

الشعبية الديمقراطية الجزائرية الجمهورية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri
Faculté de Médecine
Tizi Ouzou

Département de médecine dentaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة مولود معمري
كلية الطب
تيزي وزو

قسم طب الأسنان

ⵜⴰⵎⴰⵎⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵎⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵎⵔⴰⵏⵜ

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

N° D'ORDRE :

Présenté(e) et soutenu(e) publiquement

Le : 08 Juillet 2025

En vue de l'obtention du diplôme de Docteur en médecine dentaire

Thème

**Biologically Oriented Preparation Technique
(BOPT)**

Réalisée par :

BOUMGHAR Lydia

DAHMANI Yasmina

DJAZAIRI Taous

MEZIANI Amel

DEGHOU Lyna

Encadré par :

Dr BAOUALIM

Composition du jury :

Dr HANOUCHE.L	Maître-assistante en prothèse dentaire	UMMTO	Présidente du jury
Dr MEKKID.A	Maître-assistante en prothèse dentaire	UMMTO	Examinatrice
Dr BAOUALIM	Maître-assistant en prothèse dentaire	UMMTO	Encadrant

2024/2025

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Allah, le Tout-Puissant, de nous avoir donné la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à terme ce modeste travail.

*À notre Promoteur, **Dr Baouali.M**, Maître-Assistant en Prothèse dentaire à la Faculté de Médecine Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou,*

Nous adressons nos plus sincères remerciements ainsi que notre profonde gratitude pour vos conseils avisés, vos orientations précieuses et votre soutien constant.

Votre patience, votre disponibilité et votre bienveillance tout au long de la rédaction de ce mémoire ont été d'une grande valeur, ce fut un réel privilège de mener ce travail sous votre direction.

*À notre Présidente de jury, **Dr Hanouchine.L** et à notre Examinatrice, **Dr Mekkid.A**,
Maîtres-Assistantes en Prothèse dentaire à la Faculté de Médecine Mouloud Mammeri de
Tizi-Ouzou.*

Nous vous remercions sincèrement pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de faire partie de notre jury de mémoire.

À notre prothésiste dentaire, Nous vous remercions chaleureusement pour votre générosité et votre disponibilité.

Votre partage d'expérience, de techniques et d'astuces a grandement enrichi notre compréhension de la prothèse conjointe. Votre précieuse contribution a permis de donner à notre travail toute sa justesse et sa valeur.

Nous adressons également nos sincères remerciements à l'ensemble des enseignants qui nous ont accompagnées tout au long de nos années d'études, pour la richesse de leur enseignement et la qualité de leur encadrement.

Nos remerciements s'étendent également aux membres de l'administration pour leur disponibilité et leur soutien au quotidien.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

À mes parents,

Ces cœurs immenses qui ont semé en moi la force d'espérer et la volonté d'aller au bout. Merci pour chaque regard plein de fertilité, chaque mot d'encouragement, chaque sacrifice fait dans l'ombre, et chaque prière offerte en silence. Votre amour est mon ancrage et mon élan.

À ma grand-mère,

Dont l'absence me serre le cœur, mais dont la mémoire vit dans chacun de mes gestes. Ce travail, je le dépose doucement sur son souvenir, comme une fleur pleine de gratitude. Elle m'a appris, par sa sagesse et sa tendresse, qu'on peut briller même quand on n'est plus là.

À mon frère et à mes sœurs,

Compagnons de vie et de cœur, merci pour votre soutien discret, votre affection sincère, et votre présence qui, même dans le silence, me rassure.

À mes neveux et nièces,

Ces petits soleils qui illuminent mes jours, vos rires sont ma source d'émerveillement et mes plus belles raisons d'espérer.

À mon amie d'enfance Tassadit,

Qui as toujours été comme une sœur pour moi. Plus que des années d'école, ce sont des souvenirs d'enfance, des rires et une complicité inoubliable que nous avons partagés. Merci d'avoir été ce rayon de joie et de folie à mes côtés.

À Dr Serkhane,

Pour la qualité de son encadrement, sa disponibilité et son implication tout au long de ma formation au sein du service de parodontologie.

À Dr Mouali,

Pour son accueil chaleureux et son soutien précieux durant la réalisation du cas clinique dans son cabinet.

Et à moi-même,

cette petite fille aux yeux brillants et au grand cœur, qui rêvait un jour de porter la blouse blanche, soignait des sourires en jouant, et touche aujourd'hui du doigt son rêve.

BOUMGHAR Lydia

Dédicaces

À mes chers parents,

Que j'aime profondément. Il n'y a pas de mots assez forts pour vous dire à quel point je vous suis reconnaissante. Vous avez toujours été là, présents dans les moments d'élan comme dans les instants de doute. Votre soutien, votre patience, vos encouragements et vos sacrifices quotidiens ont été les fondations de ce chemin.

Chaque page de ce mémoire, chaque pas de ce parcours, porte un peu de vous. Rien de tout cela n'aurait été possible sans votre amour inconditionnel, votre présence rassurante et votre foi constante.

À mes sœurs,

Pour votre bienveillance, vos éclats de rire et votre tendresse. Vous avez su alléger les moments de fatigue et amplifier les instants de joie.

À mes grands-parents,

À vous qui avez toujours été là, avec votre sagesse, votre tendresse et cet amour qui réchauffe le cœur.

À mes oncles et mes tantes maternels,

Merci pour votre présence réconfortante, vos paroles encourageantes et votre affection constante.

À Dr Moali.H et Dr Makhoukh.L,

Merci de m'avoir transmis bien plus qu'un savoir : une rigueur, une éthique et une passion pour notre métier. Votre accompagnement a marqué mon parcours, et ce mémoire en porte l'empreinte.

À Dr Deghiche,

Merci de m'avoir accueillie avec bienveillance et de m'avoir tant appris. Cette expérience a été aussi formatrice qu'inspirante.

À Dr Serkhane,

Merci pour votre encadrement, votre disponibilité et bienveillance tout au long de mon stage.

À mes ami(e)s et collègues, pour votre soutien et votre présence tout au long de ce parcours.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

DAHMANI Yasmina

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents ,

aucune dédicace ne saurait exprimer toute ma gratitude. Vous avez toujours été à mes côtés, m'offrant un soutien indéfectible et des encouragements constants.

À mon grand frère Massinissa,

Ainsi qu'à mes frères Madjid et Mahrez,

nous avons partagé les joies comme les tempêtes, et ce lien fraternel est éternel.

À ma sœur Louiza,

Ton soutien, ta sagesse et ton amour ont été mes piliers depuis mon enfance, merci d'avoir été toujours à mes côtés ; et à mon beau-frère, merci pour ta présence bienveillante.

À mes belles-sœurs Fadila et Katia,

Je n'imagine pas ce que serait ma vie sans vous. Merci d'en faire une source de force et d'amour.

À mes nièces Mina, Tina, Ilhem, Warda,

et mes neveux Housseem, Aylane et Aksil,

Je vous souhaite un avenir encore plus brillant que le mien.

*À toute la famille **Djazairi** et à la famille **Bouroubi** : merci pour votre présence et votre affection.*

Aux amitiés, anciennes comme nouvelles, et à toutes les belles connaissances croisées à l'université : votre présence a illuminé mon parcours et m'a aidée à grandir, à apprendre et à me construire.

À tous les enseignants qui m'ont transmis leur savoir et ont été un véritable exemple tout au long de mes études.

*À l'ensemble de mes encadrants d'internat du service d'odontologie conservatrice, ainsi qu'à **Dr Cherifi** du service de parodontologie, pour la qualité de leur encadrement, leurs enseignements et leurs précieux conseils.*

Enfin, à tous ceux qui ont vu en moi la force et les capacités que je peinais parfois à reconnaître, je vous dédie ce mémoire — fruit de vos encouragements et de ma persévérance.

DJAZAIRI Taous

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À ma chère mère,

Qui a toujours cru en moi et m'a encouragée à poursuivre mes rêves. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que t'as consenti pour mon instruction et mon bien être.

Tu as été la lumière qui a guidé mes pas dans les moments d'incertitude, la force silencieuse derrière chacun de mes efforts. Ce travail est aussi le tien, car sans toi rien de tout cela n'aurait été possible.

À mon cher père,

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

À mon grand-père,

Ta sagesse, ton regard fier qui m'élève et ton amour discret m'ont toujours accompagnée. Cette réussite est aussi la tienne.

À mes chères sœurs Lamia, Amira, Anais,

et toute ma famille tant maternelle que paternelle,

Votre amour et votre fierté ont été les moteurs qui m'ont permis de me surpasser et de réaliser mes rêves.

À mon partenaire professionnel, Ghani,

Un ami avant tout. Merci pour ton encouragement constant ta disponibilité et ta croyance en moi qui m'ont été d'une aide précieuse tout au long de mon parcours.

À tous ceux qui me sont chers, je dis : Merci pour vos encouragements.

À mes camarades avec qui j'ai réalisé ce travail pour leur compréhension tout au long de ce projet.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, je tiens à vous exprimer mes remerciements les plus sincères.

MEZIANI Amel

Dédicaces

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au bon Dieu qui nous a tracé et aidé dans ce beau chemin du savoir parcouru avec beaucoup de force, de courage et de patience.

Aujourd'hui'hui est un beau jour, on célèbre la clôture de 6ans de travail, 6ans de joie absolue et de moments gravés dans nos mémoire.

Je tiens à remercier profondément les 2 piliers de ma vie, mon père et ma mère ainsi que mes frères pour leur amour et leur soutien, il n'y a pas assez de mots pour remercier les parents , je dirai juste que le bon Dieu veille sur eux et les protège comme eux l'ont fait avec nous, je leur dédie cette réussite, c'est la leur avant qu'elle soit la mienne.

