



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
جامعة علوم الصحة
Université des Sciences de la Santé
كلية طب الأسنان
Faculté de Médecine Dentaire



Mémoire pour l'obtention du titre de docteur en médecine dentaire

REMONTÉE DE MARGE ET RESTAURATIONS PARTIELLES COLLÉES

Présenté par :

AMRANE Feriel

CHEMANI Imene

GHEDAIFI Khadidja

Encadré par :

Pr AIT MEHDI Mahdia

Dr SEBIA Yassine

Devant le jury composé de :

Pr ZERIATI

Pr LACHGAR

Année universitaire

2024 - 2025

Remerciements

*À notre présidente de jury **Professeur ZERIATI***

Honorable maitresse,

Nous vous remercions chaleureusement pour le privilège que vous nous avez accordé en acceptant la présidence de notre mémoire. Ce fut un grand honneur pour nous.

Veillez recevoir l'expression de notre sincère considération et de notre profond respect.

Remerciements

À Professeur Lachgar

Nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi notre jury de mémoire.

Nous vous remercions pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail. Qu'il soit l'occasion de vous exprimer notre profonde sympathie.

Remerciements

À notre encadrante, Professeur Pr AIT MEHDI Mahdia

*Chef de service de prothèse dentaire au **CHU Mustapha Bacha***

Nous avons été honorées de bénéficier de vos directives. Votre gentillesse, votre dévouement et votre réactivité lors de nos échanges nous ont marqué à tout jamais.

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

Remerciements

Une profonde reconnaissance est adressée au Docteur Sebia pour son encadrement attentif et les conseils précieux apportés tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Par son expertise, sa rigueur scientifique et sa disponibilité constante, il a su guider les différentes étapes de cette recherche avec professionnalisme et bienveillance.

Ses observations pertinentes, ses orientations méthodologiques claires et son exigence académique ont grandement contribué à la qualité de ce travail.

Sa capacité à encourager la réflexion, à transmettre son savoir et à accompagner avec patience témoigne d'un véritable engagement pédagogique.

Qu'il trouve ici l'expression d'une sincère reconnaissance et d'un profond respect pour l'accompagnement offert tout au long de cette démarche académique.

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux,

Louange à Allah qui m'a guidé, éclairé, et facilité l'achèvement de ce travail.

Je Le remercie pour la force, la patience et la persévérance qu'Il m'a accordées tout au long de ce parcours.

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Professeur AIT MEHDI Mahdia**, notre encadrante de mémoire, pour sa précieuse guidance, sa bienveillance et son professionnalisme.*

***Docteur SEBIA Yassine**, notre encadrant, je tiens à vous remercier énormément pour la qualité de votre encadrement, votre disponibilité et votre patience. Ce travail a pu voir le jour grâce à vos orientations éclairées et vos conseils précieux.*

Je remercie également l'ensemble des enseignants et membres du corps pédagogique de la faculté de médecine dentaire d'Alger. Dr AIT IFTENE, Dr HADJ BEKOUCH, Dr BELKALAI, Dr MERAKEB, Dr SAIDI merci d'avoir marqué mon parcours universitaire.

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement à **mes chères parents**, ma mère ma source d'amour et de joie et mon père la lumière qui illumine mon chemin.*

À vous mes parents, mes deux yeux. Vous étiez à mes côtés tout au long de mon cursus et ma vie. Merci pour votre soutien, votre encouragement, votre patience et vos prières.

Merci d'avoir toujours cru en moi, même lorsque moi-même je doutais. Vous étiez et vous êtes toujours ma source de motivation.

Merci d'avoir fait de moi celle que je suis aujourd'hui, j'espère vous rendre toujours fière de moi. Qu'Allah vous accorde Sa protection, Ses bénédictions, et vous maintienne en bonne santé.

*Je remercie mes sœurs **Amira et Ikram** pour leur soutien constant, leur encouragement et leurs conseils inestimables et mes frères **Amine, Anes et Mohamed** pour leur présence et leur bienveillance.*

Vous êtes les complices de mes souvenirs les plus précieux. Chaque rire partagé, chaque épreuve surmontée ensemble, a renforcé notre relation, qu'Allah vous protège.

***Dr Hazem, Dr Haminoumna et Dr Atout**, merci de m'avoir accueillie dans vos cabinets et de m'avoir transmis votre précieuse expérience, merci pour votre générosité et votre gentillesse.*

*À mes binômes **Khadidja et Imene**, je ne regretterai jamais d'avoir réalisé ce travail avec vous. On a formé une très bonne équipe. Je vous remercie chaleureusement pour votre engagement, votre collaboration efficace et la bonne entente tout au long de ce travail.*

Et à toutes les personnes chères à mon cœur qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments de difficulté et de faiblesse tout au long de mon parcours universitaire.

AMRANE Ferial

Il y a des présences qui ne font pas de bruit, mais qui changent une vie.

*Quand tout vacillait autour de moi, Toi, **ALLAH**, Tu étais là*

Constant, Présent, Miséricordieux.

*Je Te rends grâce, non seulement pour ce que Tu m'as donné mais pour m'avoir appris que
Ton amour est suffisant, et que rien n'est plus digne d'attachement que Toi.*

*À mes encadrants, **Professeur AIT MEHDI et Docteur SEBIA***

*Je vous adresse mes plus sincères remerciements pour votre accompagnement tout au long de
ce mémoire. Votre disponibilité, vos conseils éclairés, et votre rigueur ont été essentiels à la
réalisation de ce travail.*

Merci de m'avoir guidé avec bienveillance.

*Aux enseignants qui ont marqué mon parcours : **Dr merakeb Dr ammari Pr lachgar Dr mecid
et Pr ait mouffok***

*Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour tout ce que vous m'avez transmis durant
ces années. Vous avez semé, jour après jour, les graines de notre avenir professionnel.*

*À mes parents, mes premiers repères dans ce monde, je rends un hommage plein d'émotion.
Vous avez été la terre ferme quand mes pas étaient incertains. Votre amour n'a jamais
demandé de preuves. Votre soutien constant, a été ma boussole.*

Ce que je deviens aujourd'hui, c'est un peu vous aussi, à travers moi.

*À mes sœurs, sara hind et weeded ; Vous avez été une source constante de douceur dans ma
vie. Merci d'avoir été là, avec tout ce que vous vous êtes : des sœurs, oui... mais surtout des
cœurs immenses.*

*À mes collègues de mémoire, **FERIEL ET IMENE***

*Merci pour votre collaboration tout au long de ce travail Votre sérieux, votre entraide et votre
bonne humeur ont rendu cette expérience plus légère et plus agréable. Travailler avec vous a
été un vrai plaisir.*

*A toutes les personnes qui me sont chères : mes oncles ; mes tantes ; mes cousins mes amis
et mes camarades d'université*

*Votre soutien constant et vos encouragements ont été sans doute une vraie source de force
tout au long de ce parcours.*

*À tous les médecins-dentistes qui m'ont ouvert leurs portes, partagé leur savoir avec
générosité et permis d'apprendre à leurs côtés : vos conseils et vos instructions ont
grandement enrichi ma formation. Je vous remercie du fond du cœur.*

GHEDHAIFI Khadidja

Avant tout propos, je remercie Allah, le tout puissant, de m'avoir donné la volenté et la patience d'achever notre étude et mener à terme ce travail

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement :

*À mon père, **Abdelmalek**, mon héros, mon ami, ma certitude, la lumière qui éclaire mon chemin.*

*À ma chère maman, **Salima**, ma raison de vivre, symbole d'amour infini de douceur et de protection, la femme qui a souffert sans me laisser souffrir*

À vous, papa et maman, ma précieuse offre de dieu et à qui je dois ma vie et ma réussite et à qui j'exprime tout mon respect. Vous étiez toujours les premiers à m'encourager, à me soutenir. Vos conseils, vos sacrifices et votre amour m'ont fait ce que je suis aujourd'hui. Que ces mots portent l'écho de ma gratitude et que Allah vous garde en bonne santé pour nous.

*À mes deux petits frère **Ramy et Ahmed**, mes deux bras droits, et à mon adorable sœur, **Djihan**, mon âme jumelle. Vous avez toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, Vous êtes les fils et la fille de l'amour partagé, et les complices de mes plus beaux souvenirs. Qu'Allah vous protège et vous comble de Ses bienfaits.*

*À ma nièce, **Ania**, petit rayon de soleil, dont la joie et la spontanéité ont su égayer mes journées et alléger mes moments de fatigue.*

*Je tiens à adresser des remerciements tout particuliers à mes binômes, **Feriel et khadidja**, pour leur collaboration, leur implication et les bons moments partagés tout au long de ce travail. Ce fut un réel plaisir de travailler à vos côtés.*

*Je tiens également à exprimer ma sincère reconnaissance à **Professeur AIT MEHDI** et **Docteur SEBIA** pour son encadrement attentif, ses conseils éclairés, et sa disponibilité tout au long de ce travail. Son accompagnement a été d'une grande valeur, tant sur le plan scientifique qu'humain.*

CHEMANI Imene

Table des matières

Introduction	XVIII
I. Rappels anatomiques.....	1
1. Parodonte superficiel	2
1.1. La gencive	2
1.1.1. Définition.....	2
1.1.2. Types de gencive.....	3
1.1.3. Hauteur moyenne de la gencive.....	3
1.2. Le sulcus	4
1.3. L'attache épithéliale.....	5
2. Parodonte profond	5
2.1. Structures de fixation au tissu conjonctif.....	5
2.1.1. Les faisceaux des fibres gingivales.....	5
2.1.2. Les faisceaux des fibres parodontales (ligament parodontal).....	6
2.2. Le cément	6
2.2.1. Définition.....	6
2.2.2. Types du cément	6
2.3. L'os alvéolaire.....	7
2.3.1. Définition.....	7
2.3.2. Structure histologique	7
3. Odonte	9
3.1. L'émail.....	9
3.1.1. Structure histologique de l'émail.....	9
3.2. Jonction amélo-dentinaire	10
3.3. Jonction amélo-cémentaire.....	10
3.4. Le complexe pulpo-dentinaire.....	10
3.4.1. La dentine	10
3.4.2. La pulpe.....	13
II. Restaurations Partielles collées	14
1. Restaurations partielles collées antérieures : Facettes dentaires (Veneers)	15
1.1. Définition	15
1.2. Indications	15
1.3. Contre-indications	16

2.	Les restaurations partielles collées postérieures	16
2.1.	Définitions.....	17
2.1.1.	Les inlays.....	17
2.1.2.	Les onlays.....	18
2.1.3.	Les overlays.....	18
2.1.4.	Le veneerlay	19
2.1.5.	Endocouronne.....	19
2.2.	Indications et contre-indications générales	20
2.3.	Indications et contre-indications spécifiques à l'endo couronne.....	20
3.	Les matériaux de fabrication des RPC	21
3.1.	Les céramiques	21
3.1.1.	Composition.....	21
3.1.2.	Classification	22
3.2.	Les composites	28
3.2.1.	Composition.....	28
3.2.2.	Procédé de fabrication et propriétés.....	28
III.	Collage.....	30
1.	Définitions.....	31
1.1.	Collage	31
1.2.	Adhésion	31
1.3.	Adhérence.....	31
2.	Principe du collage	31
3.	Adhésion aux tissus dentaires	32
3.1.	Adhésion à l'émail.....	32
3.2.	Adhésion à la dentine.....	32
4.	Adhésion à la pièce prothétique	33
4.1.	Adhésion aux céramiques	33
4.2.	Adhésion aux composites indirects	33
5.	Les systèmes adhésifs	34
5.1.	Définition	34
5.2.	Classification	34
	-Application du primer et de l'adhésif contenus dans le même flacon, en une étape.....	36
6.	Les polymères de collage	37
6.1.	Classification selon le mode de polymérisation	37
6.2.	Classification selon le potentiel adhésif.....	38
7.	Protocole du collage	40

7.1.	L'isolation du milieu opératoire	40
7.2.	Préparation de la dent et de la pièce prothétique	40
7.3.	Le collage proprement dit	43
8.	Le scellement dentinaire immédiat	46
IV.	Remontée de marge	48
1.	Définition	49
2.	Indication et contre-indication	50
2.1.	Indication	50
2.2.	Contre-indication.....	50
3.	Matériels et matériaux nécessaires.....	50
3.1.	Matériel nécessaire à l'isolation	50
3.2.	Matériaux	53
3.2.1.	Cahier de charge d'un matériau de remontée de marge.....	53
3.2.2.	Matériaux disponibles	53
3.2.3.	Le choix du système adhésif.....	57
4.	Protocole opératoire	58
4.1.	La mise en place du champ opératoire	58
4.2.	Matriçage	60
4.3	Mise en place du matériau	62
4.4	Finition	62
4.5	Maintenance	63
5.	Alternative chirurgicale à la remontée de marge : L'élongation coronaire	63
5.1.	Définition	63
5.2.	Contre-indications et limites	63
5.3.	Choix de l'approche thérapeutique.....	63
6.	Autres alternatives à la remontée de marge	65
6.1.	La traction orthodontique.....	65
6.2.	Transplantation intra-alvéolaire.....	65
	Cas pédagogique	66
	Conclusion	79

Liste des figures

<i>Figure 1: La gencive</i>	2
<i>Figure 2: Hauteur moyenne de la gencive</i>	4
<i>Figure 3: Variabilité de la hauteur de la gencive</i>	4
<i>Figure 4: Faisceaux des fibres gingivales et parodontales</i>	5
<i>Figure 5: Orientation des faisceaux des fibres desmodontales</i>	6
<i>Figure 6: Les différents types du ciment</i>	7
<i>Figure 7: Anatomie de l'os alvéolaire : Coupe sagittale d'une prémolaire inférieure</i>	8
<i>Figure 8: Les prismes d'émail en microscope électronique</i>	10
<i>Figure 9: Dentine en microscope électronique</i>	12
<i>Figure 10: Les étapes du collage de deux facettes dentaires</i>	16
<i>Figure 11: Les différents types des restaurations partielles postérieures</i>	17
<i>Figure 12: Inlay</i>	17
<i>Figure 13: Onlay</i>	18
<i>Figure 14: Overlay</i>	18
<i>Figure 15: Veneerlay</i>	19
<i>Figure 16: Endocouronne</i>	19
<i>Figure 17: Frittage des particules de céramique</i>	21
<i>Figure 18: Micrographie en microscope électronique à balayage (MEB) d'une céramique [19]</i>	22
<i>Figure 19: Classification schématique des céramiques selon la microstructure</i>	22
<i>Figure 20: Aptitude au collage et résistance à la flexion (LASSERRE ; 2005)</i>	23
<i>Figure 21: Photomicrographie au MEB des Vitablocs Mark II</i>	24
<i>Figure 22: Bloc de céramique feldspathique de la marque CEREC de Sirona</i>	24
<i>Figure 23: Stratification de la céramique</i>	25
<i>Figure 24: Blocs Empress CAD de différentes translucidités</i>	26
<i>Figure 25: Blocs de Celtra Duo de céramique à base de silicate de lithium renforcé à la zirconie</i>	26
<i>Figure 26: Image en MEB de la microstructure d'une vitrocéramique de type disilicate de lithium (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent AG), gravée avec de la vapeur de HF à 40% pendant 30 secondes.</i>	27
<i>Figure 27: Blocs IPS e.max Press</i>	27
<i>Figure 28: Récapitulatif des blocs composites disponibles sur le marché.</i>	29
<i>Figure 29: Représentation schématique du mécanisme d'interaction entre le 10-MDP et l'hydroxyapatite.</i>	35
<i>Figure 30: Classification des systèmes adhésifs</i>	36
<i>Figure 31 : les colles sans propriété adhésive</i>	38
<i>Figure 32 : les colles avec propriété adhésive</i>	39
<i>Figure 33 : les colles auto-adhésives</i>	39
<i>Figure 34 : Préparation de la surface dentaire</i>	41
<i>Figure 35: Étapes du conditionnement de la pièce prothétique lors du collage de la vitrocéramique</i>	43
<i>Figure 36: Étapes du conditionnement de la pièce prothétique lors du collage d'une restauration composite</i>	43
<i>Figure 37: Étapes du collage avec un composite réchauffé et une résine duale</i>	44

<i>Figure 38: Réglage occlusaux et polissage des zones retouchées</i>	46
<i>Figure 39: Protocole de scellement dentinaire immédiat</i>	47
<i>Figure 40: Le concept d'élévation de marge</i>	49
<i>Figure 41: Visualisation radiographique d'une relocalisation de marge distale d'une première molaire mandibulaire droite</i>	49
<i>Figure 42: Matériel nécessaire à l'isolation dentaire (photographie personnelle</i>	50
<i>Figure 43: Arbre décisionnel thérapeutique et choix du matériau de remontée de marge</i>	57
<i>Figure 44: Arbre décisionnel thérapeutique et choix du matériau de remontée de marge</i>	57
<i>Figure 45 : Choix de la feuille de digue et des crampons</i>	58
<i>Figure 46 : Mise en place de la feuille de digue et de deux crampons principaux sur les prémolaires</i>	58
<i>Figure 47 : Inversion de la feuille de digue dans le sulcus des dents isolées</i>	59
<i>Figure 48 : mise en place de deux crampons accessoires sur les deux incisives préparées</i>	59
<i>Figure 49: Digue en place sur le secteur postérieur</i>	59
<i>Figure 50: bande matrice tofflemire modifiée</i>	60
<i>Figure 51: Porte matrice tofflemire</i>	60
<i>Figure 52: Matrix in a matrix</i>	61
<i>Figure 53: Une remontée de marge en utilisant l'auto-matrice</i>	61
<i>Figure 54: Présentation de la technique "chasse-neige" pour la mise en place du matériau de restauration lors d'une procédure de relocalisation de marge (Source : Frese et al., 2014)</i>	62
<i>Figure 55 : première molaire supérieure atteinte d'une carie profonde</i>	67
<i>Figure 56: la dent préparée présente une limite intra-sulculaire en mésial après curetage complet</i>	67
<i>Figure 57 : mise en place du champ opératoire et du système de matriçage (matrice tofflemire + une matrice sectorielle adaptée + un morceau de téflon interposé entre les deux matrices + un coin inter dentaire)</i>	68
<i>Figure 58 : vue occlusale de la dent près isolation et matriçage</i>	68
<i>Figure 59 : mordançage avec un acide orthophosphorique</i>	69
<i>Figure 60 : application de l'adhésif avec un micro applicateur adapté</i>	69
<i>Figure 61 : photopolymérisation de l'adhésif</i>	70
<i>Figure 62 : mise en place du matériau de la remontée de marge (dans ce cas : la résine composite)</i>	70
<i>Figure 63 : élimination d'éventuelles bulles d'air avec une sonde et adaptation du matériau</i> .	71
<i>Figure 64 : photopolymérisation</i>	71
<i>Figure 65 : vue occlusale et proximale de la dent après la remontée de marge et la préparation</i>	71
<i>Figure 66 : préparation du matériel nécessaire pour la prise d'empreinte</i>	72
<i>Figure 67 : garnissage de la dent préparée avec du silicone de basse viscosité</i>	72
<i>Figure 68 : garnissage du porte empreinte de série avec un silicone de haute viscosité et de basse viscosité (technique de double mélange)</i>	73
<i>Figure 69 : retrait du porte empreinte après prise complète du matériau</i>	73
<i>Figure 70 : traitement de l'empreinte et vérification de la bonne reproduction des limites de la dent préparée</i>	74
<i>Figure 71 : mordançage de la dent a l'acide orthophosphorique</i>	74
<i>Figure 72 : rincage abondant puis séchage avec un jet d'air</i>	75
<i>Figure 73 : application de l'adhésif au niveau de la dent</i>	75
<i>Figure 74 : photopolymérisation</i>	76

<i>Figure 75 : application du silane sur le dos de la pièce prothétique, le mordançage à l'acide fluorhydrique a été réalisé au laboratoire</i>	<i>76</i>
<i>Figure 76 : garnissage de la pièce prothétique avec de la colle</i>	<i>77</i>
<i>Figure 77 : ajustage de la pièce prothétique sous pression et élimination des excès.....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 78 : vue occlusale de la restauration après polymérisation.....</i>	<i>78</i>
<i>Figure 79 : vue latérale(vestibulaire) de la dent</i>	<i>78</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Classification des adhésifs selon le mode d'utilisation</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 2 : Évaluation comparative des différents matériaux de remonté de marge</i>	<i>56</i>
<i>Tableau 3 : Classification de Veneziani, 2010</i>	<i>64</i>

Liste des abréviations

3-MPS : 3-MéthacryloxyPropyl-triméthoxySilan

Bis-GMA: bisphenol A glycidil methacrylate

CAA : ciment acellulaire afibrillaire

CAE : ciment acellulaire à fibres extrinsèques

CCI : ciment cellulaire à fibres intrinsèques

CCM : ciment cellulaire à fibres mixtes

CFAO : conception et fabrication assistées par ordinateur

CVI : ciments verre-ionomères

CVI-MAR : ciments verre-ionomères modifiés par adjonction de résine

DME: Deep Margin Elevation

HEMA: hydroxyethyl méthacrylate

IDS: immediate dentin sealing

JAD: jonction amélo-dentinaire

JEC: jonction émail-cément

LAD: ligament alvéolo-dentaire

LMG: ligne muco-gingivale

M&R: mordantage rinçage

MEB : microscope électronique à balayage

RPC : restaurations partielles collées

SAM : système auto-mordançant

TEGDMA : triéthylène glycol diméthacrylate

UDMA: Uréthane diméthacrylate

Introduction

« Preservation of natural teeth for each patient should be the objective of every dentist...Loss of even a part of a human tooth should be regarded as a serious injury »

Miles MARKLEY, 1951.

Il est impératif de conserver l'organe dentaire au sein de la cavité buccale afin de garantir une bonne qualité de vie et une intégration sociale optimale pour le patient. C'est dans ce cadre que le praticien joue un rôle clé ; intervenant au quotidien pour restaurer les dents ayant subi des pertes de substances dentaires d'origine carieuse, chimique, traumatique ou autre. L'intervention de ce dernier suit un gradient thérapeutique pour assurer un maximum d'économie tissulaire, prolonger la durée de vie de ses traitements et éviter les cycles de retraitement futurs. Actuellement de nouveaux concepts de dentisterie moderne adhésive ont été introduits remplaçant ainsi l'approche conventionnelle qui est basée essentiellement sur la notion de la macro rétention (rétention mécanique) et qui rend la structure dentaire fragilisée et le traitement plus mutilant.

