

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2021

Thèse n°2021 LYO 1D 031

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 21 juin 2021

Par

Mathilde GENIN

Née le 19/09/1995 à Annecy (74)

LES COLLAGES SUR TISSUS DENTINAIRES ET AMELAIRES USES

JURY

Monsieur le Professeur	Olivier ROBIN	Président
Madame la Professeure	Beatrice THIVICHON-SIMON	Assesseur
<u>Monsieur le Professeur</u>	<u>Maxime DUCRET</u>	Assesseur
<u>Monsieur le Docteur</u>	<u>Benjamin EVIEUX</u>	Assesseur
Monsieur le Docteur	Louis ESPINASSE	Invité

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2021

Thèse n°2021 LYO 1D 031

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 21 juin 2021

par

Mathilde GENIN

Née le 19/09/1995 à Annecy (74)

LES COLLAGES SUR TISSUS DENTINAIRES ET AMELAIRES USES

JURY

Monsieur le Professeur	Olivier ROBIN	Président
Madame la Professeure	Beatrice THIVICHON-SIMON	Assesseur
<u>Monsieur le Professeur</u>	<u>Maxime DUCRET</u>	Assesseur
<u>Monsieur le Docteur</u>	<u>Benjamin EVIEUX</u>	Assesseur
Monsieur le Docteur	Louis ESPINASSE	Invité

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Administrateur provisoire	M. le Professeur F. FLEURY
Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur H. BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur D. REVEL
Vice-Président de la Commission Recherche du Conseil Académique	M. le Professeur J.F. MORNEX
Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire du Conseil Académique	M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur G. RODE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directrice : Mme. la Professeure D. SEUX
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directrice : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. X. PERROT, Maître de Conférences
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directrice : Mme. La Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur Agrégé
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
POLYTECH LYON	Directeur : M. E. PERRIN
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de Conférences
INSPE	Administrateur provisoire M. P. CHAREYRON
Observatoire de Lyon	Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL
CPE	Directeur : M. G. PIGNAULT

GEP	Administratrice provisoire : Mme R. FERRIGNO
Informatique (Département composante)	Directeur : M. B. SHARIAT
Mécanique (Département composante)	Directeur : M. M. BUFFAT
UFR FS (Chimie, mathématique, physique)	Administrateur provisoire : M. B. ANDRIOLETTI
UFR Biosciences (Biologie, biochimie)	Directrice : Mme K. GIESELER

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyenne :	Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités
Vices-Doyens :	M. Jean-Christophe MAURIN, Professeur des Universités, Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, Maître de Conférences
<u>SOUS-SECTION 56-01 :</u>	ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE
Professeur des Universités:	M. Jean-Jacques MORRIER, Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE
Maître de Conférences :	Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER
Maître de Conférences	Mme Christine KHOURY
Associée	
SOUS-SECTION 56-02 :	PREVENTION – EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE – ODONTOLOGIE LEGALE
Professeur des Universités	M. Denis BOURGEOIS
Maître de Conférences	M. Bruno COMTE
Maître de Conférences	M. Laurent LAFOREST
Associé	
SOUS-SECTION 57-01 :	CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE -BIOLOGIE ORALE
Professeur des Universités :	M. J. Christophe FARGES, Mme Kerstin GRITSCH
Maître de Conférences :	Mme Anne-Gaëlle CHAUX, M. Thomas FORTIN, M. Arnaud LAFON, M. François VIRARD
Maître de Conférence	M. BEKHOUCHE Mourad, Mme Ina SALIASI
Associé	

SOUS-SECTION 58-01 :	DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX
Professeurs des Universités :	M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET, M. Olivier ROBIN, Mme Dominique SEUX, M. Cyril VILLAT
Maîtres de Conférences :	M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe JEANNIN, Mme Marion LUCCHINI, M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELLI, Mme Sophie VEYRE, M. Stéphane VIENNOT
Maître de Conférences Associés	M. Hazem ABOUELLEIL
SECTION 87 :	SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES
Maître de Conférences	Mme Florence CARROUEL

A notre Président de Jury,

Monsieur le Professeur Olivier ROBIN,

Professeur des Universités,

Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury. Je vous remercie pour votre enseignement et accompagnement tout au long de nos années d'études. J'ai beaucoup apprécié l'optionnel ADAM qui m'a permis de m'accompagner en débutant la clinique. Votre bienveillance m'aura beaucoup touchée tout au long de mon parcours au centre de soins.

A notre jury de thèse,

Madame la professeure Beatrice THIVIVHON-PRINCE,

Professeure des Universités,

Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites d'être dans mon jury de thèse. J'ai apprécié votre bienveillance et pédagogie durant mes années de formation, ainsi que lors de l'oral de CSCT.

A notre co-directeur de thèse,

Monsieur Maxime DUCRET,

Maitre des Conférences,

Je vous remercie d’avoir co-dirigé cette thèse. Je suis ravie d’avoir travaillé avec vous car outre votre appui scientifique, vous avez toujours été là pour me soutenir et me conseiller au cours de l’élaboration de cette thèse.

A notre Directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Benjamin EVIEUX,

Assistant,

Vous avez pris le temps de m'écouter et de discuter avec moi avec patience. Vos remarques m'ont permis d'envisager mon travail sous un autre angle. Pour tout cela je vous remercie.

A notre jury de thèse

Monsieur le Docteur Louis ESPINASSE,

Docteur en Chirurgie-dentaire,

Je te remercie d'avoir accepté d'assister à ma thèse. C'est une évidence de t'inviter pour toute l'aide que tu m'as apportée depuis le début de mes années dans le monde dentaire et encore aujourd'hui dans mes débuts dans la « vie active et administrative ». Je n'oublie pas que c'est grâce à tes conseils bienveillants, et à ta chère et tendre, que j'ai pris la décision de faire les études d'odontologie. Un choix que je ne regretterai jamais !

TABLE DES MATIERES

Introduction	13
1 Pertes tissulaires non cariogène	14
1.1 Processus d'usure mécanique.....	14
1.2 Perte tissulaire tribo-chimique : érosion.....	16
1.3 Etiologie multifactorielle	17
2 Histologie des tissus	18
2.1 Analyse histologique des tissus sains	18
2.1.1 Email.....	18
2.1.2 Dentine	18
2.1.3 Boue dentinaire.....	18
2.2 Analyse histologique d'une dent érodée	19
2.2.1 Email érodé	19
2.2.2 Dentine érodée	20
2.3 Analyse histologique de la dentine sclérotique	21
2.4 Quel impact ces différences histologiques ont sur l'adhésion ?.....	23
3 Principes fondamentaux du collage	23
3.1 Préparation tissulaire	23
3.1.1 Protocoles adhésifs	23
3.1.2 Action sur l'émail (figure 18).....	26
3.1.3 Action sur la dentine	26
3.2 Préparation de la prothèse	29
3.3 Composites de collage.....	30
4 Prise en charge des lésions d'usure dentaire.....	30
4.1 Traitement informatif et préventif.....	30
4.2 Critères d'intervention pour entreprendre une restauration.....	31
4.3 Plan de traitement restaurateur à personnaliser	32
4.4 Matériaux de référence adaptés aux conditions d'usure	33
4.5 ACE : Classification Erosive Antérieure	33
4.6 Réhabilitation complète des cas d'usures sévères et généralisées par la « technique en trois étapes ».....	36
4.6.1 Cas d'érosions sévères et généralisées	36
4.6.2 1 ^{ère} étape : essayages	37
4.6.3 2 ^{ème} étape : onlays provisoires occlusaux	39
4.6.4 3 ^{ème} étape : restaurations définitives.....	39
5 Optimisation du collage sur la dentine sclérotique	41

5.1	L'adhésion à la dentine sclérotique est compromise.....	41
5.1.1	Avec le système mordantage-rinçage.....	42
5.1.2	Avec le système auto-mordant.....	43
5.2	Quels sont les moyens envisagés pour améliorer cette adhésion ?	44
5.2.1	Pré-traitement tissulaire	44
5.2.1.1	Préparation de l'émail périphérique	44
5.2.1.2	Augmenter la rétention micromécanique de la dentine sclérotique.....	44
5.2.1.3	Conditionnement à l'EDTA	48
5.2.1.4	Désinfection du tissu sclérotique	50
5.2.1.5	Laser Er,Cr :YSGG (Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet)	51
5.2.2	Action et composition des adhésifs	53
5.2.2.1	Application par frottement	53
5.2.2.2	10-méthacryloyloxydécyl dihydrogénophosphate (10-MDP)	54
	Conclusion.....	56
	Bibliographie	57
	Annexe.....	61

Introduction

De récentes études montrent une augmentation de la prévalence des lésions d'usures, à tous les âges, liée à des processus mécaniques et tribo-chimiques pouvant interagir ensemble (figure 1) (1,2). L'usure dentaire est une affection presque universelle, par conséquent, ce phénomène, et en particulier l'érosion, attire de plus en plus l'attention en tant que facteur de risque de dommages tissulaires (3,4). La dentine sclérotique est la réponse physiologique au vieillissement et aux agressions d'usure, et présente de grandes différences structurelles avec la dentine saine (5). D'après l'ADA (Association Dentaire Américaine), la dentine sclérotique représente 35% des tissus dentaires considérés les plus difficiles à coller, contre 12% pour la dentine « saine ».

Le but de notre travail est de déterminer quels sont les moyens disponibles pour améliorer la pérennité de l'adhésion sur un substrat anormal, de type sclérotique. Pour cela, nous commencerons par définir les principaux processus d'usure et les différences histologiques constatées entre les tissus sains, érodés et sclérotiques. Etant donné la diminution de la force d'adhérence constatée sur la dentine sclérotique, nous verrons qu'il n'y a pas de protocole d'adhésion spécifique, mais qu'il est avant tout nécessaire de s'adapter. Nous détaillerons ensuite comment améliorer l'adhésion sur ce tissu en optimisant toutes les étapes du collage étudiées sur les tissus sains. Nous analyserons les recommandations actuelles sur la prise en charge des cas d'usures légères à sévères. Et pour finir, nous présenterons les pistes proposées pour améliorer la qualité d'adhésion spécifique sur un tissu sclérotique.

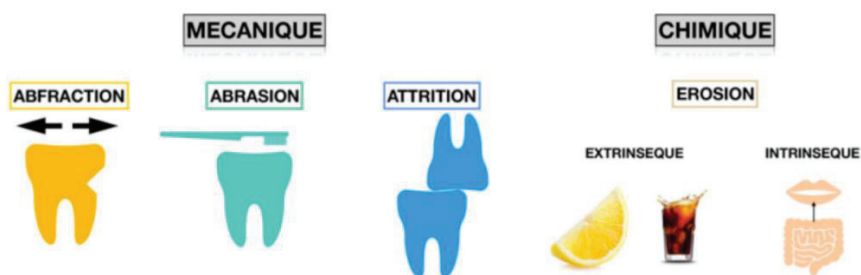


Figure 1 : Schéma des différentes étiologies de l'usure (6).

1 Pertes tissulaires non cariogène

Les lésions d'usure résultent d'**agressions chroniques multifactorielles des tissus sans intervention bactérienne**, par des attaques mécaniques et/ou chimiques par des acides, typiquement sans tissu pathologique à éliminer, avec des tableaux cliniques très variés (1,4). Le mode de vie (stress, bruxisme, troubles gastro-œsophagiens) et les habitudes alimentaires sont des facteurs aggravants qui favorisent l'apparition de lésions d'usures de manière plus fréquente, chez des individus de plus en plus jeunes (figure 2 et 3) (2,3,7).

1.1 Processus d'usure mécanique



Figure 2 : A gauche : lésions d'attrition généralisées dues à un bruxisme nocturne. Quand la dentine est exposée, la facette d'usure se situe au même niveau que l'émail. A droite : lésions cervico-vestibulaires dues à un brossage traumatique (8).



Figure 3 : Lésion d'abfraction d'aspect cunéiforme (l'émail résistant moins bien à la traction que la dentine) (8).

	FACTEURS DE RISQUE	SIGNES CLINIQUES
ATTRITION : perte de substance locale ou globale causée par le contact dento-dentaire.	. <i>Para-fonctions</i> : bruxisme (affrontements occlusaux résultant d'activités motrices manducatrices non nutritives, répétitives, involontaires et la plupart du temps inconscientes). . <i>Conditions occlusales particulières</i> : édentation non compensée, malposition, malocclusion.	. Facettes d'usure des dents s'affrontant en occlusion (figure 2) ou lors des mouvements mandibulaires. . Surfaces planes, bien délimitées, à angles aigus. . Bords incisifs, vestibulaires/linguales et proximales.
ABRASION : déplacement de 2 corps avec interposition d'un 3 ^{ème} corps abrasif.	. <i>Brossage dentaire++</i> : trop fréquent, trop vigoureux (main dominante), technique inappropriée, brosse à dent mal adaptée, dentifrice abrasif. . <i>Régime abrasif</i> (type végétarien) : affecte l'ensemble des faces dentaires.	Surfaces émoussées, satinées, à angle vif, typiquement cervico-vestibulaires (figure 2) et parfois occlusales.
ABFRACTION : le stress occlusal causé par des charges horizontales entraîne une flexion dentaire cervicale.	. <i>Interférence dans les mouvements latéraux, force, contact prématuré, type de guidage, glissement.</i> La perte tissulaire est due à une fatigue cyclique, produisant des fissures et ruptures dans les tissus dentaires.	Lésion cunéiforme cervicale (figure 3), plus profonde que large, avec des angles nets. Cette région devient plus prédisposée à l'usure abrasive et érosive.

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques d'usure mécanique (1,4,6,8-13).

1.2 Perte tissulaire tribo-chimique : érosion

- **Définition et prévalence**

L'érosion correspond à une perte tissulaire par dissolution acide sans implication bactérienne, avec une rupture des liaisons intermoléculaires potentialisant les processus d'usure mécanique (8,14). Elle représente l'une des principales causes de la perte de la structure dentaire minéralisée avec les lésions carieuses et les maladies parodontales (14,15). Plusieurs enquêtes ont mis en évidence une prévalence élevée, toujours croissante, dans toutes les classes d'âge (particulièrement les jeunes, figure 4) (2,3,14–16). Par exemple, 37% des jeunes de 14 ans au Royaume Uni présentent des signes d'érosion de l'émail palatin (15).

- **Quatre groupes principaux** (2,3,9,10,14–18)

- ✓ Jeunes femmes avec des troubles du comportement alimentaire (boulimie-anorexie).
- ✓ Adolescents avec une consommation accrue de boissons non alcoolisées (boissons gazeuses ou énergisantes, avec un pH plus bas et des capacités tampons réduites) (figure 4 et 5).
- ✓ Hommes d'âge moyen avec un reflux gastro-œsophagien (figure 6).
- ✓ Sécheresse buccale iatrogène (médicamenteuse ou post-radique) ou non (ex : syndrome de Gougerot Sjögren, xérostomie du sujet âgé).



