisée.

D'autres inhibiteurs utilisés sont les sels d'ammonium quaternaires. Ils possèdent une activité anti-MMP. Le plus connu étant le bromure de 12-méthacryloyloxydodécylpyridinium (MDPB)

3) l'utilisation d'agents de « cross linking »: agents de réticulation qui pourront inhiber l'activité des MMP et des cathépsines qui altèrent irrémédiablement la structure de la couche hybride.

Diverses études (Al-Amar et coll. 2009, Macedo et coll. 2009, Bedran-Russo et coll. 2009, 2010, Castellan et coll. 2010) démontrent que l'utilisation d'agents de réticulation améliore les propriétés mécaniques du collagène (à court terme), réduit la dégradation du collagène par les collagénases et augmente la stabilité de la couche hybride.

4) l'éthanol wet bonding avec des résines hydrophobes : liaison à l'éthanol avec des résines hydrophobe pour remplacer l'eau des fibres de collagènes.

5) la reminéralisation biomimétique des liaisons adhésives à la dentine, en utilisant des analogues de protéines matricielles.

Chersoni et coll. ont montré dans leurs études qu'un prétraitement de la dentine à l'aide d'hypochlorite de sodium (NaOCl) pendant 60 secondes permettait de réduire le mouvement de l'eau à travers la couche hybride, réduisant ainsi à long terme la dégradation des liaisons de résine [79]. La chlorhexidine a également les mêmes propriétés mais sans altérer le support dentinaire.

2. Scellement dentinaire différé (DDS) ou Scellement dentinaire immédiat (IDS) ?

2.1. Le scellement dentinaire différé

2.1.1. Définition

Le DDS encore appelé « *Delayed Dentin Sealing* » correspond au scellement différé de la dentine. Il est effectué le jour de la livraison de la pièce prothétique. Le collage de celle-ci à l'aide d'un adhésif dual et d'un composite réchauffé est une procédure d'assemblage de choix.

Selon Attal, la procédure de scellement dentinaire différé est également indiquée pour les usures dentinaires non actives [6].

Traditionnellement, le scellement dentinaire retardé est performant dans les restaurations indirectes où la dentine est scellée après une courte période de transition avant le collage final [66].

Il est fortement indiqué d'étaler l'adhésif avant sa polymérisation afin qu'il s'applique uniformément sur toute la surface à coller. De plus, son épaisseur doit être la plus fine possible pour éviter une mauvaise adaptation de la pièce prothétique.

2.1.2. Inconvénients

- **Echec de l'hybridation**

La liaison peut ne pas être optimale si la dentine est contaminée avant la formation et la liaison hybride. Ceci peut entraîner un échec de l'hybridation [24,81].

- **Affaiblissement des fibres de collagène**

Un affaiblissement des fibres de collagène est possible lors de la prise d'empreinte ou de la temporisation voir même un affaiblissement de celles-ci lors du collage de la pièce prothétique [49,57].

Cette conséquence est issue de la pression exercée sur le composite de collage lors du positionnement de la pièce prothétique. Il se produit un effondrement de la couche hybride avec altération de la cohésion de l'interface adhésive [53].

Cela peut mener à l'échec de la restauration indirecte.

Un assemblage à l'aide d'inserts ultrasonores spécifiques permet de diminuer ce risque.

- **Contamination de la surface dentinaire**

- **Par le ciment de scellement**

L'étude de Terata et coll. a démontré que lors de la dépose de la pièce provisoire, il n'est pas possible de retirer l'intégralité du ciment de scellement provisoire avec une sonde [74].

Le retrait du ciment provisoire à la sonde laisse des restes microscopiques à la surface de l'émail et de la dentine. Il est démontré qu'un etching à l'aide d'acide orthophosphorique à 37% pendant 60 secondes, permet de retirer l'ensemble du ciment de scellement sur l'émail, mais pas sur la dentine [74], 60 secondes sur la dentine sont de plus contre-indiquées.

Magne, Paul et coll. ont démontré, dans leurs études datant de 1996 et 1997, que la contamination de la dentine durant la période provisoire pouvait réduire le potentiel d'adhésion sur celle-ci. Ils ont remarqué lors de leurs différentes expérimentations une réduction significative de la force d'adhérence sur la dentine après une période de provisoire comparée à une dentine fraîchement coupée [47]

Le sablage des surfaces est le préalable indispensable au retrait total du ciment de scellement et représente la technique de choix.

- **par les bactéries.**

Lors de l'insertion de la pièce prothétique, une contamination peut se produire, diluant l'agent de liaison et bloquant les micro-porosités dans lesquelles la résine adhésive aurait dû pénétrer [47,64,66].

De même, un microleakage qui correspond à une pénétration en direction pulpaire des toxines et des bactéries en raison d'une étanchéité marginale insuffisante peut-être initiée. Les bactéries et les fluides vont pénétrer à travers les tubuli dentinaires et entraîner une colonisation de micro-organismes, des sensibilités post-opératoires, et en conséquence une irritation pulpaire, voire toute autre pathologie pulpaire [7,75].

- **Mauvaise adaptation de la pièce prothétique**

L'empreinte est effectuée directement après la préparation sans aucune protection de celle-ci. Le jour de la livraison, la procédure de collage va nécessiter, selon les dernières recommandations sur l'assemblage, d'utiliser un adhésif ainsi qu'un composite réchauffé. Cela risque de créer une surépaisseur et d'entraîner une mauvaise adaptation de la restauration finale [57].

Des inserts à ultrason spécifiques (figure 6) comme décrits précédemment doivent être utilisés pour limiter ce risque. Ils vont entraîner une extrusion et une élimination plus facile des excès de matériau d'assemblage dont le fluage sera mieux maîtrisé grâce aux ondes ultrasonores [36].



Figure 6 : insert à ultrasons spécifique : C19 et C20 (ACTEON®EQUIPMENT)

L'épaisseur de l'adhésif polymérisé peut varier, selon différents auteurs, de 60 à 300 micromètres. Cette variation potentielle est fonction de la surface sur laquelle il est posé (concave/convexe), et peut entraîner une mauvaise adaptation de la pièce prothétique [47].

Stavridakis et coll. montrent que cette épaisseur d'adhésif peut même aller jusqu'à 500 micromètres [72].

- **Adhérence plus faible**

La liaison dentinaire précoce est plus faible. Lors du collage d'une restauration sans IDS, elle est directement sollicitée par les charges occlusales. La valeur d'adhérence est donc plus faible lorsque l'on effectue un scellement retardé [47].

2.1.3. Protocole de scellement dentinaire retardé

- Chronologie préalable à l'assemblage
 - Anesthésie
 - choix de la teinte
 - marquage des points de contact
 - curetage/ préparation de la dent
 - prise d'empreinte
 - mise en place de la restauration provisoire

- Chronologie de l'assemblage
- anesthésie
- dépose de l'élément provisoire
- isolation : digue, unitaire ou étendue
- sablage de la préparation à l'oxyde d'alumine 50 μ et 27 μ (dentine et émail)
- essayage de la pièce prothétique
- préparation de l'intrados de la pièce :

Pour une restauration vitrocéramique au disilicate de lithium :

- mordantage de 20 secondes à l'acide fluorhydrique à 9,5% (ce temps est de 90 secondes pour une céramique type Empress I et II[®] Ivoclar Vivadent) [12,46]
- nettoyage au bac à ultrasons pendant 5 minutes
- séchage de la pièce
- silane sur l'intrados

Pour une restauration à base de zircone :

- nettoyage à l'acétone
- passage au bac à ultrasons pendant 5 minutes
- séchage de la pièce

Pour un composite :

- sablage de l'intrados
- silane sur l'intrados

Ces valeurs varient selon les différentes publications (Tableau 2).

Tableau 2: traitement des surfaces des matériaux avant collage [20]

Matériau indirect	Traitement de surface
Vitrocéramiques	1) Mordançage (acide fluorhydrique à 5%) ET 2) Agent de couplage (silane) : 1 minute
- feldspathique	Acide Fluorhydrique 2 minutes + Silane 1 minute
- renforcée à la leucite	Acide fluorhydrique : 1min + Silane : 1 min
- disilicate de lithium	Acide fluorhydrique : 20 secondes + Silane : 1 minute
Céramiques denses (alumineuses ou zircon)	1) Sablage ou application d'un revêtement de silicate (traitement tribochimique ET/OU 2) Agent de couplage (primer zircon)

- préparation des tissus dentaires:
 - mordançage avec un acide orthophosphorique de 35 à 40%
 - Rinçage – séchage doux
 - nettoyage à la chlorhexidine 2% pendant 1 minute
 - primaire
 - adhésif (M&RIII)
- mise en place de l'adhésif sur la pièce prothétique (primaire et adhésif)
- mise en place de la pièce et collage à l'aide d'un composite réchauffé ou dual et utilisation de l'insert C20 ou C19
- élimination des excès à la microbrush
- photo-polymérisation
- finitions et polissage
- retrait de la digue
- vérification de l'occlusion

Afin d'éviter les inconvénients liés à la procédure de scellement différé (contaminations entre la préparation et la prise d'empreinte), un protocole de scellement immédiat a été proposé [75].

2.2. Scellement Dentinaire Immédiat / Immediate Dentin Sealing

2.2.1. Définition

L'IDS correspond au scellement dentinaire immédiat (immediat dentin sealing) [53].

C'est une technique qui est préconisée depuis le début des années 1990 [63]. C'est une nouvelle approche dans le domaine des restaurations indirectes [53].

2 procédures ont été décrites.

2.2.1.1. Procédure par l'adhésif unique

Lors d'une restauration sur dent vitale, une fois la préparation effectuée, la dentine exposée est scellée avant d'effectuer l'empreinte [53].

Une résine adhésive est appliquée sur la dentine fraîchement coupée. Ceci permettra de créer une zone hybride sur la dent vitale et de diminuer la perméabilité dentinaire [11,24].