Les scientifiques ont pu révolutionner l'approche thérapeutique, ils ont développé des matériaux qui sont capables d'imiter la biomécanique, la fonction et l'esthétique de la dent naturelle comme : les résines composites, les ciments verre-ionomères (CVI) et les céramiques dentaires ; la dent est ainsi restaurée en technique indirecte par des restaurations partielles collées (RPC) dont leur préparation conserve au maximum les structures dentaires résiduelles. L'assemblée entre le substrat dentaire et ces matériaux se fait grâce aux protocoles de collage (micro rétention).

Bien que les restaurations répondent aux exigences des concepts conservateurs, l'efficacité et la longévité de ces traitements reste un sujet de débat en raison de la dégradation de l'interface adhésif au fil du temps aboutissant au décollement des restaurations.

En effet parmi les principales causes d'échec ; on note les infiltrations marginales empêchant ainsi l'étanchéité qui représente une exigence et un critère important dans la réussite du traitement, les dents avec des limites cervicales infra gingivales posent un défi pour le praticien à cause de la difficulté de l'isolation et donc le refoulement de la salive et du fluide gingivale ce qui compromet la qualité du collage.

Ce mémoire de fin d'étude porte sur ce sujet, afin de résoudre ce problème la technique de la remontée de marge (DME : Deep Margin Elevation) est mise en œuvre, elle permet de repositionner les limites cervicales infra gingivales coronairement. Ce concept peut également être désigné sous le nom de « Proximal Box Elevation ».

I. Rappels anatomiques

Le parodonte (du grec para, « à côté de » et odous, odontos, « dent ») est l'ensemble des tissus qui entourent et soutiennent la dent. Le parodonte superficiel comprend la gencive, l'attache épithéliale et le sulcus. Le parodonte profond comprend les structures de fixation au tissu conjonctif, le cément et l'os alvéolaire.

1. Parodonte superficiel [1], [2], [3]

1.1. La gencive

1.1.1. Définition

La gencive fait partie de la muqueuse buccale et représente la zone la plus externe du parodonte. Elle commence au niveau de la ligne muco-gingivale (LMG) et recouvre les parties coronaires du processus alvéolaire. La LMG est absente au niveau du palais, où la gencive s'intègre à la muqueuse palatine kératinisée et non mobile. La gencive se termine au collet de la dent, entourant les dents et formant avec elles un anneau épithélial, appelé épithélium jonctionnel. De cette manière, elle maintient la continuité du revêtement épithélial de la cavité buccale.

On peut distinguer la gencive libre marginale, la gencive attachée, ainsi que de la gencive interdentaire.

La gencive peut être épaisse et fortement granitée (phénotype épais) ou souple, fine et faiblement granitée (phénotype fin) ; Müller et Eger 1996 ; Müller et al. 2000.

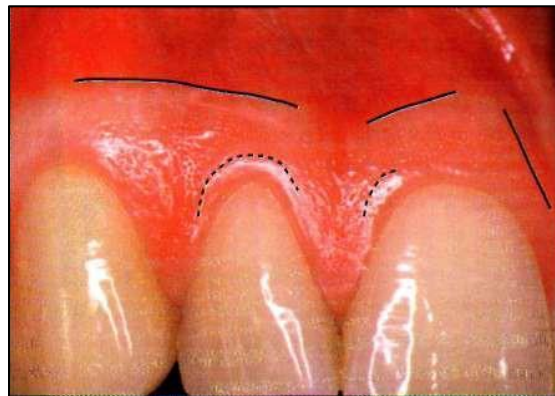


Figure 1: La gencive

Trait pointillé : limite gencive libre-gencive attachée

Trait continu : limite muco-gingivale

1.1.2. Types de gencive

Chez un adulte, les gencives normales recouvrent l'os alvéolaire et la racine dentaire, s'étendant jusqu'à un niveau juste au-dessus de la jonction cément-émail. On peut anatomiquement diviser les gencives en trois zones : marginale, attachée et interdentaire. Bien que chaque type de gencive présente d'importantes variations en termes de différenciation, d'histologie et d'épaisseur, cela est lié à leurs fonctions respectives. En d'autres termes, la structure spécifique des gencives s'adapte pour assurer une barrière efficace contre l'infiltration des microbes et d'agents nuisibles dans les tissus les plus profonds.

a. La gencive marginale :

La gencive marginale ou non attachée est semblable à un collier, elle entoure la dent dans sa partie terminale. Dans environ 50 % des cas, elle est délimitée de la gencive attachée adjacente par une dépression linéaire peu profonde.

b. La gencive attachée :

La gencive attachée est en continuité avec la gencive marginale. Elle est ferme, résistante et étroitement fixée au périoste sous-jacent de l'os alvéolaire. La gencive attachée s'étend jusqu'à la muqueuse alvéolaire relativement lâche et mobile, et est délimitée de cette dernière par la jonction muco-gingivale (LMG).

c. La gencive interdentaire :

La gencive interdentaire occupe l'embrasure gingivale, qui est l'espace interproximal situé sous la zone de contact des dents. La gencive interdentaire peut avoir une forme pyramidale ou une forme de « col ».

1.1.3. Hauteur moyenne de la gencive

Au niveau du maxillaire :

La hauteur de gencive vestibulaire est importante dans la zone des incisives, moindre sur les canines et les premières prémolaires. Au niveau du palais, il y'a l'absence de la ligne muco-gingivale donc on ne parle pas de délimitation.

Au niveau de la mandibule :

Du côté lingual la hauteur de la gencive est peu importante dans la région incisive et augmente progressivement en allant postérieurement, elle est maximale dans la région molaire.

Du côté vestibulaire, la hauteur de la gencive est moindre dans la région des canines et des premières prémolaires, plus importante au niveau des incisives et des molaires.

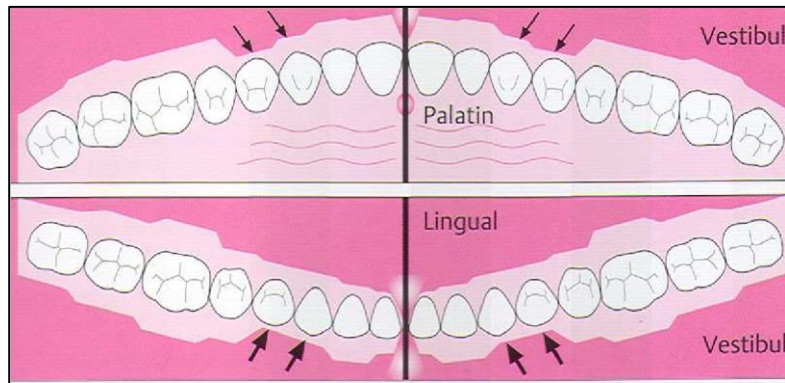


Figure 2: Hauteur moyenne de la gencive



Figure 3: Variabilité de la hauteur de la gencive

1.2. Le sulcus

Le sulcus gingival est l'espace peu profond autour de la dent, délimité d'un côté par la paroi dure représenté par la surface de la dent et d'autre part par l'épithélium qui tapisse la marge libre de la gencive (épithélium oral sulculaire non kératinisé). La détermination clinique de la profondeur du sillon gingival est un paramètre diagnostique important. Dans la gencive humaine cliniquement saine, on peut observer un sulcus d'une certaine profondeur qui a été rapportée de 1,8 mm avec des variations allant de 0 à 6 mm.

1.3. L'attache épithéliale

La gencive marginale adhère à la surface des dents par son épithélium jonctionnel produit et renouvelé constamment par l'attache épithéliale (Schroeder 1992).

L'épithélium jonctionnel peut atteindre 2 mm de hauteur et est semblable à une bande annulaire qui sert à unir la dent au tissu conjonctif. Il a comme rôle principal la conservation d'un parodonte sain, il constitue une barrière protectrice du parodonte profond contre les agressions.

2. Parodonte profond [1], [2], [4], [5], [6]

2.1. Structures de fixation au tissu conjonctif

Les fibres gingivales et desmodontales permettent de fixer la dent à la gencive et à son alvéole et même entre les dents :

2.1.1. Les faisceaux des fibres gingivales

Ce sont des faisceaux en fibres de collagène orientées de manière variée au-dessus de l'alvéole s'étendant du ciment à la gencive. Elles assurent la stabilité de la gencive et protègent contre les forces de cisaillement. Les faisceaux périosto-gingivaux, faisant partie des fibres gingivales, fixent la gencive au processus alvéolaire.

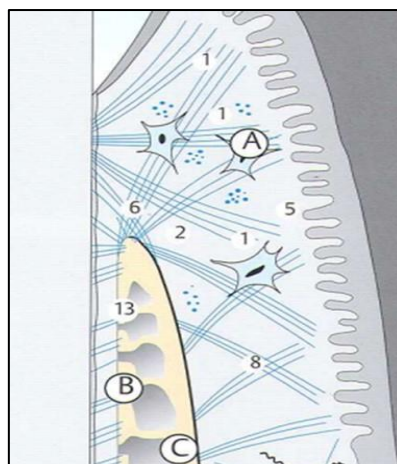


Figure 4: Faisceaux des fibres gingivales et parodontales

A : faisceaux de fibres gingivales B : l'espace desmodontal C : l'os alvéolaire.

1 : les fibres périosto-gingivales

2.1.2. Les faisceaux des fibres parodontales (ligament parodontal)

Le ligament parodontal (desmodonte) est situé entre la surface des racines et l'os alvéolaire. D'après Glickman le desmodonte est le tissu conjonctif fibreux richement vascularisé et innervé qui occupe l'espace entre la racine et la paroi alvéolaire.

Les faisceaux des fibres parodontales s'insèrent à la fois dans l'os alvéolaire et le ciment, formant les fibres de Sharpey.

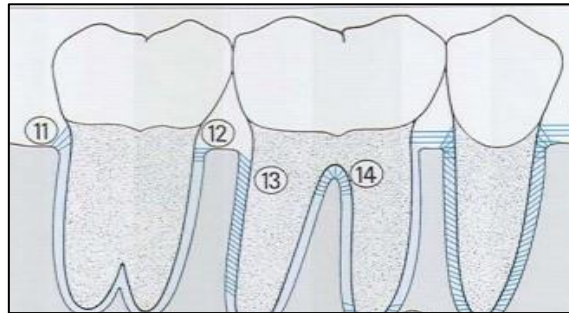


Figure 5: Orientation des faisceaux des fibres desmodontales

11 : cristales 12 : horizontales 13 : obliques 14 : apicales

2.2. Le ciment

2.2.1. Définition

Le ciment radiculaire fait partie d'une part de la dent et d'autre part du parodonte. On distingue le ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAE) et le ciment cellulaire à fibres intrinsèques (CCM) constituant les principaux types du ciment.

2.2.2. Types du ciment

- Ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAE)

Il joue un rôle crucial dans l'ancrage de la dent à l'alvéole. Il se situe dans le tiers cervical des dents déciduales et permanentes, il s'insère de l'extérieur via les fibres de Sharpey et se fixe dans des zones calcifiées du ciment.

- Ciment cellulaire à fibres intrinsèques (CCI)

Se forme avant et après l'éruption des dents, il se trouve dans la zone centrale de la furcation et apicale de la racine, ce type de ciment joue un rôle important dans la réparation, il sert à remplir les lacunes des résorptions et des traits de fractures.

- Ciment cellulaire à fibres mixtes (CCM)

Il représente un mélange du ciment cellulaire à fibres intrinsèques et du ciment acellulaire à fibres extrinsèques, il contribue également à l'ancrage de la dent dans l'alvéole.

Les fibres de Sharpey, produites par les fibroblastes, s'intègrent uniquement dans les zones de cément acellulaire à fibres extrinsèques (CAE) pour assurer la fixation.

- Cément acellulaire afibrillaire (CAA) :

Le CAA (cément acellulaire afibrillaire) est localisé uniquement au niveau du collet de la dent, à la jonction émail-cément. Il se présente sous forme d'îlots.

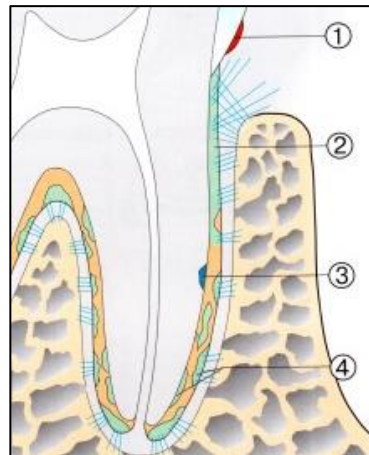


Figure 6: Les différents types du cément

1 : CAA 2 : CAE 3 : CCI 4 : CCM

2.3. L'os alvéolaire

2.3.1. Définition

L'os alvéolaire ou processus alvéolaire est la partie du maxillaire et de la mandibule qui supporte et protège les dents, absorbe et répartit les forces occlusales. C'est un tissu dur minéralisé composé, en poids, de 60% de matière inorganique, 25% de matière organique, et 15% d'eau. Le calcium est le minéral le plus répandu, sous forme d'hydroxyapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

2.3.2. Structure histologique

Il est constitué de deux types d'os : un os compact dense à la périphérie et d'un os spongieux au centre.

L'os compact dense : est un os plat, fin au niveau des crêtes et large au niveau basal, représenté par les corticales interne et externe. La corticale externe peut être vestibulaire, palatine ou linguale. La corticale interne ou « lamina dura » ou « paroi alvéolaire » est perforée par des chenaux traversés par les vaisseaux sanguins et les fibres nerveuses connectant le ligament alvéolo-dentaire (LAD) et les espaces médullaires de l'os spongieux. Elle émerge et se réunit avec les corticales pour former la crête alvéolaire, dont la distance par rapport à la jonction émail-cément (JEC) dans un parodonte sain est de 3mm.

L'os spongieux ou trabéculaire : il est circonscrit par les corticales interne et externe. C'est un os très poreux comportant de larges espaces médullaires qui contiennent la moelle osseuse responsable de l'ostéogénèse.

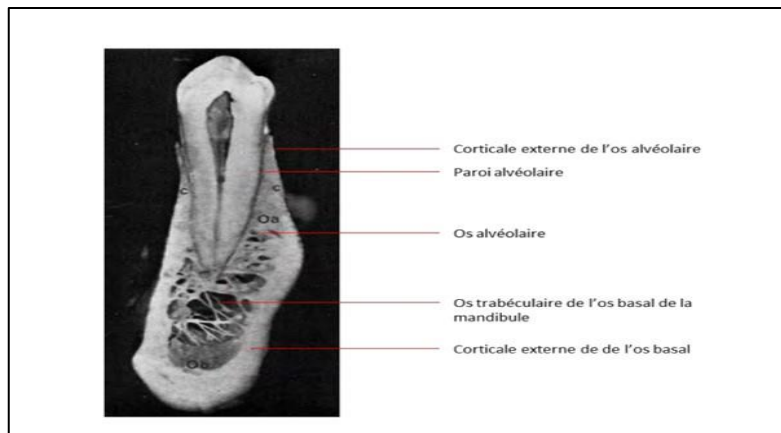


Figure 7: Anatomie de l'os alvéolaire : Coupe sagittale d'une prémolaire inférieure [7]

Au microscope optique on aperçoit 2 types d'os mature : l'os lamellaire contenant des ostéons et l'os fasciculé où les fibres du LAD s'ancrent. On observe aussi que la paroi mésiale de l'alvéole orientée dans le sens de la migration de la dent est irrégulière et parsemée de lacunes de résorption assurée par les ostéoclastes, tandis que la paroi distale opposée est en apposition continue grâce aux ostéoblastes. Ce qui témoigne le remaniement permanent de l'os alvéolaire permettant de répondre aux sollicitations mécaniques.

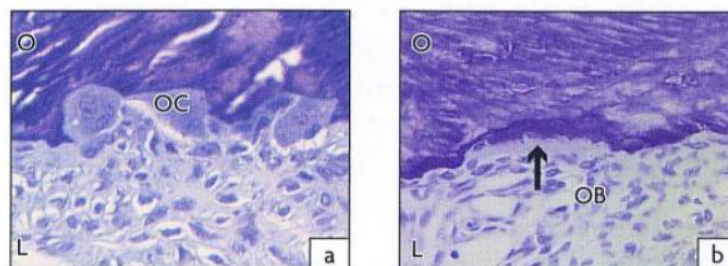


Figure 2 : Remodelage osseux au niveau de l'os alvéolaire. [8]

- a. Lacune de résorption avec ostéoclastes en activité.
- b. Lacune de formation avec tissu ostéoïde et ostéoblastes en activité.
- O : os alvéolaire ; L : ligament parodontal ; OC : ostéoclastes ; OB : ostéoblastes ; flèche : tissu ostéoïde

3. Odonte [9], [10]

3.1. L'émail

L'émail est une structure minéralisée d'origine épithéliale. Il constitue le recouvrement protecteur de la couronne dentaire. C'est un tissu acellulaire qui se démarque par sa dureté. Il coiffe et protège le complexe pulpo-dentinaire sous-jacent avec une épaisseur de 2,5 mm au niveau des cuspidés des dents permanentes. Il s'affine au niveau de la jonction amélo-dentinaire (JAD), au fond des sillons occlusaux et au collet où il se termine sous forme de lame. Bien qu'acellulaire, il évolue dans le temps et subit un vieillissement de ses structures.

L'émail est composé de trois phases : la phase minérale à (96%) ; qui est constituée d'hydroxyapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, la phase organique à (0.4%) ; qui est composée de phospholipides de glycoprotéines dont la principale est l'amélogénine, et la phase aqueuse à (3.6%).

3.1.1. Structure histologique de l'émail

3.1.1.1 Email prismatique

Au sein de la phase minérale, les monocristaux d'hydroxyapatite s'assemblent pour former des cristallites. Ces cristallites s'organisent pour former deux structures : l'émail prismatique, ou prisme, qui constitue l'unité morphologique de l'émail, et l'émail interprismatique ; de composition minérale identique. Ces deux structures ne diffèrent que par l'orientation de leurs cristallites ; le contenu organique est plus important entre les prismes.

Les prismes d'émail ont un trajet sinueux dans les 2/3 internes de l'émail.

Dans la portion centrale, on note une alternance de prismes en section transversale et d'autres en section longitudinale réalisant l'alternance d'images claires et sombres, ce sont les bandes de Hunter Schreger.

Dans le 1/3 externe de l'émail, le trajet des prismes devient progressivement rectiligne, ils sont alors parallèles entre eux et perpendiculaires à la surface dentaire.

3.1.1.2 Email aprismatique

L'émail aprismatique se trouve dans deux zones distinctes l'une interne et l'autre externe. L'émail aprismatique interne est la première couche d'émail formée au contact de la dentine. Il participe à la formation de la jonction amélo-dentinaire. L'émail aprismatique externe forme la dernière couche, d'une épaisseur d'environ 30 μm .

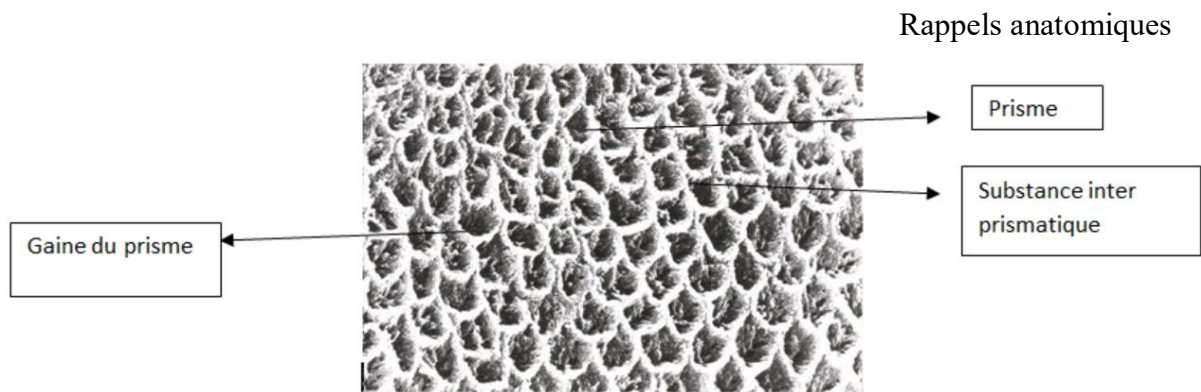


Figure 8: Les prismes d'émail en microscope électronique

3.2. Jonction amélo-dentinaire

La première couche de l'émail se forme directement sur la dentine peu après le début de sa minéralisation, son trajet est festonné ce qui renforce la cohésion émail dentine. La substance organique est plus abondante. L'émail de cette région est aprismatique et hypominéralisé grâce aux échanges ionique avec un environnement oral favorable.

3.3. Jonction amélo-cémentaire

Plus complexe. Dans l'ensemble, le ciment recouvre l'émail mais il existe par endroit des disjonctions entre les deux tissus avec mise à nu de la dentine. Ainsi, on peut avoir trois situations possibles variées selon les individus, réalisant trois types différents :

- Cément recouvre l'émail (65%)
- Émail et ciment se rejoignent bout à bout (30%)
- Émail et ciment restent séparés par une zone dentinaire (5%).

3.4. Le complexe pulpo-dentinaire

3.4.1. La dentine

La dentine est le tissu dur qui forme le cœur de la dent, de teinte blanche jaunâtre, moins dur que l'émail, mais cependant plus élastique. C'est un tissu avasculaire qui possède une connexion permanente avec la pulpe par l'intermédiaire des prolongements cytoplasmiques des odontoblastes. Contrairement à l'émail il est innervé ; sensible aux agents extérieurs (principalement aux variations thermiques, à la pression, et aux acides). De plus, il possède une capacité de régénération en raison des cellules qui s'y trouvent appelées odontoblastes.

Sa composition est plus hétérogène que celle de l'émail : minéralisée à 70% seulement, elle contient bien d'avantage d'eau (10%) et de matières organiques (20%).

3.4.1.1 Structure histologique

Les canalicules ou tubules dentinaires sont des cavités cylindriques creusées dans l'épaisseur de la dentine minéralisée et la parcourent depuis la JAD à la pulpe. Elles sont bien nombreuses dans la couronne que dans la racine, et ont des variations anatomiques selon la localisation, telles que verticales au niveau de la couronne, transversales dans la racine ou en S dans le collet.

On distingue ; Les canalicules principaux, Les canalicules secondaires et les rameaux communicants : Les canalicules principaux prennent origine au niveau de la surface pulpaire, traversent le tissu dentinaire et se terminent au voisinage de la limite émail-dentine. Leur nombre varie entre 20000 et 65000/mm², leur section transversale est arrondie, leur diamètre diminue progressivement de la pulpe à la Jonction émail-dentine et se terminent par des bi ou des trifurcations donnant les canalicules secondaires qui se terminent près de la JED.

Les rameaux communicants mettent en communication les canalicules principaux voisins, ils comportent des prolongements odontoblastiques (fibres de Tome) issus du corps cellulaire des odontoblastes, ils occupent la totalité de l'espace canaliculaire et subissent aussi des bifurcations et des rameaux latéraux.