Figure 4 : Usure dentaire généralisée chez un patient de 21 ans, atteint de bruxisme et buvant trois litres de coca-cola par jour (17).



Figure 5 : Lésions érosives vestibulaires des incisives maxillaires d'origine extrinsèque (1). De façon pathognomonique, un émail intact persiste le long du bord gingival, grâce aux résidus de plaque formant une barrière de diffusion aux acides et au fluide sulculaire neutralisant les acides (3,16–19).



Figure 6 : Lésions érosives palatines dues à des RGO et régurgitations acides dues à un alcoolisme chronique (8).

- **Aspect clinique polymorphe**

Au stade précoce, l'émail est brillant (glacé, satiné), jaunie à cause de la dentine sous-jacente. Les bords des lésions sont mal définis. Des cupules se forment au niveau des pointes cuspidiennes, et on décrit une disparition de la morphologie occlusale dans les stades très avancés (figure 7) (2,3,8,15–18).



Figure 7 : Perte du relief occlusal sur les molaires mandibulaires. Les restaurations s'élevaient au-dessus du niveau des surfaces dentaires adjacentes (7).

1.3 Etiologie multifactorielle

Il existe de nombreuses preuves de l'interaction entre les processus étiologiques de l'usure dentaire, se potentialisant selon une prépondérance difficile à déterminer (4,8–10). L'interaction la plus courante est la **potentialisation de l'abrasion par une attaque érosive des tissus**, de sorte que l'usure globale se majore plus vite avec le temps (figure 8) (10).



Figure 8 : Lésions érosives dues à des reflux, une alimentation acide et un brossage traumatique chez un patient de 70 ans (1).

2 Histologie des tissus

2.1 Analyse histologique des tissus sains

2.1.1 Email

Il s'agit du tissu le plus minéralisé de l'organisme (**96%** de minéraux), composé de prismes d'émail (faisceaux de cristaux d'hydroxyapatite) et recouvert d'une surface protectrice d'émail aprismatique (20,21). En se rapprochant de la dentine, sa densité et sa dureté diminuent, alors que sa solubilité augmente (20,21). Son épaisseur diminue de la partie occlusale vers la jonction amélo-cémentaire (20,21).

2.1.2 Dentine

Il s'agit d'un tissu très différent par sa structure et sa composition, avec seulement **70%** de minéraux, ce qui la rend **plus soluble que l'émail** (5,18,20,21). Sa morphologie est complexe avec des tubules, une dentine péritubulaire très minéralisée et une dentine intertubulaire (18,20,21). Ce tissu dynamique a de nombreuses variations biochimiques et morphologique (selon le type de dentine, l'âge,...) permettant de mieux s'adapter aux variations physiologiques et pathologiques (21). Cette adaptabilité se traduit par la formation d'une dentine secondaire tout au long de la vie, et parfois d'une dentine tertiaire cicatricielle (lésion carieuse, usure, traumatisme) ou réparatrice (20).

2.1.3 Boue dentinaire

La boue dentinaire est une couche de débris (0,5-1,5 μm d'épaisseur) formée par le fraissage de tissus dentaires, de composition différente selon les éléments en présence, (18,20). Cette couche entraîne une diminution de la perméabilité dentinaire par obstruction tubulaire (18,20).

2.2 Analyse histologique d'une dent érodée

La lésion érosive présente une couche de surface ramollie, contrairement aux lésions carieuses avec une déminéralisation partielle en profondeur et une couche de surface intacte (figure 9) (3,18).

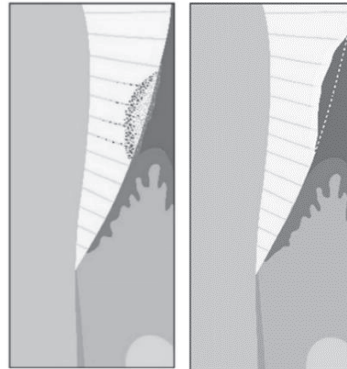


Figure 9 : Lésion carieuse à gauche et lésion érosive à droite (émail intact près de la gencive) (3).

2.2.1 Email érodé

La dissolution des cristaux d'apatite est à l'origine d'une **couche de surface « ramollie »** (0,2 – 3 μm), vulnérable et faiblement structurée (3,10,18). Ce processus est proche de la technique de mordantage. Quand la dissolution progresse, la partie la plus externe de l'émail est perdue avec une conservation de la surface ramollie (figure 10 et 11) ; puis la dissolution atteint le tissu dentinaire (3,10,18). L'émail ramolli chimiquement est plus vulnérable à l'usure mécanique ; la perte tissulaire est accélérée, en comparaison de l'atteinte isolée de ces deux processus d'usure (10,18).

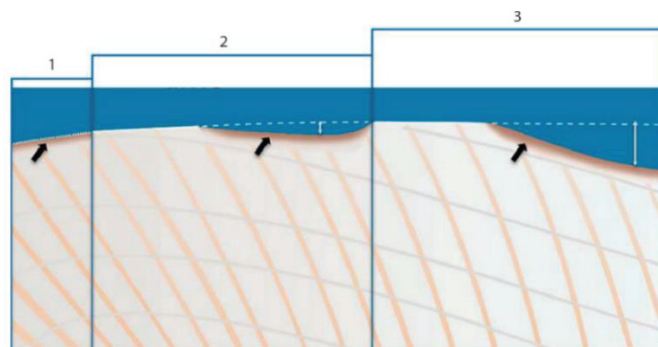


Figure 10 : Erosion amélaire. 1) Ramollissement de l'émail (flèche noire) sans perte de matière. L'épaisseur et la microdureté de cette couche ramollie atteindront un état stable et ne changeront pas davantage lors d'une perte tissulaire ; 2) Perte partielle de matière (flèche blanche) et ramollissement de la surface sous-jacente ; 3) Perte significative de matière (flèche blanche) (18).

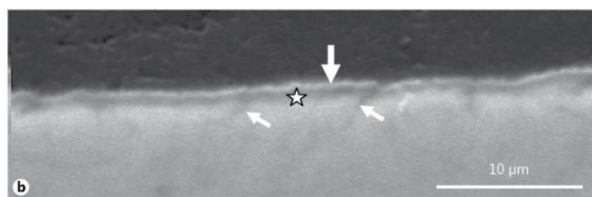


Figure 11 : Images au Microscope électronique à Balayage (MEB) de l'émail exposé à l'acide citrique (coupe transversale). Les zones plus claires sont plus minéralisées. La ligne blanche à la surface de l'émail (flèche large verticale) est due à l'or appliqué lors de la préparation de la surface. En dessous de cette couche, apparaît une mince région sombre déminéralisée (étoile). Ces deux couches représentent l'épaisseur totale de la couche ramollie. Une déminéralisation avancée s'étendant obliquement vers le bas (flèches blanches) (10).

2.2.2 Dentine érodée

La dentine exposée à l'acide est soumise à une usure accélérée (perte tissulaire occlusale 2 à 5 fois plus rapide que l'émail), à l'origine d'une morphologie concave et d'un affaiblissement des bords incisifs avec un risque de fracture (9,19). La dentine pérítubulaire étant davantage dissoute que l'intertubulaire, il en résulte un élargissement tubulaire et une exposition du collagène (figure 12) (2,10,18). Quand la dissolution persiste, il apparaît une couche superficielle de matrice collagénique déminéralisée, protégeant mécaniquement la dentine sous-jacente (10).

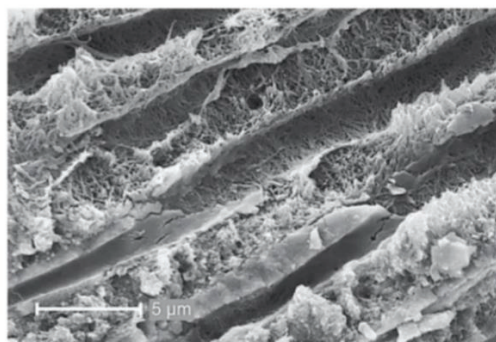


Figure 12 : Image MEB d'une coupe transversale d'un échantillon de dentine érodée. Les tubules sont coupés longitudinalement. Une bordure nette s'observe entre le tissu entièrement déminéralisé et le tissu entièrement minéralisé (18).

Contrairement aux échantillons in vitro (surface dentinaire souple et élastique), l'expérience clinique constate des lésions relativement dures, secondaires des agressions physiques et chimiques (18).

2.3 Analyse histologique de la dentine sclérotique

La formation de dentine sclérotique est le résultat de la réaction du complexe dentino-pulpaire (mécanisme de défense) face au vieillissement et aux agressions « lentes » d'usure (2,5,22). La sclérose dentinaire des lésions cervicales non carieuses (LCNCs) est majoritairement légère pour 54%, (modérée : 22%, importante : 2%) (23). La dentine sclérotique a la particularité de présenter une grande variabilité structurelle (perméabilité tubulaire, épaisseur des couches...) et d'importantes différences histologiques avec la dentine saine (5,22,24).

La couche hyperminéralisée et les moulages sclérotiques tubulaires sont composés de phosphate tricalcique résistants à la dissolution acide (25). La présence supplémentaire d'environ 5% de magnésium suggère que ces cristallites sont du « white lockite » (phosphate tricalcique bêta-substitué par magnésium) (25).

- **Oblitération tubulaire partielle/totale par des sels minéraux** (figure 13)

Face à un processus de sénescence physiologique, environ 50% des tubules sont oblitérés alors qu'on atteint près de 80% d'oblitération lors d'un processus de défense (5,25,26). La sensibilité clinique diminue en fonction du degré d'obturation tubulaire ; par conséquent ces lésions sont souvent peu sensibles (5,16,22).

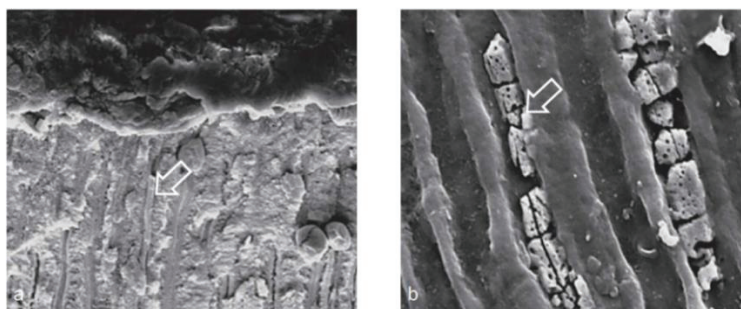


Figure 13 : MEB d'une surface la dentine sclérotique. Les dépôts minéraux s'étendent le long des tubules dentinaires, en partant de la surface occlusale (flèches), en a) (x1200) et à un grossissement plus élevé en b) (x2400) (25).

- **Couche superficielle hyperminéralisée et couche bactérienne**

Les minéraux présents dans la couche hyperminéralisée (de plus grande taille que ceux dans la dentine sous-jacente) reposent sur une matrice de collagène dénaturé (figure 14) (5,22). Les modifications de la microflore de la cavité buccale peuvent entraîner une colonisation bactérienne périodique (bactéries en surface ou en profondeur de la couche hyperminéralisée) (27).

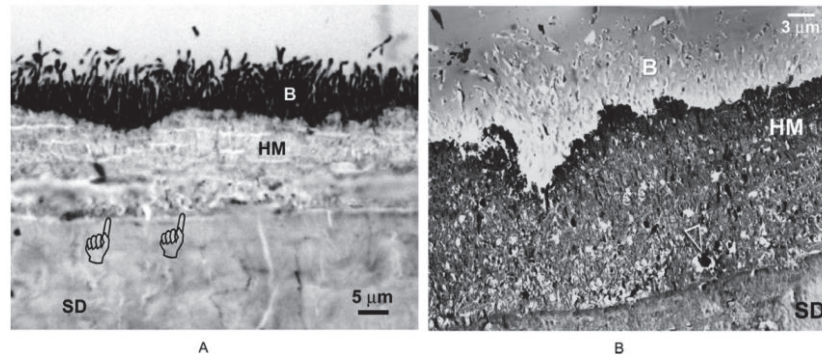


Figure 14 : (A) Image en microscopie optique de la partie la plus profonde d'une LCNC.
 (B) Micrographie TEM non colorée. On distingue les différents éléments composant la lésion sclérotique : bactéries non minéralisées (B), couche superficielle hyperminéralisée (HM), dentine sclérotique intacte (SD), bactéries minéralisées (pointeurs) (22).

La couche hyperminéralisée présente des différences morphologiques selon la localisation de la lésion et au sein d'une même région sclérotique (figure 15). Dans une lésion cervicale non carieuse, on décrit (5,22,27) :

- ✓ Dans la partie occlusale : deux couches fines, hyperminéralisée (1 - 2µm) et bactérienne.
- ✓ Dans la partie profonde : deux couches épaisses (15µm), avec deux localisations bactériennes, l'une séquestrée dans la partie minérale et l'autre se développant à sa surface (« bactéries filamenteuses »).
- ✓ Dans la partie gingivale : une seule couche hyperminéralisée très fine (< 1µm, 200-300nm), sans bactérie (plus accessible au brossage).

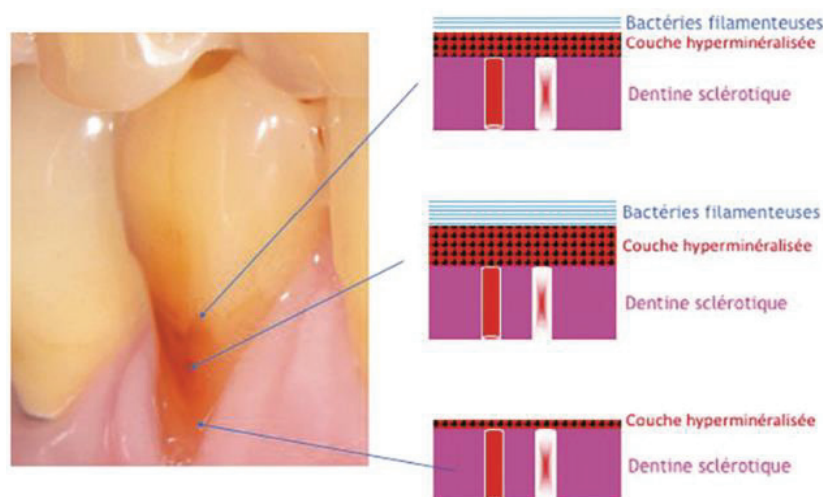


Figure 15 : Morphologie de la dentine sclérotique le long de la LCNC (5). Son aspect clinique est une dentine brillante, colorée, lisse et dure (16,28).

2.4 Quel impact ces différences histologiques ont sur l'adhésion ?

Les cristallites « white lockite » étant moins solubles que l'hydroxyapatite, ils rendent le tissu moins favorable au collage (même avec un mordantage acide accru) (25). Lors du collage, ces minéraux ont pour effet de diminuer l'épaisseur de la couche hybride dans la dentine inter-tubulaire. Ces mêmes minéraux déposés dans les tubules dentinaires entravent la formation de « tag » de résine (25). La dentine sclérotique est un substrat de liaison anormal et hétérogène, compliquant la restauration de ces lésions d'usure (22,24).