On effectue cette étape **le jour** de la préparation de la dent, **avant** d'effectuer l'empreinte [66].

Un adhésif avec mordantage & rinçage (M&R) en 2 ou 3 étapes sera préféré même si l'utilisation d'un adhésif auto-mordançant (SAM) en 1 ou 2 étapes a été évoqué [47,75].

2.2.1.2. Procédure par l'adhésif et le composite

Un adhésif de type M&R puis d'une résine composite microchargée de faible viscosité sont appliqués sur la cavité préparée [24,75].

Cette technique, également appelée « resin coating », permet de diminuer la couche inhibée par l'oxygène de la résine adhésive non photo-polymérisée par la diffusion des radicaux libres grâce à cette résine composite microchargée [53,75].

Il faut tout de même placer une couche de glycérine sur le composite que l'on photo-polymérise une seconde fois afin d'éviter les radicaux libres du composite.

Cette couche de composite basse viscosité protège la couche hybride sous-jacente et préserve la dentine scellée. Ceci facilite l'aspect technique et clinique de l'IDS [24,57].

Dans leur étude *in vitro*, Gresnigt et coll. ont effectué des collages de facettes en céramique sur dent et sur composite. Ils ont démontré que la résistance à la fracture est plus élevée sur le composite que sur l'émail [28].

Selon Attal, l'IDS est indiqué pour les usures de la dentine en phase active entraînant des hypersensibilités [6].

2.2.2. Impératifs & indications

- **Isolation lors du protocole opératoire**

Une isolation par digue unitaire ou étendue est indispensable à l'établissement du protocole d'IDS [56].

Il est important de rappeler que c'est une condition fondamentale pour une adhésion réussie. La contamination de l'email et de la dentine par les fluides buccaux et l'humidité intra-orale peut compromettre la performance de collage des matériaux de restauration en affectant l'adhérence, réduisant ainsi les forces de liaison [75].

Cette isolation est de toute façon nécessaire pour tout scellement dentinaire, qu'il soit immédiat ou différé.

- **Micro-sablage des surfaces**

Un jet abrasif à l'aide d'une microsableuse permet d'obtenir une surface propre ainsi qu'une meilleure adhésion du substitut dentinaire grâce à un ancrage mécanique amélioré [36].

Le sablage s'effectue avec des particules d'alumine de 27 μ (pour la dentine) à 50 μ (pour l'émail).

- **Choix du types d'adhésif et de la résine composite**

Le type d'adhésif utilisé dépend de la méthode de collage employée [36].

Concernant le collage de restaurations indirectes sur dents vitales, il a été démontré qu'un collage à l'aide d'un composite réchauffé s'avère plus efficace.

Pour cela, il est possible d'utiliser un adhésif de 4^e génération, de type MR3 tel que Optibond FL[®] (Kerr) et un composite de restauration réchauffé comme Enamel HRI[®] (Bisico Ultradent).

- **Quantité de dentine exposée**

L'IDS n'est pas nécessaire si la surface de dentine exposée est inférieure au ¼ de la surface à coller [27].

Pour le collage des pièces en céramique, l'IDS n'est pas nécessaire pour des expositions superficielles de dentine car un faible rapport entre la céramique et l'épaisseur de l'agent de collage peut avoir une influence négative sur la répartition des contraintes dans la céramique [47].

- **Profondeur de la préparation**

Les cavités volumineuses et profondes (classes III, IV et V sur dent vitale avec indication de facettes complexes ou de couronne périphérique) peuvent être facilement traitées avec un scellement immédiat car elles permettront d'avoir un espace suffisant pour la restauration prothétique finale en maintenant un *ratio* raisonnable entre l'épaisseur de l'agent de collage et la céramique [47].

- **Dentine fraîchement coupée**

La dentine fraîchement coupée est le substrat idéal pour réaliser correctement un scellement immédiat. La dentine doit être propre, intacte et non contaminée par le ciment de scellement afin que la résine adhésive puisse pénétrer dans la zone inter-tubulaire et créer la zone hybride. Ceci est important pour obtenir un collage dentinaire efficace [53,57].

- **Evaluer l'état de l'organe dentino-pulpaire**

Un grand nombre d'échec lors de restaurations indirectes est dû à des erreurs de diagnostic. L'évaluation de l'état pulpaire est donc indispensable [39].

- **Couche de glycérine**

Il est nécessaire d'éliminer la couche inhibée par l'oxygène à la surface du composite pour empêcher la contamination du matériau à empreinte [24,31].

- **Nécessité de repréparer l'email**

Une fois la dentine scellée, si l'adhésif, voire le composite, ont débordé sur l'email, il est obligatoire de préparer de nouveau cette limite périphérique avant d'effectuer l'empreinte [31].

2.2.3. Avantages & Intérêts

- **Adhérence potentialisée**

Selon Magne et coll., les systèmes adhésifs se lient mieux à une dentine fraîchement coupée [11,49].

Différentes études ont démontré que l'application et la polymérisation de l'agent de collage sur la dentine exposée, juste après la préparation de la dent, et avant l'empreinte, entraînerait une augmentation des valeurs d'adhérence [34,60].

Comme le montrent Gresnigt et coll. dans leur étude concernant le collage de facettes en céramique, la procédure de scellement dentinaire immédiat entraîne une amélioration de l'adhésion, ainsi qu'une résistance à la fracture plus élevée [27].

L'IDS permet la première polymérisation de la résine adhésive avec pour conséquence une amélioration de la valeur d'adhérence et de l'adhésion [53].

Dans leur étude de 2007, Magne et coll. montrent que l'adhérence de l'adhésif sur la dentine augmente progressivement au cours du temps, et que la valeur maximale est atteinte au bout de 7 semaines après l'application de la résine adhésive (Optibond FL[®] - Kerr) [53].

- **Meilleure adhésion**

La polymérisation de l'adhésif avant la mise en place du composite permettra d'augmenter la force de liaison [11].

L'étanchéité immédiate obtenue permet d'absorber plus favorablement les variations thermiques et mécaniques pendant une plus longue période. Il y a également une amélioration de l'adaptation marginale entre la restauration et la dentine (Magne et coll.) [81].

Sur le long terme, l'interface dent/ adhésif exposée à des variations fonctionnelles et des variations de températures, sera de meilleure qualité comparé au même adhésif appliqué et polymérisé en même temps que la restauration [20].

La couche hybride est donc plus stable et plus homogène [81].

La force de liaison de la dentine se développe progressivement au cours du temps. Reis et coll. ont montré une augmentation significative de la force d'adhérence sur une période d'une semaine. Ceci serait probablement dû à l'achèvement de la polymérisation des différents monomères [68].

Lors de l'IDS, l'adhésif dentinaire termine sa polymérisation sans contraintes. Le fait de retarder le placement de la restauration permet à la liaison dentinaire de se développer

sans contraintes occlusales et fonctionnelles pendant la phase de restauration provisoire [53].

Cette augmentation de la force de liaison a été démontrée avec toutes les résines adhésives (que ce soit les SAM ou les M&R). L'IDS permet d'obtenir des valeurs d'adhérences majorées [18,50,66,67].

- **Diminution des contaminations**

L'IDS permet de s'affranchir du risque de contamination bactérienne de la dentine [47], notamment lors de la temporisation avec le ciment de scellement [24,74].

- **Diminution des sensibilités pulpaires**

Après le collage ou le scellement d'une nouvelle restauration sur dent vitale, les hypersensibilités sont régulièrement évoquées et caractérisées par une douleur courte et aiguë lors de stimuli thermiques, chimiques ou mécaniques [40].

Ces sensibilités peuvent disparaître progressivement. Kern et coll., dans leur étude datant de 1996 montrent qu'il faut environ 24 mois pour qu'elles disparaissent d'elles-mêmes [66].

Jun Hu et coll., dans leur étude datant de 2010 [32], expliquent qu'un traitement préventif à base d'un adhésif de 5ème génération, de type M&R2 (etching + primer/bonding), utilisé en technique d'IDS, est capable de réduire significativement les hypersensibilités post-opératoires [66].

Cette couche d'adhésif permet en effet de protéger le complexe dentino-pulpaire et diminue, voire empêche, les sensibilités et fuites bactériennes pendant la phase provisoire [13]. Les résines provisoires utilisées (telle que le Telio CS inlay/onlay® de chez Ivoclar) n'étant pas étanches, l'IDS nous apporte donc une protection supplémentaire à toute contamination.

Comme l'ont prouvé les études de Brannström, cité par Cohen, les bactéries présentes sous les restaurations sont la principale cause de lésions pulpaires réversibles et irréversibles (inflammation pulpaire et nécrose) [11].

Outre l'étanchéité dentinaire établie par l'IDS, l'épaisseur du film adhésif semble également influencer l'incidence des sensibilités post-opératoires [66]. Les risques de sensibilités post-opératoires sont fortement diminués lorsque la dent est protégée par une hybridation per-opératoire [16].

L'efficacité de ce type de scellement de dentine résulte de l'obturation des tubuli dentinaires par la résine adhésive qui stoppe l'hydrodynamique des fluides

responsables des sensibilités pulpaire [28].

Cette propriété apporte un bénéfice clinique non négligeable [28].

Avec le scellement dentinaire immédiat, la pulpe est irritée une seule fois, nous n'avons pas d'irritations répétées comme on peut l'avoir pour le scellement différé.

- **Meilleure adaptation de la pièce prothétique**

De Munck et coll. montrent dans leur étude de 2004 que l'IDS entraîne une meilleure adaptation de la pièce prothétique étant donné que la couche d'adhésif est polymérisée avant la prise d'empreinte [15].