La dentine périlitubulaire ou gaine de NEWMANN. C'est la zone dentinaire qui entoure la paroi des tubuli d'aspect plus sombre en microscope optique que le reste de la dentine, hyper minéralisée, plus dure que le reste de la dentine ; comporte des cristaux minéraux 40% de plus que la dentine inter canaliculaire.

La dentine inter canaliculaire occupe l'espace situé entre deux unités dentinaires voisines, la substance fondamentale est moins minéralisée que la dentine périé canaliculaire. La trame organique est constituée essentiellement de fibrilles de collagène groupées en faisceaux. En microscope électronique ; La matrice dentinaire comporte des cristaux minéraux qui se disposent parallèlement aux fibrilles de collagènes.

La dentine présente des variations de structure suivant la période et les circonstances de son édification. On distingue : la dentine primaire, la dentine secondaire et la dentine tertiaire.

- Dentine primaire

La dentine primaire se forme durant l'embryogenèse et toute la période pré-éruptive.

- Dentine secondaire

Elle est produite tout au long de la vie sous l'effet de stimulations externes physiologiques (environ $0.4 \mu\text{m/j}$). Cette apposition successive se traduit par la présence des lignes de von Ebner. Contrairement à l'amélogénèse, la dentinogénèse est un phénomène continu.

- Dentine tertiaire pathologique

Contrairement à la dentine secondaire physiologique, la dentine tertiaire est produite sous l'effet de stimulations pathologiques. Elle est le signe d'une réaction de défense face à une agression.

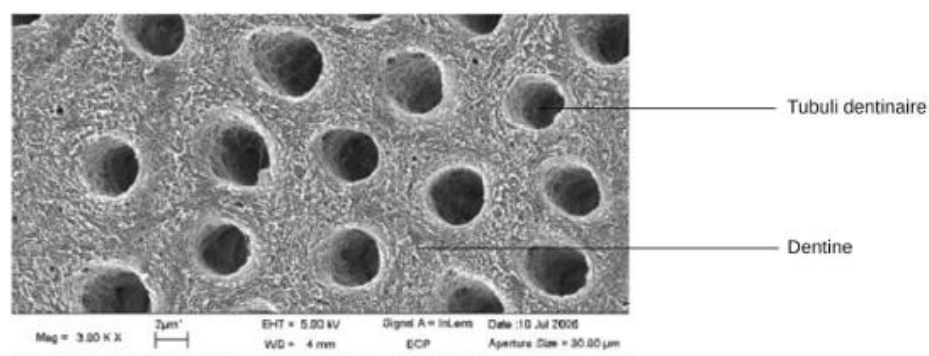


Figure 9: Dentine en microscope électronique

3.4.1.2 Innervation et sensibilité de la dentine

Les terminaisons nerveuses provenant du plexus nerveux pulpaire (zone de WEIL) perdent leur gaine de myéline et entrent en contact avec le corps cellulaire des odontoblastes. Certaines de ces fibres amyéliniques accompagnent les fibres de Tomes dans les canalicules.

3.4.2. La pulpe

La pulpe est une masse conjonctivo-vasculaire qui occupe la partie centrale de la dent, elle assure des fonctions nutritives, réparatrices et neurosensorielles, ainsi qu'un rôle mécanique. On distingue la pulpe coronaire ou pulpe camérale, confinée dans un espace cavitaire de la couronne dentaire appelé la chambre pulpaire, et la pulpe radiculaire contenue dans les canaux radiculaires. Elle est constituée d'un plexus nerveux qui transmet les signes douloureux, des vaisseaux sanguins qui assurent la vascularisation et de quelques vaisseaux lymphatiques.

La pulpe dentaire est composée principalement de cellules situées dans la zone sous-odontoblastique. On note : les odontoblastes, Composés d'un corps dans la pulpe en forme de palissade et en prolongement dans les tubuli dentinaires. La pulpe peut être séparée des odontoblastes par la zone claire de Weil, acellulaire et inconstante.

Les cellules de Hohl, petites cellules rondes possédant la capacité de remplacer les odontoblastes et de former une dentine de réparation. Les fibroblastes, qui possèdent la capacité de se différencier en odontoblastes et de former une dentine de réparation. Rôle de synthèse et entretien de la matrice extracellulaire. La matrice extracellulaire ou substance fondamentale, est composée à 34 % de collagène (types I, III, V, VI et IV) et à 66 % d'éléments non collagéniques comme la réticuline.

La pulpe est vascularisée par une artériole pénétrant via le foramen apical, se ramifiant en capillaires fenestrés au sein de la chambre pulpaire, notamment dans la palissade odontoblastique qui contient des anses capillaires, tandis que le retour veineux se fait par chaque racine.

II. Restaurations Partielles collées

Les Restaurations Partielles Collées (RPC) sont l'ensemble des pièces prothétiques destinées à restaurer la partie coronaire de la dent suite à des pertes de substances moyennes à importantes, qu'elles soient d'origine carieuse, traumatique, pathologique ou pour remplacer une ancienne restauration.

1. Restaurations partielles collées antérieures : Facettes dentaires (Veneers) [11], [12]

1.1. Définition

La facette dentaire est une restauration esthétique constituée d'une fine couche de céramique. Elle permet de corriger la teinte, la forme, la position et la structure de la dent d'origine.

Selon une revue de littérature publiée en 2020 : les facettes en céramique sont très appréciées tant par les praticiens que par les patients, car elles reproduisent fidèlement l'apparence naturelle des dents.

Leur succès repose sur leur capacité à assurer un équilibre entre les paramètres biologiques, mécaniques, fonctionnels et esthétiques des dents.[13]

Les facettes en céramique offrent au praticien des solutions thérapeutiques à la fois fonctionnelles et esthétiques. Le volet esthétique joue un rôle central car il influence significativement le sourire, qui peut à son tour améliorer la personnalité et la vie sociale des patients.

1.2. Indications

Les facettes en céramique ont progressivement laissé place à des traitements plus conservateurs, comme le blanchiment et la micro abrasion. Cependant, leur utilisation reste courante, grâce à l'émergence de nouvelles indications qui ont élargi leur champ d'application :

- Dents réfractaires au blanchiment :
 - Colorations dues aux tétracyclines degrés 3 et 4.
 - Dents réfractaires au blanchiment externe ou interne.
- Modifications morphologiques mineures :
 - Dents conoïdes.
 - Fermeture des diastèmes et triangles noirs interdentaires.
 - Allongement des bords libres des incisives.
- Restaurations de grande étendue :
 - Fractures coronaires étendues ;
 - Pertes d'émail étendues par érosion et usure ;
 - Malformations généralisées congénitales et acquises.

1.3. Contre-indications

- Les malocclusions et les para fonctions tel que le bruxisme ;
- Perte de substance assez importante ;
- Changement de couleur très prononcé ;
- Patient fumeur (le tabac reste une contre-indication relative) ;
- Malposition majeure ;
- Une mauvaise hygiène buccodentaire.

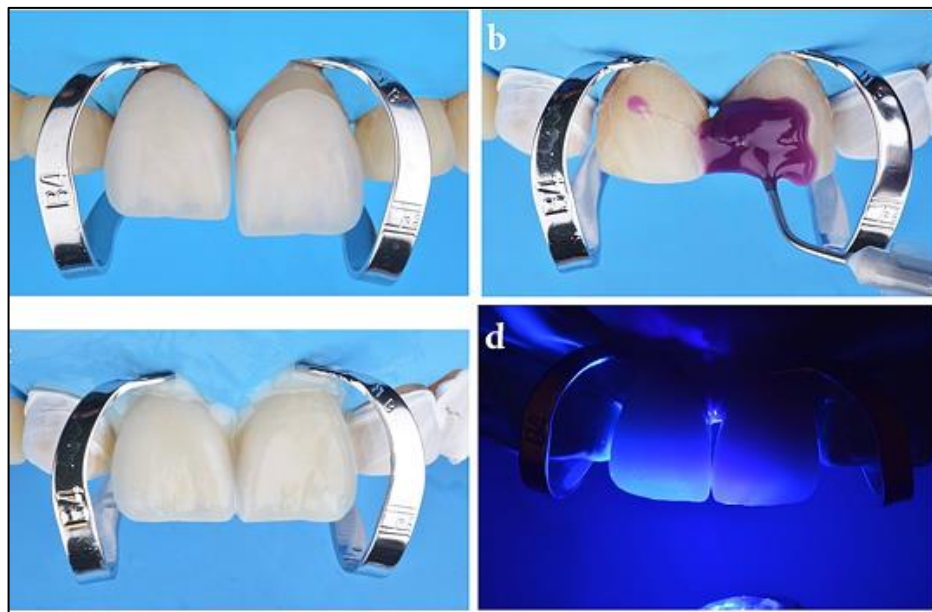


Figure 10: Les étapes du collage de deux facettes dentaires

2. Les restaurations partielles collées postérieures [9], [14], [15], [16], [17]

Les restaurations indirectes offrent une alternative aux restaurations directes dans les cas de situations cliniques complexes, tout en garantissant des résultats satisfaisants.

Une étude a été menée afin d'évaluer la fiabilité et l'efficacité à long terme des inlays et onlays en céramique et en matériau composite, en examinant des études scientifiques publiées entre 2004 et 2013. Les résultats de cette revue affirment une moyenne de taux de succès de 94 %.[18]

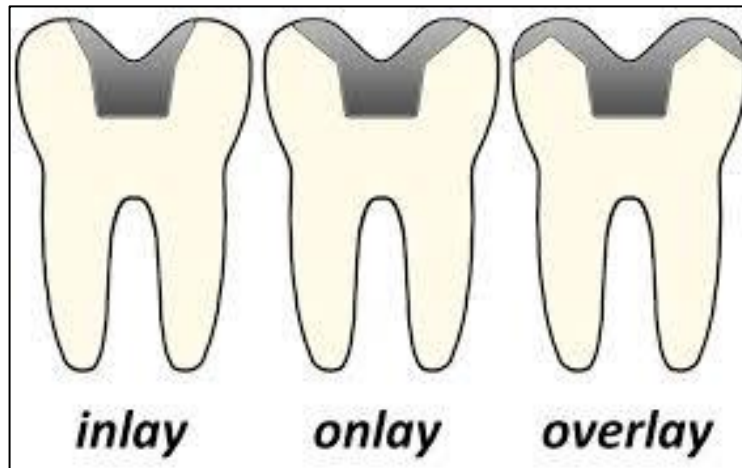


Figure 11: Les différents types des restaurations partielles postérieures

2.1. Définitions

Les restaurations dentaires indirectes se déclinent en plusieurs formes, déterminées en fonction de l'étendue de la perte de substance dentaire selon la classification ci-contre :

2.1.1. Les inlays

L'inlay est une restauration indirecte insérée en bloc dans une cavité préparée, sans recouvrement cuspidien, préservant ainsi la face occlusale de la dent. Sa mise en place nécessite une préparation spécifique par le praticien afin d'éliminer les contre-dépouilles et de garantir sa stabilité en bouche lors des fonctions masticatoires.



Figure 12: Inlay

2.1.2. Les onlays

Les onlays sont des restaurations indirectes conçues pour restaurer et renforcer les zones fragilisées de la dent. Contrairement aux inlays, ils couvrent partiellement les cuspides sans les recouvrir entièrement. Leur caractéristique essentielle est leur extension sur les surfaces occlusales afin d'assurer une protection efficace.



Figure 13: Onlay

2.1.3. Les overlays

L'overlay représente une extension de l'onlay, se distinguant par un recouvrement cuspidien total. Contrairement aux onlays qui ne couvrent qu'une partie des cuspides, l'overlay englobe toute la surface masticatoire, offrant ainsi une protection optimale des structures dentaires restantes. Ses limites sont situées en supra-gingival, qu'elles soient naturelles ou reconstruites, favorisant ainsi une adaptation clinique optimale.



Figure 14: Overlay

2.1.4. Le veneerlay

C'est une restauration prothétique qui permet de reconstruire simultanément la table occlusale et l'ensemble de la face vestibulaire. Elle se caractérise par une préparation amélaire minimale sur la face vestibulaire et une réduction occlusale.



Figure 15: Veneerlay

2.1.5. Endocouronne

Proposée par Patrick Pissis dès 1995, l'endo couronne a été introduite comme solution pour restaurer le volume coronaire d'une dent dépulpée fortement délabrée. Cette restauration partielle collée, réalisée en monobloc, assure sa rétention principalement grâce aux parois de la chambre pulpaire, sans la nécessité de l'ancrage radiculaire.

La perte de la résistance liés au traitement canalaire de la dent due à la suppression de la dentine inter-axiale et l'élargissement des canaux radiculaires lors de la préparation justifie l'indication de ce type de restauration.



Figure 16: Endocouronne

2.2. Indications et contre-indications générales

L'indication ou la contre-indication d'une restauration esthétique en céramique collée repose sur des critères cliniques applicables à toutes les formes de préparation :

Liés au patient :

- Une bonne motivation à l'hygiène buccodentaire pour assurer la longévité des restaurations prothétiques.
- Une bonne coopération et compréhension envers le plan de traitement élaboré par le praticien

Liés à la dent :

- La perte de la morphologie occlusale due à des usures d'origine mécanique ou chimique indique souvent un renforcement de la structure dentaire.
- La localisation de la dent joue un rôle principal dans le choix de cette technique car les dents au sein de la cavité buccale ne subissent pas le même type de force, le stress mécanique appliqué sur les molaires est plus important par rapport aux autres dents et donc l'indication du recouvrement cuspidien au niveau des molaires et d'autant plus envisagée.
- La présence d'une fissure amélo-dentinaire indique généralement le recours aux restaurations indirectes avec recouvrement cuspidien, bien sûr quand elle est associée à une perte tissulaire significative et une fragilisation de la structure dentaire.

2.3. Indications et contre-indications spécifiques à l'endo couronne

Indications :

- Dents postérieures fortement délabrées, notamment molaires et prémolaires.
- Dents traitées endodontiquement suite à une perte importante de structure dentaire coronaire, mais présentant une structure radiculaire saine.
- Cas où la rétention coronaire est insuffisante pour une couronne conventionnelle.

Contre-indications :

- Quantité insuffisante de structure dentaire résiduelle pour assurer l'adhésion.
- Dents présentant des fissures ou fractures radiculaires.
- Dents avec des parois trop fines ou trop courtes, ne permettant pas une bonne rétention.
- Dents subissant des forces occlusales excessives (bruxisme sévère, contraintes occlusales importantes).

- Inaccessibilité au champ opératoire, notamment en cas de mauvaise hygiène ou d'impossibilité d'isolation correcte (champ opératoire humide).
- En raison du manque de données sur les endocouronnes pour les incisives et de la variabilité des résultats, il n'est pas encore possible de les recommander pour restaurer les dents antérieures.

3. Les matériaux de fabrication des RPC

3.1. Les céramiques [9], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27]

Les céramiques dentaires sont des matériaux inorganiques dérivés de l'alumine, de la silice et de la zircone. Elles possèdent des liaisons chimiques fortes ioniques ou covalentes.

Ces matériaux sont obtenus par la fusion d'oxydes métalliques à haute température, suivie d'une solidification à température ambiante. Elles sont ensuite broyées sous forme de poudres, de teinte et de granulométrie variées. Enfin un dernier traitement thermique, appelé frittage, est réalisé à 1300 °C (température inférieure à celle de fusion) entraînant la consolidation partielle des éléments.

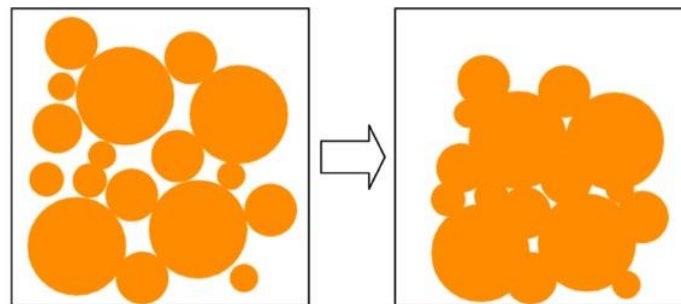


Figure 17: Frittage des particules de céramique [19]

3.1.1. Composition

Les céramiques dentaires sont constituées d'une phase vitreuse (matrice de verre) et d'une phase cristalline (cristaux), à l'exception de la céramique dense (polycristalline).

La phase vitreuse est composée principalement de silice (SiO_2) autrement dit quartz sous forme amorphe. Elle confère à la céramique sa translucidité mais lui apporte de la fragilité. Sa présence est indispensable pour un assemblage par collage.

La phase cristalline contient des oxydes, des carbures, des nitrures et des borures. Elle accroît la résistance de la céramique et limite le risque de fracture en bloquant la propagation de fissures. Par ailleurs, plus la céramique est chargée en cristaux plus elle est moins translucide et plus opaque.

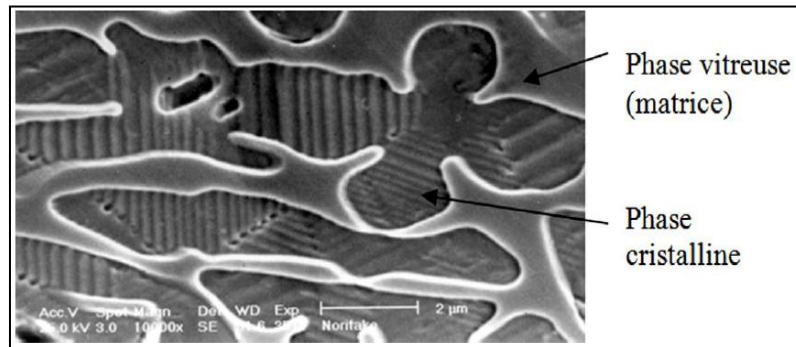


Figure 18: Micrographie en microscope électronique à balayage (MEB) d'une céramique [19]

3.1.2. Classification

Parmi les différentes classifications des céramiques, celle qui est la plus utilisée cliniquement par les praticiens est la classification selon la microstructure.

Cette classification est basée sur leurs concentrations en cristaux et regroupe quatre grandes familles, de la moins chargée en cristaux à la plus chargée : Les céramiques feldspathiques, les vitrocéramiques, les céramiques infiltrées, les céramiques polycristallines.

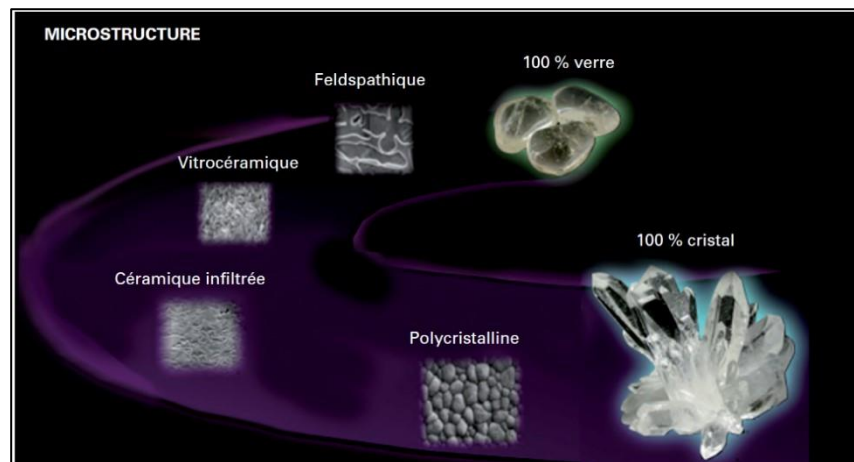


Figure 19: Classification schématique des céramiques selon la microstructure [20]

-Les céramiques feldspathiques : principalement composés de verre avec des traces de diverses particules. Ils sont couramment appelés porcelaine feldspathique [21]

-Les vitrocéramiques : contiennent une forte proportion de phase cristalline dispersée incorporée dans une matrice vitreuse.

-Les céramiques infiltrées : elles sont composées d'une matrice cristalline avec phase vitreuse infiltrée. Commercialisées sous le nom générique de In-Ceram (Vita), actuellement elles sont abandonnées.

-Les céramiques polycristallines : constituées exclusivement de cristaux de zircon ou d'alumine. La phase vitreuse est absente, ce qui rend leur collage difficile et moins efficace.

Aptitude au collage

L'aptitude au collage des céramiques diminue suivant cette classification, c'est-à-dire au fur et à mesure que sa matrice devient cristalline.

La présence d'une matrice vitreuse et une disposition spécifique des particules sont indispensables pour avoir une rugosité de surface adaptée à une adhérence optimale.

Pour cela les céramiques dont le collage est satisfaisant sont les céramiques feldspathiques et les vitrocéramiques.

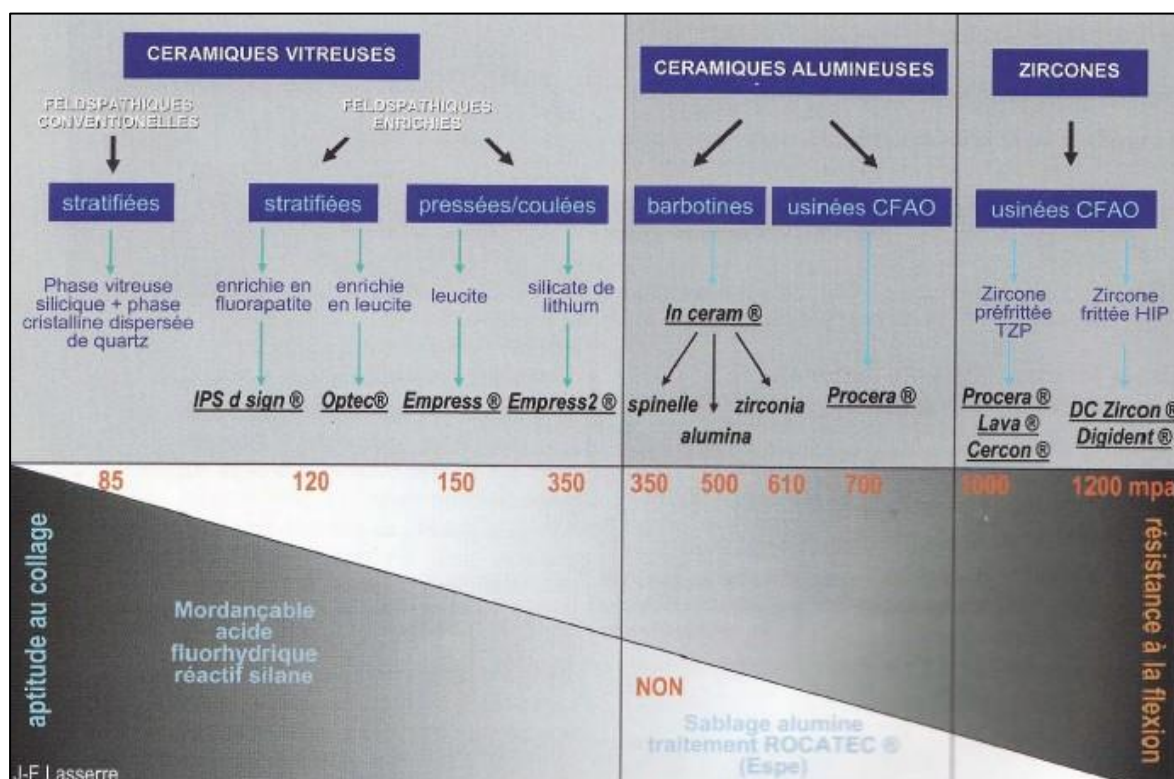


Figure 20: Aptitude au collage et résistance à la flexion (LASSERRE ; 2005) [22]

- Les céramiques feldspathiques

Elles sont dérivées d'un minéral naturel qui est le feldspath et sont composées d'oxydes tels que l'oxyde de silicium (SiO_2) et l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3).