3 Principes fondamentaux du collage

3.1 Préparation tissulaire

3.1.1 Protocoles adhésifs

- **Description**

Chaque étape a une fonction différente dans le processus de collage (figure 16 et tableau 2) (29):

- ✓ Le mordantage : déminéralise partiellement les tissus.
- ✓ L'amorce : imprègne les fibres de collagène exposées avec des molécules amphiphiles.
- ✓ La liaison : lie les tissus au composite à base de résine hydrophobe.

Contemporary Dental Adhesive Systems					Characteristics			Longevity
System Mode	Delivery	Adhesion Steps			Acidity	Hydrophilicity	Bond Stability ^b	
		Etching	Primer	Adhesive				
Etch-and-rinse	3-step				+	+	++++	 Degree of Conversion Solvent Evaporation 
	2-step				++	++	+++	
Self-etch	2-step				+++	++	++++	
	1-step				++++	+++	+	
Universal	1 or 2 steps ^a				+++	++	+ (+) +	

Figure 16 : Systèmes adhésifs et leurs caractéristiques. Les systèmes adhésifs peuvent nécessiter 1 à 3 étapes. Puis sont associées les valeurs relatives de la force de liaison dentinaire, les forces de liaison moyennes peuvent varier selon les marques, les études et les modes d'application (systèmes universels) mais les techniques M&R 3 et SAM 2 semblent les plus efficaces (21).

	Avec mordantage préalable (M&R)	Système auto-mordant (SAM)
Description	. Elimination de la boue dentinaire et déminéralisation partielle des tissus. . Diffusion et polymérisation de monomères dans les anfractuosités de l'émail, les tubules dentinaires ouverts et le réseau de collagène exposé. → rétention <i>micro-mécanique</i>	. Déminéralisation et infiltration simultanées des tissus, avec incorporation de la boue dentinaire . Monomères acides, sans rinçage. → rétention <i>micro-mécanique</i> et <i>chimique</i>
Protocoles	. 2 étapes : mordantage + résine combinant primaire et adhésif. . 3 étapes (« M&R3 ») : mordantage + primaire + adhésif.	. 1 étape : « tout-en-un ». . 2 étapes : mordantage et primaire simultanés + adhésif. . « <i>universel</i> » : avec ou sans pré-mordantage.
Avantages	M&R3 est le système de référence en terme de durabilité des liaisons, avec une efficacité prouvée	. Temps clinique court . Moins opérateur-dépendante . Formulation améliorée . Moins de sensibilité post-opératoire
Inconvénients	. Nombre d'étapes, . Temps d'application . Protocole rigoureux . Opérateurs-dépendants . Séchage de la dentine	. Moins bonne adhésion sur l'émail . Possible infiltration hydrique dans la couche adhésive . Moins bons résultats cliniques pour le procédé « tout en un » (chimiquement plus instables)

Tableau 2 : Deux concepts d'adhésifs contemporains (5,20–22,27–31).

- **Composition**

On distingue plusieurs composants détaillés dans la figure 17 ; majoritairement représentés par les monomères résineux à base de méthacrylates qui se présentent sous deux formes (21,28,31):

- *Avec deux extrémités polymérisables*: monomères hydrophobes apportant une résistance mécanique et une stabilité à la liaison adhésive.
- *Avec une seule extrémité polymérisable*: monomères fonctionnels hydrophiles favorisant l'interaction chimique avec les substrats dentaires. Le double mécanisme d'adhésion (micromécanique et chimique) augmente les forces d'adhésion par rapport à l'adhésion micromécanique seule.

Les adhésifs auto-mordants et universels offrent la promesse d'une interaction chimique spécifique avec une adhérence plus stable et durable, en partie grâce à ces monomères fonctionnels et leur capacité auto-mordante (31).

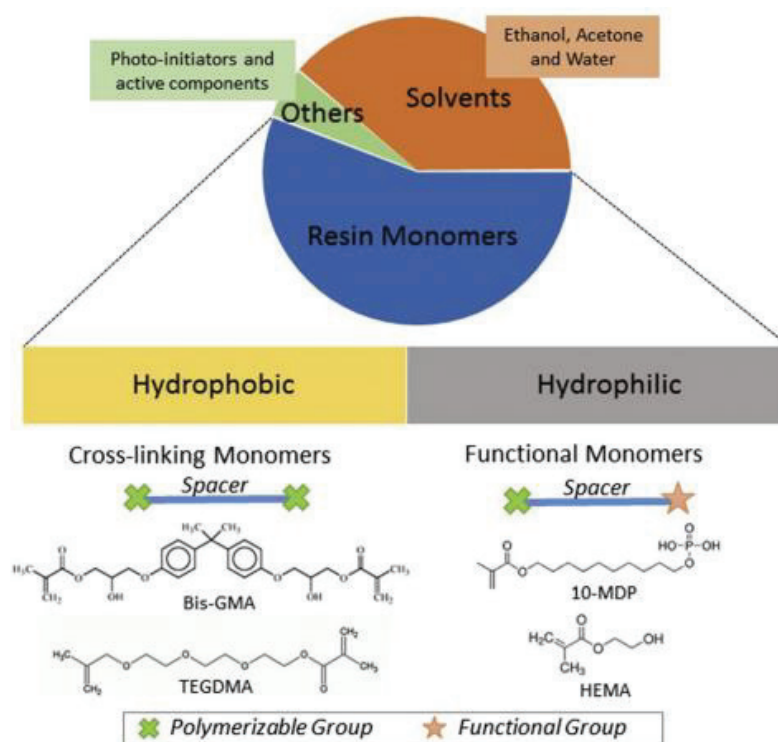


Figure 17 : Composition adhésif : monomères de résines (hydrophobe, hydrophile, groupe polymérisable et fonctionnel), solvants organiques et photo-amorceurs (21).

3.1.2 Action sur l'émail (figure 18)

Système M&R	SAM et universels
L'adhésion à l'émail est parfaitement établie, avec une force de liaison très stable par une adhésion <i>micro-mécanique</i>. L'acide ortho-phosphorique augmente la surface de collage, l'énergie de surface et la mouillabilité. Il entraîne l'apparition de profondes anfractuosités ultérieurement infiltrées par la résine (« tags ») (figure 18).	Il est nécessaire de réaliser un mordantage sélectif à l'acide phosphorique à 35% pour une adhésion optimale et améliorer ainsi la force de liaison de ces adhésifs sur l'émail. La rétention micro-mécanique peut aussi être augmentée avec l'utilisation d'auto-mordants à pH élevé.

Tableau 3 : Actions des systèmes adhésifs sur l'émail (5,21,28,31).

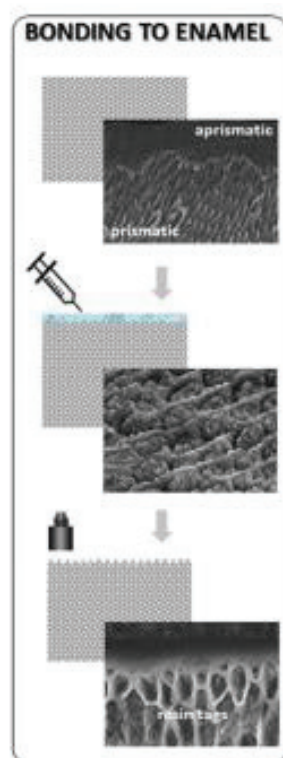


Figure 18 : Collage sur l'émail (a)prismatique.

Formation de « tags » de résine après une déminéralisation superficielle (5).

3.1.3 Action sur la dentine

L'adhésion au collagène est essentielle (figure 19) (31). Hautement hydrophile, ce tissu n'est pas adapté à l'infiltration de monomères résineux hydrophobes, et, la détérioration des fibrilles de collagène au sein de la couche hybride compromet la stabilité à long terme de la liaison de la dentine (21,31).

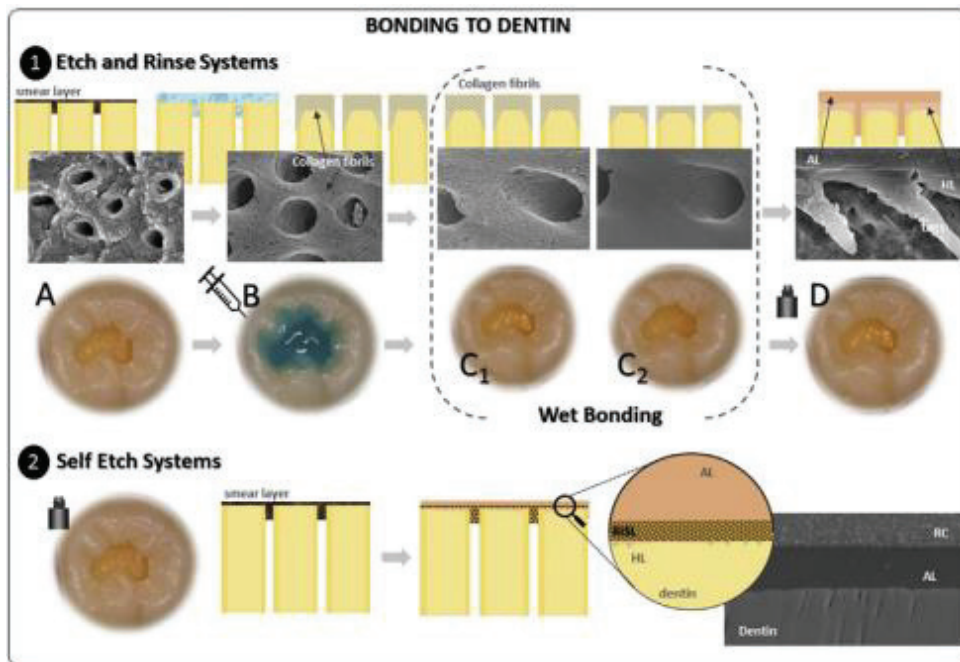


Figure 19 : Collage sur la dentine avec les systèmes M&R (1) et SAM (2). (1) (A) Boue dentaire ; (B) Mordançage (élimination de la couche de boue dentinaire et exposition du collagène (C1, C2)) ; (D) Couche hybride. (2) Boue dentinaire incorporée dans l'interface adhésive; Couche hybride est plus fine et irrégulière. L'adhésion chimique est possible avec certains d'adhésifs (étoiles vertes) (21).

- **Système adhésif M&R ou « collage humide », mécanisme d'adhésion dentinaire le plus pertinent (21)**

La force de liaison d'un adhésif M&R à la dentine est théoriquement définie par la somme de la force de liaison des « tags », de la couche hybride et de l'adhérence superficielle (30). Comme pour l'émail, le mordançage augmente l'adhérence, (5,20,21,28,32) avec :

- L'élimination de la boue dentinaire et des sels créés par l'attaque acide.
- La dissolution de l'hydroxyapatite de la dentine sous-jacente (profondeur de 10µm).
- L'ouverture des tubules et l'exposition d'un réseau dense de fibres de collagène dépourvu d'hydroxyapatite (augmentant la porosité de la dentine intertubulaire).

Une étude in vitro a montré que seul l'adhésif M&R produit des « tags » de haute densité et de distribution uniforme, indépendamment de l'épaisseur de boue dentinaire (30). L'hybridation est le principal mécanisme de rétention micromécanique, l'infiltration des monomères de résine hydrophiles se fait à deux niveaux (figure 20) (5,21,22) :

- ✓ Dans la surface de dentine déminéralisée pour former la couche hybride (de l'ordre de 5 µm).
- ✓ Dans les tubules dentinaires ouverts formant des brides résineuses.

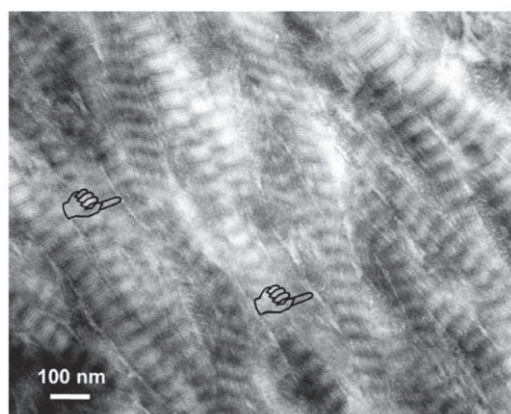


Figure 20 : Fibrilles de collagène dentinaire d'une couche hybride produite à l'aide d'une technique de collage humide. La présence d'eau permet de maintenir les espaces interfibrillaires (pointeurs) du réseau de collagène exposé pour faciliter la diffusion optimale des monomères de résine dans la dentine intertubulaire déminéralisée, garant d'une bonne adhérence (21,22)

- **Système adhésif auto-mordant**

L'attaque de la phase cristalline se fait avec un acide plus faible, ne déminéralisant pas complètement la surface dentinaire (l'hydroxyapatite restant dans la couche hybride) et à l'origine d'une couche hybride mince et irrégulière (figure 19) (5,28). L'adhésion chimique apporte une rétention supplémentaire, entre les amorces acides et la phase minérale de la dentine (5,21).

Les adhésifs auto-mordants sont classés selon leur pH (ultra-doux à fort), influant sur l'épaisseur de couche hybride formée (du nanomètre à plusieurs micromètres) (5) :

- Les plus doux préservent une quantité abondante d'hydroxyapatite autour des fibrilles de collagène (rôle de protection), réalisant un complexe associant une zone de boue dentinaire hybridée et une fine couche hybride dans la dentine inter-tubulaire (5,31).
- Les systèmes plus forts ont une action similaire à l'acide orthophosphorique avec une déminéralisation permettant la formation de brides résineuses (5,22,30,31). On peut supposer que ces SAM fortement acides pourraient minimiser les effets néfastes de l'incorporation de la boue dentinaire, mais ils sont associés à des forces de liaisons plus faibles (25,30).

Avec les adhésifs universels, les résultats sont équivalents en mode SAM ou M&R sur la dentine (5).

Une infiltration incomplète de monomère de résine se produit à des degrés divers pour tous les SAM observés, de façon plus évidente pour les SAM doux sur une couche de boue dentinaire épaisse (30). Dans de nombreuses études, le SAM doux (« Clearfil SE Bond ») s'est révélé être l'adhésif le plus fiable, avec des forces de liaison élevées (comparables aux systèmes M&R 3 de référence), grâce à ses propriétés mécaniques et sa liaison chimique produite par le 10-MDP (figure 21) (30).