L'empreinte étant faite après le scellement de la dentine, la surface dentinaire ne comporte plus de contre dépouille. L'adhésif étant déjà polymérisé, les erreurs d'adaptation de la pièce et la formation de lacunes (« gap ») sont évitées [20,26].

L'épaisseur de l'adhésif est en effet souvent citée comme responsable dans les erreurs d'adaptation [47,81].

Une amélioration de l'adaptation marginale et interfaciale est également démontrée [75].

- **Préparation séparée de la dentine et de l'émail.**

Le mordantage acide à l'aide d'un acide orthophosphorique à 37% doit durer 30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur la dentine. Le fait de préparer immédiatement la dentine exposée permet de simplifier les étapes et la procédure [47,53].

- **Anesthésie**

Lors de la livraison de la pièce prothétique définitive, l'anesthésie peut être réduite voire totalement évitée grâce au scellement de la dentine. Les réglages occlusaux sont aussi facilités [53].

- **Meilleure résistance**

Dans l'étude *in vitro* de Magne et coll. de 2007, ils ont montré que les groupes ayant eu une procédure de scellement dentinaire immédiat (avec un M&R2 ou un M&R3) résistaient mieux à une exposition à long terme de charges fonctionnelles et thermiques par rapport aux groupes ayant eu une procédure par DDS avec les mêmes adhésifs appliqués et polymérisés avec le matériau de collage [53].

Lee et Park ont démontré que la résistance au cisaillement des restaurations indirectes collées peut être améliorée par l'application d'un adhésif avant d'effectuer l'empreinte. Cet adhésif devra être aminci par séchage à l'air doux et ensuite polymérisé avant le collage [41].

L'existence de cette couche issue du protocole IDS, plus ou moins élastique, va amortir les contraintes, limiter le stress [67], et protéger la pulpe des traumatismes mécaniques [75].

- **Comblement des contre-dépouilles :**

Lors de la procédure IDS avec un composite flow, l'architecture interne de la préparation peut être modifiée si nécessaire. Il est ainsi possible de réharmoniser le fond de cavité, combler les contres dépouilles éventuelles, homogénéiser l'épaisseur de la future pièce prothétique ou encore effectuer une remontée de marge lors de cette même séance.

Ce composite flow permet également d'amortir les contraintes fonctionnelles [67].

- **Prévenir de la dessiccation de la dentine**

L'IDS va permettre, d'après Terry et coll. de prévenir la dessiccation dentinaire correspondant à la déshydratation de la dentine [75].

- **Autres avantages**

Lorsqu'il sera combiné à un ciment verre ionomère de type CVIMAR, lors de préparations pour coiffe périphérique, le scellement dentinaire immédiat va entraîner une meilleure rétention, des fuites marginales réduites et une amélioration de l'adhésion [53].

Cette technique procure également une utilité pour le scellement de couronne lors de préparations coniques ou courtes n'ayant pas assez de rétention.

2.2.4. Inconvénients

2.2.4.1. Couche d'inhibition liée à l'oxygène.

Le matériau d'empreinte peut interagir avec la couche externe de l'adhésif qui est non polymérisée en raison de l'inhibition par l'oxygène des radicaux qui initient la réaction de polymérisation [13].

Différentes techniques ont été suggérées pour réduire voire éliminer cette couche d'inhibition :

- l'application de gel de glycérine suivie d'une photo-polymérisation de 10 secondes [24,50]
- l'utilisation de coton imbibé d'alcool à 70% sur l'IDS pendant 40 secondes [24,66].
- ou encore couvrir la surface de l'IDS avec un « liner » correspondant à un composite flow afin d'inhiber la couche de monomères libres de l'adhésif [66].

Mais l'utilisation d'alcool pour enlever cette couche inhibée par l'oxygène doit être effectuée avec précaution car elle peut engendrer une diminution de l'épaisseur de l'adhésif voire même une réexposition de la dentine ensuite lors du nettoyage de la préparation dentaire avant le collage [66].

2.2.4.2. Interaction avec le matériau à empreinte.

Les monomères libres peuvent interagir avec le matériau à empreinte utilisé comme le montre l'étude de Ghiggi et coll.. Mais l'hypothèse de leur étude a été partiellement rejetée car les interactions entre les monomères libres et les matériaux à empreinte dépendraient des matériaux utilisés (composite, adhésif, matériau à empreinte..) [24].

De plus, cette interaction résine adhésive avec le matériau à empreinte ne rendrait pas l'empreinte inutilisable. Mais ce type d'interaction entre la couche inhibée par l'oxygène et le matériau à empreinte va rendre les polyéthers inutilisables [66].

Bruzi et coll. évoquent dans leurs études que l'utilisation d'un composite flow pourrait résoudre ces problèmes d'interaction entre les matériaux au moment de l'empreinte [66].

2.2.4.3. Interaction avec le matériau pour la restauration provisoire.

La plupart des matériaux pour restaurations provisoires ont été prouvés incompatibles avec l'IDS [10].

Il a été observé que les résines bis-acryl se lient à la surface de la dentine scellée. Il y aura donc une découpe de la dent et une « re-préparation » nécessaire. Les résines acryliques, quant à elles, ont tendance à contaminer la surface créée par le protocole d'IDS, ce qui entraîne une perte de la rétention (surtout dans les préparations pour inlay/onlay).

Certains auteurs se contredisent. Altintas et coll. indiquent que l'utilisation d'un ciment provisoire à base d'hydroxyde de calcium entraînerait une résistance de liaison finale supérieure à celle des ciments de scellement provisoires sans eugénol [3]. Fonseca et coll. affirment quant à eux le contraire [22].

Des polymères de méthacrylate, comme par exemple Telio CS inlay/onlay® et Fermit™ - Ivoclar Vivadent, sont disponibles et compatibles avec la technique d'IDS pour la période de provisoire [66].

Magne suggère l'utilisation de vaseline pour isoler la dentine scellée lors de la fabrication de la provisoire afin d'éviter la contamination ou le collage de la résine provisoire à l'IDS [47]. La glycérine en préparation magistrale réalisée directement en pharmacie évite également ce risque. Elle a l'avantage de ne pas être un corps gras et d'être facilement miscible à l'eau.

La dépose de la provisoire peut s'avérer très difficile. Il est donc conseillé d'isoler la préparation avant d'effectuer la restauration provisoire à l'aide de vaseline ou alors d'un autre isolant (PRO-V COAT de chez Bisico par exemple) [66].

2.2.4.4. Nanoleakage

Le nanoleakage correspond à un manque de remplissage de la résine adhésive au niveau du réseau des fibres de collagènes sous-jacentes. Ceci pourra se produire si le temps de mordantage est trop important (on aura une zone déminéralisée plus importante que la zone comblée par la résine). Le risque de sensibilités immédiates post-opératoires est augmenté [7].

3. Matériel et matériaux nécessaires pour l'IDS

3.1. Pour l'isolation de la dent

- **La digue**

La digue est indispensable. Les composites étant hydrosensibles, il nous faut une isolation irréprochable qui va conditionner la qualité de l'assemblage. La contamination par la salive entraîne une diminution de la valeur d'adhésion significative [25].

La digue permet de protéger la pulpe de toute contamination lors du curetage dentinaire, et de protéger le parodonte. Elle assure une « *mise en œuvre fiable des matériaux de restauration* » [78].

Selon Magne, les performances adhésives sur une dentine contaminée sont divisées par 4 [50].

- **Le Teflon**

Le téflon est utilisé au moment du collage de la pièce prothétique, mais il peut être utilisé également pour l'IDS.

Il permet d'isoler les dents adjacentes afin d'éviter toute fusée de composite, de colle ou d'adhésif lors des différentes étapes. Sa manipulation n'est pas simple mais une fois posé, il s'avère d'une grande utilité.

3.2. Les Adhésifs amélo-dentaires

Leur principe est basé sur la création de rétentions micromécaniques et chimiques des surfaces dentaires (émail et dentine) grâce à l'utilisation d'un acide qui va les déminéraliser [19].

Les charges permettent la formation d'une couche uniforme de résine adhésive avec une viscosité relativement faible et elles stabilisent la couche hybride dentine/ résine [81].

Elles permettent d'obtenir une certaine épaisseur qui absorbe les contraintes internes et externes, pénètrent à travers les fibres de collagène, augmentent la force de compression et permettent un collage plus fort. Mais cette augmentation de la force de liaison due aux charges est controversée [81].

Les adhésifs sont divisés en 2 classes (tableau 3), d'après la classification de Degrange de 2003 :

- Les M&R : qui nécessitent un mordantage puis un rinçage
- Les SAM : qui ne nécessitent aucun traitement préalable. Ils sont directement appliqués sur la surface dentaire.

Tableau 3: classification des adhésifs amélo-dentaires.

M&R3	Mordantage + Rinçage + Primer + Adhésif + composite séchage doux
M&R2	Mordantage + Rinçage + Primer + composite séchage doux Adhésif
SAM1	Mordantage Primer + composite Adhésif
SAM2	Mordantage + Adhésif + composite Primer

3.2.1. Les M&R

Pour ces adhésifs, un mordantage acide permet d'éliminer la smear layer et d'améliorer les valeurs d'adhérence.

Les systèmes M&R (Etch and Rinse) ont de meilleures performances que les SAM (Self-Etching) [9,66,70].

L'utilisation d'un adhésif M&R est recommandée pour le protocole de l'IDS [16,18].

Tableau 4 : tests de différents adhésifs : plus la valeur du coefficient de variation est faible, plus il est tolérant [16].

Classe d'adhésifs	Nombre de tests	Adhérence à la dentine (MPa)	Dév. Std. (Mpa)	Coef. Var. (%)
M&R	5456	13,2	4,6	34,6
SAM	6719	12,5	5	39,5

L'utilisation de M&R2 ou le M&R3 est possible [53] Malgré la tendance à la simplification des protocoles (M&R2), des études récentes ont néanmoins confirmé que l'utilisation des M&R3 était plus fiable dans le temps et présentait de meilleures performances (tableau 4) [14,80].