Ce sont les premières céramiques utilisées en dentisterie et les plus esthétiques et translucides, car la part de la matrice de verre est la plus grande, avec la présence de cristaux dispersés de quantité moins importante (quartz, albite, leucite). Par conséquent, ce type de céramique est fragile, sa résistance à la flexion est la plus faible parmi les matériaux céramiques, elle varie de 70 à 90 MPa.

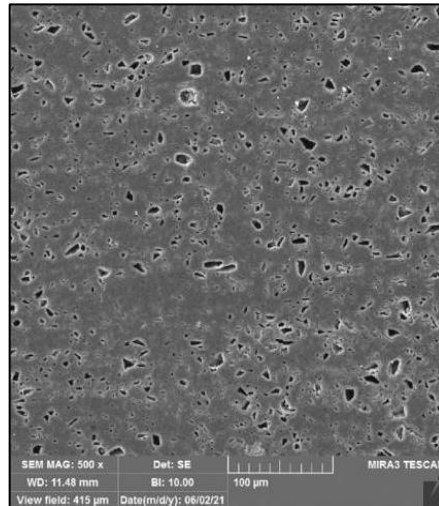


Figure 21: Photomicrographie au MEB des Vitablocs Mark II [23]

Les céramiques feldspathiques se présentent soit sous forme de blocs monolithiques destinées à l'usinage puis au maquillage en conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO), soit comme céramiques de stratification appelées « céramiques cosmétiques » ou « céramiques d'émaillage ».

Les céramiques cosmétiques sont fabriquées selon la technique de la barbotine qui consiste en une mise en forme par un mélange de poudre et d'eau puis son application sur une armature en céramique de résistance supérieure et enfin son façonnage.

Cette céramique cosmétique est indiquée pour les facettes, les chips et les couronnes et bridges à infrastructure métallique.



Figure 22: Bloc de céramique feldspathique de la marque CEREC de Sirona [9]



Figure 23: Stratification de la céramique [9]

- Les vitrocéramiques

Composées d'une forte proportion de phase dispersée, correspondant à une phase cristalline noyée dans une matrice vitreuse. Ce qui accroît la résistance du matériau, réduit la fracture et assure une opacité adaptée, et donc des propriétés optiques améliorées. Elles sont élaborées par fusion à partir du quartz et du feldspath, et peuvent être mise en forme par CFAO, par technique pressée (injectée à chaud) ou par méthode artisanale par dépôt en barbotine.

Leur microstructure permet un mordantage à l'acide fluorhydrique, laissant place à une microrugosité très élevée. Elles sont donc particulièrement adaptées aux techniques adhésives [20]

La phase vitreuse de ces céramiques peut être renforcées par plusieurs cristaux : leucite, silicate de lithium et zircon, disilicate de lithium, fluoroapatite...

Parmi ces vitrocéramiques renforcées :

- Les céramiques renforcées à la leucite

La leucite ($KAlSi_2O_6$) est un minéral feldspathoïde contenant moins de silice. C'est un élément de résistance à la flexion.

Ces céramiques sont composées de 62% de dioxyde de silice (SiO_2), 19% d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et des cristaux de leucite ($K_2O Al_2O_3 4SiO_2$) qui sont répartis de manière aléatoire au sein de la matrice de verre.

Par une technique de pressée à chaud, l'organisation des cristaux sera homogène, ce qui favorise d'avantage la résistance aux fractures.

Elles se présentent sous forme de lingotins (blocs) de translucidité et de teinte variées, destinées à une mise en forme par usinage via la CFAO. Elles sont fréquemment indiquées pour la fabrication de restaurations partielles collées type inlay-onlay car elles sont rapidement usinées et ne nécessitent pas une cristallisation secondaire comme le disilicate de lithium. [24] Les blocs Empress CAD (Ivoclar-Vivadent) sont les représentants les plus connus de cette catégorie.

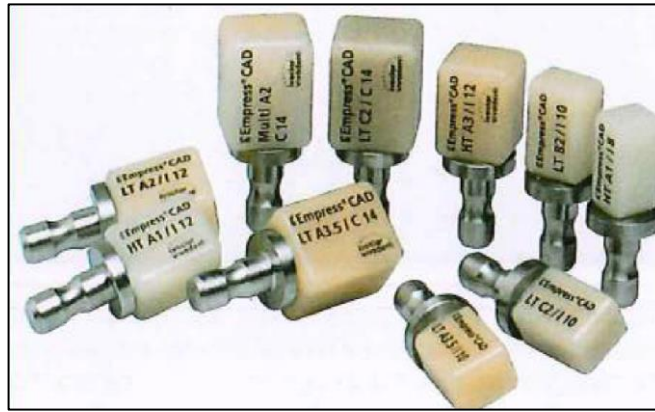


Figure 24: Blocs Empress CAD de différentes translucidités [9]

- Les céramiques à base de silicate de lithium renforcé à la zircone [25]

Leur base cristalline est essentiellement formée de cristaux de silicate de lithium (Li_2SiO_3) avec 10% de nanocharges de zircone (ZrO_2). Elles ont une résistance mécanique (400 MPa) proche de celle du disilicate de lithium grâce à leur composition enrichie en zircone.

Caractérisées par leur translucidité élevée et leur fragilité, elles sont indiquées pour les inlays, onlays, facettes, table-tops et pour les couronnes antérieures et postérieures.

Elles sont exclusivement disponibles sous la forme de blocs à usiner pour une mise en œuvre par CFAO, commercialisées sous les noms Suprinity de Vita et Celtra Duo de Dentsply.



Figure 25: Blocs de Celtra Duo de céramique à base de silicate de lithium renforcé à la zircone [9]

- Les céramiques à base de disilicate de lithium

Introduites par Ivoclar comme IPS Empress II (appelé actuellement IPS e.max). Elles représentent une évolution de celles renforcées à la leucite. Les cristaux de disilicate de lithium représentent 70% du volume du matériau et confère à la céramique une résistance à la flexion de l'ordre de 360 à 400 MPa.

Elles sont couramment utilisées pour la réalisation de restaurations partielles collées en raison de leurs nombreuses qualités : un bon collage, une résistance intrinsèque augmentée, un rendu esthétique satisfaisant avec des lingotins d'opacité variable. Les plus connues de ces céramiques sont : IPS e.max Press et IPS e.max CAD.

Ces céramiques offrent de meilleures propriétés mécaniques ainsi que des performances adhésives supérieures à celles des céramiques à base de leucite du fait de leur plus haute teneur cristalline. [9]

Elles peuvent être maquillées après cristallisation ou stratifiées par une céramique feldspathique, lorsque le volume de la restauration le permet. Ce qui offre une couche superficielle plus esthétique et moins abrasive.

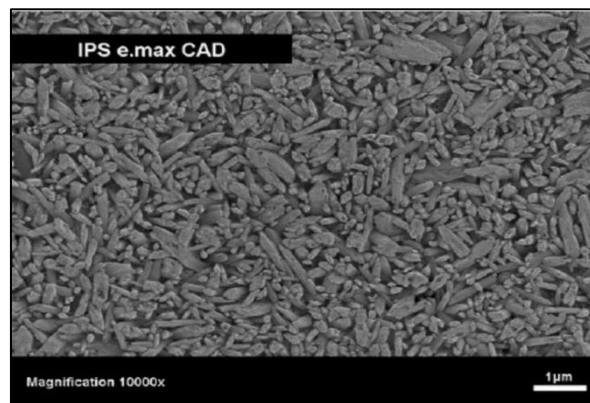


Figure 26: Image en MEB de la microstructure d'une vitrocéramique de type disilicate de lithium (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent AG), gravée avec de la vapeur de HF à 40% pendant 30 secondes. [26]

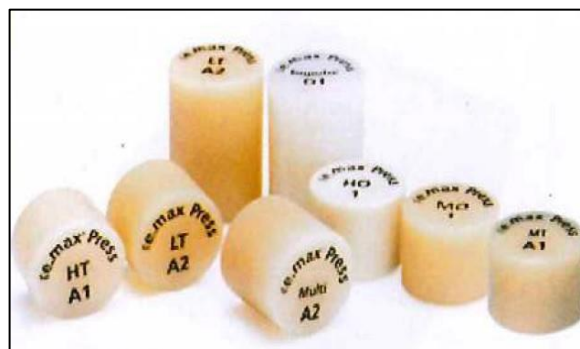


Figure 27: Blocs IPS e.max Press [9]

3.2. Les composites indirects [28], [29], [30]

Un matériau composite est un mélange d'au moins deux constituants avec des propriétés physico-chimiques différentes et qui, ensemble, acquièrent des caractéristiques mécaniques supérieures à celles de ces éléments pris séparément.

3.2.1. Composition

Un matériau composite est composé d'une matrice résineuse, de charges et d'un silane, avec des molécules modulant la réaction de polymérisation, des colorants, des diluants et autres...

-La matrice résineuse est un polymère diméthacrylique composé principalement des monomères : le bis-GMA (bisphénol A glycidil méthacrylate), l'UDMA (Uréthane diméthacrylate) et le TEGDMA (triéthylène glycol diméthacrylate)

-Les charges sont des verres de silicate. Plus le matériau est chargé meilleures seront ses propriétés, par contre son aptitude au collage et ses propriétés optiques seront moindres.

Pour cela, un matériau fortement chargé est indiqué pour les restaurations postérieures et un matériau moins chargé est indiqué pour les restaurations antérieures ou postérieures soumises à des contraintes fonctionnelles limitées.

-Le silane est un agent de couplage entre la matrice et les charges par des liaisons covalentes de type siloxanes.

3.2.2. Procédé de fabrication et propriétés

Ils peuvent se présenter sous forme de pâte pour la fabrication artisanale (composite de laboratoire) ou sous forme de blocs à usiner pour la CFAO.

La restauration en composite de laboratoire est réalisée par stratification de masses émail, dentine et translucide sur un modèle positif unitaire, chaque couche est photopolymérisée.

La polymérisation permet la liaison des monomères et la formation d'une chaîne de polymère sous haute température et/ou haute pression. Cette polymérisation n'est jamais complète. Le taux de conversion correspond à la quantité de monomères transformés complètement en chaîne de polymère, les monomères libres seront relargués dans la cavité buccale. Certains sont toxiques pour le corps humain ce qui compromet la biocompatibilité de ces composites

Le taux de conversion des composites de laboratoire sous forme de pâte est de 70 à 80%, celui des composites directs est de 50 à 60% et pour les blocs de composite il atteint jusqu'à 95 à 99% [31] ; grâce à des techniques de polymérisation plus efficaces ; ce qui rend sa toxicité extrêmement limitée.

De ce fait, le composite usiné est plus favorable que le composite de laboratoire lui-même plus favorable que le composite direct. [32]

Ils présentent des propriétés esthétiques moindres par rapport aux céramiques, ce qui restreint leur utilisation en zone esthétique, sauf pour les restaurations temporaires. La résistance à la flexion de ces composites est excellente et varie de 100 à 220 MPa, leur module d'élasticité est proche de celui de la dentine.

Les avantages des composites sont : leur faible module d'élasticité donc la réduction des fractures ainsi que leur cout faible. Leurs inconvénients sont : l'usure (comparable à la dentine) et la rétention de plaque.






Matériaux	Fabricant	Composition selon fabricant	Indications selon fabricant
 Paradigm MZ 100	3M ESPE	UDMA Silice + zircon	Inlay, onlay, couronne
 Brillant Crios	Coltène	Verre dentaire Méthacrylate réticulé, silice amorphe	Couronne, inlay, onlay, facette, couronne sur implant
 Shofu Block	Shofu	UDMA, TEGDMA Silice, zircon	Couronne, inlay, onlay, facette, couronne sur implant
 KZR-CAD H2R	Yamakin	UDMA, TEGDMA Silice, aluminium, zircon, charge à libération prolongée de fluorure	Couronne, inlay
 Ambarine High-class	Creamed	Bis-GMA, UDMA et BODMA Silice, strontium, Oxyde d'aluminium et baryum	Couronne, inlay, onlay, facette, bridge (3 éléments) au maximum)

Figure 28: Récapitulatif des blocs composites disponibles sur le marché. [30]

III. Collage

1. Définitions

1.1. Collage

Le collage est un assemblage par liaisons physico-chimiques. La colle doit effectuer des liaisons fortes au niveau des deux interfaces : matériau-colle et colle-tissus dentaires.

Le collage se définit par l'adhésion et l'adhérence :[11], [33]

1.2. Adhésion

L'adhésion se définit comme l'ensemble des interactions assurant l'union de deux surfaces. Elle repose à la fois sur l'ancrage mécanique dans les microrugosités de la surface et sur les liaisons chimiques susceptibles de se former entre l'adhésif et le substrat.

Les techniques d'adhésion sont largement utilisées en dentisterie à divers niveaux, allant de l'application de matériaux adhésifs sur les dents naturelles en clinique ; à la création de liens entre différents matériaux pour la fabrication des restaurations indirectes au laboratoire dentaire.

1.3. Adhérence

L'adhérence désigne la résistance à la séparation d'un assemblage collé. Les tests d'adhérence mesurent la résistance d'un joint soumis à des forces de traction ou de cisaillement, permettant ainsi d'évaluer la durabilité de l'assemblage face aux contraintes mécaniques et environnementales (PH, T°, etc.)

2. Principe du collage [34], [35]

Le mécanisme fondamental de l'adhésion à l'émail et à la dentine repose sur un processus d'échange, au cours duquel les minéraux éliminés des tissus dentaires durs sont remplacés par des monomères de résine. Ces monomères pénètrent micro-mécaniquement dans les porosités formées, assurant une rétention adhésive durable.

Des preuves cliniques indiquent que les adhésifs dentaires présentent un comportement clinique plus fiable lorsque l'émail est préalablement mordancé avant l'application de l'adhésif.

3. Adhésion aux tissus dentaires [34], [35], [36][34], [35], [36]

3.1. Adhésion à l'émail

Au milieu des années 1950, le concept de mordançage a permis de surmonter le défi de l'adhésion à la substance amélaire, et il est toujours considéré comme le gold standard pour l'adhésion des matériaux à base de résine à la structure dentaire. Le mordançage amélaire à l'acide ortho phosphorique rend la structure prismatique sous-jacente accessible, l'émail prend un aspect blanc crayeux.

L'acide dissout sélectivement les prismes de l'émail, créant des microporosités qui sont facilement pénétrées, même par des agents de liaison hydrophobes classiques, grâce à l'attraction capillaire. Après polymérisation, cet ancrage micromécanique des microfilaments de résine au sein de la surface amélaire mordancée assure un mode de liaison performant avec le substrat dentaire par clavetage mécanique, ça garantit non seulement une étanchéité durable des marges de la restauration, mais protège également la liaison fragile à la dentine contre la dégradation.

L'allongement du temps de mordançage accroît la rugosité de la surface amélaire sans pour autant améliorer les valeurs d'adhérence. Ainsi, il n'existe aucun bénéfice clinique à prolonger le mordançage au-delà de 30 secondes.

3.2. Adhésion à la dentine

Contrairement à l'émail, la dentine est un substrat humide et plus organique. L'adhésion à la dentine constitue l'un des défis les plus complexes pour le praticien en raison des variations dynamiques de sa composition et de sa structure histologique complexe.

En plus des différences de composition, les cristaux d'hydroxyapatite de l'émail sont plus grands avec une organisation régulière et parallèlement orientées, tandis que les cristaux d'hydroxyapatite de la dentine sont plus petits et disposés de manière entrecroisée au sein de la matrice organique. Cette disposition rend l'établissement d'un ancrage micromécanique avec la dentine plus difficile.

L'adhésion réside dans la capacité de l'adhésif à pénétrer les tubuli dentinaires créant ainsi un ancrage mécanique appelé brides de résine ou tags ; et dans l'infiltration du réseau de collagène dentinaire déminéralisé par des monomères adhésifs créant ainsi la couche hybride. Comme pour l'émail, un mordançage est nécessaire au niveau dentinaire.

Toutefois, en raison de la minéralisation plus faible de la dentine par rapport à l'émail, la durée du mordantage est réduite de 30 à 15 secondes. Son objectif principal est d'améliorer la mouillabilité et la rugosité de la surface dentinaire. De plus, il remplit plusieurs fonctions essentielles :

- Élimination de la boue dentinaire.
- Déminéralisation de la dentine pérítubulaire, entraînant une augmentation du diamètre des tubuli.
- Déminéralisation de la dentine intertubulaire, exposant ainsi le réseau de fibrilles de collagène.

4. Adhésion à la pièce prothétique

4.1. Adhésion aux céramiques [11], [20]

L'adhésion aux céramiques est à la fois mécanique et chimique. L'adhésion mécanique est assurée par le mordantage à l'acide fluorhydrique et l'adhésion chimique par l'application du silane.

L'acide fluorhydrique d'une concentration de 4,5% à 9% sous forme de gel provoque une dissolution de la phase vitreuse des vitrocéramiques ce qui augmente la surface développée pour le silane. Cette étape est suivie d'un rinçage abondant et d'un trempage de la pièce dans un bac à ultrasons puis d'un séchage afin d'éliminer toute trace d'acide vu sa toxicité pour le corps humain.

Le silane le plus utilisé en odontologie et le 3-MéthacryloxyPropyl-triméthoxySilan (3-MPS), c'est une molécule bipolaire (pôle hydrophile et pôle hydrophobe) qui permet la formation de liaisons hydrogène et covalentes entre la silice exposée des céramiques et les résines des colles.

4.2. Adhésion aux composites indirects [27], [37]

Dans un premier temps, un sablage aux particules d'alumine de 50 μm ou par air abrasion est effectué pendant quelques secondes. Cette étape assure une rétention mécanique par la création de micro-reliefs et par l'augmentation de l'énergie de surface.

Le micro-sablage aux particules d'alumine recouvertes de silice donne des résultats similaires au sablage classique tout en améliorant les propriétés adhésives [38].

Par la suite, l'application d'un agent de couplage, le silane, permet une rétention chimique. Il se lie d'une part aux résines composites et d'autre part, aux charges minérales présentes.

L'air abrasion à l'alumine et l'application d'un adhésif universel pourraient être considérés comme la meilleure stratégie pour optimiser la force d'adhésion des matériaux composites. [37]

5. Les systèmes adhésifs [9], [39], [40], [41], [42], [43]

5.1. Définition

« En dentisterie, les adhésifs répondent plutôt à la définition de l'agent de couplage, c'est à dire une substance qui est capable de se lier chimiquement, d'une part aux tissus dentaires et, d'autre part aux résines de restauration ou d'assemblage. » Degrange, 2006.

Ils sont composés de monomères de résine, d'initiateurs de polymérisation, d'inhibiteurs, de stabilisateurs, de solvants et de charges. C'est un ensemble de composants hydrophiles et hydrophobes qui facilite la mouillabilité avec la structure dentaire.

On parle de « système adhésif » du fait que plusieurs agents chimiques peuvent être appliqués de manière successive ou simultanée sur les tissus dentaires. Ces agents sont :

- L'acide orthophosphorique à 37% pour mordancer le tissu dentaire.
- Un promoteur d'adhésion ou « primer » qui permettra la liaison entre deux substrats de caractère différent par ses deux groupes fonctionnels : l'un hydrophile (OH) qui se lie au substrat dentaire collagénique ; l'autre hydrophobe (méthacrylate) qui se lie à l'adhésif.
- Un adhésif qui va imprégner la microgéographie de surface des tissus dentaires.

5.2. Classification

Les classifications des systèmes adhésifs sont nombreuses : par génération, par nombre d'étapes cliniques et par mode d'action.

La classification par générations se réfère à l'ordre dans lequel les systèmes adhésifs ont été développés.

Les évolutions les plus récentes des systèmes adhésifs sont orientées vers une simplification des protocoles de mise en œuvre. Pour cela la classification internationale des adhésifs s'intéresse au nombre d'étapes cliniques, ce qui reflète leur mode d'utilisation. On distingue deux systèmes fondamentaux :

-Les systèmes nécessitant un mordantage suivi d'un rinçage préalable à leur application « système M&R » ou « total etch », appliqués en deux étapes (MR2) ou trois étapes (MR3), ce dernier constitue le gold standard pour le collage des restaurations indirectes en raison de son moindre risque de dégradation hydrolytique au niveau de l'interface. [41]

-Les systèmes appliqués directement sur les tissus dentaires sans traitement préalable dits « systèmes automordants SAM » ou « self etch », caractérisés par l'association entre l'acide et le primaire (SAM2) ou entre l'acide, le primaire et l'adhésif (SAM1) dit « all in one ». Les monomères acides représentent le principal composant de ces adhésifs.

Ces systèmes réduisent le temps de travail, par contre au niveau de l'interface ils se comportent comme une membrane perméable susceptible de se dégrader. [41]

La dernière génération des adhésifs est représentée par « Les adhésifs universels » ou « multi-mode » introduite en 2011, et qui est la plus répandue sur le marché.

Ce sont des adhésifs simplifiés conditionnés dans un seul flacon. Ils sont plus hydrophobes que les SAM1 et ils peuvent être utilisés selon une approche MR ou SAM ou en mordantage sélectif (mordantage de l'émail uniquement).

Leur capacité à former une liaison chimique avec la dentine dépend de la présence de monomères fonctionnels tels que le 10-MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogène phosphate), qui peuvent interagir chimiquement avec les cristaux d'hydroxyapatite entourant les fibrilles de collagène dans la dentine non mordancée pour former des sels de Ca-10-MDP qui résistent à l'hydrolyse et peuvent, par conséquent, stabiliser l'interface adhésive au fil du temps. [42]

La présence de ses monomères actifs permet à ces adhésifs d'adhérer aux métaux, à la zircone et aux céramiques à base de silice.