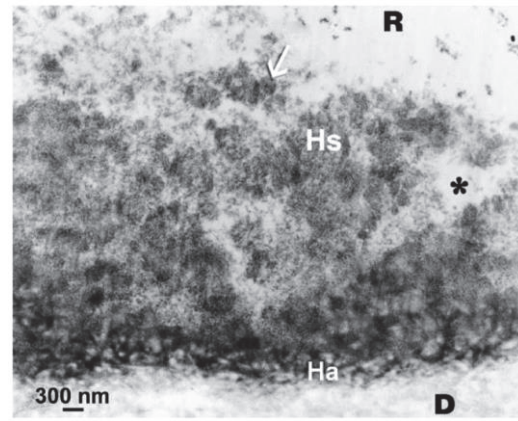


Figure 21 : L'effet mordant d'un primaire auto-mordant (Clearfil SE Bond, Kuraray) à travers une couche épaisse de boue dentinaire sur dentine saine. Le complexe hybridé : une couche de boue dentinaire hybridée (Hs) avec la résine (R) et une couche hybride mince (Ha) dans la dentine intacte (D) (22).

Pour conclure, les système M&R 3 et SAM 2 présentent de meilleures performances que d'autres systèmes avec un nombre réduit d'étapes (21).

3.2 Préparation de la prothèse

Le traitement de surface permet d'améliorer la liaison à long terme entre le matériau de restauration indirecte céramique ou composite et les tissus dentaires (33–35). Il existe différents traitements de surface prothétique (tableau 4) (33) :

- ✓ Une **modification mécanique** : mordantage, sablage, instrument rotatif diamanté.
- ✓ Un **traitement chimique** : silanisation.
- ✓ Un **traitement chimico-mécanique** : revêtement de silice tribochimique.

Les céramiques à base de dioxyde de silicium (céramique « conventionnelle » ou vitrocéramique) nécessitent un pré-traitement à l'acide, inutile sur les céramiques sans silicium (céramique au trioxyde d'aluminium et au dioxyde de zirconium) (33).

Vitrocéramique	Résine composite
1) Mordantage à l'acide fluorhydrique à 5%, de 20 secondes à 2min	1) Sablage
2) Agent de couplage (silane), 1min	2) Agent de couplage (silane)

Tableau 4 : Préparation des pièces prothétiques selon leur composition (20).

3.3 Composites de collage

- ✓ **Colles résineuses à potentiel adhésif** : composées d'agents chimiques réactifs adhérant spontanément aux tissus dentaires (4-META, Superbond® de Morita ; 10-MDP, Panavia® de Kuraray) (20).
- ✓ **Colles couplées à des systèmes M&R** : avec un protocole d'application rigoureux et un excellent recul clinique (coffrets Variolink II® de Ivoclar-Vivadent) (20).
- ✓ **Colles couplées à des SAM** : particulièrement utilisées quand la surface exposée est essentiellement dentinaire, avec moins de risque de sensibilité post-opératoire (Panavia F 2.0® de Kuraray ; Multilink Automix® de Ivoclar-Vivadent) (20).
- ✓ **Colles auto-mordançantes auto-adhésives** (RelyX Unicem 2® de 3M ESPE) (20).

4 Prise en charge des lésions d'usure dentaire

4.1 Traitement informatif et préventif

La prévention et l'information ont un rôle essentiel pour freiner l'évolution des lésions d'usures, préserver les tissus et garantir l'efficacité du traitement restaurateur (1,3,12). Une bonne connaissance des facteurs de risque permet un diagnostic précoce, une surveillance, une interception, puis une restauration adaptée (1,14). Certaines lésions peuvent être la conséquence de troubles plus complexes (psychologique ou physiologique) justifiant une prise en charge pluridisciplinaire (1,3).

- **Pour l'érosion :**

Informations à transmettre au patient, d'après les recommandations sur l'usure érosive de l'ADA (Association Dentaire Américaine), remises à jour en 2019 (36) :

- ✓ Evitez les boissons acides (en particulier le bruissement ou filtrage du liquide entre les dents), ou maintien du liquide en bouche. Utilisez une paille placée derrière les dents de devant pour éviter que les dents baignent dans le liquide.
- ✓ Buvez de l'eau en mangeant ou rincez-vous la bouche après avoir consommé des boissons ou aliments acides. Boire du lait avec des repas ou boissons acides contribue à la reminéralisation et aide à neutraliser les acides.
- ✓ Après avoir vomi, rincez la bouche avec de l'eau, avec du bicarbonate de sodium ou du lait.

- ✓ La salive aide à tamponner et éliminer les acides : le chewing gum peut aider à protéger les dents en favorisant le flux salivaire.
- ✓ Évitez de vous brosser les dents immédiatement après avoir mangé ou bu des boissons acides. Attendre 30 minutes à une heure après avoir mangé, bu ou vomi.
- ✓ Brossez-vous les dents à l'aide d'une brosse à poils souples et d'un dentifrice au fluor (sceau d'acceptation ADA).
- **Pour l'abfraction** (12,13) : Il n'y a pas de consensus de prévention. Un ajustement occlusal a été proposé mais il engendre un risque d'apparition de lésions carieuses, d'usure et d'hypersensibilité dentinaire. L'option la plus conservatrice semble être la gouttière occlusale, diminuant les conséquences du bruxisme et des forces dentaires non axiales.
- **Pour l'attrition** (6,13) : Gouttière occlusale.
- **Pour l'abrasion** (1,3,13): Conseils sur les techniques de brossage (brosse à dent à poils souples, dentifrice peu abrasif, brosse à dent électrique se bloquant si une pression trop forte est exercée,...).

Quand des sensibilités sont présentes, on peut proposer des compléments fluorés ou d'autres désensibilisants (gouttière, dentifrices fluorés, gels ou vernis) (1,6).

Pour toutes les étiologies, il faut mettre en place une surveillance rigoureuse (clichés radiologiques, modèles d'études, macrophotographie) pour objectiver la perte de substance, motiver au changement d'habitudes délétères et surveiller les facteurs de risques (1,3,12,16). Le suivi à intervalles réguliers doit s'adapter à l'âge et à l'évolutivité des lésions (plus importante avec une origine acide intrinsèque) (12,13).

4.2 Critères d'intervention pour entreprendre une restauration

Lors du diagnostic de lésion carieuse les cliniciens agissent rapidement, mais face à une lésion d'érosion de nombreux cliniciens préfèrent différer les traitements (15). La décision d'intervention doit être faite au moment adéquat pour éviter une réhabilitation complexe des deux arcades (1,15).

Il existe plusieurs conditions d'intervention restauratrice (7,12,13) :

- ✓ *Marges cervicales* irritant la gencive et empêchant un bon contrôle de plaque.
- ✓ *Conséquences biologiques et/ou fonctionnelles* : perte structurelle importante compromettant l'intégrité de la dent ou entraînant une proximité pulpaire, ou une hypersensibilité dentinaire persistante.
- ✓ *Conséquences esthétiques*.

4.3 Plan de traitement restaurateur à personnaliser

La mise en place des restaurations suit le gradient thérapeutique, le principe de préservation tissulaire et autorise la réintervention (1,6,7). Il n'y a pas de solution unique mais une démarche thérapeutique conservatrice adaptée au degré d'usure et au patient, en préservant les tissus indemnes et en évaluant la nécessité d'une augmentation de dimension verticale d'occlusion (DVO) (1,7,37).

- ✓ **Une usure débutante** postérieure affectant uniquement les pointes cuspidiennes (figure 22) peut être restaurée par des composites en technique directe (7,12).



Figure 22 : restauration de la table occlusale par des restaurations composites directes (1).

- ✓ **Une usure modérée** des cuspides peut être traitée soit par des composites en technique directe ou indirecte (en technique pressée ou usinée) (figure 23) (7).
- ✓ **Une usure sévère** où l'intégralité du relief occlusal a disparu impose une technique indirecte (7).



Figure 23 : Restaurations indirectes postérieures par des onlays en résine composite (7).

4.4 Matériaux de référence adaptés aux conditions d'usure

- **Céramique** : les vitrocéramiques sont déconseillées lors de bruxisme (risque de fracture) et sont plus abrasives pour la dent naturelle que la résine composite (mais il n'y a pas de différence significative en terme d'usure entre un couple « e.max-e.max » ou un couple composite-composite) (7).
- **Résines composites** : facilement modifiables, avec des propriétés esthétiques et des performances cliniques satisfaisantes s'améliorant continuellement (7,28). Elles sont plus résistantes aux conditions acides que les ciments verres ionomères (CVI) conventionnels modifiés par adjonction de résine (2).

Dans des conditions acides, tous les matériaux de restauration se dégradent avec le temps (rugosité et diminution de la dureté de surface, perte de substance), mais les matériaux céramiques et composites semblent présenter une durabilité substantielle (3).

4.5 ACE : Classification Erosive Antérieure

Dans la pratique dentaire de routine, il y a peu de dispositif accessible de diagnostic de l'érosion dentaire et de sa progression (difficulté de détection des stades initiaux, pauci- ou asymptomatiques) (1,3,15,18). L'apparence clinique des lésions érosives est la caractéristique principale à prendre en compte (3,18). La classification ACE de Vailati et Belser vise à simplifier le diagnostic de l'érosion du secteur antérieur maxillaire et la quantification de la destruction tissulaire, pour mieux évaluer le pronostic et adapter le plan de traitement (15,16). L'expérience pratique a montré que le secteur antérieur maxillaire palatin est généralement plus touché que le reste de la dentition (notamment lors d'une origine intrinsèque). Les signes pertinents liés à la progression de la maladie généralisée pourraient donc être évalués en examinant principalement la dentition antérieure (15).

Il existe **5 paramètres pertinents** (15) :

- ✓ L'exposition dentinaire au niveau de la zone de contact
- ✓ La préservation des bords incisifs
- ✓ La longueur de la couronne clinique restante
- ✓ La présence d'émail sur la face vestibulaire
- ✓ La vitalité pulpaire

Classification ACE en détail (15) :

	Aspect clinique	Traitement
Classe I	✓ Cingulum aminci ✓ Sans exposition dentinaire (aspect plus jaunâtre)	✓ Etiologique et préventif : protection occlusale, gel fluoré,... ✓ 100% de récupération possible
Classe II	✓ Exposition de la dentine palatine dans la zone de contact ✓ Sans atteinte des bords incisifs 	Onlays palatins en technique directe/ indirecte. Si besoin, avec une augmentation de l'espace inter-occlusal (par un traitement orthodontique ou par des composites directs postérieurs). 
Classe III	✓ Exposition dentinaire palatine distincte ✓ Atteinte du bord libre ($\leq 2\text{mm}$)  	Onlays palatins selon la technique en 3 étapes (les facettes vestibulaires ne sont souvent pas indispensables à ce stade).  

Classe IV	✓ Exposition dentinaire palatine ++ ✓ Diminution longueur bord libre (>2mm) ✓ Email vestibulaire préservé  	Approche sandwich en suivant la technique en 3 étapes (à ce stade, les dents postérieures sont très souvent impliquées).  
Classe V	✓ Exposition dentinaire palatine étendue ✓ Diminution de la longueur du bord libre (>2mm) ✓ Perte distincte de l'émail vestibulaire  	Approche sandwich, technique en 3 étapes (encore expérimentale, le pronostic à long terme n'étant pas certain).  
Classe VI	Perte avancée de la structure dentaire (pouvant aller jusqu'à la nécrose pulpaire).	Approche sandwich (hautement expérimentale).

4.6 Réhabilitation complète des cas d'usures sévères et généralisées par la « technique en trois étapes »

Le slogan « Be additive » introduit par Pascal Magne et Francesca Vailati illustre les performances croissantes de l'adhésion dentaire, sans former de rétention ni donner une forme géométrique particulière à la dent (38). La restauration des volumes tissulaires perdus est réalisée par des techniques d'ajout de matériel (figure 24), par l'utilisation de modèles diagnostics, de « wax-up » additifs, de « mock-up », et, des outils occlusaux variés lors de réhabilitation complète (relation centrée, DVO, principe de Dahl) (38).

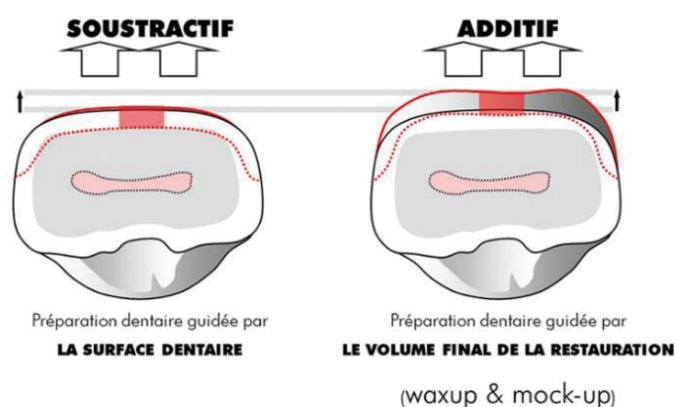


Figure 24 : Illustration des méthodes additives. Le but ultime est l'approche « no-prep »(38).

4.6.1 Cas d'érosions sévères et généralisées

Les cas d'érosions sévères et généralisées ont plusieurs caractéristiques (3,9,19,39) :

- *Dentition compromise* (perte tissulaire sévère en palatin des dents antérieures maxillaires).
- *Atteinte de la dimension verticale d'occlusion*
- *Supra-éruption compensatoire*, en particulier dans la région postérieure maxillaire et antérieure mandibulaire ; l'os alvéolaire et les tissus associés s'adaptent par une compensation alvéolaire pour préserver des relations occlusales intactes.

La littérature propose majoritairement des rééducations buccales par des traitements invasifs et agressifs, ayant un meilleur recul clinique (38,39). La population atteinte d'usure étant de plus en plus jeune, une alternative plus conservatrice doit être tentée (figure 25 et 26) (39). Francesca Vailati propose une alternative adhésive ultra-conservatrice rythmée par 3 étapes principales de laboratoires et cliniques pour un résultat esthétique et fonctionnel le plus prévisible possible (39). Cette technique, sans évaluation clinique à long terme, reste un réel défi au vu de la quantité importante de destruction tissulaire (essai clinique en cours à l'université de Genève) (39).

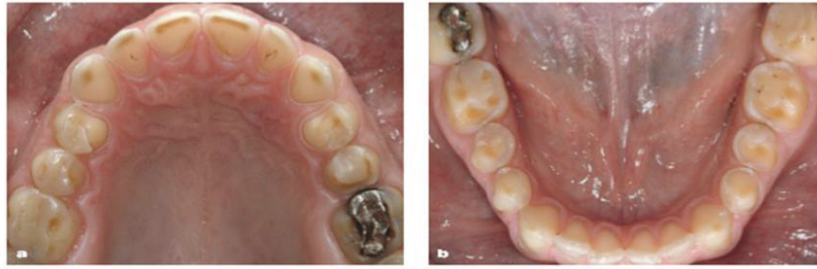


Figure 25 : Photos intra-buccales d'un patient de 27 ans atteint d'érosion sévère (39).



Figure 26 : Photos extra-buccales d'un patient de 45 ans atteint de reflux gastrique (39).

4.6.2 1^{ère} étape : essayages

BUT : Evaluer l'esthétique finale et déterminer la position du plan d'occlusion.