DEGHOU Lyna

Table des matières

Introduction Générale	1
Chapitre I : Généralités et rappels sur le parodonte	4
I.1 Définition et anatomie du parodonte	4
I.1.1 Parodonte superficiel	4
I.1.1.1 Définition	4
I.1.1.2 Anatomie de la gencive	5
I.1.1.2.1 Gencive marginale	5
I.1.1.2.2 Gencive papillaire	6
I.1.1.2.3 Gencive attachée	6
I.1.1.3 Sulcus	7
I.1.2 Parodonte profond	7
I.1.2.1 cément	7
I.1.2.2 Desmodonte / ligament parodontal / ligament alvéolo-dentaire	7
I.1.2.3 Os alvéolaire	8
I.1.3 Biotype parodontale	9
I.2 Espace biologique	10
I.2.1 Définition	10
I.2.2 Composants de l'espace biologique	11
I.2.2.1 Attache épithéliale	11
I.2.2.2 Attache conjonctive	11
I.2.3 Rôle de l'espace biologique	12
I.3 Définition et critères de la santé parodontale	13
Chapitre II : Prothèse conjointe	15
II.1 Définition	15
II.2 Indications de la prothèse conjointe	15

II.3	Contre-indications	15
II.4	Principes généraux des préparations en prothèse fixée	16
II.4.1	Principes Mécanique	17
II.4.1.1	Rétention et stabilisation	17
II.4.1.2	Sustention	17
II.4.1.3	Dépouille	17
II.4.1.4	Hauteur et diamètre	19
II.4.1.5	Surface de contact	20
II.4.1.6	Distribution des forces	20
II.4.1.7	Axe d'insertion	21
II.4.2	Principes Biologiques	22
II.4.2.1	Vitalité Pulpaire	22
II.4.2.2	Préservation des tissus dentaires	22
II.4.2.3	Santé parodontale	22
II.4.2.4	Compatibilité biologique	23
II.4.2.5	Équilibre occlusal	23
II.5	Limites cervicales	23
II.5.1	Description de la situation (supra/juxta/infra)	24
II.5.2	Limites cervicales linéaires	26
II.5.2.1	Congé	26
II.5.2.2	Épaulement	27
II.5.3	Air de finition	29
II.6	Profil d'émergence	31
II.6.1	Sur dent naturelle	31
II.6.2	Profil d'émergence prothétique	33
II.6.3	Notions de sur-contour et de sous-contour	34
II.7	Techniques de préparation en prothèse conjointe	36
II.7.1	Techniques et outils de préparation	36
II.7.1.1	Technique de pénétration contrôlée	36
II.7.1.2	Technique des clés de réduction	37
II.7.1.3	Technique des masques (mock up)	37

II.7.2	Les préparations horizontales	38
II.7.2.1	Préparation pour dent postérieure	38
II.7.2.2	Préparation pour dent antérieure	42
II.7.3	Préparations verticales	45
II.7.3.1	Indications de la préparation verticale	46
II.7.3.2	Différents types de préparations verticales	50
Chapitre III : Interrelation paro-prothèse		53
III.1	Considération parodontale dans les préparation prothétique	53
III.2	Influence de la thérapeutique prothétique sur le parodonte	54
Chapitre IV : BOPT		58
IV.1	Introduction	58
IV.2	Définition	58
IV.3	Historique	58
IV.4	Objectifs et Principes Fondamentaux de la BOPT	61
IV.4.1	Objectifs Principaux	61
IV.4.2	Principes	61
IV.5	Indications Cliniques	62
IV.6	Contre-indication	64
IV.7	Procédure clinique de la technique BOPT	65
IV.7.1	Examen clinique	65
IV.7.1.1	Examen parodontale	65
IV.7.1.1.1	Sondage parodontal	66
IV.7.2	Traitement pré-prothétique	68
IV.7.3	Préparation des dents	69
IV.7.3.1	Instrumentation en BOPT	69
IV.7.3.2	Étapes de préparations	72
IV.7.3.2.1	Préparation de la partie coronaire	73
IV.7.3.2.2	Préparation de la partie cervicale sous gingivale	74
IV.8	Restauration provisoire en BOPT	77
IV.8.1	Intérêts de la restauration provisoire en BOPT	77
IV.8.2	Règles pour la restauration provisoire en BOPT	78

IV.8.3	Technique directe	78
IV.8.4	Technique indirecte	80
IV.8.5	Rebasage de la limite cervicale de la couronne provisoire dans la technique BOPT	85
IV.8.6	Suivie et contrôle	90
IV.8.6.1	Cicatrisation parodontale	90
IV.8.6.1.1	PHASE HEMOSTATIQUE (première heure après la préparation et la pose de la couronne provisoire)	91
IV.8.6.1.2	PHASE INFLAMMATOIRE (premier jour)	91
IV.8.6.1.3	PHASE PROLIFERATIVE (15 jours)	91
IV.8.6.1.4	Phase de remodelage de la plaie (2 à 6 semaines)	92
IV.9	Prise de l’empreinte et enregistrement des relations	94
IV.9.1	Types d’empreinte	97
IV.9.1.1	Empreinte traditionnelle	97
IV.9.1.1.1	Empreinte en un seul temps	97
IV.9.1.1.2	Empreinte en deux temps (La wash technique)	98
IV.9.1.2	Empreinte numérique	100
IV.9.2	Rôle de la précision de l’empreinte dans le succès de prothèse en BOPT	101
IV.10	Étapes de laboratoire	103
IV.10.1	Conception et fabrication de la prothèse	103
IV.10.1.1	Matériaux céramiques	106
IV.10.1.1.1	Définition	106
IV.10.1.1.2	Propriétés	108
IV.10.1.1.3	Classification	109
IV.10.1.1.3.1	Céramiques feldspathiques	110
IV.10.1.1.3.2	Vitrocéramiques	111
IV.10.1.1.3.3	Céramiques infiltrées	111
IV.10.1.1.3.4	Céramiques polycristallines	112
IV.10.1.1.4	Critères de choix du matériau	114
IV.10.2	Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO)	114
IV.10.2.1	Définition	114
IV.10.2.2	Les différents types de la CFAO	117
IV.10.2.3	Étapes de la chaîne numérique	118
IV.10.2.3.1	Conception Assistée par Ordinateur(CAO)	118
IV.10.2.3.2	La Fabrication assistée par ordinateur (FAO)	126

IV.11 Essai clinique de la prothèse	127
IV.12 Assemblage	128
IV.13 Contrôle et suivie	130
IV.14 Avantages clinique et biologique	131
IV.14.1 Avantages Cliniques	131
IV.14.2 Avantages Biologiques	132
IV.15 Inconvénients de la BOPT	133
IV.16 Relation entre BOPT et tissu mous	135
IV.16.1 Remodelage gingival induit par la BOPT	135
IV.16.2 Guidage des tissus parodontaux par la couronne provisoire	136
IV.17 Comparaison entre BOPT (la préparation verticale edgless) et la préparation horizontale	138
Chapitre V : Cas clinique	151
Conclusion générale	173
Références bibliographiques	176

Table des figures

Figure I.1 :	Parodonte superficiel et profond	4
Figure I.2 :	Anatomie de la gencive	5
Figure I.3 :	Les quatre types de parodonte selon Maynard et Wilson. a :Type I, b :Type II, c :Type III, d :Type IV	10
Figure I.4 :	Espace biologique	12
Figure II.1 :	La préparation à une dépouille optimale de 6° si l'inclinaison de chaque paroi axiale est de 3° par rapport à l'axe d'insertion	18
Figure II.2 :	Rapport entre dépouille et rétention : si l'angle de la dépouille s'accen- tue, la rétention diminue (d'après Jorgensen 15)	18
Figure II.3 :	Largeur de la préparation	19
Figure II.4 :	La préparation la plus élevée (A) résiste mieux au mouvement de bas- cule que la couronne courte	20
Figure II.5 :	L'espace que fait une dent versée avec l'antagoniste est parfois suffisant au niveau des cuspidés mésiales dont la réduction est superflue. Une ré- duction de la face occlusale uniforme serait à l'origine d'un espace trop important avec l'antagoniste et d'une diminution excessive de la paroi mésiale de la préparation (A). La suppression de la substance dentaire doit être limitée à ce qui est indispensable (B).	21
Figure II.6 :	Axe d'insertion prothétique doit être parallèle aux face proximales des dents adjacentes	21
Figure II.7 :	Les différentes situations de la limite cervicale	25
Figure II.8 :	Les différentes formes de limites cervicale	25
Figure II.9 :	Congé quart d'ovale ou congé simple	26
Figure II.10 :	Congé quart de rond	27
Figure II.11 :	Épaulement à 135° ou à 50°	28
Figure II.12 :	Épaulement à angle interne droit vif	28