La capacité des adhésifs universels à obtenir une force d'adhésion adéquate et durable sur les restaurations indirectes est limitée, et dépend largement du substrat sur lequel ils sont appliqués. [40]. Cependant, pour les restaurations indirectes en composite, l'utilisation d'un adhésif universel en un flacon unique rend la procédure plus simple et plus efficace. [40]

Exemples d'adhésifs universels : OptiBond All-In-One, Clearfil S3 Bond Plus, Adper Easy One.

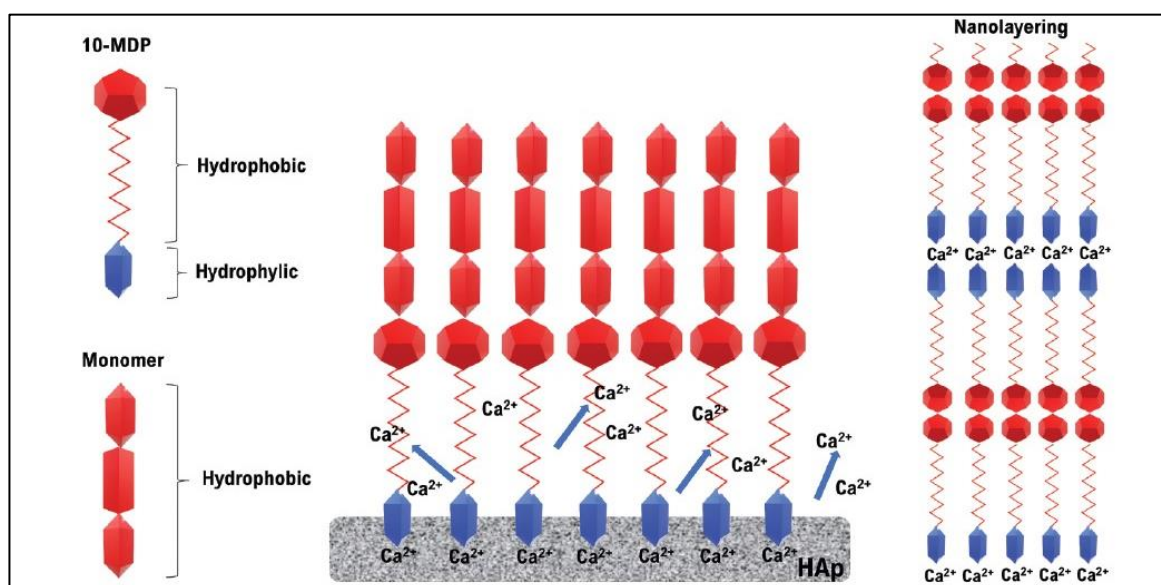


Figure 29: Représentation schématique du mécanisme d'interaction entre le 10-MDP et l'hydroxyapatite. [42]

Système adhésif	Nombre d'étapes	Description	Exemples
Systèmes MR	MR3 (4 ^{ème} génération)	-Mordançage à l'acide orthophosphorique à 37% ou autre, suivi d'un rinçage. -Application du primer contenant des monomères hydrophiles (souvent l'hydroxyethyl méthacrylate (HEMA)). -Application de la résine adhésive contenant des monomères hydrophobes (BisGMA, TEDGMAT et UDMA).	-All bond 2 -Optibond FL -Adper Scotchbond Multipurpose plus -FL bond -Bond it
	MR2 (5 ^{ème} génération)	-Mordançage et rinçage. -Application du primer et de l'adhésif contenus dans le même flacon, en une étape.	-Scotchbond 1 -Prime&bond NT -ExciTE F
Système SAM	SAM 2 (6 ^{ème} génération)	-Application d'un primer acide qui déminéralise et infiltre simultanément les tissus dentaires puis séchage pour évaporer l'eau qu'il contient. -Application de la résine adhésive.	-Adper scotchbond SE -FL bond II -Clearfil Protect Bond
	SAM1 (7 ^{ème} génération)	-Application d'un seul produit qui joue le rôle de mordançage, primaire et adhésif.	-G-bond -Bond Force

Tableau 1 : Classification des adhésifs selon le mode d'utilisation

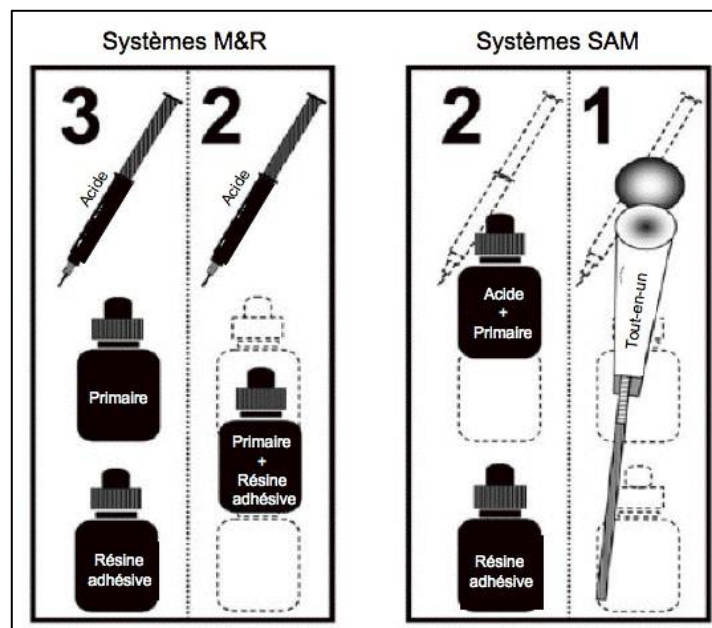


Figure 30: Classification des systèmes adhésifs [43]

6. Les polymères de collage [44], [45], [46], [47]

Les colles utilisées en dentisterie sont des résines, généralement chargées, qui durcissent par polymérisation. La polymérisation confère à ces adhésifs une forte cohésion et leur permettent de résister à des contraintes mécaniques élevées. Leur comportement varie en fonction de leur composition chimique et de la présence ou non de charges.

6.1. Classification selon le mode de polymérisation

- Une photo polymérisation pure

Les colles photopolymérisables offrent au praticien un contrôle optimal du temps de mise en œuvre, car leur polymérisation débute à l'irradiation lumineuse. Toutefois, leur utilisation est restreinte par la capacité de diffusion lumineuse à travers la restauration ; elles sont réservées aux restaurations fines et translucides, comme les facettes en céramique collée. En présence d'une céramique épaisse, un temps d'irradiation prolongé est nécessaire, avec une attention particulière à la gestion de l'échauffement de la dent pulpée.

- Une polymérisation chimique

Pour les colles chémozopolymérisables la prise repose exclusivement sur une réaction chimique initiée par le mélange de deux composants. Cela les rend adaptées au collage des restaurations en céramique opaque. Toutefois, leur temps de travail non contrôlable peut poser des contraintes cliniques. Un temps de prise rapide rend difficile la procédure de mise en œuvre, tandis qu'un durcissement trop lent compromettrait l'étanchéité et la finition. De plus, une élimination prématurée des excès ou une exposition aux fluides biologiques risque d'altérer la polymérisation et d'entraîner des défauts d'adhésion.

- Une double réaction, polymérisation duale

Les colles duales combinent la photopolymérisation et la chémozopolymérisation, offrant un équilibre entre le contrôle du temps de prise et l'efficacité de la polymérisation. La photopolymérisation assure une prise immédiate en surface, optimisant les propriétés mécaniques des zones exposées à la lumière, tandis que la chémozopolymérisation complète la réaction en profondeur, là où la lumière est insuffisante. Un retard excessif dans l'activation lumineuse peut également compromettre l'efficacité de la polymérisation.

6.2. Classification selon le potentiel adhésif

- Colles sans potentiel adhésif propre

Les colles sans potentiel adhésif propre sont des composites fluides dépourvus de groupements chimiques spécifiques qui permettent d'adhérer directement aux tissus dentaires ou aux restaurations prothétiques. Leur rôle se limite essentiellement à combler l'espace entre la dent et l'intrados prothétique. Pour assurer une liaison efficace, elles nécessitent l'application préalable d'un système adhésif, soit via un système adhésif multi-étapes (MR 3 ou MR 2), soit par l'intermédiaire d'un primaire automordant (SAM) appliqué en amont.

Leur mise en œuvre est exigeante et repose sur un protocole incluant des traitements de surface spécifiques des préparations et des éléments à assembler. Elles sont particulièrement sensibles à l'humidité buccale, ce qui impose l'utilisation d'un champ opératoire sec.

Ces colles sont disponibles en version photopolymérisable, adaptées aux restaurations fines et translucides (ex. Variolink Veneer - Ivoclar Vivadent) ou en version à prise duale pour les restaurations plus opaques et épaisses (ex. NX3 - Kerr, Multilink Automix - Ivoclar Vivadent, RelyX ARC - 3M Espe).



Figure 31 : les colles sans propriété adhésive

- Colles avec potentiel adhésif propre

Les colles avec potentiel adhésif propre intègrent des monomères fonctionnels leur permettant d'interagir chimiquement avec les tissus dentaires ou les matériaux prothétiques. Cependant, malgré cette capacité intrinsèque, leur efficacité nécessite toujours un conditionnement préalable des substrats, ce qui les rapproche des colles sans potentiel adhésif.

Bien que ces colles soient formulées pour interagir avec les substrats, elles nécessitent souvent l'application d'adhésifs amélo-dentaires pour optimiser leur liaison aux préparations dentaires. Elles sont disponibles en prise duale (ex. Panavia F) ou chémo-polymérisables (ex. Superbond).

Leur principale distinction par rapport aux colles sans potentiel adhésif réside dans leur interaction avec les intrados prothétiques plutôt que dans leur adhésion aux tissus dentaires. Leur efficacité dépend du matériau à assembler.



Figure 32 : les colles avec propriété adhésive

- Colles auto-adhésives

Les colles auto-adhésives représentent une évolution récente dans les systèmes de collage. Elles se distinguent par leur capacité à adhérer aux tissus dentaires et aux restaurations prothétiques sans nécessiter de traitement préalable (mordançage, primaire ou adhésif). Cette simplification de la procédure clinique les rend comparables aux ciments conventionnels, facilitant ainsi leur manipulation. Parmi les références les plus connues figurent RelyX Unicem® (3M ESPE), Maxcem Elite® (Kerr) et SpeedCEM® (Ivoclar Vivadent).

Chimiquement, ces colles intègrent les composants des adhésifs auto-mordançants, notamment des groupements phosphates, leur conférant une affinité avec la dentine et certains matériaux prothétiques. Elles sont à prise duale, assurant une polymérisation initiale suivie d'une réaction acide-base ce qui favorise leur durcissement.



Figure 33 : les colles auto-adhésives

7. Protocole du collage

7.1. L'isolation du milieu opératoire [9], [48]

L'utilisation de la digue en caoutchouc constitue une étape incontournable en dentisterie restauratrice. Elle offre de nombreux avantages cliniques, notamment en prévenant toute contamination par la salive, le sang et les fluides sulculaires. De plus, elle limite l'exposition aux variations de température et d'humidité intra-orale, qui peuvent compromettre la qualité d'adhésion des systèmes adhésifs dentaires actuels. Par ailleurs, elle améliore la visibilité du champ opératoire et procure un meilleur confort ergonomique pour le praticien.

Ainsi pour le patient elle protège contre la projection des matériaux utilisés lors des manœuvres thérapeutiques, on cite à titre d'exemple : les acides de mordantage, les particules d'alumine lors du sablage etc.

7.2. Préparation de la dent et de la pièce prothétique [9], [49], [50], [51], [52], [53]

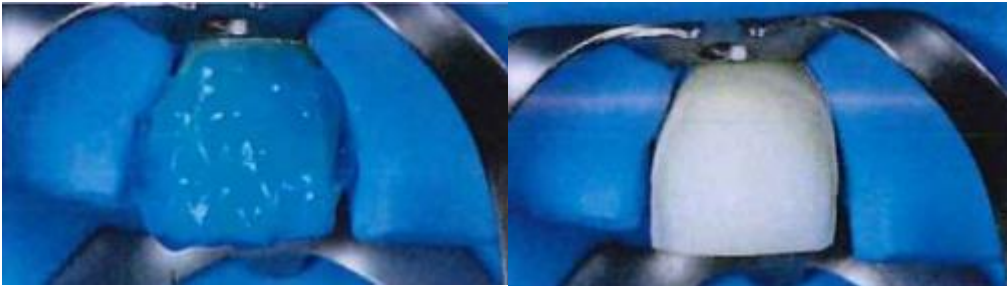
❖ Préparation de la dent

La dent doit être nettoyée de tous gels d'essai ou de ciment provisoire, à l'aéroabrasion ou à l'aéropolisseur. Dans certaines situations, l'utilisation d'un solvant de résine (acétone, éthanol) permettra de décontaminer la surface dentaire en profondeur. Il existe deux possibilités, soit la dentine a été scellée/hybridée lors de la préparation de la dent ou non.

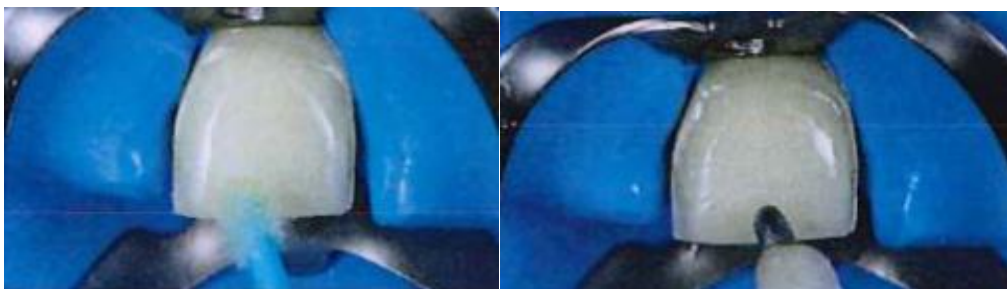
- Dans le cas où la dentine n'a pas été scellée, le praticien applique toutes les étapes du système adhésif sélectionné.
 - Mordantage à l'acide orthophosphorique à 37% (l'émail 30 secondes et la dentine pendant 15 secondes) ; si un adhésif avec mordantage préalable est sélectionné.
 - Rinçage.
 - Séchage.
 - Application de l'adhésif selon les données de fabricant puis séchage pour évacuer le solvant contenu dans le primer.
- Dans le cas où la dentine a été scellée :
 - Sablage de la surface dentaire avec des particules d'alumine.
 - Le praticien applique toutes les étapes du système adhésif sélectionné.



a) Sablage de la surface dentaire avec une microsableuse poudre d'alumine



b) Application de l'acide phosphorique puis rinçage abondant suivie d'un séchage à l'air



c) Application de l'adhésif, étalement à air sec

Figure 34 : Préparation de la surface dentaire

❖ Préparation de la pièce prothétique

• Préparation de la pièce prothétique en céramique

Les matériaux de choix pour les restaurations partielles collés antérieures sont les céramiques feldspathiques ou les vitrocéramiques renforcés au disilicate de lithium (Emax, Ivoclar), la différence entre ces deux céramiques réside dans le temps d'application de l'acide fluorhydrique.

- Nettoyage de la pièce prothétique avec une solution alcoolique pendant 1 minute puis rinçage, séchage.
- Mordançage à l'acide fluorhydrique sur l'intrados.
- Rinçage abondant à l'eau pendant 60 secondes pour éliminer toute trace d'acide.

- Séchage fort car les colles étant hydrophobes donc il faut chasser l'eau des anfractuosités (le signe d'un bon séchage est l'aspect blanc crayeux de la céramique mordancée)
- Application d'un agent de couplage : Silane sur la surface prothétique pendant 1 minute.
- Séchage avec un jet d'air doux et chaud.
- Application de l'adhésif qui doit être compatible avec le composite de collage (sans photopolymérisation)
- Préparation de la pièce prothétique en composite
 - Décontamination de la pièce prothétique avec une solution alcoolique pendant 1 minute
 - Sablage à l'oxyde d'alumine afin de créer une texture rugueuse, favorisant ainsi l'adhésion des matériaux de collage et améliorant la performance et la durabilité de la prothèse.
 - Application d'un agent de couplage : Silane sur la surface prothétique pendant 1 minute puis séchage avec un jet d'air doux et chaud.
 - Application de la colle.

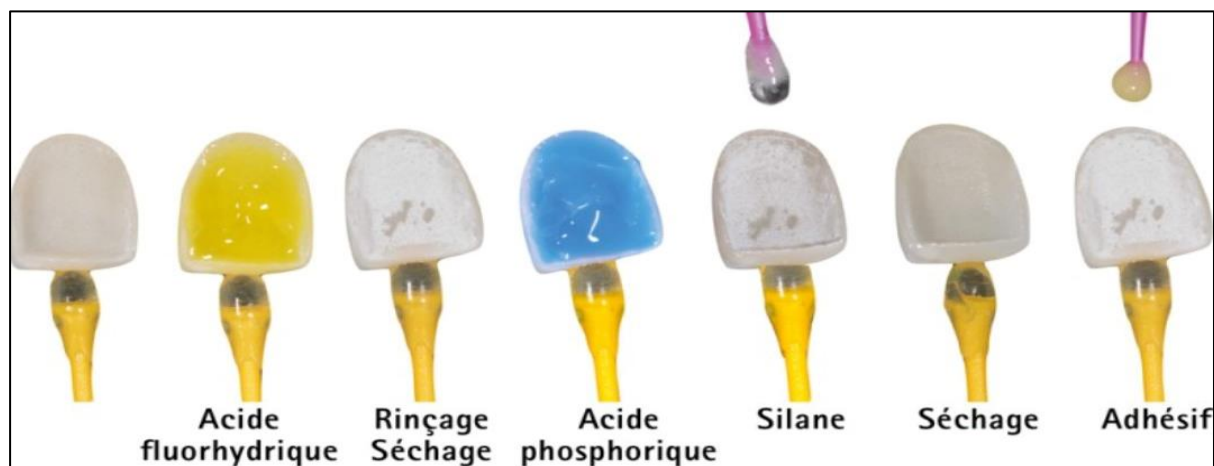


Figure 35: Étapes du conditionnement de la pièce prothétique lors du collage de la vitrocéramique

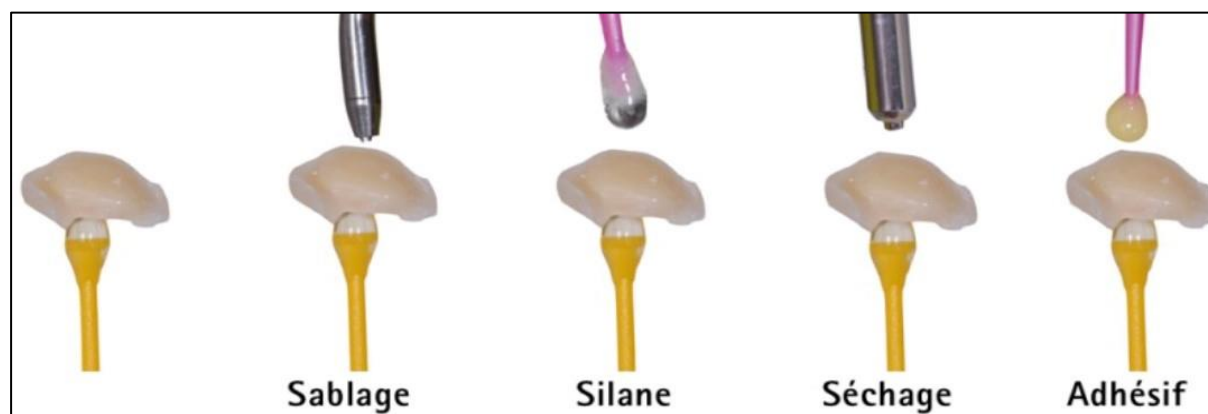


Figure 36: Étapes du conditionnement de la pièce prothétique lors du collage d'une restauration composite

7.3. Le collage proprement dit [9], [50], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63]

- Assemblage de la pièce prothétique

Les différentes restaurations sont induites au niveau de leur intrados par le polymère de collage. Ensuite, la restauration est progressivement mise en place, avec une légère pression du doigt le long de son axe d'insertion. Pour une meilleure manipulation, des bâtonnets auto-adhésifs (comme Optrastick®, Ivoclar Vivadent) peuvent être utilisés et collés sur l'extrados de la pièce, empêchant ainsi la contamination de la face interne par les doigts et évitant que le praticien ne se retrouve avec de la colle sur ses gants.

L'utilisation d'ultrasons (avec un embout en caoutchouc) permet d'augmenter la fluidité du composite par thixotropie, favorisant ainsi une insertion complète de la pièce prothétique.

Après une brève polymérisation de 2 secondes, on procède au retrait des excès de colle sur les faces visibles (vestibulaires, palatines et occlusales) à l'aide d'un instrument, en maintenant une pression constante. Les excès proximaux sont ensuite éliminés à l'aide de fil dentaire, en mésial et en distal de la restauration. La pièce doit rester sous pression pendant toute la procédure. La polymérisation finale peut alors être initiée.

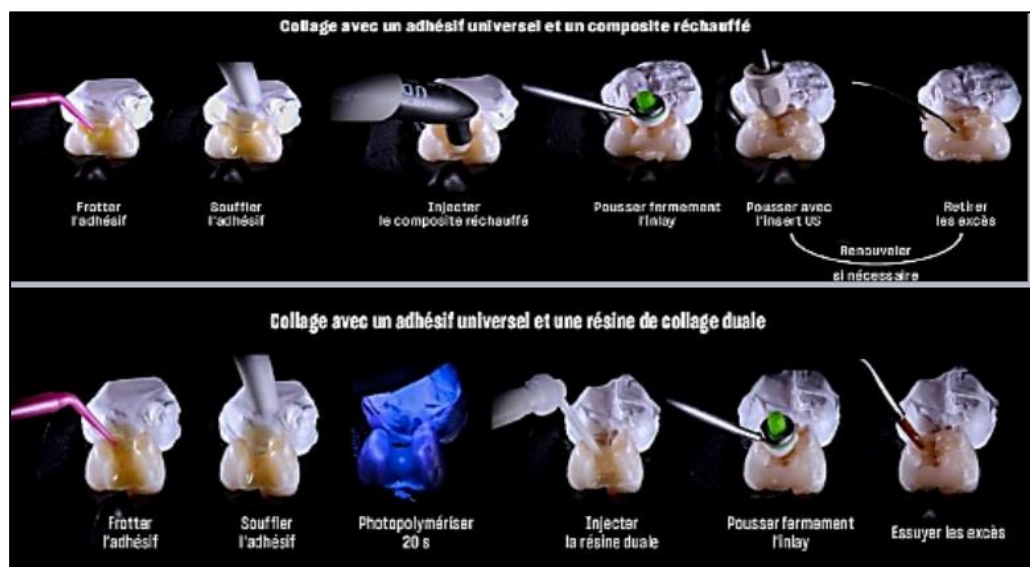


Figure 37: Étapes du collage avec un composite réchauffé et une résine duale

- Photopolymérisation

La photopolymérisation vise à obtenir une conversion élevée et homogène du polymère de collage en un temps d'illumination court, tout en minimisant le retrait de polymérisation.