La 1^{ère} étape clinique consiste à faire des photographies, un examen clinique complet, des empreintes d'études, enregistrer l'occlusion, utiliser un arc facial, pour permettre au prothésiste de réaliser le wax-up vestibulaire antérieur maxillaire (figure 27) (40).



Figure 27 : Les wax-ups vestibulaires, généralement jusqu'aux deuxième prémolaires pour mieux visualiser l'aspect esthétique et relier le plan d'occlusion aux bords incisifs (39).

L'étape d'essayage du mock-up permet d'anticiper la forme finale des dents en bouche, rassurer le patient et l'aider à accepter des traitements plus complets (39). Evaluation de l'étape du mock-up avec le patient (figure 28) :

- ✓ Longueur des bords incisifs (ajout/soustraction).
- ✓ Plan occlusal.

- ✓ *Harmonie avec la gencive et profil d'émergence (chirurgie muco-gingivale).*
- ✓ *Harmonie avec les molaires maxillaires.*
- ✓ *Nombre de dents impliquées dans la rééducation.*



Figure 28 : Essayage du mock-up réalisé à partir de la clé en silicone du wax-up chargé en matériaux (ex : Protemp, 3M ESPE). En vue frontale et souriante les cuspides des dents postérieures doivent suivre la lèvre inférieure et être situées plus cervicalement que les bords incisifs (évitant un « sourire inversé ») pour un résultat esthétique et fonctionnel optimal (39).

A cette étape, il faut anticiper la nécessité d'augmenter la DVO (39). Il est difficile de savoir si le patient présente une diminution de la DVO à cause des mécanismes compensatoires, mais l'augmentation de DVO reste obligatoire pour restaurer les volumes tissulaires perdus et le guidage antérieur (figure 29) (40).



Figure 29 : Augmentation de la DVO. Le prothésiste doit savoir de combien les bords incisifs seront rallongés pour pouvoir déterminer la position du plan d'occlusion. L'espace inter-occlusal ajouté est partagé de façon équivalente entre les deux arcades (39).

4.6.3 2^{ème} étape : onlays provisoires occlusaux

BUT : Augmenter la DVO avec une occlusion stable sur les dents postérieures (39).

Le prothésiste réalise des wax-up occlusaux postérieurs jusqu'à la première molaire, déterminant ainsi une nouvelle DVO (figure 30) (40). La détermination de cette DVO prend en compte à la fois les dents postérieures, où l'augmentation maximale possible est voulue pour minimiser le besoin de préparation et à la fois les dents antérieures, qui ne doivent pas être trop éloignées de leurs antagonistes pour ne pas compromettre l'établissement de contacts (40).

L'étape clinique consiste en la réalisation de composites provisoires postérieurs grâce à l'utilisation de moules en silicone transparent réalisés à partir du wax-up (40). Dans l'essai clinique de Genève, on surveille pendant un mois si le patient est à l'aise avec ces restaurations et s'il ne présente pas de signe ou symptôme d'ADAM (algie ou dysfonctionnement de l'articulation temporomandibulaire) (40). Si besoin, des retouches sont facilement réalisables (40). Une fois cette nouvelle occlusion validée, la restauration définitive du secteur antérieur peut avoir lieu (40).

4.6.4 3^{ème} étape : restaurations définitives

BUT : Rétablir un guidage antérieur définitif fonctionnel par l'approche « sandwich » (19).

Les crêtes marginales mésiales et distales des dents antérieures sont à préserver car elles ont une importance similaire à celle décrite pour les dents postérieures pour garantir la résistance structurelle (figure 31) (19).



Figure 30 : Illustration de la théorie de la raquette de tennis : le cadre externe d'émail apporte la solidité grâce à sa rigidité ; la dentine permet d'amortir les contraintes, représentant le tamis de la raquette (15,19).

Technique du « sandwich » (figure 32) : la structure dentaire est préservée et située entre deux restaurations différentes. Cette approche conservatrice, mettant en œuvre à la fois les principes de biomimétisme et de la dentisterie adhésive est encore à l'étude (très prometteuse) (19).

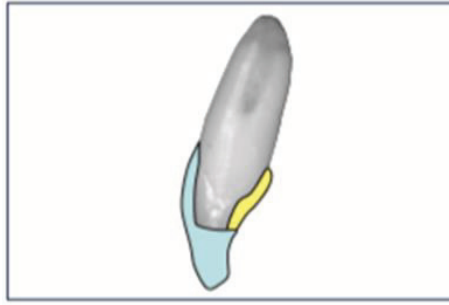


Figure 31 : Illustration de la technique du sandwich : la partie palatine restaurée par un composite en technique (in)directe (jaune) et la partie vestibulaire par une facette en céramique (bleu) (19).

- **Onlays palatins**

L'espace nécessaire pour les onlays palatins étant déjà présent la préparation de la surface est minime (figure 33) (19). L'émail cervical palatin souvent préservé permet d'avoir une configuration de préparation en chanfrein, qui facilite alors l'empreinte et le collage (19). Avec un espace important (>1mm), une technique indirecte est préférable (19).

Le laboratoire réalise les pièces prothétiques restaurant le guidage antérieur et optimisant la future transition entre l'onlay et les futures facettes vestibulaires (figure 34) (19).



Figure 32 : Préparation pour onlays palatins : ouvrir les espaces interproximaux par stripping, polir les bord incisifs (élimination de l'émail non soutenu), nettoyer la dentine avec une pâte à polir et éliminer la couche superficielle avec une fraise diamantée (19).

Après validation clinique, l'étape du collage s'en suit. Au vu de la difficulté technique (dentine sclérotique et longueur des restaurations finales pouvant être le double de la longueur d'origine), le collage doit être rigoureux et dans les conditions optimales (émail périphérique) (19).



Figure 33 : Essayage onlay palatin avec une butée incisale pour positionner et stabiliser la pièce (19).

- **Facettes vestibulaires**

A ce stade le patient a des contacts occlusaux stables postérieurs et antérieurs (19). Le prothésiste réalise un 2^{ème} wax-up vestibulaire qui s'inspire du 1^{er} wax-up validé et qui s'adapte à la nouvelle DVO (19). L'essayage du 2^{ème} mock-up permettra de valider et/ou de modifier les formes finales des dents antérieures, précédant la préparation des facettes et leur collage (figure 35) (19).



Figure 34 : Résultat définitif (19).

- **Onlays définitifs occlusaux postérieurs**

Cette étape peut se faire par quadrants et finalise la rééducation complète des deux arcades (19). L'un des avantages de cette technique est la possibilité d'apporter des modifications tout au long du traitement (7,19).

5 Optimisation du collage sur la dentine sclérotique

5.1 L'adhésion à la dentine sclérotique est compromise

La mesure des valeurs d'adhérence a une contribution de 20% de l'infiltration de résine dans les tubules et une autre de 20% qui est dérivée de l'hybridation de la dentine intertubulaire (5,32). Plusieurs rapports ont indiqué que les forces de liaison de la résine à la dentine sclérotique sont

inférieures à celles observées sur la dentine « saine », avec des **valeurs d'adhérence de 20 à 45% moindre** (5,22,24,25,32,41).

La dentine sclérotique est un substrat de liaison multicouche, dans lequel les conditionneurs et résines acides pénètrent à des distances variables. Il représente donc un réel défi clinique pour les procédures de collage (22,24,32).

Barrières à la diffusion des adhésifs (5,22,24,25):

- ✓ *Plâtres sclérotiques tubulaires* (pouvant persister même après le conditionnement acide) : empêchant l'infiltration de l'adhésif, à l'origine d'une formation minimale voire nulle de brides résineuses.
- ✓ *Couche hyperminéralisée* : à l'origine d'une hybridation incomplète, d'une couche hybride mince et d'une interface complexe.
- ✓ *Bactéries* : intégrées à la couche hybride.

Les études sont contradictoires quant aux différences d'efficacité entre les systèmes M&R et SAM appliqués sur la dentine sclérotique (24). Indépendamment de la technique adhésive utilisée, la liaison à ce substrat pathologiquement altéré conduit généralement à une liaison compromise (22). Selon une revue systématique évaluant l'efficacité clinique des systèmes adhésifs actuels dans le traitement des LCNCs, le choix du système adhésif joue un rôle essentiel pour la durabilité de la restauration (28).

5.1.1 Avec le système mordantage-rinçage

Le mordantage de la dentine sclérotique est à l'origine de morphologies variables de la couche hybride, avec des ultrastructures différentes selon les différentes régions étudiées (22). Le degré de minéralisation dentinaire influence la liaison avec les systèmes M&R (29) :

- ✓ **Là où la couche hyperminéralisée est fine** : l'acide orthophosphorique peut la traverser et déminéraliser la dentine sclérotique sous-jacente, formant une couche hybride équivalente à celle obtenue sur dentine saine (5-6µm) (5).
- ✓ **Là où la barrière de diffusion est épaisse** : elle empêche la diffusion de l'acide, altérant la morphologie et l'épaisseur de la couche hybride (irrégulière, voire inexistante) (5,22). Cet aspect de mordantage inégal peut s'observer dans les zones dans lesquelles l'acide mordance latéralement dans la dentine sclérotique, produisant des extensions d'une couche hybride latérale, séparées des zones du dessus non infiltrées de résine (22).

Il a été montré qu'une épaisseur réduite de la couche hybride peut ne pas avoir de corrélation avec des valeurs d'adhérence réduites (la force de liaison dépend aussi de la force de fixation des obstacles à la dentine sclérotique sous-jacente) (5,22). Ce sont les **variations morphologiques de la couche**

hybride qui sont à l'origine des conséquences néfastes sur les mesures des force de liaison à la dentine sclérotique (5,22).

5.1.2 Avec le système auto-mordant

Sur la dentine saine, une importante épaisseur de boue dentinaire va gêner l'infiltration de l'adhésif (5). La couche hyperminéralisée étant plus dense que la boue dentinaire, les craintes qu'un apprêt AM ne puisse pas déminéraliser à travers les couches superficielles de la dentine saine peut s'appliquer à la dentine sclérotique (figure 36) (22,25).

L'épaisseur de la couche hyperminéralisée va impacter sur la diffusion de l'adhésif (5):

- ✓ **Couche hyperminéralisée <0,5µm et absence de bactéries** : une couche hybride formée classique, mais pas de brides résineuses.
- ✓ **Couche hyperminéralisée <0,5µm et présence de bactéries** : une matrice organique plus simple à franchir, mais il peut en résulter par endroit une absence de couche hybride.
- ✓ **Couche hyperminéralisée > 0,5µm** : l'adhésif ne pouvant pas déminéraliser toute l'épaisseur de cette couche, l'hybridation résultante reste superficielle et la couche hybride peut être absente (5,32). Les valeurs d'adhérence enregistrées correspondent à la force qui unit la couche hyperminéralisée à la dentine sclérotique sous-jacente.

Or, il n'y a aucun moyen clinique d'évaluer l'épaisseur de la couche hyperminéralisée (5).

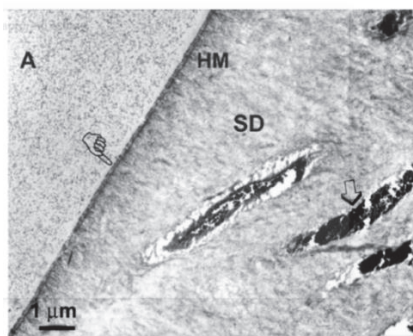


Figure 35 : Micrographie TEM non déminéralisée de la face gingivale d'une lésion sclérotique traitée par Clearfil Liner 2. Déminéralisation partielle (pointeur) de la couche hyperminéralisée (HM), cette dernière étant attachée à la dentine sclérotique sous-jacente (SD). Les tubules dentinaires sont fortement oblitérés par des plâtres sclérotiques (flèche). A: adhésif (22).

De nombreux échecs de restaurations sont dus à la sensibilité technique des systèmes adhésifs, et certaines études ont remis en question la technique de la « dentine humide » (23). D'autres études avec un suivi au long terme sont nécessaires pour évaluer si la dentine « sèche » peut augmenter le taux de rétention du composite de résine des LCNC (23).

5.2 Quels sont les moyens envisagés pour améliorer cette adhésion ?

Pour améliorer la force de liaison des adhésifs à la dentine sclérotique, des modifications du protocole adhésif ont été proposées : augmenter la rugosité de la surface avec une fraise diamantée ou par le pré-conditionnement à l'acide phosphorique (avant les SAM) ou en augmentant le temps de mordantage des systèmes M&R), augmenter le temps d'application des systèmes adhésifs, désinfecter la surface, pré-conditionner avec l'EDTA,... (24–26).

5.2.1 Pré-traitement tissulaire

5.2.1.1 *Préparation de l'émail périphérique*

Le mordantage amélaire (figure 37) : l'attaque chimique des prismes d'émail améliore la longévité des restaurations par la création d'un motif anfractueux et poreux, propice à l'infiltration et à l'ancrage de la résine (5).



Figure 36 : Mordantage amélaire sélectif (5)

5.2.1.2 *Augmenter la rétention micromécanique de la dentine sclérotique*

Les stratégies proposées augmentent la rugosité de surface par l'élimination mécanique de la couche superficielle hyperminéralisée et/ou l'application accentuée d'acide (24,42).

Pour les SAM, le pré-mordantage ou la rugosification de la dentine sclérotique ont permis l'augmentation d'épaisseur de la couche hybride (même si une couche hybride épaisse n'est pas liée systématiquement à des valeurs de résistance de liaison élevée) (42).

5.2.1.2.1 Application prolongée d'acide ou pré-mordantage

- **Sur la dentine saine**

Prolonger la durée de mordantage augmente la profondeur de déminéralisation et le diamètre des tubules. Néanmoins, cette technique est délétère pour l'adhésion étant donné ses conséquences (5,20):

- ✓ Une augmentation de la filtration de fluide dentinaire vers l'extérieur (conditions humides inadéquates pour l'hybridation).
- ✓ Une infiltration insuffisante du réseau de collagène par la résine adhésive et des lacunes dans la dentine déminéralisée (phénomène de « nanoleakage »).

• Sur la dentine sclérotique

Etant donné son ultrastructure hyperminéralisée, augmenter le temps de mordantage peut sembler pertinent ; mais ces minéraux étant acido-résistants cette technique pourrait s'avérer inefficace (5). Des études in vitro ont montré que le pré-traitement à l'acide orthophosphorique 35% avec le SAM a permis l'ouverture des tubules sur la dentine sclérotique (figure 38 et tableau 1) et donc en théorie améliorerait la capacité adhésive en diminuant la dentine péritubulaire et augmentant ainsi l'épaisseur de la couche hybride (24,42).

Material	Application mode		
	No treatment	Manufacturer's instructions	Double application time
Phosphoric acid	7.0±2.5 ^a	12.4±4.7 ^b	12.7±4.9 ^b
Adper Scotchbond SE	8.2±6.7 ^a	14.9±5.1 ^b	18.2±9.7 ^b
GO	6.5±5.0 ^A	14.8±5.0 ^B	12.1±5.5 ^B

Tableau 5 : Pourcentage relatif de l'ouverture tubulaire obtenu pour chaque condition expérimentale (pas de traitement, pré-mordantage, duplication du temps de mordantage). Une duplication du temps de mordantage n'a pas permis d'augmenter l'élimination des moulages sclérotiques de la couche hyperminéralisée (43).