Ces systèmes vont nous permettre d'obtenir des valeurs d'adhérence de 15 à 20 MPa sur la dentine et supérieures à 20MPa sur l'émail [7].

3.2.1.1. M&R3

Les différentes étapes de cet adhésif rendent la technique complexe. Celle-ci est sensible aux erreurs de manipulations (temps, séchage..) qui peuvent alors compromettre l'efficacité du collage [8].

Ils sont composés :

- d'un etching à base d'acide orthophosphorique dosé entre 32% et 40%
Il permet de déminéraliser l'email et le substrat dentinaire afin d'obtenir un bon collage [19]
- d'un primaire (primer) qui est une solution à base de solvant (eau, éthanol, acétone) et de monomères amphiphiles [19].
Le primer permet de prévenir des sensibilités et l'infiltration bactérienne. Il va permettre la pénétration de la résine dans les tubuli. Sa composition comprend en général : un acide faible, de l'hydroéthyle de méthacrylate (HEMA) et un solvant [29].
C'est un promoteur qui va permettre de remplacer l'eau du réseau de collagène pour le transformer en réseau hydrophobe [7].

- d'un agent de collage ou bonding
Correspondant à la résine adhésive.



*Figure 7: optibond FL® (Kerr),
M&R3 (cf. cas clinique 1),
généralement recommandé pour
l'IDS.*

Il est recommandé pour l'IDS car il forme une couche consistante et uniforme et apporte une bonne cohésion avec le composite de collage final [48]. Exemple de M&R3 sur la figure 7.

Lors de restaurations postérieures collées, il permet une bonne hybridation de l'intégralité de la dentine et la formation d'un revêtement de faible module d'élasticité avec une adaptation à la dentine améliorée qui permet d'absorber les contraintes [17,47].

L'utilisation des M&R3 est très opérateur dépendant. Les 3 étapes indissociables augmentent le risque d'erreur de manipulation et imposent une grande rigueur.

3.2.1.2. M&R2 :

Ces adhésifs sont constitués de 2 flacons :

- un premier de mordantage
- un second qui associe le primaire et la résine adhésive.

Leur mise en œuvre est plus simple mais également plus délicate. En effet, il faudra enlever les excès d'eau sans assécher la dentine car la suppression de l'étape primaire nécessitera une application sur une surface humide [16].

Différents solvants peuvent être utilisés dans le second flacon [7]:

- solvant acétone : il est plus volatile, on aura donc une modification de sa

composition chimique à force d'ouvrir le flacon. Il est également plus sensible au degré d'humidité de la dentine.

Il ne faut pas trop brosser la surface lors de l'application, car cela peut induire une évaporation prématurée du solvant qui va nuire à la pénétration de l'adhésif.

- le solvant éthanol est plus tolérant aux différentes utilisations (ouverture/fermeture du flacon) et à l'humidité de la surface dentinaire.

Il faut brosser la dentine lors de son application et utiliser la seringue air afin de permettre au solvant de s'évaporer.

3.2.2. Les SAM

Les systèmes auto-mordançants ont été conçus pour coller sans pré-traitement.

La profondeur de dentine déminéralisée est moins importante que pour les systèmes M&R et sera entièrement comblée par la résine. Il existe donc un très faible risque de sensibilités post-opératoires.

La smear layer n'est pas éliminée puisqu'il n'y a pas de rinçage. Cette boue dentinaire réduit également de manière conséquente la perméabilité dentinaire (80%), donc les sensibilités [16].

L'absence de rinçage peut représenter un avantage car le rinçage/séchage peut collapser la couche de collagène qui ne sera plus soutenue [7,29,45].

De plus, le risque de pollution de surface (tel que les saignements gingivaux) est évité [16].

Il faut tout de même effectuer un séchage avec de l'air afin d'éliminer l'eau qu'ils contiennent [20].

Le point faible de ces adhésifs auto-mordançants se situe au niveau de l'adhésion à l'émail. Leurs monomères ont un pH plus élevé que l'acide orthophosphorique utilisé pour les M&R. Le mordantage est ainsi moins intense et donc les rétentions micromécaniques sont amoindries [71].

Ces systèmes peuvent être incompatibles avec certaines colles chimopolymérisables et les composites duals en raison de leur acidité, car ils vont inhiber la catalyse qui permet de démarrer la polymérisation [16,20].

Selon Etienne et coll. une adhésion dentinaire plus faible que les M&R est confirmée [20].

3.2.2.1. SAM1

Ces adhésifs contiennent de l'eau, il est donc important de les sécher. Ce sont des adhésifs de 7^e génération. Le protocole est simplifié car il n'existe plus qu'une seule étape (systemes All in one) [29].

La simplification du protocole entraîne un gros inconvénient qui est une valeur d'adhésion beaucoup plus faible sur l'email due aux acides faibles qu'il contient [29].

Un autre problème est l'altération du joint collé par hydrolyse et dégradation enzymatique. En effet, étant donné que ces adhésifs contiennent une quantité importante de monomères hydrophiles, la membrane va rester semi-perméable [16].

3.2.2.2. SAM2

Ils sont composés de 2 flacons:

- d'un primaire acide
- d'un adhésif

Selon l'étude de Degrange de 2005, l'adhérence de certains SAM peut être diminuée en raison de la persistance d'une certaine épaisseur de boue dentinaire (figure 8) [19].

Il faut tout de même rester vigilant car tous les produits d'un même type d'adhésif ne se valent pas. Dans une même catégorie d'adhésif les performances peuvent être du simple au double (Tableau 5).

Tableau 5: valeur d'adhésion de plusieurs adhésifs à l'email (le premier étant un M&R3 et les autres étants des SAM) [16].

Produits	Valeurs d'adhésion en MPa
Optibond FL (Kerr)	40,6
One-Up Bond F (Tokuyama)	10,3
Unifil Bond (GC)	21
PQ/Universal Total Etch (Utradent)	23,2
Prompt L-Pop 2 (ESPE)	28,4
Clearfil SE Bond (Kuraray)	36,5
Excite (Vivadent)	40,1
Optibond Solo Plus (Kerr)	43,1
NRC/ Prime & Bond NT (Dentsply)	43,5
Scotchbond 1 (3M)	43,9

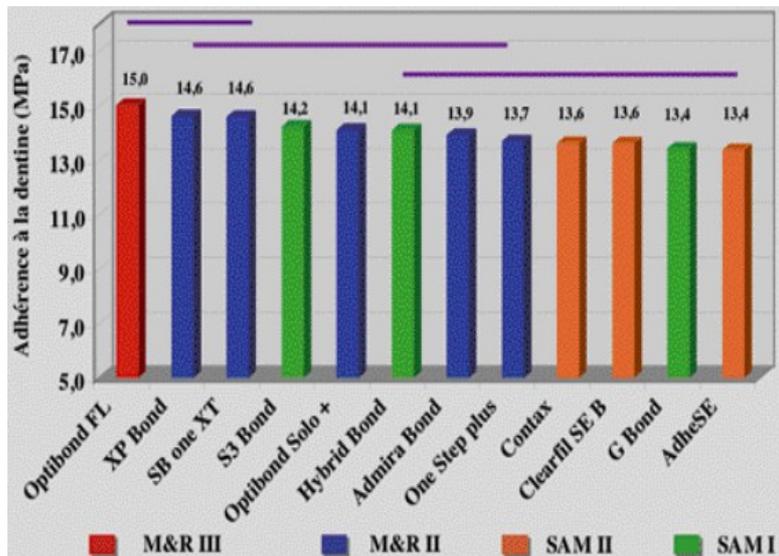


Figure 8: histogramme nous présentant les différentes valeurs d'adhérence à la dentine. Données provenant de tests effectués par Degrange et coll. en 2006 [16]

3.3. Substituts dentinaires

Le substitut dentinaire permet de combler le fond de la cavité si elle est trop profonde et les contre-dépouilles mais renforce aussi la dent [37].

Il faut être vigilant quant à l'utilisation d'un substitut dentinaire, il doit respecter un certain nombre de précautions, telles que [36]:

- protection du complexe dentino-pulpaire
- facilité de manipulation
- être compatible avec le système adhésif utilisé
- réduire le stress de photo-polymérisation.

Différents matériaux peuvent donc être qualifiés de « substitut dentinaire » :

- **Les ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMAR)**

Ce sont des ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine comme HEMA et BisGMA.

Ils pourront être utilisés pour l'IDS surtout dans les cas de remontée de marge.

- **Les résines polymérisables**

On en a plusieurs types :

les photopolymérisables avec parmi eux :

- les condensables
- les microhybrides
- les flow

Le type de composite et sa technique d'application sembleraient affecter les valeurs d'adhésion lors du collage [52].

les chémpolymérisables avec parmi eux :

- les traditionnels
- les fluides injectables

Ils possèdent un stress de contraction plus faible que les photo-polymérisables [38].

Dans le cas de l'IDS l'utilisation d'un composite photopolymérisable de type flow est indiquée afin de permettre de supprimer les contre-dépouilles. Le composite flow s'étale parfaitement au fond de la cavité et joue un rôle d'amortisseur de contraintes mécaniques.

4. Protocole d'IDS avec MR3

4.1. Etapes pré-opératoires :

4.1.1. Anesthésie

Avant de commencer la préparation, il faut effectuer une anesthésie dans une très grande majorité des cas.

4.1.2. Choix de la teinte

Il peut s'effectuer avant ou après le protocole d'IDS. L'idéal est tout de même avant afin d'éviter la déshydratation de la dent.

4.1.3. Marquage des points de contacts

Cette étape est importante pour la préparation. Lors d'une restauration indirecte de type inlay/onlay, il ne faut pas que la limite occlusale de la future pièce prothétique soit au niveau d'un point d'impact occlusal.