En pratique, plusieurs points doivent être pris en compte pour obtenir les meilleurs résultats possibles :

- Il est préférable de commencer l'illumination d'abord à faible intensité pour limiter la rétraction de prise. L'intensité peut être augmentée progressivement.
- Il est recommandé d'utiliser des lampes à LED ou halogène (les LED sont préférables car elles dégagent moins de chaleur que les halogènes) avec une puissance comprise entre 700 et 900 mW/cm² (par exemple, la lampe Valo® Cordless, Ultradent).
- La polymérisation doit commencer au niveau de la face palatine ou linguale pour réduire la rétraction de prise.

- La lampe doit avoir une puissance supérieure à 1 000 mW/cm². L'exposition lumineuse, par face, doit être supérieure ou égale à 60 secondes sous spray air/eau (pour éviter tout échauffement de la pulpe) en cas de colles photopolymérisables pures (temps moins important pour une colle à prise duale, environ 20 à 30 secondes).
- La polymérisation doit être effectuée en exerçant constamment une pression sur la restauration à l'aide d'un instrument
- Afin d'obtenir le taux de conversion le plus élevé possible, et de diminuer la cytotoxicité liée au relargage de monomères toxiques, les derniers flashes lumineux pourront être effectués au travers d'une couche de glycérine.

- Finition du joint dento-prothétique

C'est une étape cruciale pour garantir la longévité et l'esthétique de la restauration. Son objectif principal vise à assurer une transition harmonieuse entre les tissus dentaires et la restauration au niveau des bords, d'éliminer les éventuels défauts marginaux et d'aplanir les surfaces irrégulières afin d'obtenir un état de surface comparable à celui de l'émail.

Les finitions se font d'abord à l'aide d'une microbrossette qui assure l'étalement du composite au niveau du joint ou encore à l'aide d'un fil dentaire en proximal. Après polymérisation l'utilisation d'une lame de bistouri n°12, des curettes parodontales de type Gracey 204S ou des strips abrasifs en métal est intéressante pour éliminer les excès dans la région interproximale car l'utilisation d'instruments rotatifs provoque la destruction de la surface glacée de la céramique et peut entraîner une rugosité provoquant une fragilité ainsi qu'une accumulation de plaque et la rétraction gingivale consécutive. Enfin une séquence de polissoirs de granulométrie décroissante assure le polissage et le brillantage. Pour vérifier l'absence de colle en interproximal, une radiographie rétrocoronaire est réalisée.

- Contrôle de l'occlusion

Il est essentiel de s'assurer que l'occlusion est harmonieuse et que la restauration s'intègre parfaitement à l'arcade dentaire. Pour cela, on utilise des papiers marqueurs extrafins ; d'abord pour identifier les points de contact qui peuvent gêner l'insertion en proximal et ajuster la position de la restauration. Il est important de veiller à ce que la crête marginale proximale ne soit pas soumise à des forces occlusales excessives qui pourrait entraîner la fracture de la pièce prothétique. Par la suite la vérification de l'occlusion entre les dents antagonistes est réalisée, le ressenti du patient est primordial, il doit être homogène sur toutes les dents de l'arcade notamment en occlusion statique et dynamique.

La qualité du travail de laboratoire est essentielle pour minimiser les retouches après le collage. Si des retouches sont nécessaires, elles doivent être effectuées avec des fraises diamantées à grains fins (bague rouge puis jaune), suivies d'un polissage rigoureux.



Figure 38: Réglage occlusaux et polissage des zones retouchées

- Contrôle postopératoire

Un contrôle systématique à une semaine permet de contrôler l'occlusion, car le ressenti du patient après la séance d'assemblage n'est pas fiable, en raison de l'utilisation du champ opératoire ainsi que l'engourdissement et la perte de proprioception liés à l'injection du produit anesthésique.

À 15 jours, le patient est revu pour vérifier l'intégration esthétique et parodontale de la restauration et un bilan photographique final est réalisé. Un suivi annuel sera ensuite planifié.

8. Le scellement dentinaire immédiat [9], [50], [64], [65]

L'hybridation ou le scellement dentinaire immédiat ou l'IDS (immediate dentin sealing) est un concept universel lors de la réalisation des restaurations adhésives collées qui consiste en l'application de système adhésive sur cette dentine fraîchement préparée, après le fraisage et avant la prise d'empreinte, afin de protéger et de créer une couche hybride entre les tubuli dentinaires et les fibres de collagène d'une part, et les matériaux de collage d'autre part.

Les protocoles de la mise en œuvre des RPC incluent généralement une phase de temporisation destinée à protéger le complexe dentino-pulpaire. Cependant, cette étape réduit significativement les valeurs d'adhérence de la restauration finale.

Dans les années 90, PAUL et SHARER ont proposé d'hybrider les zones dentinaires exposées immédiatement après la préparation. En 1997, ils ont introduit un protocole clinique qu'ils ont appelé la "Dual Bond Technique". L'adhésion à l'émail périphérique se fait quant à elle au moment de l'assemblage.

Ces travaux mettent alors en évidence l'avantage biologique de protection immédiate de la plaie dentinaire tout en améliorant le comportement biomécanique des restaurations.

L'IDS offre de nombreux avantages comme la protection des structures pulpo-dentaires, la diminution de la sensibilité postopératoire et encore l'amélioration des forces d'adhésion lors du collage et s'inscrit dans une démarche contemporaine de préservation tissulaire maximale.



Figure 39: Protocole de scellement dentinaire immédiat

A. Application de l'adhésif B. Étalement à l'aide de spray d'air C. Photopolymérisation 30s

IV. Remontée de marge

1. Définition [66], [67]

La technique de la remontée de marge a été décrite pour la première fois en 1983 par Dietschi et Spreafico. Elle consiste à réaliser un comblement partiel au niveau de la dent dans sa partie la plus cervicale ; suite à une perte de substance coronaire, afin de déplacer en position supra gingivale les futurs marges prothétiques. Elle s'inscrit dans une approche moderne et conservatrice de la dentisterie restauratrice mini invasive et suit le principe d'économie tissulaire (Frese et al.,2014) en élargissant le champ d'indication des restaurations indirectes collées.

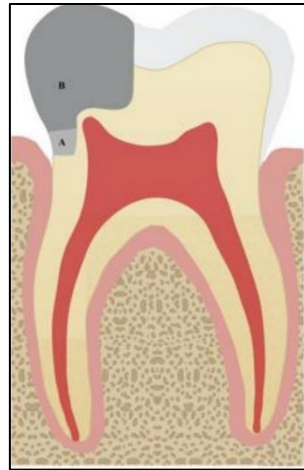


Figure 40: Le concept d'élévation de marge

A : Une couche de composite sous-gingival. B : La restauration définitif



Figure 41: Visualisation radiographique d'une relocalisation de marge distale d'une première molaire mandibulaire droite

2. Indication et contre-indication [66]

2.1. Indication

La technique de la remontée de marge est indiquée lorsque la limite apicale de la préparation se situe au niveau du sulcus gingival ou de l'épithélium jonctionnel, c'est-à-dire sous la jonction émail-cément.

2.2. Contre-indication

La technique de la remontée de marge est contre-indiquée dans les situations suivantes :

- Limite apicale au niveau de l'attache conjonctive ou au-delà : Dans ce cas, le risque d'endommager l'espace biologique est élevé, ce qui peut entraîner l'échec de la restauration collée. Une élévation coronaire est alors recommandée.
- Impossibilité d'isoler la marge : La technique de la remontée de marge nécessite une isolation adéquate de la marge, ce qui n'est pas toujours possible. Dans ce cas, la technique est contre-indiquée.

3. Matériels et matériaux nécessaires

3.1. Matériel nécessaire à l'isolation [36], [68], [69]



Figure 42: Matériel nécessaire à l'isolation dentaire (photographie personnelle)

- Feuille de digue

La feuille de digue, en latex ou en silicone, est disponible en plusieurs épaisseurs (très fine, médium, épaisse) adaptées aux différents actes cliniques. Elle est commercialisée en plusieurs couleurs afin d'optimiser le contraste et la visibilité de la zone de travail. Sa conservation au frais est essentielle pour éviter toute perte d'élasticité et prévenir les risques de déchirure lors de son étirement.

- Pince perforatrice

La pince à perforer, telle que la pince d'Ainsworth ou d'Ivory, est un instrument qui sert à réaliser des perforations précises dans la digue en fonction des dents concernées par l'isolation. L'emplacement des perforations doit être rigoureusement déterminé afin de garantir la stabilité de la digue et d'optimiser le confort opératoire. L'usage de gabarits transparents peut faciliter ce repérage. Lorsqu'une digue est posée sur plusieurs dents, un espacement adéquat des perforations est nécessaire pour prévenir les déchirures.

- Pince à clamps

La pince à clamp est un instrument essentiel permettant la mise en place et le retrait du clamp autour de la dent à isoler. Différents modèles existent, dont la pince de Brewer, qui facilite l'insertion et le retrait du clamp tout en assurant l'étanchéité de la digue en la positionnant sous les mors. La conception des mors est étudiée pour contourner les dents adjacentes et optimiser le champ visuel du praticien. Chaque mors comporte une encoche destinée à stabiliser le clamp lors de sa fixation.

- Crampons ou clamps

Les crampons, ou clamps, sont des dispositifs en acier inoxydable assurant le maintien de la digue autour de la dent. Leur stabilité repose sur un appui en quatre points distincts, empêchant toute rotation et assurant une rétention efficace de la digue.

Il existe plusieurs types de crampons adaptés aux différentes situations cliniques :

-Les crampons à ailettes permettent d'écarter les tissus mous et de mieux dégager la zone de travail.

-Les crampons sans ailettes, plus compacts, sont recommandés pour les patients avec une ouverture buccale limitée.

-Les crampons papillons, spécifiquement conçus pour les dents antérieures et les petites prémolaires, existent avec ou sans ailettes et sont particulièrement efficaces pour repousser la gencive au collet de la dent.

Le choix du crampon dépend de la morphologie dentaire et de la position de la ligne du plus grand contour. En présence d'une contre-dépouille sous-gingivale, un crampon avec mors adaptés est nécessaire pour assurer une bonne rétention. Avant son utilisation, le clamp doit être testé en bouche pour vérifier sa stabilité, pouvant parfois nécessiter des ajustements par meulage ou affûtage.

- Cadre à digue

Les cadres à digue, en métal ou en plastique, assurent la fixation et la tension de la digue. Les cadres métalliques, bien que parfois jugés problématiques en radiographie, restent flexibles et stérilisables. Il existe plusieurs modèles de cadres en plastique : le cadre Nygaard-Ostby, recouvrant largement la bouche ; le cadre Young, en forme de U est très utilisé en endodontie ; et le cadre pliant de G. Sauveur, facilitant la prise de radiographies. Quel que soit le modèle, les ergots de fixation doivent être en bon état pour garantir une bonne tenue de la digue.

- Systèmes annexes de maintien de la digue :

- Fil dentaire

Le fil dentaire est un dispositif essentiel en odontologie permettant d'insérer la digue de manière optimale dans les zones interproximales et de réaliser son inversion en positionnant les bords de la perforation dans le sulcus. Il joue également un rôle de sécurité en étant attaché à l'arceau du crampon afin de prévenir tout risque d'ingestion accidentelle lors de son essai en bouche.

Dans le cadre de restaurations esthétiques en céramique collées, notamment lorsque les limites de préparation sont profondes, le fil dentaire est utilisé pour ligaturer la digue ; L'utilisation d'un nœud chirurgical a été décrite comme une méthode efficace pour sécuriser cette ligature.

- Corde de stabilisation en latex

Les Wedjets® sont des cordons de stabilisation en silicone ou en latex, disponibles en trois tailles différenciées (fine - bleu, moyenne - jaune, grande - orange).

Ils sont utilisés pour maintenir la digue en place en la coinçant dans les espaces interproximaux, sous le point de contact entre deux dents, offrant ainsi une alternative aux crampons, notamment lors de l'isolation sectorielle ou antérieure.

-Feuille de téflon

Le téflon, sous forme de ruban blanc souple et déformable, est un matériau hydrophobe utilisé largement en. Son application empêche toute infiltration d'humidité, garantissant ainsi des conditions optimales pour les procédures de collage.

3.2. Matériaux [66], [70], [71]

3.2.1. Cahier de charge d'un matériau de remontée de marge

Le choix du matériau de remontée de marge reste encore controversé car aucun matériau ne remplit complètement les exigences usuelles évoquées. Le matériau est donc adapté en fonction de la situation clinique, en tenant compte de plusieurs facteurs tels que le risque carieux, la localisation proximale et\ou vestibulo-palatine de la marge à élever, de la morphologie de la restauration et de la présence ou non de contre dépouille.

En 1996, Dragoo a mentionné les caractéristiques idéales d'un matériau utilisé pour les restaurations sous-gingivales : l'adhésion, la biocompatibilité, le relargage de fluorure, la radio-opacité, la compactibilité, l'insolubilité au contact des liquides oraux, le faible retrait de polymérisation, le faible coefficient de dilatation thermique, la polymérisation duale et l'absence d'infiltration.

À ces critères on peut ajouter d'autres comme : la facilité d'utilisation, la mouillabilité, le degré de polymérisation, les valeurs d'adhésion aux tissus durs, la tolérance parodontale ainsi que les propriétés réparatrices sur les cellules pulpaires.

3.2.2. Matériaux disponibles

❖ Les résines composites

Un composite dentaire est un biomatériau d'obturation organo-minéral constitué d'une matrice résineuse dans laquelle sont dispersées des charges principalement minérales et d'un agent de couplage.

Propriétés des résines composites

-Longévité : Elle dépend principalement du risque carieux individuel et du nombre de surfaces restaurées. La principale cause d'échec est la carie secondaire. Celle-ci est étroitement liée au retrait de polymérisation, à l'infiltration et au coefficient de dilatation thermique du matériau.

-Solubilité : Les estérases contenues dans la salive sont à l'origine de l'hydrolyse des résines composites et de leurs adhésifs. Cette dégradation progressive dépend de la composition et de la localisation du matériau. Dans un second temps, l'hydrolyse engendre une biodégradation bactérienne.

-Biocompatibilité : Les études montrent que les résines composites n'ont pas d'influence sur la flore bactérienne sous gingivale et présentent une biocompatibilité acceptable.

Il existe plusieurs types de composites pour réaliser une remontée de marge :

- Les composites fluides

Ce sont des composites de basse viscosité. Ils sont faibles mécaniquement car leur taux de charge est faible (moins de 50% en volume). Ils s'adaptent bien aux parois cavitaires mais ils ont une forte contraction de polymérisation, donc ils sont utilisés en faibles épaisseur (1,5 mm maximum). En cas de remontée de marge, il est conseillé d'utiliser des composites fluides semi-rigides dont le module d'élasticité est supérieur à 7 GPa. (Dietschi, 2015)

Exemples : Clearfil Majesty™ Flow de Kuraray Noritake Dentalc.

- Les composites microhybrides/nanohybrides

Ils ont une viscosité moyenne et un taux de charges de l'ordre de 60% en volume. Leur point faible est la contraction de polymérisation qui constitue un risque de déchirure à l'interface dent-restauration et de stress sur les parois restantes. Ils sont de ce fait appliqués par incréments n'excédant pas 2mm d'épaisseur. Ils peuvent être préchauffés afin d'assurer une meilleure adaptation aux parois dentaires. Ils offrent une biocompatibilité acceptable

Exemples : Tetric de Ivoclar Vivadent

- Les composites bulk

Il s'agit de résines composites microhybrides modifiés au niveau de leurs phases organiques ou de leurs charges pour diminuer leur contraction de polymérisation et pouvoir être polymérisés sur des épaisseurs jusqu'à 4mm. Ils existent également sous forme fluide. Par ailleurs, ils présentent certaines limites à savoir : faibles mécaniquement, perte de l'étanchéité interfaciale, degré de conversion plus faible que les composites conventionnels (Alshali, 2013).

Exemples : Filtek One Bulk Fill de 3M.

- Composites injectables (chémopolymérisables ou à prise duale)

Ce sont des résines composites fluides hautement chargés (taux de charges 70% en poids), qui ont un stress de polymérisation inférieur aux composites photopolymérisables. Leur prise est duale (chimique et photonique) ou uniquement chimique ce qui permet d'éviter la polymérisation incomplète dans les zones difficilement accessibles aux irradiations lumineuses. Ils sont faciles à manipuler.

Exemples : Injectafil® Dual Cure Composite de VistaApex.

❖ Les ciments verre-ionomères (CVI)

Composés d'un verre basique (fluorure de calcium, alumine et silice), d'une solution d'acide polymère (polyakénoïque) et d'eau. Leur réaction de prise est acido-basique.

Leur adhésion est à la fois mécanique et physico-chimique. L'adhésion mécanique est favorisée par l'application de l'acide polyacrylique à 37% pendant 10 secondes, qui ouvre les tubuli dentinaires et déminéralise partiellement la surface de la dent. L'adhésion physico-chimique s'observe par la formation d'une couche d'échange ionique entre les ions calcium de l'hydroxyapatite et les groupes carboxylates du verre ionomères.

Les CVI modifiés par adjonction de résine (CVIMAR) se constituent de la résine HEMA et BisGMA, qui améliorent leurs propriétés. Leur prise est duale (acido-basique et photopolymérisables). Ils ont une meilleure résistance à la traction et à la compression.

Propriétés des CVI

-Longévité : Le taux d'échec des CVI est supérieur à celui du composite. Il est associé à des caries secondaires et des fractures et augmente avec le risque carieux individuel. De plus, ils sont faibles mécaniquement. Néanmoins la longévité des restaurations en CVI reste acceptable.

-Solubilité : La libération de fluorure par les CVI est activée en milieu acide et possède un pouvoir tampon sur le milieu buccal. Elle a pour rôle de protéger et renforcer les tissus dentaires minéralisés (pouvoir cariostatique et anti-cariogène). Cependant, ils ne résistent pas à l'hydrolyse et à l'érosion lorsqu'ils sont exposés aux fluides buccaux.

-Biocompatibilité : Les CVI-MAR ne peuvent pas être considérés comme biocompatibles dans la même mesure que les verre-ionomères classiques. Les CVI autorisent la formation d'un long épithélium de jonction entre la restauration et la gencive. Ils sont bien tolérés par les cellules pulpaire et parodontales.

On peut ajouter comme avantages : une contraction de prise plus faible que les composites et l'adhérence naturelle aux tissus dentaires calcifiés.

Et comme inconvénients : La faible mouillabilité qui empêche le contrôle clinique d'une application intime sur les parois cavitaires, et la taille des particules de verre (plusieurs dizaines de microns) qui rend la finition délicate et facilite la rétention de plaque dans les zones difficiles d'accès.

Propriétés	CVI-MAR	Composite fluides	Composite de viscosité moyenne
Aisance à la manipulation	+++	+++	++
Sensibilité à l'opérateur	+++	+++	++
Aptitude au polissage	++	++	+++
Rétraction de prise	++	-	++
Expansion thermique	+++	++	++
Résistance à l'usure	-	-	+++
Absorption des contraintes	+++	+++	++
Résistance mécanique	-	-	+++
Dégradation hydro-chimique	-	-	++
Relargage de fluor	+++	-	-
Étanchéité retardée	-	-	++
Longévité	++	++	++
Biocompatibilité	+++	++	++

+++ : Favorable ++ : moyennement favorable - : défavorable

Tableau 2 : Évaluation comparative des différents matériaux de remonté de marge

Selon le tableau, les composites de viscosité moyenne s'avèrent généralement les plus adaptés.

3.2.3. Le choix du système adhésif

Le choix du composite pour la remontée de marge est précédé par le choix d'un système adhésif adéquat.

Les systèmes mordançage rinçage (M&R) présentent les meilleures valeurs d'adhérence et une bonne résistance à la dégradation mais ils sont sensibles à la manipulation. Les versions en 3 étapes (MR3) sont recommandées. Ces adhésifs sont à privilégier en présence d'email marginal.

Lorsque le collage est effectué sur la dentine et/ou le ciment, plusieurs auteurs recommandent l'utilisation d'un adhésif auto-mordançant car l'étape de séchage de la dentine est évitée.

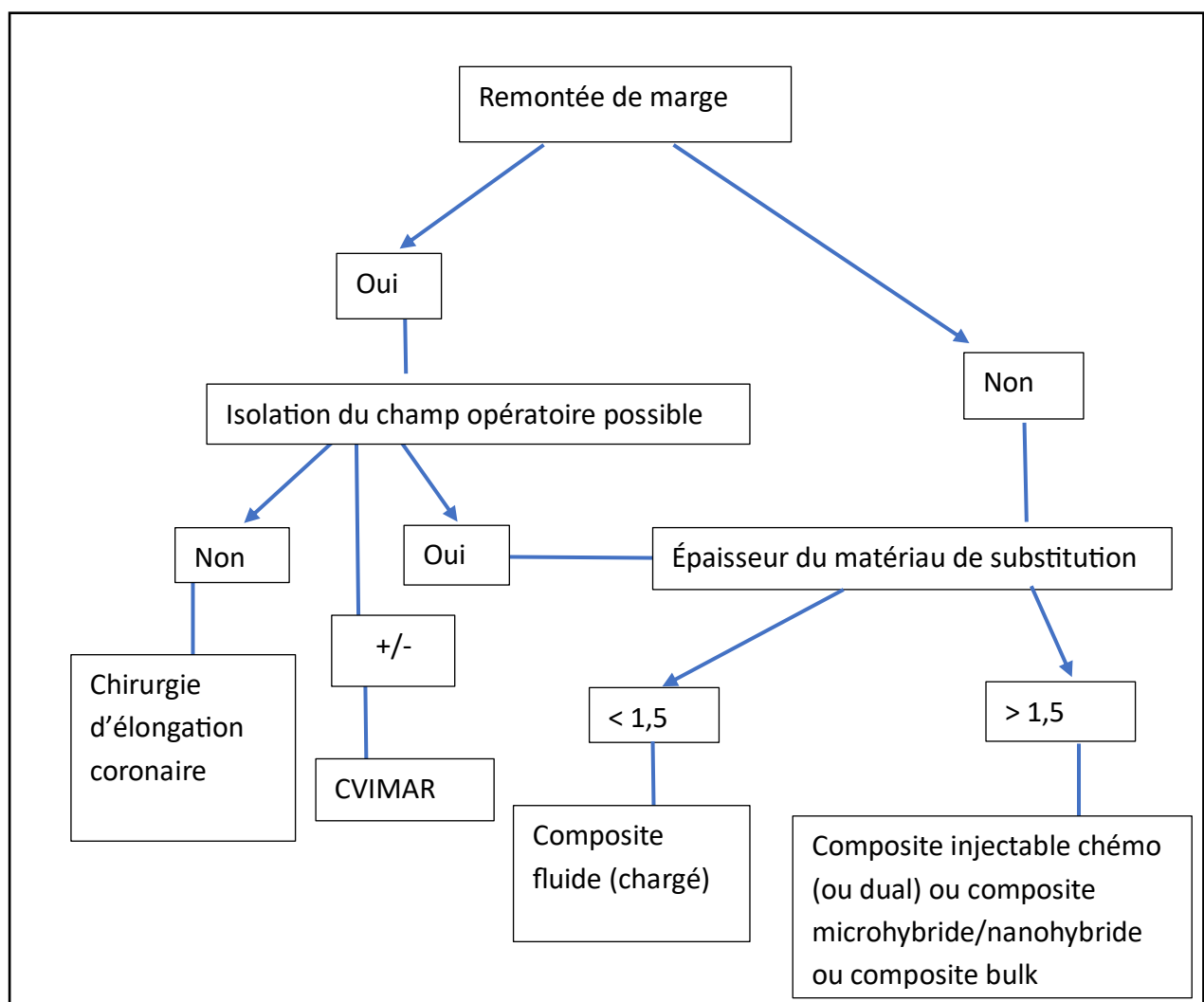


Figure 43: Arbre décisionnel thérapeutique et choix du matériau de remontée de marge.