Figure II.13 : Épaulement à angle interne arrondi	29
Figure II.14 : Limite en mise de dépouille d'après	30
Figure II.15 : Limite en lame de couteau	31
Figure II.16 : Profil d'émergence (représenté en rouge) selon Croll	32
Figure II.17 : Forme du contour cervical	32
Figure II.18 : Angle d'émergence représenter par l'angle β	33
Figure II.19 : Schéma illustrant un sur-contour et sous-contour horizontal	34
Figure II.20 : Schéma illustrant un sur-contour et un sous-contour vertical	35
Figure II.21 : Étapes cliniques de la technique de pénétration contrôlée	36
Figure II.22 : Étapes cliniques de la technique des clés de réduction	37
Figure II.23 : Étapes cliniques de la technique mock up	38
Figure II.24 : Réalisation des sillons d'orientation sur la face occlusale	39
Figure II.25 : Réalisation du chanfrein du versant externe de la cuspide d'appui	39
Figure II.26 : Réalisation des sillons vestibulaire	40
Figure II.27 : Réduction de de la face d'orientation sur la face vestibulaire	40
Figure II.28 : Réduction de la face proximale	40
Figure II.29 : Réduction de la face linguale	41
Figure II.30 : Arrondissement des angles vifs	41
Figure II.31 : Finition de l'épaulement	41
Figure II.32 : Sillons d'orientation creusés dans la face vestibulaire	42
Figure II.33 : Réalisation d'encoches sur le bord incisif	42
Figure II.34 : Mise de dépouille de la face vestibulaire	42
Figure II.35 : Réalisation des ailettes linguales	43
Figure II.36 : Réduction des faces proximales et mise en place des épaulements proximaux	43
Figure II.37 : Réduction de la concavité cingulaire	43
Figure II.38 : Réduction de la face axiale linguale	44
Figure II.39 : Finition des parois axiales et suppression des angles vifs	44
Figure II.40 : Finition de l'épaulement avec une fraise 957	45
Figure II.41 : Préparation verticale	46

Figure II.42 : Traitement par une préparation verticale en cas de maladie parodontale (non-coïncidence de la couronne clinique avec la couronne anatomique)	47
Figure II.43 : Préparation verticale quand l'accès à la limite est difficile (carie distale)	47
Figure II.44 : Retraitement par préparation verticale	48
Figure II.45 : Cas des incisives inférieures avec préparation verticale réalisée par Dr Ponikarovsky Andrey	49
Figure II.46 : Économie tissulaire lors de la préparation axiale	50
Figure II.47 : (1a) La préparation du pilier modifie la divergence naturelle de la paroi dento-radulaire et crée une zone convergente en position apicale par rapport au bord gingival, formant un angle de transition (α) entre la dent naturelle et le pilier. (1b) Après cicatrisation gingivale, cet angle de transition se trouve englobé dans les tissus mous nouvellement formés du parodonte marginal. Il en résulte une paroi verticale continue s'étendant du fond du sulcus jusqu'à la limite coronaire du pilier. Cette surface sans arête vive permet le positionnement d'un joint marginal prothétique à des hauteurs légèrement variables	51
Figure II.48 : Approche edgeless et shoulderless de la préparation verticale	51
Figure IV.1 : Correction de l'asymétrie du feston gingival des dents (11 et 12) avec la technique BOPT (a : situation initiale b : situation finale)	63
Figure IV.2 : Cas de récession traité par la technique BOPT par Dr Giorgio Toma	64
Figure IV.3 : Mesure de la profondeur du sulcus, l'épaisseur de la gencive marginale est évaluée par la visibilité de la sonde par transparence dans le sulcus	67
Figure IV.4 : Sondage transgingival	67
Figure IV.5 : Sondage profond	68
Figure IV.6 : Kit d'instrumentation de la technique BOPT de LOI	70
Figure IV.7 : Fraises à pointe mousse de différentes granulations	71
Figure IV.8 : La géométrie de la fraise batt bur	71
Figure IV.9 : Préparation intra-sulculaire réalisée à l'aide d'une fraise à bout mousse, avec mise en place préalable d'un ruban de téflon	72
Figure IV.10 : Fraises diamantées marquées avec jauge de profondeur	72
Figure IV.11 : Étapes de la préparation supra gingivale sur dent antérieure selon la technique BOPT	73
Figure IV.12 : Orientation de la fraise de 10 à 15° en sous gingivale	75

Figure IV.13 :Orientation de la fraise parallèlement au grand axe de la dent	76
Figure IV.14 :Orientation de la fraise vers le bord libre avec une angulation de 5 degrés	76
Figure IV.15 :Technique de préparation BOPT. De gauche à droite :Première étape – introduire la fraise avec une angulation de 10 à 15° par rapport à l’axe de la dent (la pointe de la fraise orientée vers la dent);Deuxième étape – introduire la fraise parallèlement à l’axe de la dent ; Troisième et dernière étape – introduire la fraise avec une angulation de 3 à 6° par rapport à l’axe de la dent	77
Figure IV.16 :Coffret de coques préformées en polycarboxylate	79
Figure IV.17 :Choix et essayage de la coque préformée	79
Figure IV.18 :Réalisation d’une provisoire par technique d’isomoulage	80
Figure IV.19 :Modèle avec les piliers préparés à minima, confection d’un bridge en résine stratifiée	81
Figure IV.20 :Wax up avant réalisation d’une clé	82
Figure IV.21 :La résine est déposée dans la clé	82
Figure IV.22 :Coupes montrant la mise en place correcte du modèle dans l’empreinte	83
Figure IV.23 :Le retrait de la couronne provisoire peut obliger à fracturer le modèle .	83
Figure IV.24 :L’intradors de la prothèse provisoire est débarrassé de tout plâtre	84
Figure IV.25 :Les excès de résine sont supprimés avec un disque carborundum	84
Figure IV.26 :Vue de face de la prothèse provisoire après rebasage, Loi & Di Felice .	85
Figure IV.27 :Visualisation de la double limite de la prothèse provisoire après poly- mérisation, la paroi interne intrasulculaire mince et la paroi externe plus épaisse délimitent l’image négative du profil gingival .Loi & Di Felice	86
Figure IV.28 :Négatif de la gencive	86
Figure IV.29 :L’espace entre les deux parois est comblé soit avec un composite fluide photopolymérisable (a), soit avec un mélange fluide de résine acrylique (b). Après la prise, la marge interne est marquée au crayon fin (c)	87
Figure IV.30 :Rebasage de la coque provisoire en résine	87
Figure IV.31 :Élimination des excès de résine et polissage de la partie cervicale de la prothèse provisoire	88
Figure IV.32 :Détermination de la situation du bord prothétique dans le sens vertical .	88
Figure IV.33 :Réduction du bord prothétique dans le sens vertical	88

Figure IV.34 :Phase de polissage	89
Figure IV.35 :Prothèse provisoire après polissage	89
Figure IV.36 :Vue occlusale de la préparation. Sillon gingival après dépose du provisoire	90
Figure IV.37 :Photographie au microscope électronique à balayage d'une dent humaine 4 mois après la réalisation de la technique BOPT	92
Figure IV.38 :Coupe histologique sagittale de la relation complexe dento-gingival et prothèse fixée BOPT	93
Figure IV.39 : (a ,b ,c) au bout de 4 semaines, le caillot sanguin, protégé par la marge de la couronne, s'est transformé en un nouveau tissu conjonctif et apparaît épaissi et sain, bien que toujours en phase de maturation	93
Figure IV.40 : (d) Le remodelage de la gencive marginale peut alors débiter. La partie cervicale de la couronne provisoire est ajustée et éventuellement raccourcie afin de créer un contour symétrique par rapport à la dent adjacente, (e) Une semaine plus tard, la gencive marginale s'est déplacée en direction coronaire et l'architecture festonnée est terminée	94
Figure IV.41 :Récapitulatif des études cliniques BOPT sur dents naturelle	94
Figure IV.42 :Insertion du premier cordonnet	96
Figure IV.43 :Insertion du deuxième cordonnet	96
Figure IV.44 :Expasyl appliqué dans le sulcus	96
Figure IV.45 :Photographie clinique d'une empreinte réalisée sur des préparations de type BOPT dans Preparazioni in Protesi fissa WEBINAR N°1	97
Figure IV.46 :Empreinte monophasé	97
Figure IV.47 :Empreinte avec technique de double mélange en un seul temps	98
Figure IV.48 :Empreinte avec la wash technique	99
Figure IV.49 :Empreinte numérique vs empreinte conventionnelle	101
Figure IV.50 :Projection de la marge gingivale sur la réplique en plâtre du pilier	104
Figure IV.51 :Mise en évidence de l'extrémité apicale du pilier (ligne bleue), après suppression du sulcus en plâtre, et dessin de la future ligne de finition prothétique(ligne rouge)	104
Figure IV.52 :Schéma de la zone de finition	104
Figure IV.53 :Céramiques (phase de biscuit) sur le maître modèle sans l'anatomie gingivale	105

Figure IV.54 : (a) : La couronne ne s'insère pas totalement sur le modèle anatomique. (b) : élimination des interférences jusqu'à permettre l'insertion complète. (c et d) : Remplissage du nouveau volume avec de la céramique. (e) : finitions et polissage	106
Figure IV.55 :Structures des différentes céramiques	107
Figure IV.56 :Évolution des céramiques	110
Figure IV.57 :Un échantillon d'une céramique feldspathique	110
Figure IV.58 :Un échantillon d'une céramique vitrocéramiques	111
Figure IV.59 :Un échantillon d'une céramique partiellement cristalline infiltrée par un verre (InCeram Alumina. Vita Zahnfabrik)	112
Figure IV.60 :Un échantillon d'une céramique polycristallines 3Y-TZP	113
Figure IV.61 :Mécanisme du renforcement de la céramique YTZP	113
Figure IV.62 :Conceptualisation virtuelle d'un bridge antérieur	115
Figure IV.63 :Usinage d'un élément céramique	116
Figure IV.64 :Les différents dispositifs de la CFAO	116
Figure IV.65 :Les trois types de CFAO dentaires	118
Figure IV.66 :L'empreinte optique du maxillaire et de la mandibule visionnée sur le logiciel de CAO	119
Figure IV.67 :La fenêtre de définition du travail sur l'exocad	120
Figure IV.68 :Définition de la limite cervicale	123
Figure IV.69 :Définition de l'axe d'insertion	124
Figure IV.70 :Code couleur qui permet de corriger l'occlusion	126
Figure IV.71 :Vues de face avant et après scellement des couronnes d'usage	129
Figure IV.72 :Mesure de l'épaisseur gingivale avec une sonde parodontale munie d'un stop en caoutchouc, à 2mm au-dessus du bord gingival	131
Figure IV.73 :L'effet de cerclage ou ferrule : anneau circonférentiel de structure den- taire saine qui se retrouve cerclé par la partie cervicale de la couronne prothétique	133
Figure IV.74 :Guidage de la gencive en fonction du type de profil d'émergence (Amesti & al)	136
Figure IV.75 :Cas clinique illustrant la cicatrisation gingivale après 8 semaines de temporisation	138