4.2. Isolation

Certains des matériaux utilisés étant hydrophobes, il faut une bonne isolation. La pose de la digue est donc primordiale pour la pérennité de la restauration. En absence d'une telle isolation, il y a manque de cohésion du système adhésif par contamination salivaire quasi assurée [56].

La digue permet d'obtenir un champ opératoire étanche, sec et propre [29,38].

Elle peut être maintenue à l'aide d'un crampon sans ailette, ou de ligatures qui nous permettent d'avoir une rétraction plus importante.

4.3. Préparation de la dent

La cavité est nettoyée. Le retrait de l'ancienne restauration, si il y en avait une, est effectué, la carie est curetée tout en recherchant une économie tissulaire.

Les angles internes doivent être arrondis, les parois de dépouille (10 à 15°), le fond plat, les parois lisses [38].

Élimination de tous les tissus pathologiques qui peuvent nuire à la physiologie pulpaire [78].

4.4. Sablage de la dent

Pour renforcer la mouillabilité et améliorer le collage, la présence de rugosités de surface apportées par le sablage optimise la qualité de l'assemblage [24].

On obtient grâce au sablage une surface propre, sans colorations. De plus il permet une réouverture des tubuli dentinaires non hybridés [20].

4.5. Repérage de la dentine exposée.

Il peut ne pas être simple de repérer la dentine exposée.

Pour nous aider, on peut effectuer un mordantage rapide à l'acide orthophosphorique dosé entre 32 et 40% pendant 2-3 secondes et sécher complètement la surface préparée. La dentine aura alors un aspect brillant alors que l'email aura un aspect « glacial ».

Il est bien sûr évident de reconditionner mécaniquement la dentine avant de commencer notre protocole d'IDS afin d'obtenir une dentine fraîchement coupée [63].

4.6. Mise en place du MR3

4.6.1. Total etching (Mordançage total)

Il est réalisé à l'aide d'un conditionneur : l'acide orthophosphorique (H^3PO^4) dosé entre 32 et 40% (en général 37%) laissé 15 secondes en moyenne sur la dentine fraîchement coupée [44].

Sur la dentine sclérotique, le temps d'application doit être doublé [66].

Cet acide va retirer la partie minérale située à la surface de la dentine (déminéralisation superficielle des zones péri et inter-tubulaires), la partie organique (bactéries présentes due à la contamination salivaire) et ouvrir les tubuli dentinaires.

La durée de ce mordançage est très importante. Au delà de 15 secondes, la profondeur de la surface déminéralisée est plus importante que la surface de pénétration de la résine (profondeur des tags). Les fibres de collagènes sont alors à nues, et un défaut de liaison se crée [16].

Un rinçage abondamment et maîtrisé selon un temps au moins égal à la durée de son application est ensuite réalisé et suivi d'un séchage doux afin d'éliminer les excès d'eau.

Il est important de signaler qu'un séchage trop important empêche la formation correcte de la couche hybride et peut entraîner des sensibilités [29,47].

L'intensité du séchage dépend également de l'adhésif utilisé.

Il est donc important de respecter le protocole d'utilisation des adhésifs, ainsi que la durée concernant l'utilisation de l'acide [66].

Plusieurs techniques ont été proposées afin de gérer le degré d'humidité de la dentine [16,20]:

- l'aspiration à l'aide de l'aspiration salivaire ; cela permet d'éliminer les excès par une simple aspiration
- le séchage à l'aide de la seringue à air comprimé ; le séchage progressif est réalisé en se rapprochant progressivement de la préparation
- méthode du tamponnement : la préparation est séchée à l'aide de l'air comprimé puis réhydratée par une boulette de coton imprégnée d'eau que l'on va essorer sur un papier sec et que l'on appliquera humide sur la préparation. Cette manipulation permet d'humidifier les zones trop sèches et d'absorber l'eau des zones trop humides.

Pour finir, il a été prouvé que l'utilisation d'un acide phosphorique entraîne une

diminution de la quantité bactérienne d'environ 50%, contrairement à l'alcool qui lui fixe les protéines [78].

4.6.1.1. Traitement de la surface à l'hypochlorite de sodium ?

Comme l'ont démontré Uceda-Gomez et coll. dans leur étude, le traitement de la surface déminéralisée à l'aide d'une solution d'hypochlorite de sodium à 10% pendant 60 secondes avant de continuer les étapes d'adhésion sur la dentine permettrait d'augmenter la résistance des liaisons avec les systèmes adhésifs [79].

En effet, un etching seul permet d'éliminer l'hydroxyapatite et d'exposer le réseau de collagène intertubulaire hydraté. Une déprotéinisation en plus permet d'éliminer le collagène et d'exposer plusieurs tubuli secondaires latéraux, transformant la dentine en une structure poreuse présentant de multiples irrégularités, riche en cristaux d'hydroxyapatite et présentant une mouillabilité plus élevée, similaire à celle d'un email ayant subi un mordantage acide [79].

La littérature est cependant très controversée à ce sujet. Les résultats de cette étude qui datent de 2007 sont conformes aux résultats de certains auteurs qui nous signalent des forces de liaison non modifiées avec l'utilisation d'une solution d'hypochlorite de sodium à 10% même quand ils utilisent différents systèmes adhésifs à base de solvants [79].

Mais l'utilisation d'hypochlorite semble contre-indiquée car il semble qu'il agit sur l'ouverture des tubuli dentinaires et donc, peut entraîner une modification du comportement des adhésifs dentinaires [78].

D'autres chercheurs ont constaté que ce résultat est adhésif dépendant et d'autres études ont indiqué que les forces de liaison de la dentine étaient réduites. Ces incohérences dans la littérature expliquent peut-être que cette technique n'est pas encore tellement répandue [79].

4.6.1.2. Chlorhexidine

Un nettoyage préalable à la chlorhexidine aura un effet bactéricide et un rôle d'abaisseur de tension superficielle [56].

Cette désinfection réalisée avant la restauration, permet de diminuer la quantité de bactéries responsables d'une partie des lésions pulpaires [19].

La chlorhexidine inhibe les métalloprotéases matricielles (MMP) responsables de la dégradation de la couche hybride.

Après le mordantage, le rinçage et le séchage, il est recommandé d'appliquer une solution de chlorhexidine à 2% pendant une minute avant l'adhésif sans pour autant interférer avec l'adhésion dentinaire.

4.6.2. Primer (Primaire / Promoteur)

Il joue un rôle majeur dans l'adhésion dentinaire car il permet l'infiltration de la résine adhésive. Ces molécules amphiphiles possèdent, par définition, un groupement hydrophile et un groupement hydrophobe. Cela va permettre aux monomères hydrophiles de s'insérer dans le réseau de collagène afin que la résine (hydrophobe) puisse s'infiltrer au niveau des groupements hydrophobes [16].

4.6.3. Bonding (Adhésif)

L'adhésif ne doit pas être simplement posé sur la dentine. Si l'on veut qu'il pénètre à l'intérieur des tubuli, il faut le brosser à l'aide d'une microbrush pendant quelques secondes.

Un séchage doux et maîtrisé à l'aide de la seringue air afin d'éliminer les excès de solvants complète la procédure d'utilisation.

Cet adhésif va permettre la formation de la couche hybride en réhydratant les protéines de surface [29].

Dans le protocole IDS, une première photo-polymérisation rapide de 20 secondes est réalisée [31], une couche de glycérine par-dessus l'adhésif est appliquée en allant au-delà de celui-ci et une photo-polymérisation durant 10 secondes à travers cette couche de glycérine est de nouveau effectuée afin de polymériser la couche d'adhésif inhibée par l'oxygène et prévenir des interactions avec le matériau à empreinte (surtout les polyéthers) [47,66].

Un nettoyage de la préparation à l'aide d'alcool termine la procédure [11].

4.7. Substitut dentinaire

La pose d'un substitut dentinaire, de type composite flow ou bulk n'est pas obligatoire, mais peut être un avantage supplémentaire en permettant :

- de supprimer/comblé les contre-dépouilles afin de respecter le principe d'économie tissulaire maximale
- une réduction du facteur C
- une protection plus importante du complexe dentino-pulpaire par rapport à un adhésif unique
- renforcement des structures résiduelles

La pose de ce type de matériau, photo-polymérisé en mouvement pendant 1 minute, est réalisée.

Les composites flow Bulk présentent une moindre rétraction de prise et sont plus faciles

à appliquer [23,25].

L'utilisation d'un composite flow Bulk et/ou une mince couche de composite fluide permet une force de contraction minimale en raison du faible volume. Un composite fortement chargé permettra néanmoins d'obtenir une protection pulpaire supplémentaire ainsi qu'une meilleure résistance [11].

Il est possible, à ce moment de la préparation, d'effectuer éventuellement une remontée de marge. Celle ci doit être faite à l'aide d'un composite hybride chargé car un composite de ce type est plus résistant. Il faut effectuer un cerclage à l'aide d'une matrice métallique étanche afin d'éviter toute contamination.

L'étape finale consiste alors à reconditionner l'émail périphérique pour le collage de la pièce prothétique qui peut présenter des excès d'adhésif qui auraient fusé. Cette étape se réalise avant la dépose du champs opératoire [17].

4.8. Empreinte

Il est préférable de la réaliser le jour de l'IDS. Cependant, la différer ne présente pas une contre-indication puisque l'hybridation de la dentine a été réalisée [67].

L'établissement de limites supra-gingivales par remontée de marge facilite l'empreinte [67].

Une empreinte de l'arcade complète permettra un meilleur réglage de l'occlusion. Les empreintes partielles entraînent des déformations qui peuvent être préjudiciables pour la qualité de la prothèse.