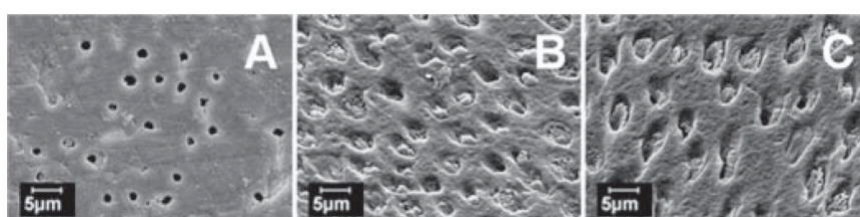


Figure 37 : Micrographies électroniques à balayage de la dentine sclérotique (A - sans traitement) et après mordantage (B et C). B: dentine sclérotique mordancée pendant 15 s et en C pendant 30 s. Le nombre de tubules exposés dans B et C est supérieur à A et similaire entre eux (43).

Néanmoins, cette technique peut provoquer une déminéralisation inégale, et par conséquent, de grandes variations de l'épaisseur de la couche hybride car l'adhésif ne pourra pas infiltrer totalement la zone déminéralisée (figure 39) (5,43). Ce haut degré de variabilité s'aggraverait avec la duplication

du temps de mordantage (démminéralisation encore plus profonde de la dentine intertubulaire et péri-tubulaire) et expliquerait les résultats controversés (43).

Les études sont contradictoires quant à l'amélioration des performances d'adhésion (22). La formation d'une couche hybride plus épaisse ne pouvant pas être interprétée comme un avantage matériel, car elle n'est pas associée à des valeurs de résistance élevée (42). Une récente étude a suggéré que le mordantage serait même préjudiciable pour le collage sur la dentine sclérotique (22).

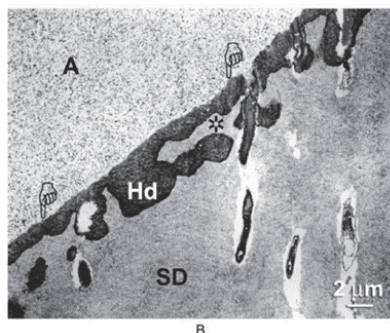


Figure 38 : Micrographie TEM déminéralisée d'une couche hybride « erratique » de l'apex d'une LCNC mordancée et liée avec Clearfil Liner Bond 2V. Hd : dentine sclérotique hybridée, varie de 2 (pointeurs) à 5 µm. Une extension latérale de la couche hybride sous une zone non infiltrée de résine adhésive (astérisque). A: adhésif; SD: dentine sclérotique (22).

5.2.1.2.1.1 Fraisage diamanté

L'élimination physique des couches superficielles hyperminéralisées avec une fraise diamantée (figure 40) est proposée pour améliorer l'adhérence à la dentine sclérotique (32,41). Cette technique aurait plusieurs avantages (5,32,41,42) :

- ✓ Diminuer l'épaisseur de la couche hyperminéralisée et éliminer les plâtres sclérotiques tubulaires pour obtenir une dentine avec des caractéristiques similaires aux tissus « sains ».
- ✓ Créer une surface rugueuse irrégulière.
- ✓ Augmenter la rétention intra-tubulaire en déplaçant l'interface de liaison vers la pulpe (là où la densité tubulaire augmente).
- ✓ Disposer d'une plus grande surface de dentine inter-tubulaire pour l'adhésion.



Figure 39 : Fraisage de la lésion (5).

L'inconvénient principal est la formation systématique d'une boue dentinaire tenace le long de la lésion (débris hyperminéralisés et cristaux de whitelockite résistants à la dissolution acide), d'épaisseur variable selon la fraise utilisée, faisant obstacle à l'infiltration adhésive (5,32,42).

Après la rugosification des surfaces sclérotiques, les systèmes M&R et SAM traversent la couche de boue dentinaire créée et on constate une augmentation de l'épaisseur de la couche hybride (tableau 2) (32,42). Il a été démontré que l'épaisseur de la couche hybride ou la quantité de formation de brides résineuses ne sont pas toujours corrélées avec une force de liaison améliorée (42). Des études indiquent qu'une couche de boue dentinaire épaisse entrave l'infiltration de monomères de résine dans la dentine sous-jacent et diminue les valeurs de résistance de la liaison produits par les SAM (42).

Groups	Gingival	Axial	Occlusal
Group 1 (Single Bond without bur)	2.6 ± 0.336 ^{aA}	2.4 ± 0.402 ^{aAB}	1.5 ± 0.553 ^{abcdeAC}
Group 2 (Single Bond with bur)	4.04 ± 0.466 ^{bA}	3.3 ± 0.540 ^{aB}	2.2 ± 0.406 ^{bC}
Group 3 (Clearfil SE without bur)	1.3 ± 1.546 ^{cA}	0.6 ± 0.158 ^{bB}	0.5 ± 0.955 ^{bC}
Group 4 (Clearfil SE with bur)	2.8 ± 1.207 ^{abcdA}	2.9 ± 0.465 ^{aA}	1.1 ± 0.343 ^{bB}
Group 5 (Xeno III without bur)	0.8 ± 0.080 ^{dA}	0.8 ± 0.107 ^{bA}	0.4 ± 0.086 ^{bB}
Group 6 (Xeno III with bur)	2.7 ± 0.398 ^{abA}	2.2 ± 0.230 ^{aA}	1.2 ± 0.231 ^{aB}
Group 7 (37% phosphoric acid+ Clearfil SE with bur)	4.8 ± 0.801 ^{bA}	4.5 ± 0.961 ^{aB}	2.5 ± 0.461 ^{bC}
Group 8 (37% phosphoric acid + Xeno III with bur)	3.3 ± 0.593 ^{abA}	3.0 ± 0.499 ^{aA}	2.4 ± 0.320 ^{aB}

Lower cases represent the significant differences between the materials (p<0.05), capitals represent the significant differences between the dentin regions (gingival, axial, occlusal) (p<0.05).

Tableau 6 : Epaisseur de la couche hybride mesurée à différents niveaux des LCNCs, avec ou sans préparation à la fraise, avant l'application de différentes techniques adhésifs (32).

Avec le système adhésif M&R, la rugosification a permis d'avoir un effet du mordantage plus uniforme, une infiltration de résine dans la dentine sclérotique intertubulaire et une amélioration de la force de liaison résultante (42). Avec le SAM, un pré-conditionnement acide sur la dentine sclérotique rendue rugueuse a permis d'augmenter l'épaisseur de la couche hybride, mais des études doivent tester cette hypothèse en mesurant les forces de liaison résultantes (32,42).

La revue de la littérature montre que le fraisage léger avant hybridation améliore les valeurs d'adhésion à la dentine sclérotique et la longévité des restaurations (5,23). Dans une étude de 24 mois, aucune amélioration de la rétention et de la coloration marginale n'a été constatée (23). Une étude in vitro montre que cette technique n'améliore pas la force de liaison avec les adhésifs AM, et selon la granulométrie des fraises, une diminution de la force d'adhésion peut même se produire (42). Cependant, un essai clinique sur 8 ans conclue que l'obtention d'une surface rugueuse avant l'application d'un système adhésif M&R ou AM sur la dentine sclérotique et non sclérotique améliore les taux de rétentions (23).

D'autres approches cliniques devraient être réalisées afin d'améliorer la force de liaison des SAM et de la dentine sclérotique instrumentée (42).

5.2.1.3 Conditionnement à l'EDTA

L'EDTA est un composé organique d'acidité faible et un agent chélatant doux (5,24,26). Il pourrait améliorer l'efficacité des systèmes adhésifs auto-mordançants et universels (sans mordantage) (5).

- **Actions potentielles :**

- ✓ *Dissolution de boue dentinaire et déminéralisation superficielle de la dentine sous-jacente* (5,23–26). L'EDTA chélate les ions métalliques (en plus grande quantité dans la dentine sclérotique) et produit une dissolution partielle de l'hydroxyapatite. Il favoriserait donc à la fois la liaison chimique et micromécanique.
- ✓ *Protection du collagène* (24–26). L'EDTA, en préservant les cristaux d'apatite dans la matrice de collagène (contrairement à l'acide phosphorique), permet la formation d'interfaces adhésives moins sensibles à la dégradation. Les cristaux empêchent le rétrécissement des fibrilles de collagène lors de l'infiltration des monomères, améliorant ainsi leur diffusion dans le tissu.
- ✓ *Inhiber l'action des métalloprotéinases endogènes (« MMPs ») liées à la matrice dentinaire déminéralisée* (5,23,25,26). L'activité chélatrice favorise la séquestration des ions (activateurs potentiels des MMPs) minimisant l'action délétère des MMPs sur la couche hybride et permettant d'obtenir des interfaces adhésives dentinaires (saines ou sclérotiques) plus stables, protégées de la dégradation.

La préservation de l'interface composite-dentine fournie par l'EDTA est probablement le résultat du modèle de conditionnement plus favorable et son rôle d'inhibiteur des MMPs (25). Par conséquent, une forte adhérence immédiate est obtenue avec les SAM appliqués à la dentine saine et sclérotique (5,23–26).

- **Etudes sur son efficacité sur la dentine sclérotique :**

Peu d'études évaluent l'efficacité du conditionnement à l'EDTA à 15% pendant 2min sur la dentine sclérotique (25). Des études in vitro suggèrent que l'EDTA pénètre les barrières de diffusion sclérotiques, déminéralise légèrement la dentine péritubulaire, en maintenant une teneur élevée en calcium et en ouvrant progressivement les tubules (figure 41) (24,25). Ces caractéristiques favorisent la rétention mécanique et la liaison chimique du calcium avec le monomère fonctionnel de la résine

(24). La couche hybride résultante est mince mais bien structurée, régulière et dense, avec une meilleure résistance à la solubilisation et à la dégradation au fil du temps (25). En conséquence, on peut s'attendre à une meilleure interaction adhésive du SAM avec la dentine sclérotique grâce à l'amélioration du motif de conditionnement (tableau 3) (23,25). Les meilleurs résultats en termes de longévité de liaison obtenue avec des groupes traités à l'EDTA sont probablement plus liés à un schéma de conditionnement plus doux qu'à un effet inhibiteur des MMPs (25).

Observation time	Clearfil SE Bond		Adper SE Bond	
	EDTA	DW	EDTA	DW
Immediate	50.5 ± 6.4 A	27.4 ± 14.6 C	40.8 ± 10.9 B	27.5 ± 8.7 C
12 months	48.4 ± 5.2 A	19.8 ± 4.2 D	43.1 ± 2.2 B	14.5 ± 4.4 E

Groups identified with the same letter are not statistically significantly different (Tukey's test, $p > 0.05$).

Tableau 7 : Moyennes et écarts types de la force de liaison micro-tensile (MPa). Avec un pré-traitement à l'EDTA, les forces de liaison moyennes immédiates sont plus élevées avec une résistance plus importante à la dégradation, après 12 mois de stockage d'eau. Les différences observées entre les deux adhésifs peuvent s'expliquer par la présence de 10-MDP dans le SAM Clearfil SE Bond (doux), alors que le SAM Adper SE Plus (fortement acide ($ph < 1$)) a des forces de liaison moins stables (en particulier sur la dentine) et ne contient pas de 10-MDP (25).

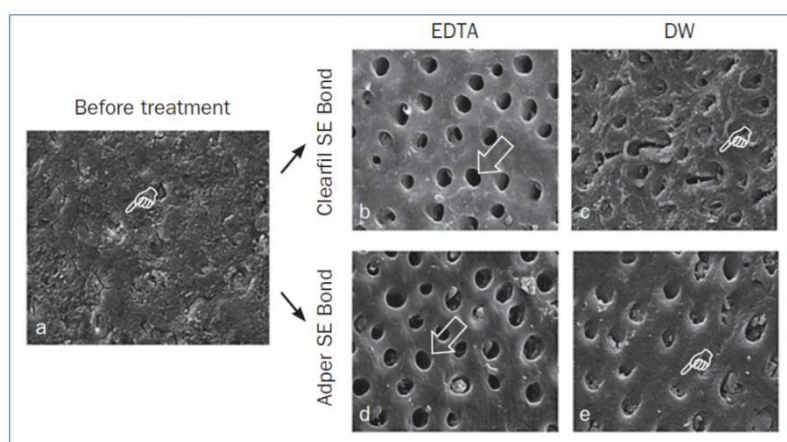


Figure 40 : Images MEB des surfaces dentinaires sclérotiques, avec un pré-traitement à l'EDTA ou à l'eau distillée (DW). (a) Oblitération tubulaire avant l'application d'adhésif. (c et e) Un grand nombre de tubules dentinaires sont exposés après l'application des systèmes adhésifs, mais on observe encore des moulages sclérotiques s'étendant à partir de tubules dentinaires ouverts (pointeurs). (b et d) Avec le conditionnement EDTA, on observe une élimination plus importante des moulages sclérotiques, permettant une plus grande ouverture des tubules dentinaires (flèches) pour les deux adhésifs (25).

Une étude in vitro a évalué différents conditionnements à l'EDTA 17% sur le motif de mordantage et la force de liaison immédiate des adhésifs universels (ScotchBond Universel et Prime & Bond Elect.)

avec la dentine sclérotique, avec un temps d'application plus court et/ou une application « active » (sonique et ultrasonique) (26). Le pré-traitement à l'EDTA a augmenté significativement les valeurs immédiates de résistance à la liaison micro-tensile ; ces valeurs sont similaires avec les temps d'application de 2min et 30sec (tableau 4), ce qui permettrait aux cliniciens de diminuer le temps d'application sans compromettre les valeurs de résistance d'adhésion à ce substrat (26).

Adhesive System	Surface Treatment				Main Factor Adhesive System ^a
	Control	EDTA 30 s	EDTA 2 min	EDTA 30 s + Sonic Device	
SBU	32.8 ± 2.8	40.3 ± 4.2	49.3 ± 4.7	54.4 ± 1.8	44.2 ± 9.0 A
PBE	28.4 ± 0.9	40.6 ± 1.7	40.9 ± 9.4	49.9 ± 3.7	40.0 ± 9.2 B
Main factor surface treatment*	30.6 ± 3.0 c	40.5 ± 3.2 b	45.1 ± 8.6 b	52.2 ± 3.7 a	—

Abbreviations: EDTA, ethylene diamine tetra-acetic acid; PBE, Prime & Bond Elect; SBU, Scotchbond Universal Adhesive.
^a Uppercase letters indicate comparison of the main factor adhesive, and lowercase letters indicate comparison between the main factor surface treatments. Different uppercase or lowercase letters indicate groups statistically different (analysis of variance, Tukey's test, $p < 0.05$).