Figure IV.76 :Différence dans l'étendue de la perte de tissus durs entre la préparation verticale et la préparation avec épaulement	139
Figure IV.77 :préparation verticale vs préparation horizontale	140
Figure IV.78 :Comparaison entre la préparation verticale edgless (BOPT) et la préparation horizontale	141
Figure IV.79 : a -Liberté dans le positionnement de la marge dans le cas d'une préparation verticale / b - Marge bien définies dans le cas d'une préparation horizontale	141
Figure IV.80 :Adaptation du profil d'émergence en technique BOPT avant (A) et après cicatrisation gingivale (B)	143
Figure IV.81 :La différence d'étanchéité marginal entre préparation verticale et horizontale	144
Figure IV.82 :Stabilisation et modelage du contour gingival obtenus grâce à BOPT .	145
Figure IV.83 :Remodelage gingival progressif obtenu par la technique BOPT : comparaison pré- et post-opératoire montrant l'évolution de la morphologie des tissus mous péri-prothétiques en réponse à la préparation verticale edgless	146
Figure IV.84 :Comparaison entre empreinte de préparation et préparation horizontale (Chanfrein) : La préparation verticale montre une zone de transition progressive, tandis que la préparation horizontale offre une ligne de finition nette	146
Figure IV.85 :Visualisation de la ligne de finition cervicale en technique verticale (BOPT) vs préparation horizontale sur un modèle en plâtre. (ligne bleue pour la jonction amélo-cémentaire (JAC), ligne rouge pour la position potentielle de la limite prothétique.)	147
Figure V.1 : État initial du patient lors de la première consultation	152
Figure V.2 : Sondage du sulcus de la 21 et la 22	153
Figure V.3 : Radio panoramique dentaire	154
Figure V.4 : Réalisation d'un wax-up	155
Figure V.5 : Réalisations des clés en silicone	156
Figure V.6 : Les fraises utilisées pour la préparation avec technique BOPT	157
Figure V.7 : Préparation de la face vestibulaire de la 21 et la 22	157
Figure V.8 : Préparation proximale de la 21 et la 22	158

Figure V.9 : Réduction de la face palatine	158
Figure V.10 : Réduction du bord libre	159
Figure V.11 : Clé de guidage sur la 21 et la 22	159
Figure V.12 : Mise en place d'un ruban de téflon en intrasculaire	160
Figure V.13 : Orientation oblique de la fraise à 10°	160
Figure V.14 : Orientation verticale de la fraise	161
Figure V.15 : Préparation de la clé en silicone	161
Figure V.16 : Préparation de la résine	162
Figure V.17 : Mise en bouche de la résine	162
Figure V.18 : Couronne provisoire de la 21 et la 22	163
Figure V.19 : Rebasage de la limite cervicale des couronnes provisoires de la 21 et 22 avec un composite fluide	163
Figure V.20 : Ajustement et finition de la couronne provisoire 21	164
Figure V.21 : La couronne provisoire de la 22 ajustée et polie	164
Figure V.22 : Scellement de la couronne provisoire de la 21	165
Figure V.23 : Scellement de la couronne provisoire de la 22	165
Figure V.24 : Aspect des tissus mous après quatre semaines de cicatrisation	165
Figure V.25 : Empreinte réalisé par la wash technique	166
Figure V.26 : La fenêtre de définition du travail sur l'Exocad	166
Figure V.27 : Numérisation 3D des modèles	167
Figure V.28 : Définition de la limite	167
Figure V.29 : Le choix d'axe d'insertion	168
Figure V.30 : Modèle virtuel de couronnes	168
Figure V.31 : Fraiseuse CAM type VHF	169
Figure V.32 : Teintes liquides VITA	169
Figure V.33 : Four de frittage VITA ZYRCOMAT 6100 MS	169
Figure V.34 : Chape en zircone	170
Figure V.35 : Bridge définitif	170
Figure V.36 : Chape en zircone	170
Figure V.37 : Élimination des excès du ciment	171

Figure V.38 : Résultat final du bridge en bouche 171

Liste des tableaux

Tableau II.1 : La réduction des faces selon le matériau utilisé	45
Tableau IV.1 : Différentes céramiques selon la composition chimique et la microstructure	109
Tableau IV.2 : Préparation BOPT VS Préparation horizontale	148

Liste des abréviations

3D : Trois dimensions

Al₂O₃ : Oxyde d'Aluminium (Alumine)

BOPT : Biologically Oriented Preparation Technique

CAD-CAM : Computer-Aided Design - Computer-Aided Manufacturing

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CCM : couronne ceramo métallique

CEJ ou JEC : Jonction Émail-Cément

CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur

EB : Espace Biologique

FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur

JAC : Jonction Amélo-Cémentaire

JACP : Jonction Amélo-Cémentaire Prothétique

Kai Si₂O₆ : Lucite

NURBS : Non-Uniform Rational B-Splines

OIM : Occlusion Intercuspitation Maxillaire

PCEJ : Jonction Cémento-Émail Prothétique

PD : Probing Depth

PE : Porte-empreinte

PJC : Porcelain Jacket Crown

PMMA : Polyméthacrylate de Méthyle

RAC : Restaurations Partielles Collées

SiO₂ : Dioxyde de Silicium

SLA : Stéréolithographie

STL : Standard Tessellation Language

SPP : Simplified Prosthetic Protocol

Vertiprep : vertical preparation

Zircone Y-TZP : Zircone Polycristalline Tétragonale Stabilisée à l'Oxyde d'Yttrium

ZrO₂ : Dioxyde de Zirconium (Zircone)

Introduction Générale

Introduction Générale

La prothèse dentaire est un domaine en perpétuelle évolution, visant à restaurer la fonction, l'esthétique et le confort des patients. Depuis de nombreuses années, les dentistes s'efforcent d'améliorer leurs techniques pour répondre aux besoins et aux attentes croissantes de leurs patients. De nos jours, la prothèse fixe joue un rôle crucial en dentisterie, en raison de la volonté grandissante des patients de conserver leurs dents naturelles. Toutefois, la réalisation parfaite de celle-ci, tant sur le plan esthétique que fonctionnel, tout en respectant les règles mécaniques et biologiques, représente un véritable défi. Parmi les techniques récentes, la méthode BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) s'est imposée comme une approche innovante et efficace.

Dans ce contexte global émerge des questions cruciales qui requièrent une attention primordiale :

- En quoi consiste la technique BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) et en quoi se distingue-t-elle des méthodes de préparation conventionnelles en dentisterie ?
- Quelles sont les étapes clés de la réalisation de la technique BOPT ?
- Comment le concept BOPT permet-il d'atteindre des résultats esthétiques optimaux ?

Développée au cours des dernières années par le Docteur *Ignazio Loi*, la technique BOPT se caractérise par son approche respectueuse des tissus parodontaux, favorisant une intégration plus harmonieuse des prothèses tout en préservant les structures gingivales adjacentes. Cette méthode repose sur des principes biologiques spécifiques, visant à réduire les risques de complications et à optimiser les résultats esthétiques sur le long terme.

L'objectif principal de ce mémoire est d'explorer les fondements théoriques et pratiques de la technique BOPT, d'évaluer sa pertinence et ses bénéfices, tout en analysant son adaptation aux différents profils de patients. En outre, l'impact de cette technique sur la gestion des tissus mous et sur le contrôle de la stabilité esthétique des restaurations prothétiques sera également discuté.

Ainsi, ce mémoire vise à enrichir la compréhension du rôle de la technique BOPT dans l'optimisation des traitements prothétiques et à offrir des pistes de réflexion aux praticiens désireux de l'intégrer dans leur pratique quotidienne.

Notre rapport se compose de quatre chapitres essentiels :

1. Des rappels sur le parodonte et l'espace biologique.
2. Des rappels sur les préparations horizontales et verticales en prothèse conjointe.
3. Les interrelations entre le parodonte et la prothèse.
4. Enfin, le dernier chapitre porte sur la nouvelle technique BOPT, où nous détaillons son concept et les étapes de sa réalisation en l'illustrant avec un cas clinique.

*Chapitre I : Généralités et rappels sur le
parodonte*

I.1. Définition et anatomie du parodonte

Le terme parodonte provient du grec "para" (à côté) et "odontos" (dent). Il désigne l'ensemble des tissus qui entourent et soutiennent la dent. Le parodonte est composé de quatre tissus :

- **Deux tissus mous** : la gencive et le desmodonte ;
- **Deux tissus durs** : le cément et l'os alvéolaire.

On distingue deux parties dans le parodonte, selon la localisation des tissus :

- Le parodonte **superficiel**, représenté uniquement par la gencive ;
- Le parodonte **profond**, qui regroupe le cément, le desmodonte et l'os alvéolaire [1].