Les techniques d'empreinte sont les suivantes :

- les hydroalginates et hydrocolloïdes

Les hydroalginates et hydrocolloïdes sont les matériaux idéaux pour les préparations cavitaires, mais ils nécessitent une coulée rapide et présentent une forte aptitude au déchirement [67].

- les élastomères

Les élastomères (polyéthers et silicones par addition) restent donc un matériau de choix puisqu'ils vont présenter une bonne précision d'enregistrement, une bonne élasticité, et une plus forte résistance au déchirement [67].

- l'empreinte optique

L'empreinte optique qui évolue de jour en jour est également une bonne alternative aux techniques d'empreintes traditionnelles.

La réalisation de la restauration provisoire (inlay/ onlay/ overlay provisoire).

La dépose de cette restauration peut s'avérer difficile. Il est donc fortement conseillé d'isoler la dent avant d'effectuer la provisoire (à l'aide de vaseline ou de glycérine par exemple). La glycérine présente l'avantage d'être un corps gras miscible à l'eau.

Les ciments provisoires à base de résine sont également déconseillés.

Cette période de temporisation devra durer maximum 2 semaines en raison d'un fort potentiel d'exposition de l'adhésif aux fluides salivaires. Cette exposition peut entraîner l'absorption de l'eau et compromettre le collage entre l'adhésif existant et la nouvelle restauration [47,53].

Dans son étude *In vitro* datant de 2007, Magne et coll. nous indiquent que le collage de la restauration définitive sur la dentine scellée pourra toujours être obtenu même après 12 semaines de restauration provisoire [53].

L'utilisation de ciment provisoire à base d'eugénol (type IRM) est normalement déconseillée en raison de l'infiltration de l'eugénol dans les parois. L'eugénol perturbe la polymérisation des résines de collage composite.

Cependant, Tjan et coll. ont démontré dans leur étude de 1992 [77] qu'un mordantage total à l'aide d'un acide orthophosphorique permettait d'éliminer complètement les résidus d'eugénol [67].

4.9. L'assemblage

▪ Retrait du ciment de scellement provisoire

Une élimination complète du ciment de scellement est indispensable pour assurer un bon collage, éviter une infiltration du système adhésif et l'inhibition de la polymérisation par les monomères résineux, et permettre l'adaptation de la restauration définitive [66].

Lors de différentes études *in-vitro*, plusieurs auteurs ont évalué différentes méthodes d'élimination de ce ciment. Parmi elles, on retrouve, de la meilleure à la moins bonne d'après ces études :

- abrasion à air souple
- abrasion à l'aide de particules d'oxyde d'aluminium de diamètre variable (30 à 50 microns) [20,50,52,53]
- pâte à polir sans fluor [18,21,47].

▪ **Micro-sablage**

Le micro-sablage aux particules d'alumine 50 microns rend la couche hybride plus rugueuse et améliore donc la valeur d'adhérence [20]. L'application d'un composite flow est avantageux lors de cette étape car il permet d'éviter de retirer l'IDS lors du sablage.

▪ **Collage de la pièce prothétique**

Avant tout conditionnement tissulaire, il est conseillé d'effectuer des microrugosités sur l'adhésif présent au niveau de la dentine à l'aide d'une fraise diamanté à faible vitesse ou d'un micro-sablage doux [50,51,53].

Un mordantage total de la préparation est effectué à base d'acide orthophosphorique dosé de 32 à 40% pendant une durée de 30 secondes. Un rinçage pendant 30 secondes suivi d'un séchage doux avant l'application de l'adhésif sont ensuite effectués.

Cet etching permet, selon Dillenburg et coll. dans leur étude de 2009, d'éliminer les restes de ciment ou autre contaminant et de nettoyer parfaitement cette dentine scellée [66].

A ce stade, la prépolymérisation de la résine adhésive n'est pas indiquée, il vaut mieux attendre le placement complet de la pièce prothétique [50,53,66]. Un système MR est plus indiqué car il renforce mécaniquement les vitro-céramiques [20].

Le « ciment » résine est le « ciment » de choix car il va se lier chimiquement au substrat traité par IDS. De plus il présente une faible solubilité dans le temps [66].

Le collage de la pièce doit s'effectuer dans l'idéal avec un composite de restauration réchauffé.

Les étapes d'assemblage sont les suivantes :

- utilisation d'un stick adhésif pour maintenir la pièce sans la contaminer
- traitement de surface de la pièce prothétique et de la dent
- application de l'adhésif (M&R3) sur les 2 surfaces à coller
- collage de la pièce avec un composite réchauffé ou un composite dual
- mise en place de la pièce prothétique à l'aide d'un insert à ultrason spécifique (C19 ou C20)
- élimination des excès avant la polymérisation sous lumière filtrée
- photo-polymérisation durant 40 secondes par face
- photo-polymérisation supplémentaire sous gel de glycérine

- dépose de la digue unitaire ou étendue
- élimination des excès de composite de collage grâce aux ultrasons ou à l'aide d'une fraise à polie
- polissage des bords
- réglage de l'occlusion.

5. Cas cliniques

5.1. Cas 1 : Onlay sur 46 de Mr L.D.



Figure 8: état initial de la dent (46) qui présente un amalgame volumineux ainsi qu'une fracture de la cuspide mésio-linguale.



Figure 9: état de la dent suite à la dépose de l'amalgame et au curetage carieux sous digue.

Mise en place d'une matrice métallique qui circonscrit la dent, ainsi que des coins de bois afin d'effectuer une remontée de marge en mésial et en distal de la dent en même temps que l'IDS.

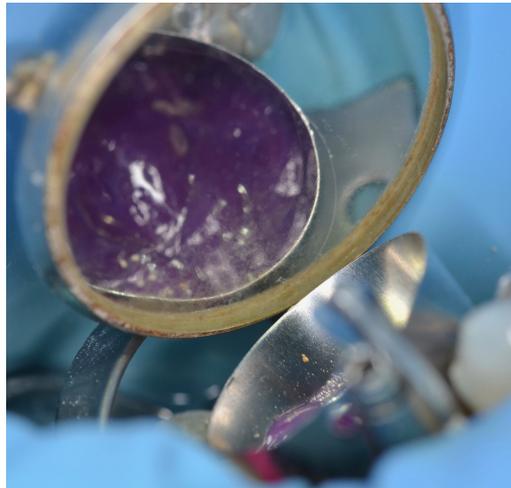


Figure 10: mordançage à l'acide orthophosphorique 35% pendant 15 secondes sur la dentine.

Rinçage pendant une durée de 15 secondes minimum puis séchage doux.

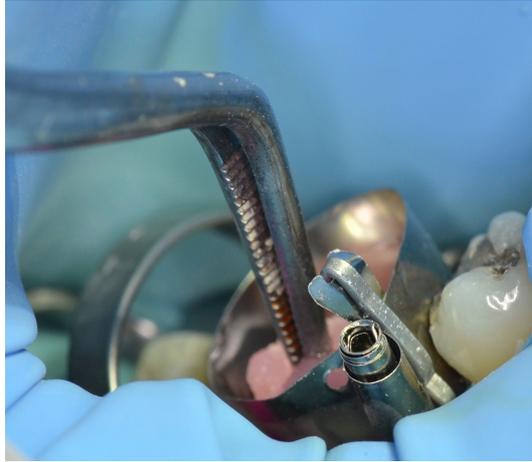


Figure 11: nettoyage et désinfection de la surface à l'aide de Chlorhexidine

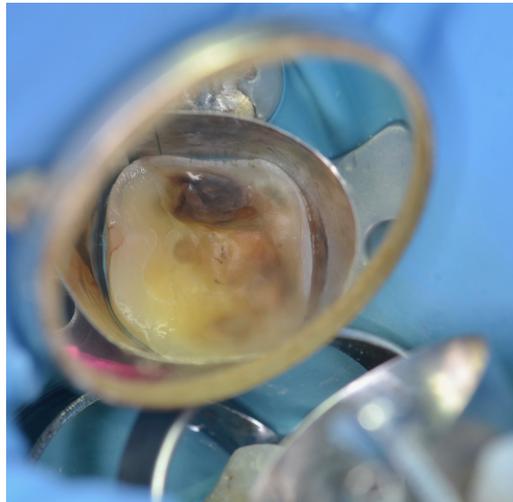


Figure 12: état de surface suite au mordantage acide.



Figure 13: application du primer par frottement doux à l'aide d'une microbrush.

Application de l'adhésif suivi d'un séchage doux puis photopolymérisation.

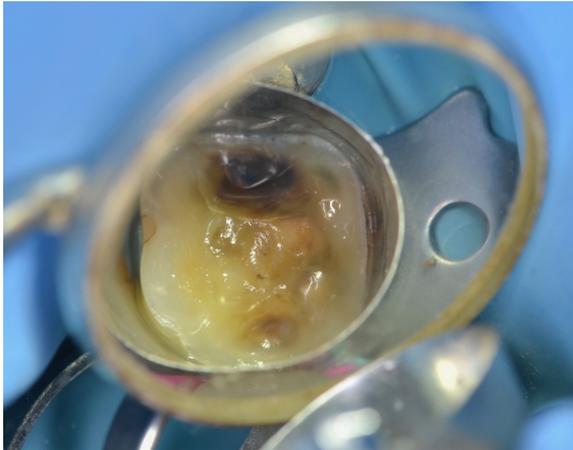


Figure 14: état de surface suite à l'application de l'adhésif.