4. Protocole opératoire [66], [72]

Selon Padbury et al (2003), il existe 03 critères généraux qui doivent être réunis pour réaliser une remontée de marge, d'abord l'isolation par un champ opératoire étanche, puis la pose d'une matrice pour guider le matériau de la remontée de marge, et enfin la mise en place du matériau choisi.

4.1. La mise en place du champ opératoire [73], [74]

L'isolation du champ opératoire est une étape cruciale pour la réussite des restaurations dentaires. La digue en caoutchouc est placée sur les dents, fixée par des pinces et un anneau de serrage. L'ajustement de la digue doit être précis pour garantir une isolation optimale, et le maintien d'une bonne visibilité du champ opératoire.



Figure 45 : Choix de la feuille de digue et des crampons



Figure 46 : Mise en place de la feuille de digue et de deux crampons principaux sur les prémolaires



Figure 47 : Inversion de la feuille de digue dans le sulcus des dents isolées



Figure 48 : mise en place de deux crampons accessoires sur les deux incisives préparées



Figure 49: Digue en place sur le secteur postérieur

4.2. Matriçage [67], [75]

- Il existe plusieurs types de matrices pour réaliser la remontée de marge :
 - *La matrice tofflemire*

La matrice Tofflemire est une bande anatomiquement préformée en acier inoxydable. Elle est réduite en hauteur à 2-3 mm, pour obtenir une matrice modifiée pour l'élévation de la marge profonde, permettant ainsi à la matrice de glisser en sous-gingivale et de mieux sceller la marge, de même avoir une bonne isolation.

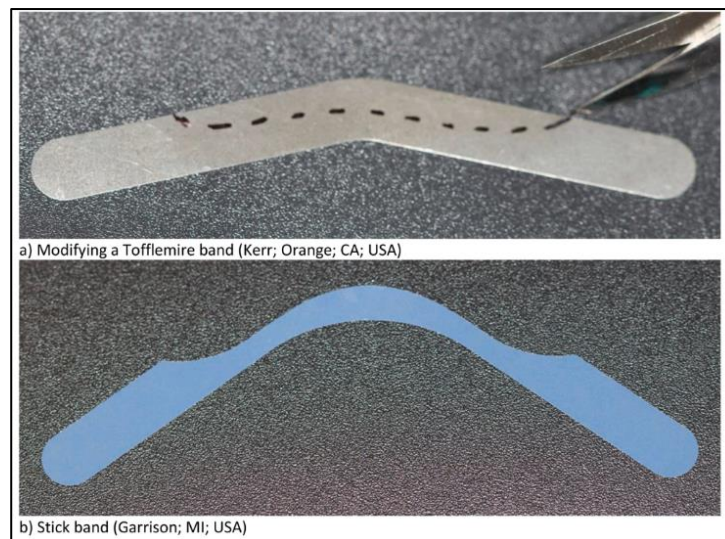


Figure 50: bande matrice tofflemire modifiée



Figure 51: Porte matrice tofflemire

- *Matrix in matrix*

Pascal Magne propose un protocole pour reproduire le profil d'émergence de la dent, qui présente une forme concave à la jonction entre la racine et la couronne, suivie d'une forme convexe au niveau de la couronne, créant ainsi un point de contact avec la dent adjacente.

Ce protocole, appelé *matrix-in-a-matrix*, bien qu'exigeant et difficile à mettre en œuvre, respecte rigoureusement l'anatomie dentaire. Ce type de matriçage est aussi recommandé pour les cavités sous-gingivales très profondes et localisées. Cette technique consiste à glisser un fragment sectionné de matrice métallique entre la marge et la matrice préexistante.



Figure 52: *Matrix in a matrix*

- **L'auto-matrice**

L'auto-matrice permet de reproduire correctement le profil d'émergence de la dent, associée à un coin interdentaire qui permet une application parfaite et une étanchéité au niveau cervical



Figure 53: *Une remontée de marge en utilisant l'auto-matrice*

- Après la mise en place de la matrice, il est essentiel de vérifier soigneusement que la marge gingivale est bien scellée par la matrice, aucun tissu gingival ni feuille de digue dentaire ne doit se retrouver entre la marge et la matrice. Si nécessaire, un ruban de téflon (torsadé en forme de fil dentaire) peut être inséré dans le sillon gingival afin de générer une compression et limiter la production de fluide gingival.

4.3 Mise en place du matériau [66], [67], [75]

Les matériaux sont foulés dans la cavité formée par la matrice pour améliorer l'adaptation aux parois dentaires. Certains auteurs recommandent de préchauffer le matériau à 60°C pour faciliter son application et améliorer l'adaptation marginale.

Frese et al. proposent une technique "chasse-neige" combinant les deux viscosités. Une fine couche de composite fluide est déposée sur la limite cervicale, suivie d'un incrément de composite de haute viscosité, le tout étant ensuite photopolymérisé. (Frese et al,2014 ; Kouasi et al,2015 ; Sarfari et Tirlet, 2018)

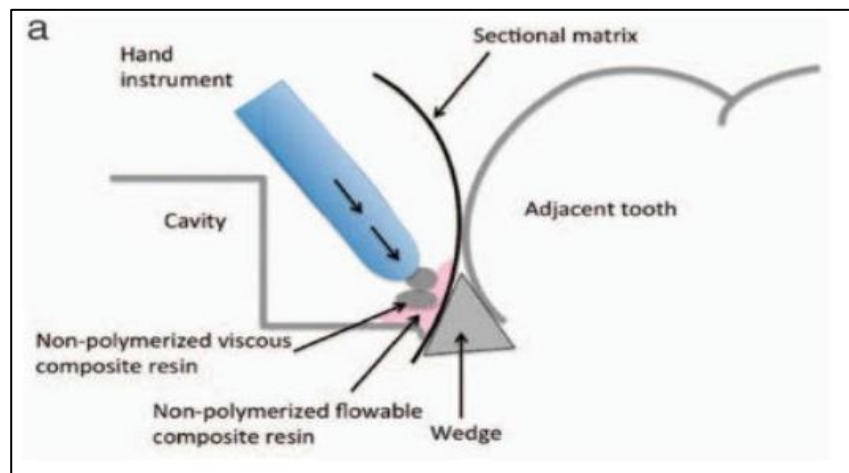


Figure 54: Présentation de la technique "chasse-neige" pour la mise en place du matériau de restauration lors d'une procédure de relocalisation de marge (Source : Frese et al., 2014)

4.4 Finition [74]

Une fois la dernière couche de composite photopolymérisée, l'opérateur procède au retrait du coin de bois et de la matrice. Un contrôle visuel et tactile à l'aide d'une sonde 17 permet de vérifier l'absence de sur-contours et d'excès de matériau. Une finition en forme de croissant de lune concave vers le haut est réalisée afin d'améliorer la répartition des forces occlusales. La surface est ensuite polie avec précision, ce qui est crucial pour la santé parodontale et la longévité de la restauration. Enfin, une radiographie rétro coronaire de contrôle avec angulateur de Rinn est effectuée pour s'assurer de l'adaptation cervicale et de l'absence de sur-contours.

4.5 Maintenance [74]

Après le traitement, il est important de surveiller la santé du parodonte en vérifiant le saignement au sondage et le niveau osseux marginal. Selon Newcomb (1974), plus la marge coronaire est proche de l'attache épithéliale, plus le risque d'inflammation gingivale est élevé. Une planification soignée et une adaptation précise de la DME sont donc nécessaires pour éviter ces complications et assurer la stabilité de la restauration.

5. Alternative chirurgicale à la remontée de marge : L'élongation coronaire [72], [76], [77]

5.1. Définition

Il s'agit d'un aménagement des tissus dento-parodontaux en direction apical afin d'augmenter la hauteur de la couronne clinique. Il s'intéresse au tissu gingival par gingivectomie et/ou lambeau déplacé apicalement, et au tissu osseux par ostéotomie et ostéoplastie et enfin, à la dent par une restauration directe ou indirecte (Ohayon, 2003).

Elle va permettre un repositionnement apical de l'attache, dans l'objectif de préserver et de recréer l'espace biologique. Elle consiste soit à éliminer le tissu gingival en excès « gingivectomie », soit à déplacer le tissu gingival apicalement « lambeau positionné apicalement » et souvent à réaliser une résection osseuse « ostéotomie/ostéoplastie ».

5.2. Contre-indications et limites

- Un rapport couronne/racine inférieur à 1.
- Altération du pronostic des dents adjacentes par la résection osseuse.
- Un tronc radicaire court, risque d'exposition de la furcation.
- Une chirurgie sur une dent antérieure implique sa réalisation sur les dents de l'ensemble du secteur afin d'avoir une symétrie et une harmonie de la ligne du sourire.
- Les parodontopathies, la chirurgie doit se faire sur un parodonte cliniquement sain et stabilisé.

5.3. Choix de l'approche thérapeutique

Ce choix se fait en fonction de la situation clinique, lorsque l'espace biologique est respecté, le traitement consiste à relocaliser la limite en position plus haute c'est le cas de remontée de marge. En revanche l'élongation coronaire est la technique de choix lorsque l'espace biologique ne pourra pas être respecté, dans ce cas-là le traitement vise à modifier le système d'attache de la dent.

Veneziani a proposé en 2010 une classification qui oriente l'attitude thérapeutique à adopter face à des cavités sous gingivales. Cette classification est basée sur deux paramètres :

- Un paramètre opératoire qui s'intéresse à la possibilité d'une isolation correcte avec la digue.
- Un paramètre biologique qui dépend de l'espace biologique et s'intéresse à la distance entre la marge cervicale et l'attache épithéliale ou entre la marge cervicale et la crête alvéolaire.

À partir de ces deux paramètres trois situations cliniques et leurs stratégies thérapeutiques sont déduites et récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Grade	Thérapeutique
Grade 1 : la digue, correctement posée dans le sulcus, est suffisante pour dégager la marge cervicale.	<ul style="list-style-type: none"> -Remontée de marge avec un composite fluide suivie de la mise en place d'un composite de substitution. -Préparation de la dent -Prise d'empreinte -Collage de la restauration indirecte après 7 jours
Grade 2 : la digue ne permet pas une isolation correcte du champ mais l'espace biologique est respecté.	<ul style="list-style-type: none"> -Exposition chirurgicale de la marge et remontée de marge avec du composite fluide suivie de la mise en place du composite de substitution. -Préparation de la dent -Prise d'empreinte -Collage de la restauration indirecte 7 jours après l'ablation des fils de suture.
Grade 3 : La marge est sous gingivale avec violation de l'espace biologique	<ul style="list-style-type: none"> -Élongation coronaire -Remontée de marge avec un composite fluide. -Préparation de la dent -La prise d'empreinte peut être immédiate, précoce ou retardée selon la situation clinique. -Collage de la restauration après 7 à 10 jours.

Tableau 3 : Classification de Veneziani, 2010

Il est à noter que les cas traités par élongation coronaire ont montré une modification de la marge de la gencive libre six mois après l'intervention. L'élongation coronaire peut assurer la conservation de la dent restaurée à long terme. Cependant, la technique de remonté de marge a une meilleure durée de vie.[73]

6. Autres alternatives à la remontée de marge [78]

6.1. La traction orthodontique

Proposée pour la 1^{ère} fois en 1973 par Heithersay, elle consiste en l'application d'une force continue en direction coronaire et selon le grand axe de la dent.

Cliniquement, elle va permettre de déplacer la marge de restauration coronairement, au niveau supra ou juxta gingival afin de réaliser une restauration pérenne sans empiéter sur l'attache supra crestale.

6.2. Transplantation intra-alvéolaire

Également appelée extrusion chirurgicale, éruption de forceps ou replantation intentionnelle (Das et Muthu, 2013). Initialement décrite par Tegsjo *et al* en 1978, elle est définie comme la procédure par laquelle une dent délabrée est repositionnée chirurgicalement, au sein de son alvéole, dans une position plus coronaire. Dans le but de rendre accessibles les limites cervicales de restauration tout en rétablissant l'attache supra crestale après cicatrisation.

Cas pédagogique

Cas pédagogique réalisé au sein du service de Prothèse dentaire chu MUSTAPHA

- Première séance : préparation de la dent et prise d'empreinte



Figure 55 : première molaire supérieure atteinte d'une carie profonde



Figure 56: la dent préparée présente une limite intra-sulculaire en mésial après curetage complet



Figure 57 : mise en place du champ opératoire et du système de matricage (matrice tofflemire + une matrice sectorielle adaptée + un morceau de téflon interposé entre les deux matrices + un coin inter dentaire)



Figure 58 : vue occlusale de la dent prés isolation et matricage



Figure 59 : mordantage avec un acide orthophosphorique



Figure 60 : application de l'adhésif avec un micro applicateur adapté

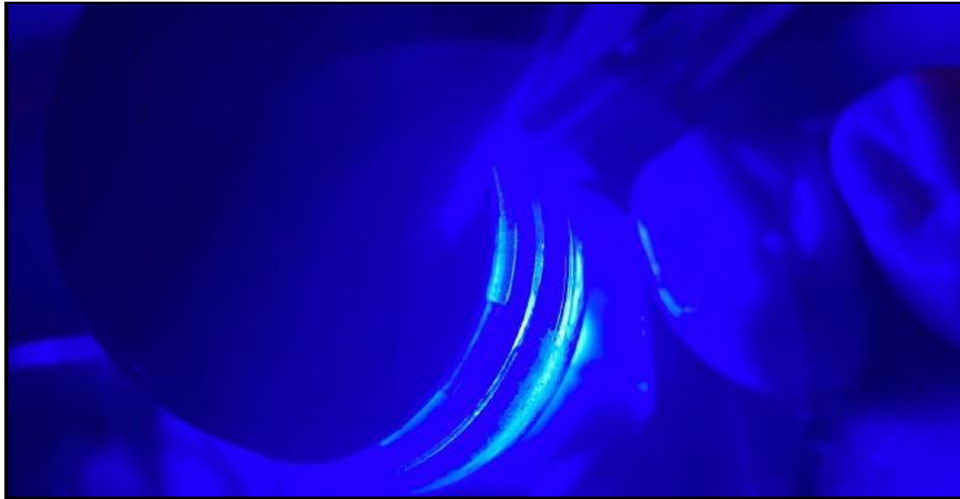


Figure 61 : photopolymérisation de l'adhésif



Figure 62 : mise en place du matériau de la remontée de marge (dans ce cas : la résine composite)



Figure 63 : élimination d'éventuelles bulles d'air avec une sonde et adaptation du matériau



Figure 64 : photopolymérisation

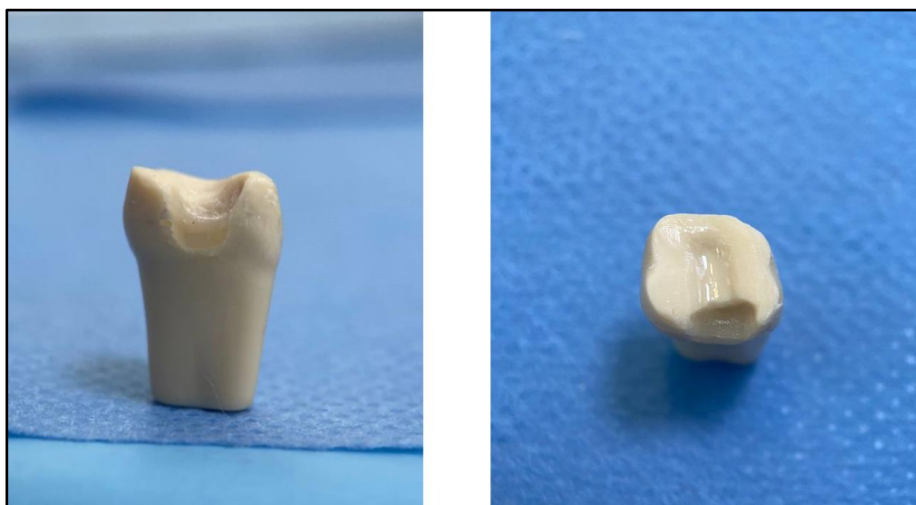


Figure 65 : vue occlusale et proximale de la dent après la remontée de marge et la préparation



Figure 66 : préparation du matériel nécessaire pour la prise d'empreinte



Figure 67 : garnissage de la dent préparée avec du silicone de basse viscosité

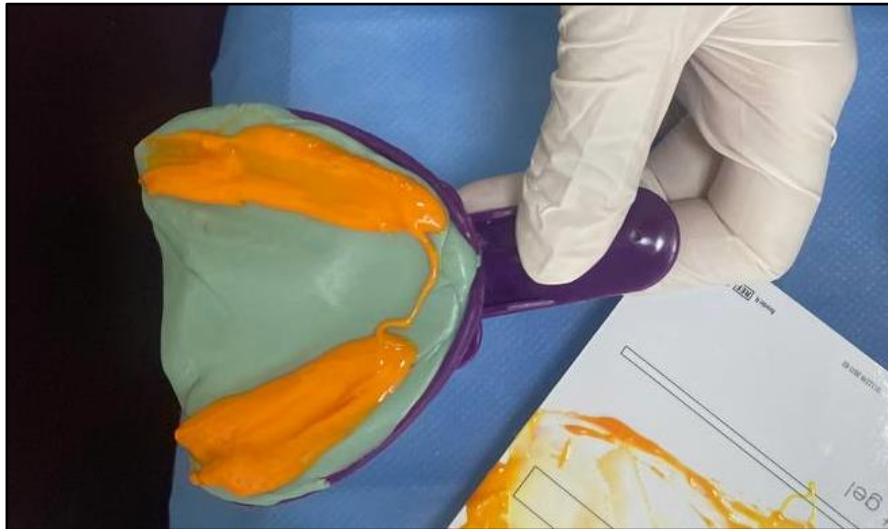


Figure 68 : garnissage du porte empreinte de série avec un silicone de haute viscosité et de basse viscosité (technique de double mélange)

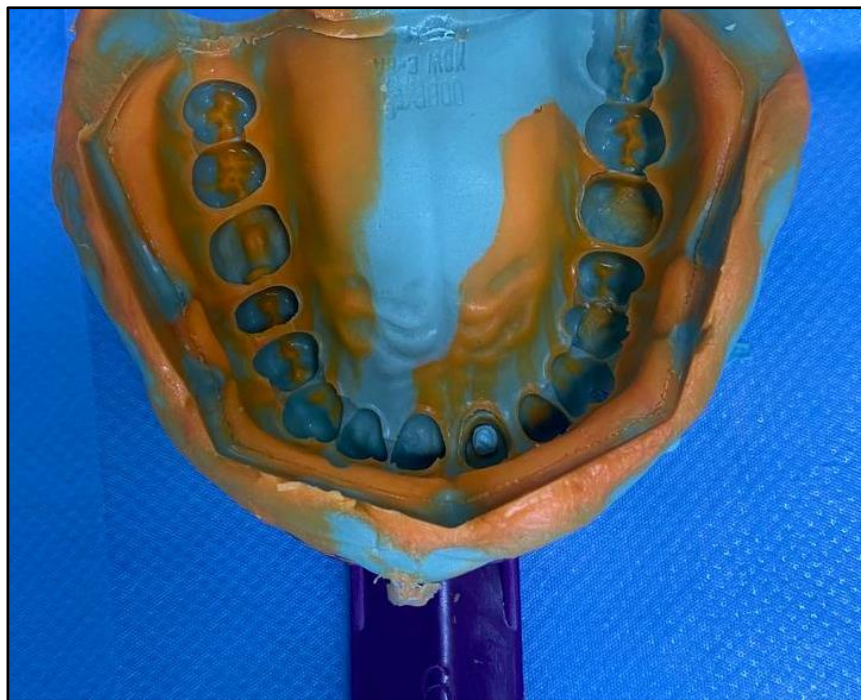


Figure 69 : retrait du porte empreinte après prise complète du matériau

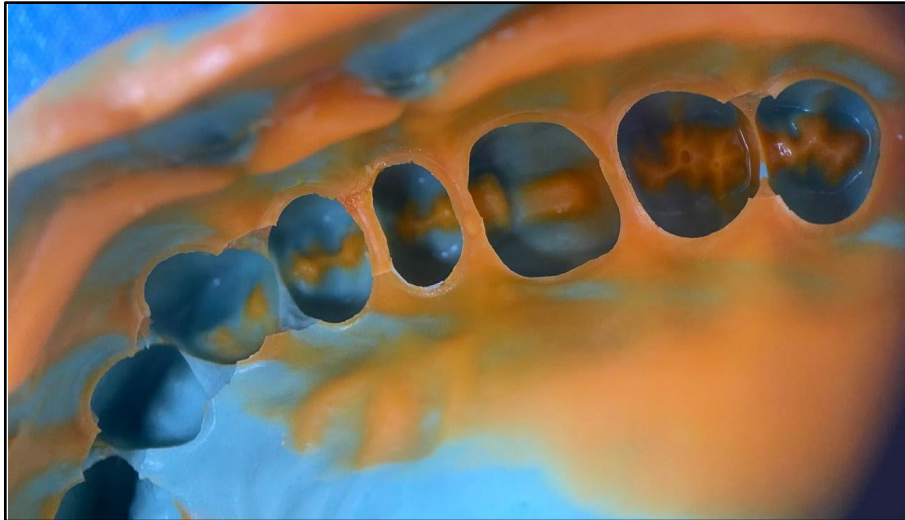


Figure 70 : traitement de l'empreinte et vérification de la bonne reproduction des limites de la dent préparée