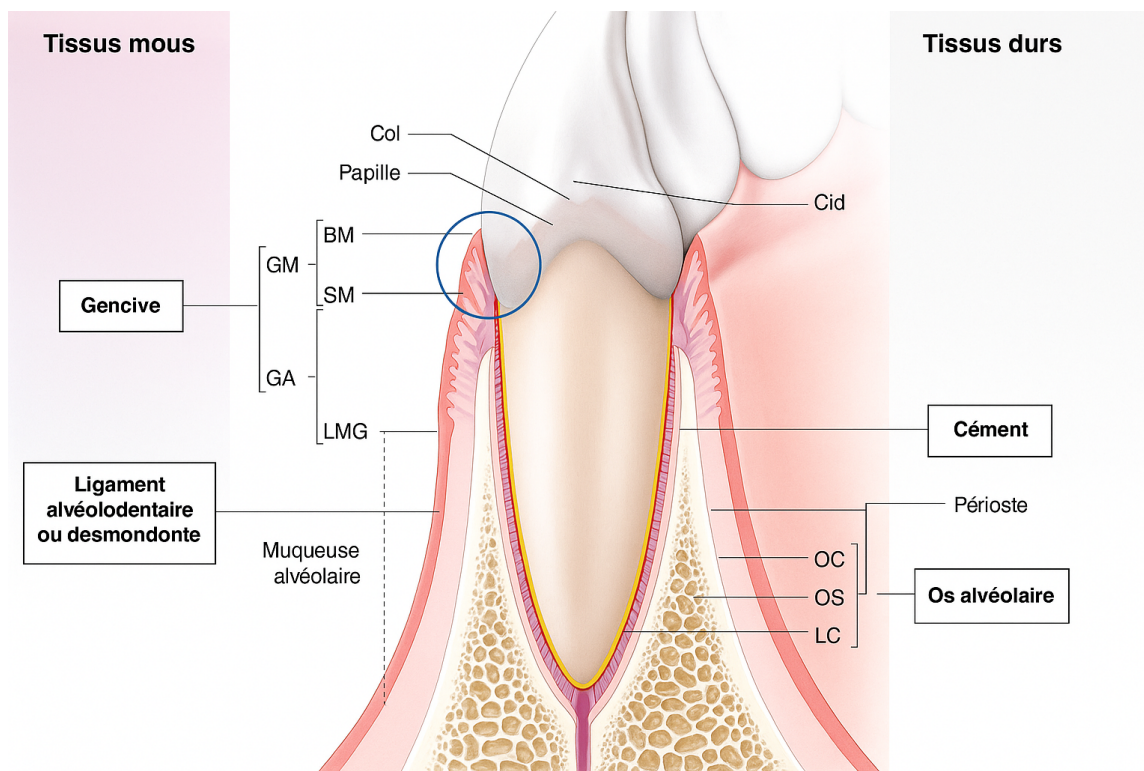


Figure I.1 : Parodonte superficiel et profond [2]

I.1.1. Parodonte superficiel

I.1.1.1. Définition

La gencive est constituée d'une muqueuse buccale de type masticatoire, elle recouvre la crête alvéolaire, les septa osseux interdentaires et la portion coronaire des procès alvéolaires jusqu'à

la jonction mucogingivale du côté vestibulaire et lingual.

La gencive peut être considérée comme une unité fonctionnelle et anatomique variable en termes de contour, forme et topographie clinique qui résulte de l'adaptation tissulaire à une localisation spécifique autour des dents après leurs éruptions complètes. [3, 4]

I.1.1.2. Anatomie de la gencive

La gencive est classiquement subdivisée en différentes zones topographiques (selon *GLIKC-MAN*) :

- Gencive marginale (gencive libre).
- Gencive inter-dentaire (gencive papillaire).
- Gencive attachée.

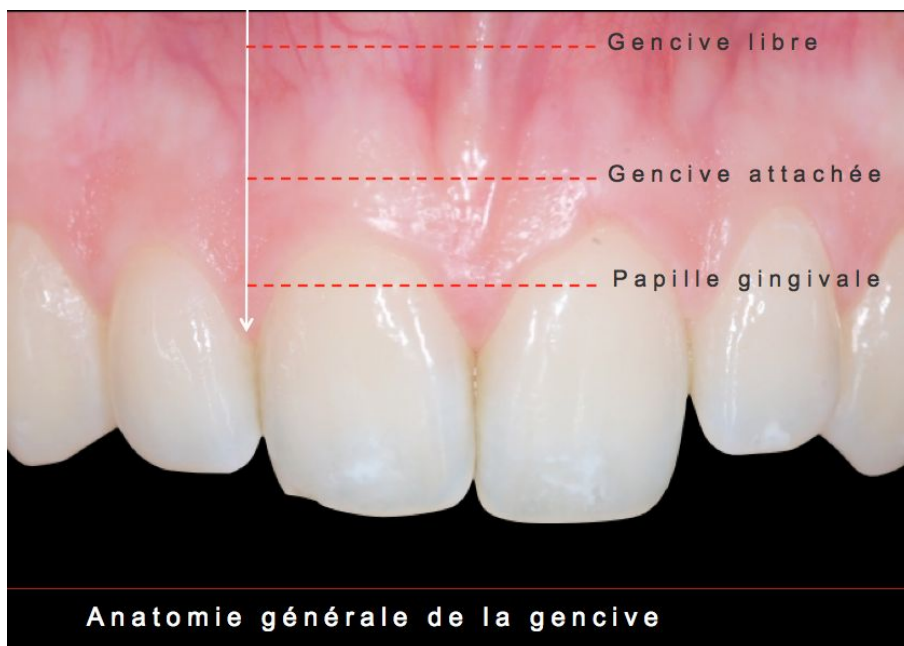


Figure I.2 : Anatomie de la gencive [7]

I.1.1.2.1. Gencive marginale

C'est la partie de la gencive qui entoure la région cervicale des dents, elle est séparée de la surface dentaire par un espace virtuel appelé sillon gingivo-dentaire ou sulcus, elle forme une collerette festonnée qui sertit le collet des dents. Elle est limitée coronairement par le bord marginal et apicalement par un sillon marginal qui se situe à un niveau correspondant à la hauteur de la jonction amélocémentaire.

Elle présente des caractéristiques anatomiques et fonctionnelles spécifiques. Sa hauteur varie généralement entre 0,5 mm et 2 mm, tandis que son épaisseur se situe entre 1 et 2 mm.

Elle est kératinisée, et présente une consistance ferme et une surface lisse et unie, et un bord libre mince sous la forme d'une lame de couteau. [2]

I.1.1.2.2. Gencive papillaire

Occupe l'espace interdendaire, sa forme est déterminée par des zones de contacts interdentaires, la largeur des dents proximales et le trajet de la jonction amélocémentaire.

Elle a une forme pyramidale dont la base se situe à la jonction émail-cément et le sommet est au dessous du point de contact dentaire, cette forme s'aplatit au niveau postérieur. La fusion entre le versant vestibulaire et lingual (ou palatin) de la papille détermine coronairement le col de cette dernière qui épouse le contour apical de la zone de contact interdendaire. [2]

I.1.1.2.3. Gencive attachée

C'est la partie de la gencive qui s'adhère à l'os alvéolaire. Elle est limitée coronairement par le sillon marginal ou la base du sulcus et apicalement par la ligne mucogingivale (parfois appelée ligne de jonction mucogingivale) qui la sépare de la muqueuse alvéolaire.

L'épaisseur de la gencive attachée varie de 0,5 à 2,5 mm en vestibulaire et est inversement proportionnelle à la hauteur gingivale.

Sa hauteur normale dans les différentes parties de la cavité buccale est variable, allant de 1 à 9 mm. Elle augmente avec l'âge. L'épaisseur et la hauteur varie d'un individu à l'autre et chez le même individu d'un secteur à un autre.

La gencive attachée est kératinisée, ce qui lui confère une grande solidité et une meilleure protection contre les forces de mastication, les irritations et aux agressions mécaniques.

Elle se caractérise par une consistance ferme et une surface finement granitée, qui lui donne un aspect particulier souvent comparé à une peau d'orange. Sa couleur généralement est rose corail, mais elle peut varier en fonction de la pigmentation due à la mélanine. Cette variation est influencée par des facteurs individuels, tels que l'origine ethnique, et n'indique pas nécessairement une pathologie [2, 3, 8].

I.1.1.3. Sulcus

Appelé aussi sillon gingivodentaire, il correspond à l'espace virtuel situé entre l'émail d'une part et la face interne de la gencive marginale (épithélium sulculaire) d'autre part.

La profondeur du sulcus gingival est généralement de 1 à 3 millimètres. Lorsqu'un geste chirurgical, du type élongation coronaire, est réalisé, le sillon gingivo-dentaire peut se trouver très réduit, jusqu'à moins de 1mm [4, 9].

I.1.2. Parodonte profond

I.1.2.1. ciment

Le ciment est un tissu conjonctif spécialisé minéralisé non uniforme qui recouvre les surfaces radiculaires. Il se situe entre la dentine radiculaire et le ligament parodontal. Il assure l'ancrage des fibres de Sharpey du ligament parodontal à la surface radiculaire, ainsi que l'adaptation et la réparation des tissus parodontaux.

On distingue deux types de ciment :

- **Le ciment acellulaire « primaire »** : Contenant des fibres de collagène appelées fibres de Sharpey. Ces fibres extrinsèques ont un rôle d'ancrage de la dent à l'os.
- **Le ciment cellulaire « secondaire »** : Contient des cellules appelées les cémentoblastes, elles sont responsables de la fabrication du ciment.