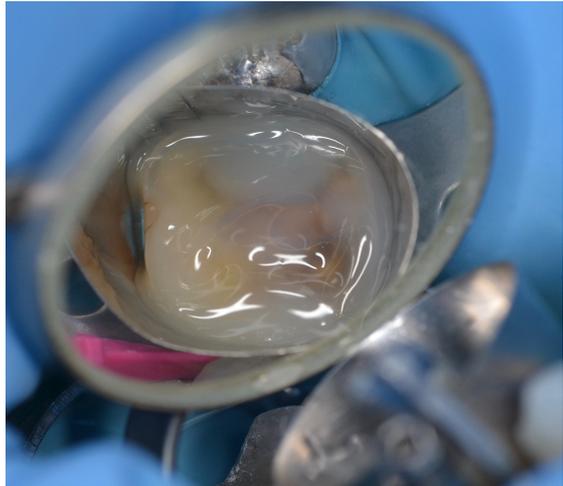


Figure 15: application d'un composite flow afin de terminer l'IDS et d'effectuer une remontée des marges mésiale et distale.

Une photopolymérisation a ensuite été effectuée.



Figure 16: application d'un gel de glycérine.

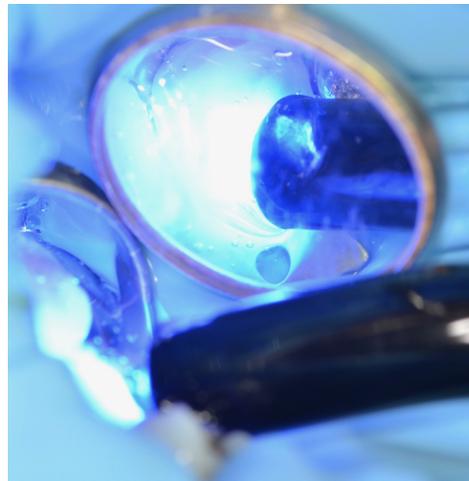


Figure 17: photo-polymérisation du gel.

Suite à cela, les bords amélaire sont de nouveau préparé car de l'adhésif et du composite avaient fusé.



Figure 18: photo de la dent une fois l'IDS et la remontée de marges terminés.



Figure 19: préparation pour le collage: pose de digue, de ligatures et de fil dentaire.



Figure 20: pose de téflon sur les dents adjacentes.



Figure 21: onlay Emax collé sur la dent n°46.

Remerciements au Dr Dollé David pour la réalisation de ce cas.

Conclusion

La préservation et la stabilisation des tissus dentaires durs nécessitent une compréhension avancée des matériaux et des techniques nouvellement développées. Cela exige également une connaissance approfondie de la structure dentaire interne et de l'interaction complexe entre son altération et les mécanismes adhésifs pour son traitement.

Avec le développement continu de la technologie adhésive, les cliniciens doivent prendre des mesures pour s'assurer que leur traitement et les techniques sont appropriées pour les matériaux utilisés.

L'IDS permet donc d'optimiser le collage des restaurations indirectes sur la dentine tout en apportant un bénéfice clinique et biologique.

En effet, la formation précoce de la couche hybride va fournir une solution clinique et va permettre d'augmenter la durabilité à long terme des restaurations indirectes, d'augmenter le confort des patients (moins de sensibilités) et d'améliorer la prise en charge en étant moins mutilant, en préservant le maximum de tissu dentaire (préservation tissulaire).

Il paraît donc indispensable de tenter d'améliorer la pratique des chirurgiens dentistes en effectuant des collages de bonne qualité.

Index des illustrations

Figure 1: les différents tissus de la dent [73].....	16
Figure 2: prévalence des sensibilités post-opératoire [20].....	22
Figure 3: cette photo correspond à l'image de la dentine après traitement à l'acide orthophosphorique (H ₃ PO ₄), on voit que la smear layer a été totalement retirée [1].....	25
Figure 4: cette photo correspond à une smear layer enlevée partiellement de la dentine inter-tubulaire[1].....	25
Figure 5: schéma illustrant la couche hybride lors de l'utilisation de différents adhésifs amélo-dentaires type SAM et M&R [30].....	26
Figure 6 : insert à ultrasons spécifique : C19 et C20 (ACTEON®EQUIPMENT)	31
Figure 7: optibond FL® (Kerr), M&R3 (cf. cas clinique 1), généralement recommandé pour l'IDS.....	46
Figure 8: état initial de la dent (46) qui présente un amalgame volumineux ainsi qu'une fracture de la cuspide mésio-linguale.....	60
Figure 9: état de la dent suite à la dépose de l'amalgame et au curetage carieux sous digue.....	60
Figure 10: mordantage à l'acide orthophosphorique 35% pendant 15 secondes sur la dentine... ..	60
Figure 11: nettoyage et désinfection de la surface à l'aide de Chlorhexidine.....	61
Figure 12: état de surface suite au mordantage acide.....	61
Figure 13: application du primer par frottement doux à l'aide d'une microbrush.....	61
Figure 14: état de surface suite à l'application de l'adhésif.....	62
Figure 15: application d'un composite flow afin de terminer l'IDS et d'effectuer une remontée des marges mésiale et distale.	62
Figure 16: application d'un gel de glycérine.....	62
Figure 17: photo-polymérisation du gel.....	62
Figure 18: photo de la dent une fois l'IDS et la remontée de marges terminés.....	63
Figure 19: préparation pour le collage: pose de digue, de ligatures et de fil dentaire.....	63
Figure 20: pose de téflon sur les dents adjacentes.....	63
Figure 21: onlay Emax collé sur la dent n°46.....	63

Index des tables

Tableau 1: structure de l'email dentaire humain mature [65].....	16
Tableau 2: traitement des surfaces des matériaux avant collage [20]	33
Tableau 3: classification des adhésifs amélo-dentaires.	44
Tableau 4 : tests de différents adhésifs : plus la valeur du coefficient de variation est faible, plus il est tolérant [16].....	45
Tableau 5: valeur d'adhésion de plusieurs adhésifs à l'email (le premier étant un M&R3 et les autres étants des SAM) [16].....	48

Références bibliographiques

1. AL-Helal AS, Armstrong SR, Xie XJ, Wefel JS. Effect of Smear Layer on Root Demineralization Adjacent to Resin-modified Glass Ionomer. *J Dent Res.* 2003;82(2):146-50.
2. Alliot-Licht B, Armengol V, Dajeau-Trutaud S, Marion D. Facteurs étiologiques généraux de la pathologie pulpodentinaire. *EMC - Dent.* 2004;1(3):312-25.
3. Altintas SH, Tak O, Secilmis A, Usumez A. Effect of Provisional Cements on Shear Bond Strength of Porcelain Laminate Veneers. *Eur J Dent.* 2011;5(4):373.
4. Archien C, Begin M, Thépin J-C, Unger F, Cooman J de. Dictionnaire de prothèse odontologique. Paris : SNPMD, DL; 2004.
5. Attal J-P. Message n°3 : Adhésion à la dentine - Pour les initiés [Internet]. [consulté le 14 nov 2016]. Disponible sur: <http://jeanpierreattal.blogspot.com/2011/09/message-n3-adhesion-la-dentine-pour-les.html>
6. Attal J-P. Blog de Jean-Pierre Attal [Internet]. [consulté le 7 nov 2016]. Disponible sur: <http://jeanpierreattal.blogspot.fr/2014/02/message-n18-les-2-dentines-usees.html>
7. Besnault C, Colon P. L'adhésion aux tissus dentaires. *Rev Odontostomatol.* 2000;(4).
8. Bodin T, Poullie AI, Fanelli G, Mokhbi J, Lombry Y, Tuil LA. Reconstitution d'une dent par matériau incrusté (inlay-onlay) - Rapport d'évaluation. 2009.
9. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater.* 2008;24(1):90-101.
10. Christensen GJ. The fastest and best provisional restorations. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(5):637-9.
11. Cohen RG. Antibacterial self-etch Immediate Dentin Sealing. *Dentaltown.* 2007;54-62.
12. Dahan L, Raux F. Les inlays-onlays esthétiques Procédures d'assemblage. *Inf Dent.* 2012;(1):14-23.
13. Davido N, Yasukawa K, Antoniulli P, Nguyen J-F, Zanini M. Odontologie conservatrice et endodontie : odontologie prothétique. Maloine; 2014.
14. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, et al. Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent.* 2003;16(6):414-20.

15. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004;20(10):963-71.
16. Degrange M. Les adhésifs qui requièrent un mordantage préalable sont-ils obsolètes? *Inf Dent.* 2007;(4):119-24.
17. Dietschi D, Monasevic M, Krejci I, Davidson C. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *J Dent.* 2002;30(5-6):259-69.
18. Duarte Jr S, de Freitas CRB, Saad JRC, Sadan A. The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *J Prosthet Dent.* 2009;102(1):1-9.
19. El Arrouf N, Sakout M, Abdallaoui F. Protection pulpo-dentinaire et adhésion: évolution des concepts biologiques et implications cliniques en pratique quotidienne. *Rev Odontostomatol.* 2010;(39):112-33.
20. Etienne O, Toledano C, Paladino F, Serfaty R. Restaurations tout-céramique sur dents vitales - Editions CdP: Prévenir et traiter les sensibilités postopératoires. Initiatives Sante; 172 p.
21. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Krall C, Freudenthaler J. Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):204-10.
22. Fonseca RB, Martins LRM, Quagliatto PS, Soares CJ. Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. *J Adhes Dent.* 2005;7(3):225-30.
23. Fron Chabouis H, Smail Faugeron V, Attal J-P. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: A systematic review. *Dent Mater.* 2013;29(12):1209-18.
24. Ghiggi P, Steiger A, Marcondes M, Mota E, Burnett L, Spohr A. Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *Eur J Dent.* 2014;8(3):366.
25. Goldberg M. Histologie du complexe dentinopulpaire. EMC - Med Buccale. 2016;(28-090-B-10).
26. Goldberg M. Histologie de l'émail. EMC - Med Buccale. 2016;(28-090-A-10).
27. Gresnigt MM, Cune MS, de Roos JG, Özcan M. Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dent Mater.* 2016;32:e73-81.
28. Gresnigt MM, Ozcan M, Kalk W, Galhano G. Effect of static and cyclic loading on ceramic laminate veneers adhered to teeth with and without aged composite restorations. *J Adhes Dent.* 2011;13(6):569-77.