Tableau 8 : Valeurs de la force de liaison micro tensile (μ TBS en MPa) moyenne pour les différents groupes expérimentaux. La moyenne la plus faible était dans le groupe sans application d'EDTA, la moyenne la plus haute avec l'application EDTA avec un appareil sonique (30 secondes), quel que soit le protocole EDTA, des moyennes plus élevées pour le ScotchBond Universel (26).

Un essai clinique randomisé récemment publié a confirmé les avantages d'un pré-conditionnement de 2min d'EDTA à 17% des LCNCs avant un SAM, avec une augmentation significative des taux de rétentions des restaurations composites après 18 mois (23,25,44). De futurs essais cliniques à long terme doivent être réalisés pour confirmer ces résultats prometteurs dans un scénario clinique (25).

Le pré-conditionnement à l'EDTA 17% en gel doit se faire vigoureusement pendant 2min (30sec pouvant suffire) (5). L'utilisation d'une pièce à main sonique pourrait améliorer les valeurs d'adhérence à la dentine sclérotique ; les molécules agitées par vibration sonique atteignent des zones au-delà de celles que les poils des micro-brosses ne peuvent atteindre, et ainsi améliorent l'élimination des dépôts minéralisés à l'intérieur des tubules dentinaires (5,26).

- **Deux inconvénients (25,26) :**
 - ✓ Soluble dans l'eau (partant facilement de la dentine). Des études récentes montrent que le rôle d'inhibiteur des MMPs ne dure pas au-delà de 24 heures.
 - ✓ Nécessité d'une étape supplémentaire, jusqu'à 2 minutes de temps de procédure additionnel (contrairement au gain de temps obtenu avec les systèmes adhésifs actuels).

5.2.1.4 Désinfection du tissu sclérotique

- **Chlorhexidine**

Sachant que la dentine sclérotique contient des bactéries, un pré-traitement avec de la chlorhexidine à 2% pendant 60 secondes après le mordantage est proposé pour réduire cette charge

bactérienne. Cela pourrait aussi inhiber la dégradation de la couche hybride en bloquant l'action des métalloprotéinases. Cependant le bénéfice sur le collage n'a pas été démontré (5).

- **Hypochlorite de sodium**

Une étude sur les conséquences de différents pré-traitements de la dentine sclérotique sur la résistance à la micro-traction a montré que l'application d'acide orthophosphorique et d'hypochlorite de sodium (5 ou 10%) avant l'application d'adhésif auto-mordant modifie la micro-structure de surface (augmentation du nombre de tubules ouverts) et permet une augmentation de la résistance à la traction (24). L'acide déminéralise les fibres de collagène et la couche superficielle, puis le NaClO pourrait dissoudre et éliminer le collagène dentinaire exposé, fournissant une surface apatite dentinaire favorable à l'adhésion (24).

Une application seule de NaClO n'a pas montré de différence morphologique nette avec le groupe témoin sans traitement. L'application d'EDTA (15%) et NaClO (5 ou 10%) a permis d'augmenter la rugosité de la surface sclérotique par rapport au groupe témoin non traité, aucun tubule ouvert à la surface n'ayant été observé, l'amélioration de la force de liaison résultante n'est pas évidente (24).

5.2.1.5 *Laser Er,Cr:YSGG (Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet)*

Selon leur puissance, les lasers Erbium peuvent agir sur les tissus mous, osseux ou dentaires (laser Er:YAG et Er,Cr:YSGG) (45). Le laser Er,Cr:YSGG de longueur d'onde 2,780 µm, est un nouveau système de laser biologique hydro-cinétique utilisé pour la préparation tissulaire pour éliminer efficacement les tissus durs dentaires sans entraîner la formation d'une couche de boue dentinaire ni causer de dommages thermiques sur la surface dentaire ou la pulpe (46).

La puissance du laser est un paramètre important pour contrôler l'effet de l'irradiation (46). Une puissance trop faible entraîne peu de modification de la surface et donc une efficacité moindre ; une puissance trop élevée pourrait endommager les tissus et causer une diminution de la résistance de la dentine (46). Une étude in vitro sur l'efficacité du collage de la préparation de la dentine sclérotique avec le laser Er,Cr:YSGG à différentes puissances a montré que le groupe 4W forme la micromorphologie de surface optimale (pas de boue dentinaire, des surfaces propres et rugueuses, voire figure 42) et une résistance à l'adhérence au micro-cisaillement significativement plus élevée que celle des autres groupes (tableau 4) (46).

Il pourrait être efficace dans la préparation de la surface dentinaire sclérotique pour (46,47) :

- ✓ **Augmenter la rugosité de surface** : rétention micro-mécanique.
- ✓ **Diminuer le blocage des tubules dentinaires par les cristaux minéraux** : augmenter le pourcentage de tubules ouverts et ainsi favoriser la formation de tags dentinaires et de la couche hybride.

	Immediately tested	After thermal cycling
Control	11.79±1.90 ^{aA}	7.44±1.63 ^{aB}
Diamond bur	14.28±1.93 ^{bA}	11.44±2.28 ^{bB}
1W Er,Cr:YSGG laser	13.15±2.09 ^{abA}	10.12±2.31 ^{bB}
2W Er,Cr:YSGG laser	13.64±2.07 ^{bA}	11.38±2.53 ^{bB}
3W Er,Cr:YSGG laser	14.49±2.13 ^{bA}	11.85±1.98 ^{bB}
4W Er,Cr:YSGG laser	17.60±2.55 ^{cA}	14.35±2.08 ^{cB}
5W Er,Cr:YSGG laser	13.79±1.95 ^{bA}	11.22±2.29 ^{bB}
6W Er,Cr:YSGG laser	13.46±1.76 ^{abA}	10.59±2.55 ^{bB}

Tableau 9 : Force de liaison par micro-cisaillement à la dentine sclérotique dans différents groupes (Mpa), immédiatement testée et après le cyclage thermique (46).

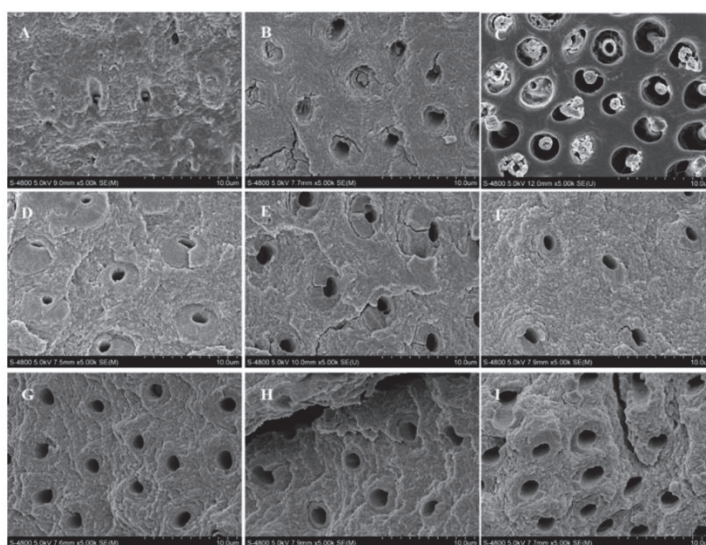


Figure 41 : SEM micrographie de la dentine sclérotique (A) groupe contrôle sans traitement; (B) application d'adhésif Adper Easy One; (C) polissage au fraise diamantée, puis application d'adhésif; (D,E,F,G,H et I) Laser Er,Cr:YSGG à 1W, 2W, 3W, 4W, 5W et 6W, puis application d'adhésif (46).

En se basant sur des études qui montrent que la rugosité de surface permet d'augmenter l'interface entre tissus et résine, et ainsi, améliorer la force de liaison, cette technique de préparation apparaît comme prometteuse (46). Néanmoins, elle manque de données scientifiques, avec des résultats parfois contradictoires, et ne peut être appliquée lors de la pratique quotidienne, notamment en terme d'application et d'efficacité clinique du collage sur la dentine sclérotique (46,47).

5.2.2 Action et composition des adhésifs

Les adhésifs sont testés principalement sur la dentine saine mais une variété d'autres substrats pathologiquement altérés (cariée, sclérotique) sont aussi rencontrés (22,26). Quelle que soit la stratégie adhésive utilisée, la liaison à la dentine sclérotique présente un défi, qui se traduit souvent par une diminution de la force de liaison (26).

Une méta-analyse sur la performance des adhésifs dans le traitement des lésions cervicales non carieuses a montré que le taux d'échec annuel le plus faible est obtenu avec du CVI (5). Concernant les adhésifs, **le taux d'échec annuel le plus faible est obtenu avec les SAM 2 « doux »** (et parmi eux le Clearfil SE Bond offrait le collage le plus fiable), **suivi du système M&R 3** (5). Les SAM 2 et CVI ont un mode d'action similaire en interagissant superficiellement avec l'hydroxyapatite, non pas en déminéralisant les cristaux mais plutôt en les préservant et en s'y liant (5). Une revue systématique évalue l'efficacité des adhésifs in vitro par des tests de résistance aux micro-tractions : les meilleurs résultats ont été enregistrés pour M&R3 Optibond FL (Kerr), SAM2 Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake) et SAM1 G-Bond (GC) (28).

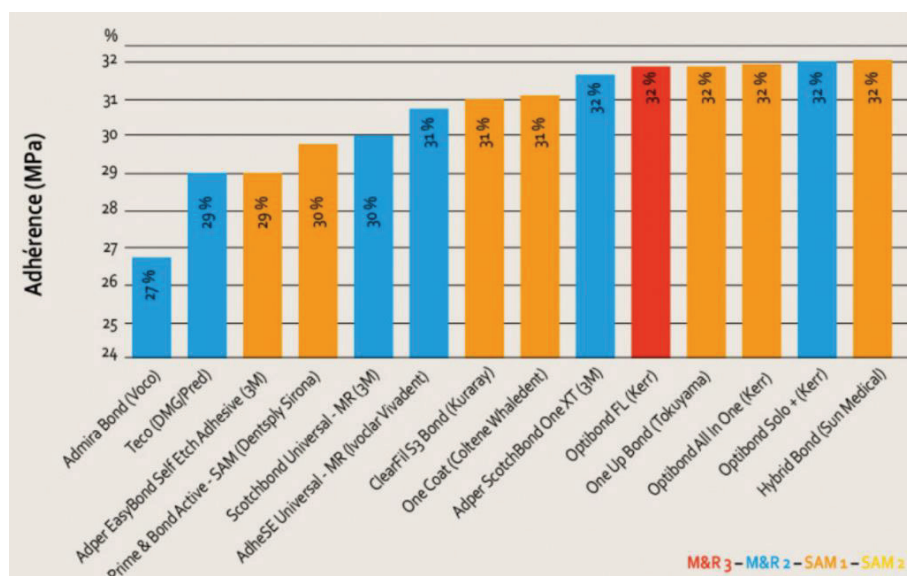


Figure 42 : Classement des adhésifs en fonction de leur coefficient de variation (en %) (48).

Etant donné qu'il y a peu de données sur un protocole défini et recommandé pour la restauration de l'usure dentaire avec un tissu sclérotique, il faut concentrer nos efforts pour optimiser les conditions de collage au vu des données actuelles acquises sur les tissus sains (figure 43).

5.2.2.1 Application par frottement

L'application active de l'adhésif permet d'améliorer les valeurs d'adhérence à la dentine ; en frottant vigoureusement l'adhésif avec une micro-brosse, on améliore la pénétration de l'adhésif dans la dentine et la qualité de la couche hybride (5).

Pour les adhésifs contenant du 10-MDP, les appliquer activement et laisser du temps à la solution de s'infiltrer (recommandations du fabricant) améliorent la qualité de l'interface adhésive en augmentant la concentration de 10-MDP en contact avec l'hydroxyapatite, en favorisant l'évaporation du solvant, et en permettant une meilleure imprégnation des monomères (31,41).

5.2.2.2 10-méthacryloyloxydécyl dihydrogénophosphate (10-MDP)

Le 10-MDP est le monomère acide le plus stable et efficace grâce à sa capacité de former une **liaison chimique** performante et durable avec l'hydroxyapatite dans la couche hybride (figure 44) (21,26,28,31,41). Son efficacité se traduit par une résistance de liaison plus élevée à la dentine et un potentiel d'étanchéité amélioré pour prévenir des nanofuites (26).

Le monomère doit avoir une concentration et une pureté optimale pour établir un équilibre entre l'amélioration de la force de liaison et éviter une sorption excessive d'eau (31,49). Une étude in vitro montre qu'un pourcentage de 6,6% en poids de concentration de 10 MDP permet d'avoir des conditions adhésives optimales (comparé à 3,3% ou 9,9%) (49).

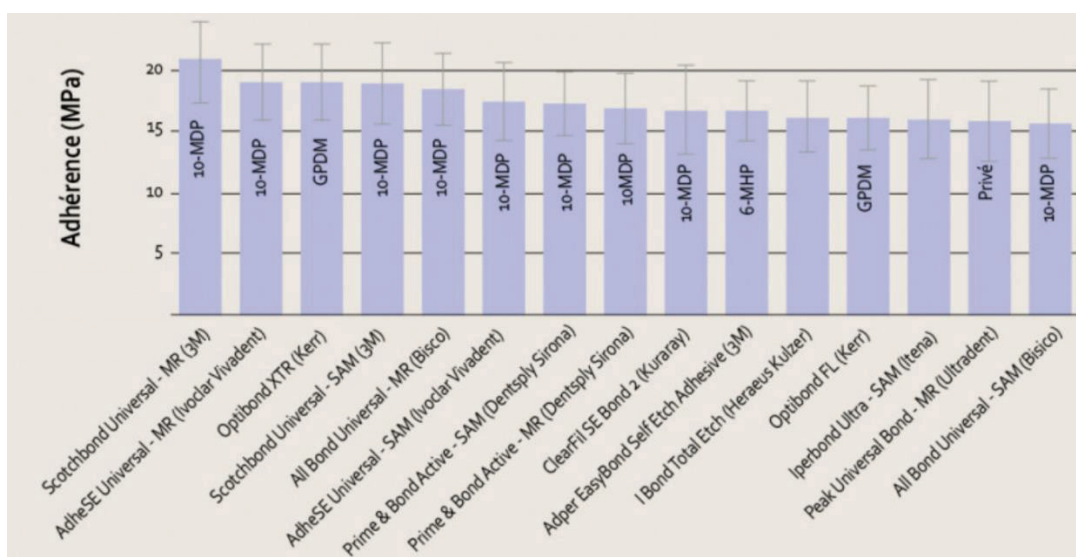


Figure 43 : Classement mettant en évidence les monomères fonctionnels contenus dans l'adhésif (48).

✓ Formation d'une nanocouche

Deux molécules de 10-MDP (figure 45) dont les groupes méthacrylate sont dirigés l'un vers l'autre et les groupes hydrogène-phosphate fonctionnel éloignés l'un de l'autre (5,21,41) :

- Le groupe méthacrylate se lie aux ions calcium.
- Le groupe fonctionnel phosphate se lie à la dentine (liaison ionique forte avec l'hydroxyapatite).