Le ciment est un tissu ni innervé ni vascularisé. Il est caractérisé par une apposition continue tout le long de la vie.

Il a un rôle très important dans l'attachement et la fixation de la dent, assure la protection de la dentine et rentre dans les processus de réparation des lésions radiculaires.

I.1.2.2. Desmodonte / ligament parodontal / ligament alvéolo-dentaire

Le desmodonte, également appelé ligament parodontal, est un tissu conjonctif dense qui s'étend entre la partie interne de l'alvéole dentaire et le ciment. Il joue un rôle essentiel dans

la fixation de la dent, l'amortissement des forces masticatoires et la transmission des sensations mécaniques.

Contrairement aux autres structures ligamentaires, le ligament parodontal possède une activité métabolique intense et son potentiel réparateur est élevé.

La largeur de l'espace desmodontal, dans des conditions physiologiques normales est d'environ 0,25 mm \pm selon *Lindhe et al.* Cet espace diminue avec l'âge, et devient atrophié lorsque la dent est non fonctionnelle. Cet espace diminue avec l'âge, et devient atrophié lorsque la dent est non fonctionnelle .

Les fonctions attribuées au ligament parodontal sont nombreuses :

- L'ancrage de la dent est réalisé par les faisceaux de fibres de collagène. La fonction de maintien continue aussi longtemps que la racine est retenue dans son alvéole .
- L'amortissement par l'intermédiaire de ses fibres, surtout les fibres obliques qui absorbent les forces occlusales et les transmettent en tension sur l'os alvéolaire.
- La perception sensorielle, l'innervation sensitive assure une sensibilité tactile à la fois extéroceptive et proprioceptive ,ainsi qu'une sensation de douleur qui permet de détecter et de localiser les forces externes qui agissent sur chaque dent, ce qui contribue à réguler la mastication et à protéger les structures dentaires contre les surcharges occlusales. [3, 5]

I.1.2.3. Os alvéolaire

L'os alvéolaire est une structure osseuse qui entoure et soutient les racines des dents. Il est situé entre les deux tables osseuses des maxillaires. Cette structure est composée de deux parties principales :

- **Le rebord alvéolaire (ou crête alvéolaire)** : Suit la jonction émail/cément et est situé environ 1 mm en dessous de celle-ci.
- **La paroi alvéolaire (ou os alvéolaire propre)** : connue sous le nom de lame criblée ou lame cribiforme, elle est directement en contact avec le ligament parodontal Radiologiquement, elle est visible sous la forme d'une ligne dense appelée lamina dura. Il est composé de deux types de tissus osseux :

- **L'os compact (os cortical)** : Forme la paroi externe et interne, assurant le soutien et la résistance mécanique.
- **L'os spongieux (os trabéculaire)** : Remplit l'intérieur des alvéoles et est riche en moelle osseuse, participant aux échanges métaboliques.

L'os alvéolaire est l'élément le moins stable des tissus parodontaux. Sa structure est en perpétuel remaniement lui permettant de répondre et de s'adapter aux sollicitations biomécaniques de la mastication et/ou des déplacements physiologiques ou provoqués des dents. Il se développe parallèlement à la formation et à l'éruption des dents, et se résorbe progressivement en cas de perte dentaire [6, 8, 10, 11, 12, 13].

I.1.3. Biotype parodontale

La notion de « biotype parodontal » est apparue en 1989 avec *Seibert et Lindhe*, qui classent le complexe muco-gingival et l'os sous-jacent en fonction de l'aspect clinique en deux catégories :

- **Biotype épais et plat** : Tissu gingival épais, dense, avec une large bande de gencive attachée kératinisée et une architecture osseuse relativement plate.

Caractéristiques : Résistant à l'inflammation et au traumatisme, prédisposition à des poches parodontales plutôt qu'à une récession.

- **Biotype fin et festonné** : Tissu gingival fin, festonné, qui suit une architecture osseuse festonnée et une bande fine de gencive kératinisée.

Caractéristiques : Plus fragile, sujet à la récession gingivale après un traumatisme ou un traitement.

Cette classification est simple à évaluer en clinique et permet de différencier un parodonte résistant d'un parodonte à risque. Il existe cependant de nombreux biotypes intermédiaires situés entre ces deux extrêmes.

En 1979, *Maynard et Wilson* proposent une classification des biotypes parodontaux (d'après *Borghetti et Monnet-Corti*, 2000) :

Type I (A) : os d'épaisseur normale, gencive kératinisée normale, de 3 à 5 mm.

Type II (B) : os d'épaisseur normale, gencive kératinisée réduite, de moins de 2 mm.

Type III (C) : os fin, gencive kératinisée d'épaisseur normale, de 3 à 5 mm.

Type IV (D) : os fin, gencive kératinisée réduite, de moins de 2 mm.

Le type 1 correspond au parodonte idéal et résistant. Les parodontes les plus à risques de développer une récession gingivales en présence de maladies parodontales sont les parodontes fins, avec une faible hauteur voir absence de gencive attachée, soit les types IV [4, 9].

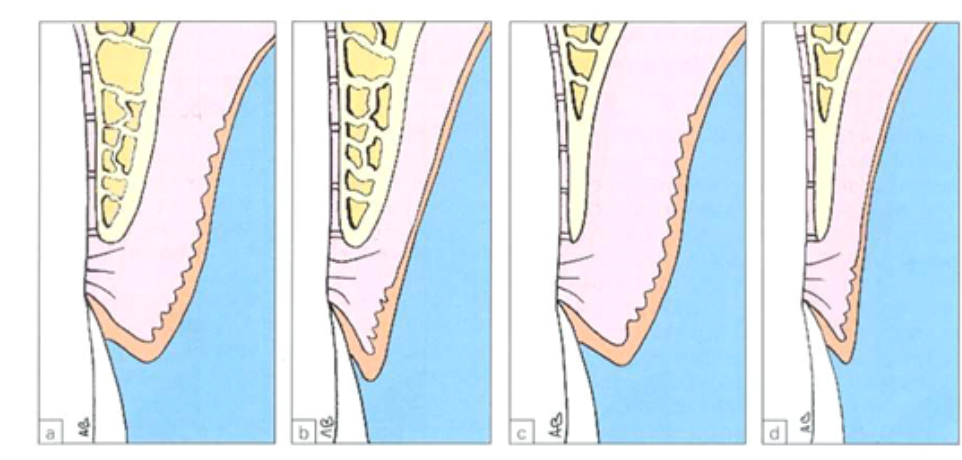


Figure I.3 : Les quatre types de parodonte selon *Maynard et Wilson*. a :Type I, b :Type II, c :Type III, d :Type IV [3]

I.2. Espace biologique

I.2.1. Définition

L'espace biologique (EB), décrit pour la première fois en 1961 par *Gargiulo et Wentz*, désigne la jonction physiologique entre la gencive et la dent. Cette jonction s'étend entre la base du sulcus et le sommet de la crête osseuse, avec une hauteur moyenne d'environ 2 mm. Elle est composée, dans la partie coronaire de l'attache épithéliale, et dans la partie apicale de l'attache conjonctive, chacun de ces deux composants ayant une hauteur moyenne d'environ 1 mm. Ce système d'attache joue un rôle crucial de sertissage, protégeant le parodonte aseptique contre les agressions du milieu buccal septique. Avec l'âge, l'espace biologique a tendance à diminuer, mais c'est principalement l'attache épithéliale qui varie, l'attache conjonctive restant stable au

fil du temps. Depuis 2017, le terme "EB" a été remplacé par "attache tissulaire supracrestale", suite à un consensus établi lors du workshop international de parodontologie. [10]

I.2.2. Composants de l'espace biologique

I.2.2.1. Attache épithéliale

L'épithélium de jonction constitue la première barrière physiologique et physique séparant le parodonte profond du milieu extérieur. Il s'agit d'une bande annulaire d'épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé, prolongeant l'épithélium sulculaire et sertissant la dent. Il se situe sous le fond du sillon gingival et s'étend jusqu'à une région proche du collet, à proximité de la jonction amélo-cémentaire (JAC). [10]

I.2.2.2. Attache conjonctive

Elle fait suite à l'attache épithéliale. Il s'agit d'un système complexe de fibres de collagène qui s'insèrent d'une part dans le ciment et d'autre part dans le tissu conjonctif de la gencive marginale, permettant ainsi un ancrage mécanique de la gencive sur la dent. Le tissu conjonctif gingival constitue la seconde barrière, participant à la protection et au maintien de l'intégrité parodontale. Il assure également l'innervation, la vascularisation et la défense du tissu gingival.

On retrouve des faisceaux de fibres collagènes d'orientations diverses au-dessus de l'alvéole, c'est derniers s'étendent du ciment à la gencive. Les autres faisceaux de fibres sont plus ou moins horizontaux et présentent à l'intérieur de la gencive et entre les dents [10, 11]. Elles sont représentées par :

- Les fibres dento-gingivales (coronaires, horizontales et apicales).
- Les fibres alvéolo-gingivales.
- Les fibres interpapillaires.
- Les fibres transgingivales.
- Les fibres circulaires ou semi-circulaires.
- Les fibres dento-periostales.