29. Guastalla O, Viennot S, Allard Y. Collages en odontologie. EMC - Odontol. 2005;1(3):193-201.
30. Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H. A review: Biodegradation of resin–dentin bonds. *Jpn Dent Sci Rev.* 2011;47(1):5-12.
32. Helvey GA. Adhesive Dentistry: The Development of Immediate Dentin Sealing/Selective Etching Bonding Technique. *Compendium.* 2011;32(9):22-36.
32. Hu J, Zhu Q. Effect of immediate dentin sealing on preventive treatment for postcementation hypersensitivity. *Int J Prosthodont.* 2010;23(1):49-52.
33. Jawad K, Bennani A, Lahlou K. Système adhésif et composite : répercussions sur l'organe dentinopulpaire | Dossiers du mois [Internet]. 2003 [consulté le 8 déc 2016]. Disponible sur: <http://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/systeme-adhesif-et-composite-repercussions-sur-lorgane-dentinopulpaire.html>
34. Jayasooriya PR, Pereira PN r., Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a Resin Coating on Bond Strengths of Resin Cement to Dentin. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(2):105-13.
35. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater.* 2001;17(2):122-6.
36. Koubi S, Aboudharam G, Brouillet J-L. Inlays/onlays en résine composite : évolution des concepts. EMC - Med Buccale. 2016;(28-632-C-10).
37. Koubi S., Brouillet J-L, Pignoly C. Restaurations esthétiques postérieures en technique directe. EMC - Odontol. :1-6.
38. Koubi SA, Faucher A, Brouillet JL, Weissrock G, Pertot W, Victor JL. Les inlays-onlays en résine composite: nouvelle approche. *Inf Dent.* 2006;(5):194-205.
39. Koubi SA, Margossian P, Weisrok G, Lasserre JF, Faucher A, Brouillet JL, et al. Restaurations adhésives en céramique: une nouvelle référence dans la réhabilitation du sourire. *Inf Dent.* 2009;(8):363-74.
40. Lan W-H, Lee B-S, Liu H-C, Lin C-P. Morphologic Study of Nd:YAG Laser Usage in Treatment of Dentinal Hypersensitivity. *J Endod.* 2004;30(3):131-4.
41. Lee J-I, Park S-H. The Effect of Three Variables on Shear Bond Strength When Luting A Resin Inlay to Dentin. *Oper Dent.* 2009;34(3):288-92.
42. Liénart D. Restaurer sans tenon ni couronne les dents postérieures dépulpées [thèse d'exercice]. [Lille]: Lille 2; 2016.
43. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res.* 2011;90(8):953-68.

44. Lopes GC, Thys DG, Klauss P, Mussi G, Widmer N. Enamel Acid Etching: A Review. *Compendium*. 2007;28(1):662-9.
45. Lussi A, Schaffner M, Zimmerli B, Neuhaus K, Strub M, Lafargue H. *Évolution en odontologie restauratrice*. Paris ; Berlin ; Chicago : Quintessence international; 2013.
46. Macario A. *Assemblage des céramiques: analyse au travers de la littérature actuelle et d'un cas clinique [thèse d'exercice]*. [Nice]: Université de Nice - Sophia Antipolis; 2016.
47. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(3):144–154.
48. Magne P. Adhésion Biomatériaux CFAO: Biomimétique restauratrice sans tenons ni couronnes. *ID Mag*. 2017;99(4):16-21.
49. Magne P, Belser U. *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures: approche biomimétique*. Paris: Quintessence International; 2003.
50. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent*. 2005;94(6):511–519.
51. Magne P, Nielsen B. Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *J Prosthet Dent*. 2009;102(5):298-305.
52. Magne P, Paranhos MP, Hehn J, Oderich E, Boff LL. Selective masking for thin indirect restorations: Can the use of opaque resin affect the dentine bond strength of immediately sealed preparations? *J Dent*. 2011;39(10):707-9.
53. Magne P, So W-S, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent*. 2007;98(3):166-74.
54. Mahn E. *Les composites bulk fill: changer le paradigme de la stratification*. *Clinic (Paris)*. 2014;(35):429-37.
55. Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, Tomsia AP, Marshall GW. A review of adhesion science. *Dent Mater*. 2010;26(2):11-6.
56. Meyer J-M. La dentisterie adhésive est-elle réellement fiable dans le temps? *Dentoscope*. (156):46-50.
57. Morgan MJ, Brown DJ, In Suh B. Immediate Dentin Sealing (IDS) Optimizing adhesive performance for indirect restoratives. *Dent*. 2010;6(3).
58. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265-73.
59. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of dental hard tissues*. Tokyo ; Chicago ; Paris : Quintessence Pub. Co.; 1998.

60. Ozturk N, Aykent F. Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding system. *J Prosthet Dent.* 2003;89(3):275-81.
61. Pashley DH. Sensitivity of dentin to chemical stimuli. *Dent Traumatol.* 1986;2(4):130-7.
62. Pashley DH. Dynamics of the Pulpo-Dentin Complex. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1996;7(2):104-33.
63. Pashley E, Comer R, Simpson M, Horner J, Pashley D, Caughman W. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. *Oper Dent.* 1992;17(1):13-20.
64. Paul SJ, Scharer P. Intrapulpal Pressure and Thermal Cycling: Effect on Shear Bond Strength of Eleven Modern Dentin Bonding Agents. *J Esthet Restor Dent.* 1993;5(4):179-85.
65. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck Supérieur; 2001. 392 p.
66. Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Mysore A, Amin B, Daswani SR. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *J Prosthodont Res.* 2016;60(4):240-9.
67. Raux F, Dahan L. Comment faire un inlay-onlay esthétique? *Inf Dent.* 2011;7:14–23.
68. Reis A, Rocha de Oliveira Carrilho M, Schroeder M, Tancredo LLF, Loguercio AD. The influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. *J Adhes Dent.* 2004;6(1):7-11.
69. Roulet J-F, Degrange M (chirurgien-dentiste). Collage et adhésion: la révolution silencieuse. Paris : Quintessence international; 2000.
70. Sailer I, Oendra AEH, Stawarczyk B, Hämmerle CHF. The effects of desensitizing resin, resin sealing, and provisional cement on the bond strength of dentin luted with self-adhesive and conventional resin cements. *J Prosthet Dent.* 2012;107(4):252-60.
71. Sandoval B. Les adhésifs amelo-dentaires automordants [thèse d'exercice]. Nantes; 2005.
72. Stavridakis MM, Krejci I, Magne P. Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured Dentin Bonding Agent and effect of surface cleaning. *Oper Dent.* 2005;30(6):747-57.
73. studiodentaire.com. Dentine - Studio Dentaire [Internet]. [consulté le 30 janv 2017]. Disponible sur: <http://www.studiodentaire.com/fr/glossaire/dentine.php>
74. Terata R. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement--study on removal of temporary cement. *Dent Mater J.* 1993;12(1):18-28.
75. Terry A, Powers J, Paul S. Immediate Dentin Sealing Technique. *Dent Today.* 2009;9(28):140-1.

76. Tirlet G, Attal JP. Gradient thérapeutique. *L'information Dent*. 2009;25(41/42).
77. Tjan AH, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 1992;23(12):839-44.
78. Turpin Y-L, Vulcain J-M. Principes généraux de préparation des dents en vue de leur restauration. *EMC - Odontol*. 2005;1(2):67-76.
79. Uceda-Gómez N, Loguercio AD, Moura SK, Grande RHM, Oda M, Reis A. Long-term bond strength of adhesive systems applied to etched and deproteinized dentin. *J Appl Oral Sci*. 2007;15(6):475-9.
80. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-35.
81. Yu-Sung C, In-Ho C. An effect of immediate dentin sealing on the shear bond strength of resin cement to porcelain restoration. *J Adv Prosthodont*. 2010;2:39-45.
82. Zyman P. Les composites en technique directe et indirecte. *JSOP*. 2011;(1):25-33.

Th. D. : Chir. Dent. : Lille 2 : Année [2017] – N°:

Le Scellement Dentinaire Immédiat (IDS) / **PASSET Elodie**.- 71p. ; 21 ill. ; 82 réf.

Domaines : Odontologie Conservatrice et Endodontie ; Prothese

Mots clés Rameau: Adhésifs dentaires, odontostomatologie conservatrice, inlays (odontostomatologie), onlays (odontostomatologie), collage en odontostomatologie, matériaux dentaires

Mots clés FmeSH: collage dentaire, inlays, matériaux dentaires

Mots clés libres : IDS (scellement dentinaire immédiat), collage, inlay, onlay, complexe dentino-pulpaire, gradient thérapeutique

Le gradient thérapeutique, avec comme objectif principal l'économie tissulaire, est de plus en plus suivi par les chirurgiens dentistes.

Les praticiens se doivent de conserver la vitalité de la dent grâce à des pièces prothétiques moins délabrantes que les couronnes. L'amélioration des techniques de collage de ces dernières années permettent une plus grande économie tissulaire. Cependant ces procédures – praticien dépendant - doivent être parfaitement maîtrisées afin d'éviter des réactions négatives, notamment des décollements intempestifs, des contaminations bactériennes ou des pulpites irréversibles.

Afin d'éviter ces désagréments, il est possible d'envisager un scellement dentinaire immédiat. Ce scellement, également appelé IDS, a vu le jour au début des années 1990. Après quelques rappels, une description de celui-ci, plus moderne, sera effectuée et comparée au scellement plus traditionnel, dénommé scellement dentinaire retardé. Un cas clinique viendra illustrer cette procédure alternative encore trop peu utilisée de nos jours.

JURY :

Président : **Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX**

Assesseurs : **Monsieur le Docteur Marc LINEZ**

Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME

Madame le Docteur Aurélie MARECHAL