- Deuxième séance : livraison de la pièce prothétique



Figure 71 : mordantage de la dent a l'acide orthophosphorique

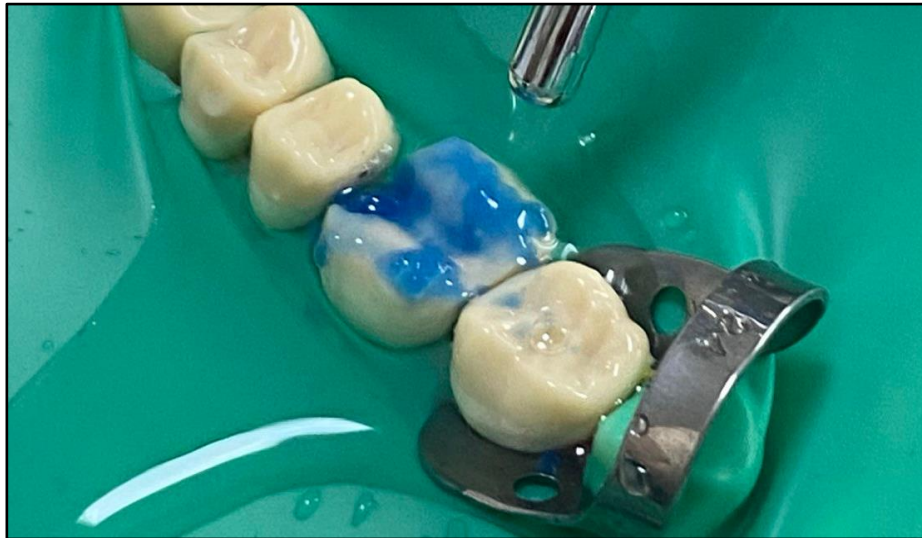


Figure 72 : rincage abondant puis sechage avec un jet d'air



Figure 73 : application de l'adhésif au niveau de la dent



Figure 74 : photopolymérisation



Figure 75 : application du silane sur le dos de la pièce prothétique, le mordantage à l'acide fluorhydrique a été réalisé au laboratoire

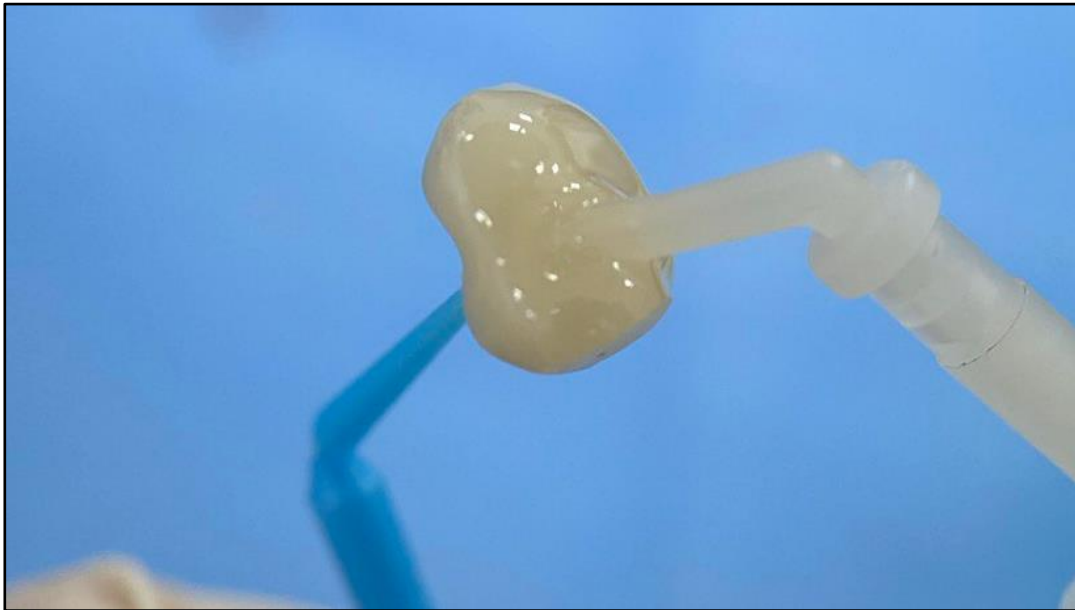


Figure 76 : garnissage de la pièce prothétique avec de la colle



Figure 77 : ajustage de la pièce prothétique sous pression et élimination des excès



Figure 78 : vue occlusale de la restauration après polymérisation



Figure 79 : vue latérale(vestibulaire) de la dent

Conclusion

La dentisterie moderne a profondément évolué vers une approche conservatrice, centrée sur la préservation maximale des tissus dentaires. Cette transformation a été rendue possible grâce aux progrès considérables réalisés dans le domaine de l'adhésion, qui ont permis de remplacer les techniques invasives, reposant sur la macro-rétention, par des procédures plus respectueuses des tissus. Le développement de nouveaux matériaux et protocoles de collage a ainsi ouvert la voie à des traitements plus durables, moins mutilants et mieux adaptés aux exigences esthétiques et fonctionnelles des patients.

Dans ce contexte, les restaurations partielles collées (RPC) et la technique de remontée de marge (ou Deep Margin Elevation) s'imposent comme des solutions de choix. Elles permettent non seulement de respecter les principes de la dentisterie minimalement invasive, mais aussi de surmonter certaines limites cliniques, notamment la gestion des restaurations avec des limites cervicales infra-gingivales, souvent sources d'infiltrations, de décollements et d'échecs à long terme.

La technique de DME, en repositionnant coronairement la marge cervicale, facilite l'isolation, améliore les conditions de collage et assure une meilleure étanchéité marginale. Associée à une connaissance approfondie des matériaux et des protocoles d'adhésion, elle permet d'optimiser la durabilité des restaurations et d'en améliorer la reproductibilité clinique.

En conclusion, les restaurations partielles collées et la remontée de marge offrent une solution efficace et conservatrice pour restaurer les dents délabrées. Elles permettent de préserver la structure dentaire tout en assurant une bonne fonction et une esthétique satisfaisante. Toutefois, leur succès dépend d'une bonne maîtrise des protocoles de collage, du choix des matériaux et d'une évaluation précise de chaque cas. Ces techniques représentent aujourd'hui une avancée importante pour améliorer la durabilité des traitements et répondre aux besoins des patients.

Bibliographie

- [1] Herbert F. Wolf et Edith M. & Klaus H. Rateitschak, *parodontologie - Masson*.
- [2] Bercy Pierre et Tenenbaum Henri, « PARODONTOLOGIE DU DIAGNOSTIC A LA PRATIQUE ».
- [3] F. A. Carranza, M. G. Newman, H. H. Takei, et P. R. Klokkevold, *Carranza's clinical periodontology*. Saunders Elsevier, 2006.
- [4] Vol. 335 J. FEHRENBACH Margaret & POPOWICS Tracy 4th ed., *Illustrated Dental Embryology, Histology, And Anatomy*, 4th éd., vol. 335.
- [5] Fernando. Suárez López del Amo, *Periodontics: the complete summary*. Quintessence Publishing Co, Inc, 2021.
- [6] P. C. Jean Jacques LASFARGUES, *Odontologie restauratrice et conservatrice Tome 1 : une approche médicale globale*, CDP., vol. 475. France, 2010.
- [7] Olivier ETIENNE et Laure ANCKENMANN, *Restaurations esthétiques en céramique collée.*, Édition CdP., vol. 353. 2016.
- [8] BAUTRANT.R, « Le traitement de la couche pré-hybride en dentisterie adhésive », 2020.
- [9] Olivier Etienne, *Les facettes en céramique*, CdP., vol. 127. 2010.
- [10] S. Morimoto, R. Albanesi, N. Sesma, C. Agra, et M. Braga, « Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminate Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates », *Int J Prosthodont*, vol. 29, n° 1, p. 38-49, janv. 2016.
- [11] Y. H. Aljazairy, « Survival Rates for Porcelain Laminate Veneers: A Systematic Review », 1 mai 2021, *Georg Thieme Verlag*.
- [12] NHS Business Services Authority, « Inlays and Onlays », 2019.
- [13] C. Toledano, « L'overlay : Le successeur de la couronne périphérique », *L'information dentaire*.
- [14] N. Govare et M. Contrepois, « Endocrowns: A systematic review », *J Prosthet Dent*, vol. 9, 2019.
- [15] M. Bolla *et al.*, *Restaurer la dent dépulpée*, vol. 136. *L'information dentaire*, 2014.
- [16] F. Mangani, N. Barabanti, et A. Cerutti, « The success of indirect restorations in posterior teeth: A systematic review of the literature ».
- [17] DEJOU.J, « Les céramiques », 2010, *Société Francophone de Biomatériaux Dentaires*.
- [18] Atlan A *et al.*, *Dossier Céramique*. *L'information dentaire* n°29, 2015.
- [19] A. Warreth et Y. Elkareimi, « All-ceramic restorations: A review of the literature », 1 décembre 2020, *Elsevier B.V.*
- [20] N°3751 Anestetta A, « Le collage des facettes céramiques », Lorraine (FRA), 2011.

- [21] E. Farhadi, H. Kermanshah, S. Rafizadeh, R. Saeedi, et L. Ranjbar Omrani, « In Vitro Effect of Acidic Solutions and Sodium Fluoride on Surface Roughness of Two Types of CAD-CAM Dental Ceramics », *Int J Dent*, vol. 2021, 2021.
- [22] R. W. K. Li, T. W. Chow, et J. P. Matinlinna, « Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art », *J Prosthodont Res*, vol. 58, n° 4, p. 208-216, 2014.
- [23] F. Zarone, M. I. Di Mauro, P. Ausiello, G. Ruggiero, et R. Sorrentino, « Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review », *BMC Oral Health*, vol. 19, n° 1, juill. 2019.
- [24] C. Ritzberger, E. Apel, W. Höland, A. Peschke, et V. M. Rheinberger, « Properties and clinical application of three types of dental glass-ceramics and ceramics for CAD-CAM technologies », *Materials*, vol. 3, n° 6, p. 3700-3713, 2010.
- [25] CORNE P, « Restaurations partielles collées en secteur cuspidé : Concepts et préceptes. », Lorraine (FRA), 2012.
- [26] Walter B, *Prothèse fixée Approche clinique*, Édition CdP., vol. 328.
- [27] N°M057. EL GRABLI E, « Matériaux en restaurations partielles collées : critères de choix », Faculté de santé, Paris (FRA), 2021.
- [28] « Critères décisionnels concernant les biomatériaux lors d'une restauration partielle collée. Applications cliniques », Faculté de chirurgie dentaire, Nice (FRA), 2020.
- [29] M. Petrini, M. Ferrante, et B. Su, « Fabrication and characterization of biomimetic ceramic/polymer composite materials for dental restoration », *Dent Mater*, vol. 29, n° 4, p. 375-381, avr. 2013.
- [30] A. K. Mainjot, N. M. Dupont, J. C. Oudkerk, T. Y. Dewael, et M. J. Sadoun, « From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites », *J Dent Res*, vol. 95, n° 5, p. 487-495, mai 2016.
- [31] O. Abdullah Alsadon, « Adhesion concepts and techniques for laboratory-processed indirect dental restorations », 1 décembre 2022, *Elsevier B.V.*
- [32] M. V. Cardoso *et al.*, « Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry », *Aust Dent J*, vol. 56, n° SUPPL. 1, p. 31-44, juin 2011,
- [33] J. Perdigão, « Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet », 1 novembre 2020, *Elsevier Ltd.*
- [34] « Restaurations esthétiques en céramique collée ».
- [35] H. Yu, M. Özcan, K. Yoshida, H. Cheng, et T. Sawase, « Bonding to industrial indirect composite blocks: A systematic review and meta-analysis », 1 janvier 2020, *Elsevier Inc.*
- [36] « Surface conditioning of a composite used for inlay/onlay restorations: effect on muTBS to resin cement - PubMed ». Consulté le : 30 avril 2025.
- [37] Mayou R, Karami M, et Jabari M, « Systèmes adhésifs : évolution et efficacité », *Restaurations adhésifs modernes : efficacité au quotidien*, vol. 9, févr. 2018.
- [38] A. Y. Alsaeed, « Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview », 1 mai 2022, *Elsevier B.V.*

- [39] C. Abad-Coronel, B. Naranjo, et P. Valdiviezo, « Adhesive systems used in indirect restorations cementation: Review of the literature », 1 juillet 2019, *MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute*.
- [40] M. Cadenaro *et al.*, « Progress in Dental Adhesive Materials », *J Dent Res*, vol. 102, n° 3, p. 254-262, mars 2023.
- [41] Vennat E, « Étude numérique et expérimentale de l'infiltration de la dentine déminéralisée en surface par des résines composites », Paris (FRA), 2009.
- [42] Cazier Stéphane et Dahan Lucile, « Approche clinique des bridges collés », *L'information dentaire*, p. 27-32, juin 2010.
- [43] Chéron Romain et Degrange Michel, « Colles et ciments s'y retrouver et choisir », *L'information dentaire*, p. 127-136, janv. 2007.
- [44] E. Decrucq, T. Devisse, et O. Benhammadi, « Les matériaux de collage et de scellement. », *Orthod Fr*, vol. 80, n° 1, p. 87-96, mars 2009.
- [45] D. Gerdolle, S. Browet, et M. Gresnigt, « TEXT DEUTSCH SIEHE SEITE 505 PRATIQUE QUOTIDIENNE ET FORMATION CONTINUE Pérennité des restaurations indirectes collées : « the no-finishing concept » ».
- [46] P. J. M M Plasmans, N. H. J Creugers, R. J. Hermsen, M. M. A Vrijhoef, et P. J. J M Plasmans, « f a Intraoral humidity during operative procedures », 1994.
- [47] Lehmann N, « Collage des restaurations adhésives. Quels traitements de surface des pièces prothétiques ? », *L'information dentaire*, n° n°23, juin 2021.
- [48] Decup F et Bouter D, « Protocole clinique d'assemblage d'une restauration composite indirecte », *Clinic (Paris)*, 1998.
- [49] Magne P et Beleser U, *Biomimetic restorative dentistry*, 2nd edition. Quintessence publishing, 2021.
- [50] Koubi S, Faucher A, et Bouillet JL et AL, « les inlays et les onlays en resine composite /Evolution drs concepts », *5stratég*, 2004.
- [51] Raux F et Dahan L, « les inlays-onlays esthétiques : procédures d'assemblage », *L'information dentaire*, janv. 2012.
- [52] Apicella A, Simeone M, Aversa R, et Lanza A, « Light shielding effect of overlaying resin composite on the photopolymerization cure kinetics of a resin composite and a dentin adhesive », *DentMater*, oct. 2005.
- [53] Davidson CL, DE GEE A J, Feilzer A « The competition between the composite- dentin bond strength and the polymerization contraction stress» 1984, *J.Dent Journal*.
- [54] Lafond D, « Lampes à photopolymériser : choix raisonné à l'heure des LED », *Clinic*, 2009.
- [55] Stansbury JM, « Curing dental resins and composites by photopolymerization », *J Esthet Dent*, 2000.
- [56] Usumez A, Ozturk, Usumez S, et Ozturk B, « The efficiency of different light sources to polymerize resincement beneath porcelain laminate veneers », *J. of Or. Reh*, 2004.

- [57] Etienne O, Descamp F, et Toledano C, « Apport des reconstitutions collées en dentisterie esthétique. », *InfDent*, 2009.
- [58] Davidson CL, DE GEE A J, et Feilzer A, « The competition between the composite- dentin bond strength and the polymerization contraction stress », *J.Dent*, 1984.
- [59] Koubi S et Aboudharam G, « Inlays/onlays en résine composite : évolution des concepts », 2006.
- [60] Frulli M, « Assemblage des restaurations partielles indirectes collées », Merseilles, 2020.
- [61] Dr Jamii H et dr Lyamani A, « Le scellement dentinaire immédiat », vol. 18, 2020.
- [62] Kouassi G, Atlan A, et BoukpesSI T, « Matériaux de restauration utilisés pour la remontée de marge », *Clinic le mensuel de l'omnipraticien en médecine dentaire*, p. 423-429, sept. 2015.
- [63] Magne et Spreafico « Deep margin elevation: a paradigm shift », janvier 2012, *The American Journal of Esthetic Dentistry*.
- [64] O. A. Alkhatib, S. Bissasu, et A. Daud, « Dental floss ties for rubber dam isolation: A proposed classification and a new technique », *Journal of Prosthodontics*, vol. 32, n° 1, p. 83-89, janv. 2023.
- [65] C. A. Jurado, N. G. Fischer, M. E. Sayed, J. Villalobos-Tinoco, et A. Tsujimoto, « Rubber Dam Isolation for Bonding Ceramic Veneers: A Five-Year Post-Insertion Clinical Report », *Cureus*, déc. 2021.
- [66] Capon C, « La remontée de marge : Choix des matériaux [thèse] », Lille (FRA), 2019.
- [67] De Belnert H et Pignoly C, « Le substitut dentinaire un impératif contemporain », n° Restaurations adhésives modernes : efficacité au quotidien, p. 60-76, févr. 2018.
- [68] Gerdolle, « Les secrets de l'isolation Partie 2 », 2016.
- [69] David Gerdolle, Stéphane Browet, Macro Gresnigt « Pérennité des restaurations indirectes collées : « the no-finishing concept » » juillet 2022, *Swiss Dental Journal*.
- [70] Taylor A, Buruns L « Deep margin elevation in restorative dentistry: A scoping review », 2024. In *Journal of Dentistry* (Vol. 146). Elsevier Ltd.
- [71] N°012. Sarasagopalan S, « Allongement de couronne clinique et remontée de marge cervicale : deux techniques de restaurations des limites infra-gingivales », faculté de chirurgie dentaire, Paris (FRA), 2019.
- [72] M. Veneziani, « Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: New classification and differentiated treatment approach », *European journal of esthetic dentistry: official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 2010.
- [73] M. H. Mugri *et al.*, « Treatment prognosis of restored teeth with crown lengthening vs. Deep margin elevation: A systematic review », 1 novembre 2021, *MDPI*.
- [74] Morillon N, « La gestion des limites dentaires sous gingivales », Université de Lorraine Académie de Nancy Metz, Lorraine (FRA), 2020

Résumé : La préservation de la dent naturelle est un objectif fondamental en dentisterie moderne. Face aux pertes tissulaires dentaires, l'approche thérapeutique actuelle repose sur les traitements conservateurs visant à préserver au maximum la structure dentaire. Parmi ces traitements, les restaurations partielles collées (RPC), réalisées selon les principes de la dentisterie adhésive.

Cependant, la mise en œuvre de ces restaurations présente des limites, notamment lorsque les marges cervicales se situent en zone infra-gingivale. Ces situations posent un défi majeur pour l'obtention d'un champ opératoire sec et pour le respect des protocoles de collage, compromettant ainsi l'étanchéité marginale et, par conséquent, la longévité des restaurations. Pour répondre à cette problématique, la technique de remontée de marge (Deep Margin Elevation, DME) a été développée, elle consiste à repositionner la marge gingivale profondément située vers une position plus coronaire. Aussi connue sous le nom de Proximal Box Elevation, elle facilite l'accès, l'isolation et le collage.

Ce mémoire développe les principes théoriques et cliniques de cette technique, en évaluant ses indications, son protocole de mise en œuvre, ainsi que ses limites. A la fin de ce travail, un cas pédagogique a été réalisé suivant le protocole décrit.

Mots clés : Restaurations partielles collées, collage, remontée de marge, limite infragingivale, dentisterie adhésive

Spécialité : Prothèse dentaire

Abstract : The preservation of the natural tooth is a fundamental goal in modern dentistry. In the face of dental tissue loss, current therapeutic approaches focus on conservative treatments aimed at preserving as much of the tooth structure as possible. Among these treatments are bonded partial restorations (BPR), performed according to the principles of adhesive dentistry. However, implementing these restorations presents certain limitations, particularly when cervical margins are located in the subgingival area. These situations pose a major challenge for achieving a dry operating field and for adhering to bonding protocols, thereby compromising marginal seal and, consequently, the longevity of the restorations. To address this issue, the Deep Margin Elevation (DME) technique was developed. This method involves relocating the deeply situated gingival margin to a more coronal position. Also known as Proximal Box Elevation, it facilitates access, isolation, and bonding. This thesis explores the theoretical and clinical principles of this technique, evaluating its indications, its implementation protocol, as well as its limitations. At the end of this work, a clinical case was carried out following the described protocol.

Keywords : Bonded partial restorations, bonding, deep margin elevation, subgingival margin, adhesive dentistry

Speciality : Dental prosthesis

ملخص: تُعدّ المحافظة على السن الطبيعي هدفاً أساسياً في طب الأسنان الحديث. وفي مواجهة فقدان النسيج السنية، تعتمد المقاربات العلاجية الحالية على العلاجات التحفظية التي تهدف إلى الحفاظ قدر الإمكان على بنية السن. ومن بين هذه العلاجات، الترميمات الجزئية اللاصقة التي تُنفذ وفقاً لمبادئ طب الأسنان اللاصق. ومع ذلك، فإن تطبيق هذه الترميمات يواجه بعض القيود، خاصةً عندما تكون الحواف العنقية في منطقة تحت اللثة. إذ تشكل هذه الحالات تحدياً كبيراً في الحصول على حقل عمل جاف، وفي احترام بروتوكولات الالتصاق، مما قد يُضعف الإغلاق الحفافي ويؤثر سلباً على ولمواجهة هذه الإشكالية، تم تطوير تقنية رفع الحافة، والتي تهدف إلى إعادة تموضع الحافة اللثوية. ديمومة الترميمات العميقة إلى موضع أكثر قرباً من تاج السن. وتُعرف هذه التقنية أيضاً باسم "رفع الصندوق القريب"، حيث تُسهّل الوصول والعزل واللتصق.

يتناول هذا البحث الأسس النظرية والسرييرية لهذه التقنية، مع تقييم دواعي استخدامها وموانعها، وبروتوكول تطبيقها، بالإضافة إلى حدودها. وفي ختام هذا العمل، تم تنفيذ حالة تعليمية وفقاً للبروتوكول الموضّح.

الكلمات المفتاحية: الترميمات الجزئية اللاصقة، الالتصاق، رفع الحافة، الحافة تحت اللثوية، طب الأسنان اللاصق

التخصص: تعويض الاسنان