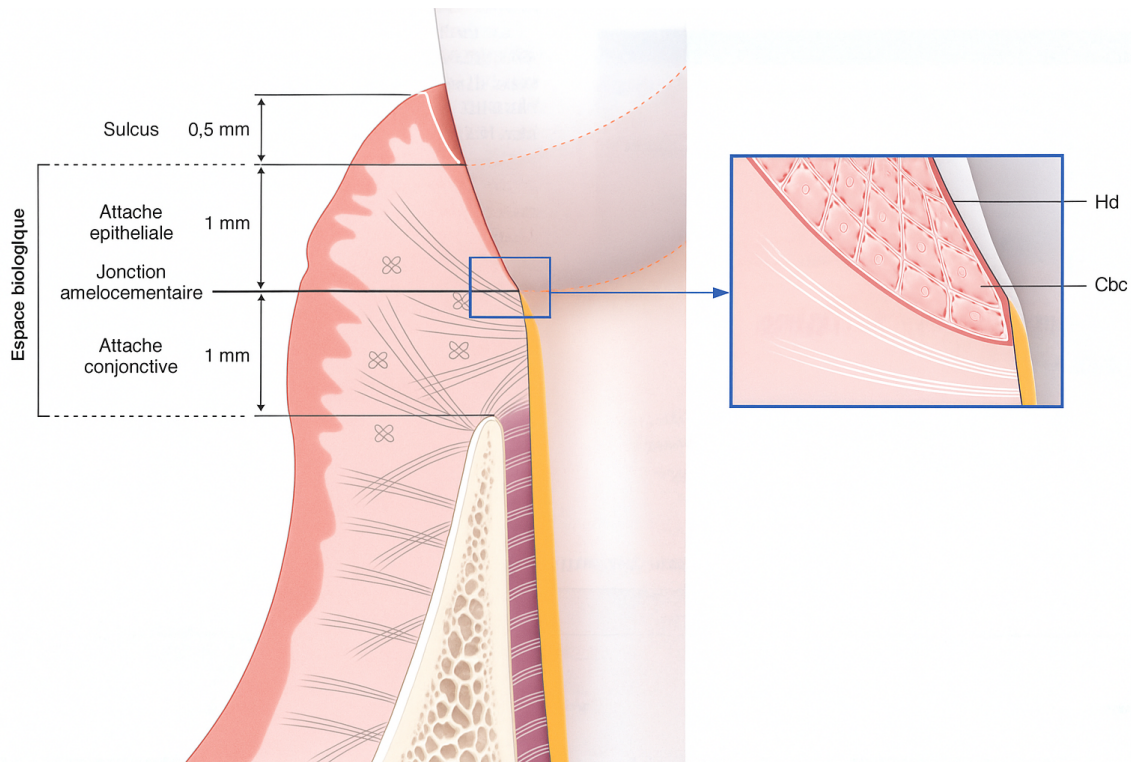


Figure I.4 : Espace biologique [2]

I.2.3. Rôle de l'espace biologique

Véritable élément de cohésion et de protection du parodonte, l'espace biologique permet :

- D'assurer la sertissure du parodonte à la dent.
- D'isoler les tissus parodontaux profonds des éléments du milieu extérieur.
- D'apporter des renseignements sur le milieu extérieur de nature physico-chimique aux tissus parodontaux. L'épithélium de jonction joue un rôle clé dans la perception du milieu physico-chimique externe grâce à la présence de récepteurs spécifiques à sa surface. Ces cellules sont en mesure de détecter les variations environnementales, de sécréter des substances antimicrobiennes et de produire des chimiokines, favorisant ainsi le recrutement et l'activation des cellules immunitaires en cas de besoin. [12, 13, 14]

Toute agression de l'espace biologique d'origine iatrogène, qu'elle soit bactérienne ou mécanique, peut entraîner une migration apicale des structures osseuses et tissulaires afin de rétablir l'attache conjonctive. Parmi les signes cliniques généraux d'une violation de l'espace biologique, on observe une inflammation gingivale progressive et chronique autour de la restauration,

accompagnée soit d'une récession gingivale et d'une résorption osseuse sur une gencive fine, soit de la formation d'une poche parodontale sur une gencive épaisse. [14, 15]

I.3. Définition et critères de la santé parodontale

Selon *Lang et Bartold*, la santé parodontale est définie comme l'absence de signes histologiques d'inflammation parodontale et de modification anatomique du parodonte. La santé gingivale clinique est caractérisée par un parodonte intact ou réduit chez un patient ne présentant pas de parodontite, avec moins de 10 % de saignements sur des profondeurs de sondage $\leq 3\text{mm}$. Un parodonte intact se définit par l'absence de perte d'attache et de perte osseuse, tandis qu'un parodonte réduit présente une perte d'attache évidente et d'un niveaux osseux réduits. Dans le cas d'un parodonte réduit chez un patient ayant des antécédents de maladie parodontale traitée avec succès, la définition de la santé permet des profondeurs de sondage allant jusqu'à 4 mm avec absence de saignement au sondage. [16, 17, 18]

L'évaluation de l'aspect clinique des gencives saines repose sur plusieurs caractéristiques :

- **La couleur** : elle varie du rose pâle au rose corail, en fonction de la pigmentation et de l'état vasculaire.
- **Le volume** : il dépend de la richesse en éléments vasculaires et cellulaires, traduisant un tissu sain et tonique.
- **La consistance** : elle est ferme, sans signes de tuméfaction.
- **La texture** : la gencive libre est généralement lisse, tandis que la gencive attachée présente un aspect piqueté, dit "peau d'orange", dû à l'insertion des fibres conjonctives.
- **La forme des papilles interdentaires** : elle varie selon l'espace entre les dents ; elle est souvent en forme de "V" dans les embrasures étroites et en forme de "L" ou plus aplatie dans les espaces plus larges. Cette forme contribue à la résistance aux agressions mécaniques.
- **Le contour** : il est festonné, suivant le collet des dents, et forme un joint étanche qui empêche l'accumulation de débris alimentaires, assurant ainsi la protection des tissus parodontaux profonds.

Chapitre II : Prothèse conjointe

II.1. Définition

La prothèse conjointe, également appelée prothèse fixée, est une solution prothétique destinée à restaurer de façon durable l'anatomie, la fonction et l'esthétique des dents absentes ou altérées. Elle se fixe de manière permanente sur des dents piliers naturelles ou des implants. Elle englobe principalement les couronnes unitaires, les bridges pluraux et les restaurations partielles fixées (inlays/onlays). Alliant précision biomécanique, respect des tissus biologiques et exigences esthétiques, la prothèse conjointe s'inscrit dans une démarche conservatrice, visant à assurer l'intégrité de l'arcade dentaire, la stabilité occlusale et le confort du patient à long terme. [20]

II.2. Indications de la prothèse conjointe

La prothèse partielle fixée s'impose, chaque fois que la restauration durable de la fonction et de l'esthétique en fait la solution de choix :

- Caries étendues rendant la dent non restaurable autrement Anomalies dentaires :
 - Congénitales : agénésie, dysplasie, anomalies de forme.
 - Acquises : usure, abrasion, érosion, traumatismes.
- Traumatisme coronaire.
- Colorations.
- Malpositions.
- Abrasions, érosions. [21]

II.3. Contre-indications

Les contre-indications d'ordre général peuvent être absolues, ou relatives, dans tous les cas où le terrain peut être modifié favorablement. On distingue classiquement :

- Les diathèses.

- Les pathologies d'ordre générale non équilibrées constituent une contre indication relative à la prothèse conjointe.
- Patient en période de croissance.

Les contre-indications loco-régionales sont également relatives (et donc à reconsidérer en fonction de l'efficacité des thérapeutiques connexes), ou absolues :

- Le manque d'hygiène.
- Certaines pathologies de l'articulation temporo-mandibulaire.
- La limitation d'ouverture buccale.
- Les parodontopathies terminales.
- Les malpositions impossibles à corriger orthodontiquement.
- Dents saines bordant l'édentement .
- Fractures radiculaires.
- Perforations radiculaires.
- Atteinte de furcations.
- Lésions apicales et péri-apicales.
- Limite sous gingivale avec inflammation de la gencive marginale.
- Mobilité dentaire.
- Lyse osseuse diminuant le rapport couronne-racine.
- Reconstitutions importantes sur des racines faibles ou courtes.
- Hauteur coronaire faible au sein d'une occlusion serrée.
- Des contre-indications d'ordre psychologique, ou économique, doivent également être prises en compte. [21]

II.4. Principes généraux des préparations en prothèse fixée

La préparation d'une dent destinée à recevoir un élément prothétique fixé doit assurer la pérennité de l'ensemble dento-prothétique, dans le strict respect du contexte biologique dans

lequel il s'intègre. Ce résultat ne peut être obtenu que si les principes suivants sont respectés : [21]

II.4.1. Principes Mécanique

II.4.1.1. Rétention et stabilisation

Aucun ciment de scellement, ni aucune colle, ne suffit à assurer ces objectifs. La solution doit donc être recherchée au niveau des formes de contour.

La rétention s'oppose aux forces de désinsertion des prothèses selon l'axe des préparations. La stabilisation, pour sa part, s'oppose à leur mobilisation, sous l'effet des différents composants des contraintes masticatoires et occlusales.