Figure 44 : structure du 10-MDP (48).

Ces structures auto-assemblées typiques du 10-MDP sont à l'origine d'une liaison chimique intense et stable entre les nanocouches et l'hydroxyapatite améliorent l'efficacité et la longévité de l'interface adhésive (5,31,41). Des études montrent que cette liaison est plus résistante à la dégradation hydrolytique que d'autres monomères fonctionnels (41).

✓ **Protection du collagène**

La structure chimique du monomère a un comportement polaire favorable à l'adhésion, favorisant aussi la protection des fibres de collagène par la formation des sels de calcium insolubles dans l'eau (MDP-Ca) (31).

✓ **Sur la dentine sclérotique**

Les adhésifs universels contenant du 10-MDP (Scotchbond Univeral de 3M, Clearfil SE Bond, All-bond Universal de Bisco, Prime & Bond Active de Dentsply) ont présenté les meilleures valeurs d'adhérence à la dentine sclérotique (5,26,48). Sur la base des taux de survie des restaurations des LCNCs avec un SAM doux contenant du 10 MDP, une revue récente de la littérature a suggéré qu'une liaison chimique se produit, possiblement plus intense en raison de son hyperminéralisation (41). Certaines études suggèrent de rendre la surface des LCNCs plus rugueuses, cependant cela pourrait diminuer le potentiel de liaison chimique du 10-MDP/dentine sclérotique (les cristallites empêchant l'infiltration adhésive tubulaire) (41). Une étude récente a montré que les performances adhésives d'un système adhésif auto-mordant contenant du 10 MDP appliqué sur la dentine sclérotique bovines étaient supérieures par rapport à la même surface préparée avec une fraise diamantée (41).

Conclusion

Les lésions d'usure entraînent la formation d'un tissu sclérotique réactionnel, avec une prise en charge moins bien codifiée que pour les autres pathologies dentaires (lésions carieuses, lésions parodontales,...). Nous sommes actuellement en mesure de proposer des soins conservateurs grâce aux progrès des systèmes adhésifs, pour traiter les cas les plus simples (cupules dentinaires) jusqu'aux plus complexes (usures avancées et globales) (7). L'évolution perpétuelle de la technique de référence « three-step » de Fransceca Vailati montre que nous avons à notre disposition un grand panel d'options thérapeutiques susceptibles de s'adapter aux affinités du praticien et à son expérience clinique (7).

Face à la constatation du défaut d'adhésion sur les tissus sclérotiques, il faut adapter nos protocoles de collage. Malheureusement les données de la littérature actuelle peuvent être contradictoires ; elles sont majoritairement réalisées in vitro et de fait peu d'études cliniques permettent de définir un protocole précis.

Selon ces mêmes études, il faut en premier lieu effectuer une analyse précise du cas : évolutivité, degré d'usure, degré de sclérose, présence de tissu sain périphérique. Les données montrent qu'il faut ensuite choisir de préférence un adhésif auto-mordant « doux » (ph>2) avec du 10-MDP ou un système adhésif mordantage-rinçage en deux ou trois étapes (système de référence) (5). Différents pré-traitements à ces systèmes adhésifs peuvent être envisagés : désinfection de la surface, fraisage léger de la surface sclérotique ; l'application d'EDTA ou le pré-mordantage concerne les SAM. On entrevoit actuellement de nouvelles approches thérapeutiques comme le traitement de surface au laser Er,Cr :YSGG.

Cependant, des études cliniques sont encore nécessaires pour établir des protocoles adaptés aux particularités des lésions d'usure.

Bibliographie

1. Lussi A, Colon P. Approche ultraconservatrice du traitement des lésions érosives et abrasives. *Inf Dent*. 12 févr 2014;(6):20-9.
2. Cruz JB, Bonini G, Lenzi TL, Imparato JCP, Raggio DP. Bonding stability of adhesive systems to eroded dentin. *Braz Oral Res*. 2015;29.
3. Wang X, Lussi A. Assessment and management of dental erosion. *Dent Clin North Am*. juill 2010;54(3):565-78.
4. Bartlett DW, Shah P. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. *J Dent Res*. avr 2006;85(4):306-12.
5. Dahan L. Le collage à la dentine sclérotique. *Inf Dent*. 3 juill 2019;(25):62-8.
6. Mocquot C. Matériaux et usures dentaires [Internet]. *L'Information Dentaire*. [cité 24 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/materiaux-et-usures-dentaires/>
7. Bernard C. Restauration des conséquences de l'usure par technique adhésive sans préparation. *Inf Dent*. 3 juill 2019;(25):36-44.
8. d'Incau E, Decaup PH, L'Alzit FR. Étiologie des lésions d'usure amélaire [Internet]. *L'Information Dentaire*. [cité 16 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/etiologie-des-lesions-d-usure-amelaires/>
9. Rees JS, Somi S. A guide to the clinical management of attrition. *Br Dent J*. 09 2018;224(5):319-23.
10. Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:32-45.
11. Duboscq O. Conséquences du régime végétarien/végétalien sur la sphère oro-faciale: revue systématique de la littérature. Bordeaux; 2019.
12. Politano G, Peumans M. Les lésions cervicales non carieuses. *Inf Dent*. 15 oct 2017;2(2):66-72.
13. Nascimento MM, Dilbone DA, Pereira PN, Duarte WR, Geraldeli S, Delgado AJ. Abfraction lesions: etiology, diagnosis, and treatment options. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2016;8:79-87.
14. AlShahrani MT, Haralur SB, Alqarni M. Restorative Rehabilitation of a Patient with Dental Erosion. *Case Rep Dent*. 2017;2017:9517486.
15. Vailati F, Belser UC. Classification and treatment of the anterior maxillary dentition affected by dental erosion: the ACE classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*. déc 2010;30(6):559-71.
16. Antonio LJ. Nature des pertes de substances dentaires – Partie 2 : nature des pertes de substances dentaires. *Inf Dent*. 28 oct 2020;(37):32-5.

17. Politano G, Peumans M. Lésions cervicales non carieuses. *Inf Dent*. 15 mars 2017;2(1):50-7.
18. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res*. 2011;45 Suppl 1:2-12.
19. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 3. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent*. 2008;3(3):236-57.
20. Etienne O. Restaurations tout-céramique sur dents vitales prévenir et traiter les sensibilités postopératoires. Rueil-Malmaison: Editions CDP; 2011.
21. Bedran-Russo A, Leme-Kraus AA, Vidal CMP, Teixeira EC. An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface. *Dent Clin North Am*. 2017;61(4):713-31.
22. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent*. mars 2004;32(3):173-96.
23. Rocha AC, Da Rosa W, Cocco AR, Da Silva AF, Piva E, Lund R-G. Influence of Surface Treatment on Composite Adhesion in Noncarious Cervical Lesions: Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent*. oct 2018;43(5):508-19.
24. Wang J, Song W, Zhu L, Wei X. A comparative study of the microtensile bond strength and microstructural differences between sclerotic and Normal dentine after surface pretreatment. *BMC Oral Health*. 07 2019;19(1):216.
25. Luque-Martinez IV, Muñoz MA, Hass V, Sutil E, Reis A, Loguercio AD. EDTA Conditioning Increases the Long-term Microtensile Bond Strength to Sclerotic Dentin Mediated by Self-etch Adhesives. *J Adhes Dent*. 2018;20(5):397-403.
26. Martini EC, Parreiras SO, Gutierrez MF, Loguercio AD, Reis A. Effect of Different Protocols in Preconditioning With EDTA in Sclerotic Dentin and Enamel Before Universal Adhesives Applied in Self-etch Mode. *Oper Dent*. juin 2017;42(3):284-96.
27. Florescu A, Efrem IC, Haidoiu C, Hertzog R, Bicleșanu FC. Microscopy comparative evaluation of the SE systems adhesion to normal and sclerotic dentin. *Romanian J Morphol Embryol Rev Roum Morphol Embryol*. 2015;56(3):1051-6.
28. Meerbeek BV, Politano G, Peumans M. Les lésions cervicales non carieuses – Partie 3. *Inf Dent*. 15 mars 2018;3(1):68-77.
29. Ritter AV, Heymann HO, Swift EJ, Sturdevant JR, Wilder AD. Clinical evaluation of an all-in-one adhesive in non-carious cervical lesions with different degrees of dentin sclerosis. *Oper Dent*. août 2008;33(4):370-8.
30. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LER. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent*. nov 2006;34(10):775-83.
31. Carrilho E, Cardoso M, Marques Ferreira M, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP Based Dental Adhesives: Adhesive Interface Characterization and Adhesive Stability-A Systematic Review. *Mater Basel Switz*. 7 mars 2019;12(5).

32. Eliguzeloglu E, Omurlu H, Eskitascioglu G, Belli S. Effect of surface treatments and different adhesives on the hybrid layer thickness of non-carious cervical lesions. *Oper Dent.* juin 2008;33(3):338-45.
33. Bajraktarova-Valjakova E, Grozdanov A, Guguvcevski L, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, et al. Acid Etching as Surface Treatment Method for Luting of Glass-Ceramic Restorations, part 1: Acids, Application Protocol and Etching Effectiveness. *Open Access Maced J Med Sci.* 15 mars 2018;6(3):568-73.
34. Frankenberger R, Strobel WO, Baresel J, Trapper T, Krämer N, Petschelt A. Effect of surface treatment on fatigue behaviour between Tetric Ceram inlays and Variolink luting composite. *Clin Oral Investig.* déc 2001;5(4):260-5.
35. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent.* juin 2007;9(3):319-26.
36. Erosive Tooth Wear [Internet]. [cité 5 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.ada.org/en/member-center/oral-health-topics/erosive-tooth-wear>
37. Toledano C. L'usure modérée : approche pragmatique d'un cas clinique. *Inf Dent.* 09 2020;(43):14-24.
38. Attal J-P. « Be Additive » – Rencontre avec Pascal Magne. *Biomatériaux Clin.* 15 2018;3(2):96-9.
39. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2008;3(1):30-44.
40. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 2. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2008;3(2):128-46.
41. Oliveira B, Ulbaldini A, Sato F, Baesso ML, Bento AC, Andrade L, et al. Chemical Interaction Analysis of an Adhesive Containing 10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate (10-MDP) With the Dentin in Noncarious Cervical Lesions. *Oper Dent.* août 2017;42(4):357-66.
42. Luque-Martinez IV, Mena-Serrano A, Muñoz MA, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of bur roughness on bond to sclerotic dentin with self-etch adhesive systems. *Oper Dent.* févr 2013;38(1):39-47.
43. Mena-Serrano AP, Garcia EJ, Perez MM, Martins GC, Grande RHM, Loguercio AD, et al. Effect of the application time of phosphoric acid and self-etch adhesive systems to sclerotic dentin. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* avr 2013;21(2):196-202.
44. Luque-Martinez I, Muñoz MA, Mena-Serrano A, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of EDTA conditioning on cervical restorations bonded with a self-etch adhesive: A randomized double-blind clinical trial. *J Dent.* sept 2015;43(9):1175-83.
45. Lis C, Sixou J-L. Laser Er, Cr : YSGG pour le traitement des caries Er : YAG pour le traitement des caries. *Inf Dent.* 2 juill 2008;(27/28):1506-9.
46. Sun X, Ban J, Sha X, Wang W, Jiao Y, Wang W, et al. Effect of Er,Cr:YSGG Laser at Different Output Powers on the Micromorphology and the Bond Property of Non-Carious Sclerotic Dentin to Resin Composites. *PloS One.* 2015;10(11):e0142311.

47. Ramos TM, Ramos-Oliveira TM, de Freitas PM, Azambuja N, Esteves-Oliveira M, Gutknecht N, et al. Effects of Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser irradiation on the adhesion to eroded dentin. *Lasers Med Sci.* janv 2015;30(1):17-26.
48. Raux F. Faisons le point sur l'adhésion en 2019. *Inf Dent.* 03 2019;(25):24-7.
49. Shibuya K, Ohara N, Ono S, Matsuzaki K, Yoshiyama M. Influence of 10-MDP concentration on the adhesion and physical properties of self-adhesive resin cements. *Restor Dent Endod.* nov 2019;44(4):e45.

Annexe 1 : Fiche clinique.

FICHE CLINIQUE POUR OPTIMISER LE COLLAGE SUR UNE LÉSION SCLEROTIQUE

- 1) Analyse de la lésion** : quantifier la perte de substance, présence d'émail périphérique.
- 2) Choix du matériau de restauration** adapté aux conditions d'usure.
- 3) Isolation de la lésion.**
- 4) Pré-mordançage de l'émail.**
- 5) Pré-traitement de la dentine sclérotique** : désinfection (chlorhexidine, hypochlorite de sodium), fraisage léger de la surface, application de l'EDTA 2min (avant un SAM).
- 6) Choix du système adhésif performant** : M&R 3 ou SAM 2 « doux » (composé de 10-MDP).
- 7) Application du système adhésif en suivant le protocole recommandé par le fabricant**

GENIN Mathilde – LES COLLAGES SUR TISSUS DENTINAIRES ET AMELAIRES USES

Résumé :

L'usure dentaire mécanique et/ou chimique est une pathologie dont l'incidence est grandissante. Une des conséquences de cette pathologie est la formation de tissu sclérotique. Les progrès de l'adhésion permettent de proposer des soins conservateurs pour traiter les cas des plus simples aux plus complexes (usures avancées et globales). L'évolution perpétuelle de la technique de référence « three-step » de Fransceca Vailati nous offre un large panel d'options thérapeutiques à adapter à chaque situation. Le tissu hyperminéralisé interfère avec l'obtention d'une adhésion prévisible et durable en empêchant la diffusion des différents adhésifs. Pour améliorer l'adhésion sur ces tissus pathologiques il faut optimiser toutes les étapes du collage (émail périphérique, choix du système adhésif et du composite de collage, préparation de la prothèse, digue) et différents pré-traitements adaptés sont à l'étude (fraisage léger, désinfection, laser, mordantage accentué, application d'EDTA). Les traitements de l'usure dentaire, particulièrement en présence de tissu sclérotique, ne sont pas aussi bien codifiés que ceux décrits pour d'autres pathologies dentaires. Il faut donc prendre en compte tous les éléments décrits ci-dessus pour envisager un plan de traitement adapté et personnalisé.

<u>Mots clés :</u>	Usure	Hyperminéralisation	10-MDP
	Adhésif	Pré-traitement tissulaire	Sclérose
	Erosion	Collage	

Jury :

Président	Monsieur Professeur Olivier ROBIN
Assesseurs	Madame la Professeure Béatrice THIVICHON-SIMON
	<u>Monsieur le Professeur Maxime DUCRET</u>
	<u>Monsieur le Docteur Benjamin EVIEUX</u>
	Monsieur le Docteur Louis ESPINASSE

Adresse de l'auteur : Mathilde GENIN
41bis chemin des fins Nord,
74 000 ANNECY