La rétention et la stabilisation dépendent étroitement des facteurs suivants :

- **Conservation maximale des préparations périphériques :** Une bonne conservation des contours périphériques des dents préparées favorise la rétention.
- **Capacité de résistance :** La résistance des dents constitue un facteur déterminant en prothèse conjointe. Les dents vitales, du fait de leur intégrité biologique, offrent généralement une meilleure résistance mécanique que les dents dépulpées, lesquelles requièrent l'utilisation de dispositifs de renfort pour garantir la stabilité de la restauration. [21]

II.4.1.2. Sustentation

La sustentation représente la capacité à s'opposer à l'enfoncement de la prothèse. C'est un paramètre davantage étudié en prothèse amovible. En prothèse fixée, cette force est assurée par l'appui sur la dent préparée.[21]

II.4.1.3. Dépouille

L'angle de convergence ou de divergence des parois de la préparation qui affecte la rétention. Pour qu'un élément prothétique puisse être correctement placé sur la préparation, il est essentiel que les faces axiales de celle-ci présentent une légère dépouille. Cela consiste à rendre convergentes deux parois externes vers la face occlusale de la dent (pour les couronnes) ou

deux parois internes divergentes (pour les inlays/onlays). Une dépouille appropriée est nécessaire afin d'éviter les contre-dépouilles susceptible de compromettre la rétention. La préparation a une dépouille optimale de 6° si l'inclinaison de chaque paroi axiale est de 3° par rapport à l'axe d'insertion. [20]

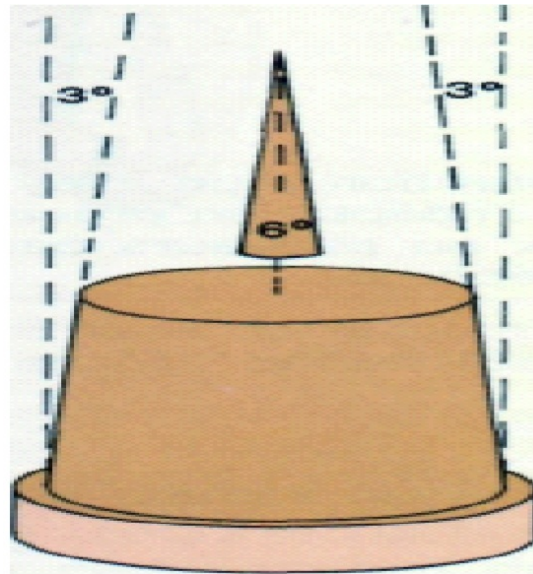


Figure II.1 : La préparation à une dépouille optimale de 6° si l'inclinaison de chaque paroi axiale est de 3° par rapport à l'axe d'insertion [22]

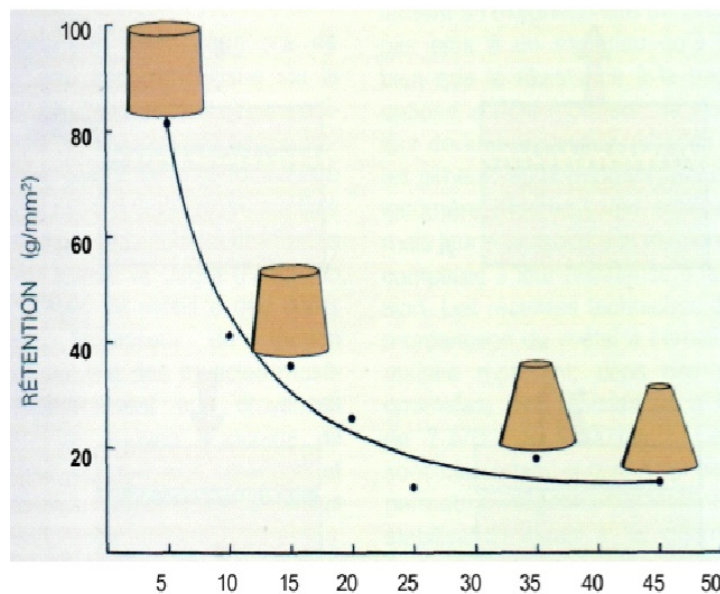


Figure II.2 : Rapport entre dépouille et rétention : si l'angle de la dépouille s'accroît, la rétention diminue (d'après Jorgensen 15) [22]

II.4.1.4. Hauteur et diamètre

La hauteur résiduelle de la dent préparée constitue également un facteur prépondérant, car il existe une corrélation positive entre cette dernière et la force nécessaire au retrait de la restauration.

La réduction de la face occlusale doit être effectuée avec précaution, en visant à minimiser la quantité de tissu dentaire retiré, tout en maintenant une hauteur suffisante pour obtenir une surface de rétention plus élevée.

La quantité de réduction nécessaire doit être ajustée en fonction du matériau prothétique utilisé : une épaisseur moindre est requise pour les restaurations métalliques, tandis qu'une couronne en céramique nécessite plus d'espace.

Il est également essentiel de respecter la morphologie occlusale lors de la préparation, un principe connu sous le nom d'homothétie relative. [20]

- À diamètre égal : La préparation la plus haute assure la meilleure rétention.
- À hauteur égale : La préparation de plus grand diamètre assure la meilleure rétention.
- Plus la surface est étendue, plus le ciment est répartie, meilleure est la rétention. [20]

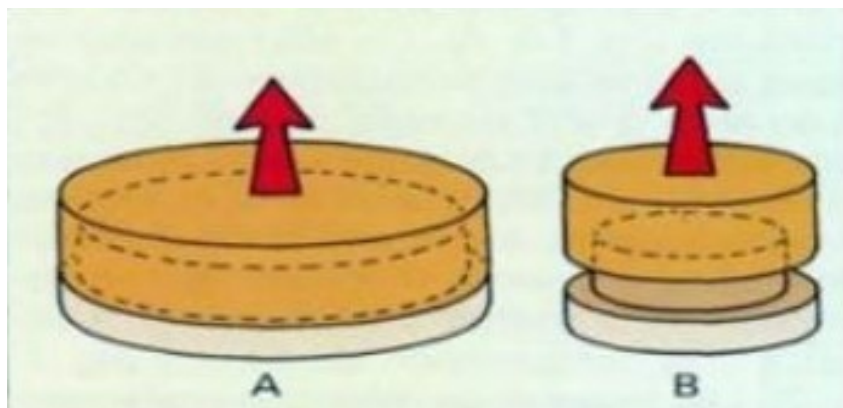


Figure II.3 : Largeur de la préparation [22]

Pour deux préparations de mêmes hauteur et dépouille, la rétention de la plus large (A) est meilleure que celle de la plus étroite (B)

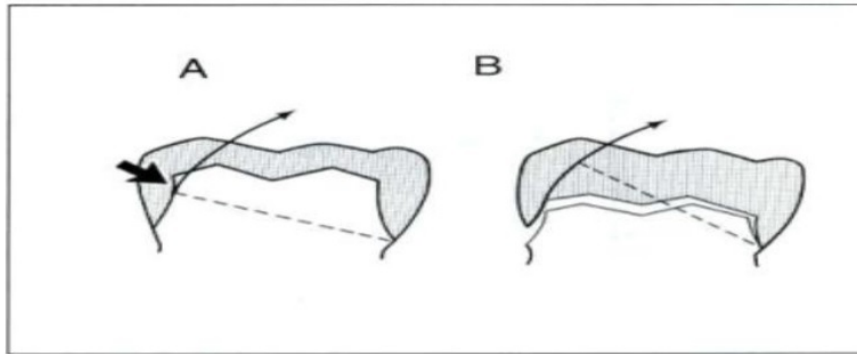


Figure II.4 : La préparation la plus élevée (A) résiste mieux au mouvement de bascule que la couronne courte [22]

Il est important de souligner que, dans de nombreux cas cliniques, la hauteur de la dent peut être insuffisante en raison d'une perte partielle ou totale de la couronne. Il est donc nécessaire dans ces cas-là de substituer le volume de dent manquant. Ces moyens de substitution ne doivent pas entraîner de mutilations excessives, notamment dans le cas de dents vivantes afin de ne pas mettre en péril l'intégrité pulpaire.

II.4.1.5. Surface de contact

Plus la surface de contact entre la dent et la prothèse est étendue, meilleure est la rétention. L'ajout de rainures ou de boîtes peut augmenter cette surface. [20]

II.4.1.6. Distribution des forces

La conception de la prothèse doit permettre une distribution uniforme des forces occlusales pour éviter des points de stress excessifs sur la dent ou la prothèse. [20]

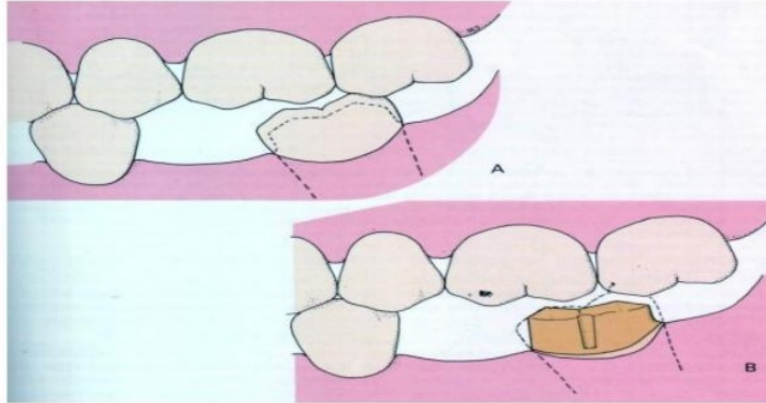


Figure II.5 : L'espace que fait une dent versée avec l'antagoniste est parfois suffisant au niveau des cuspidés mésiales dont la réduction est superflue. Une réduction de la face occlusale uniforme serait à l'origine d'un espace trop important avec l'antagoniste et d'une diminution excessive de la paroi mésiale de la préparation (A). La suppression de la substance dentaire doit être limitée à ce qui est indispensable (B) [22]

II.4.1.7. Axe d'insertion

L'axe d'insertion est la ligne imaginaire selon laquelle la prothèse doit être mise en place ou désinsérée. Il est déterminé par le praticien avant le début de la préparation, et tous les éléments de la forme de contour sont établis en fonction de cet axe.

Le respect de l'axe d'insertion est essentiel pour les préparations destinées aux moyens d'ancrage d'un bridge. Les dents doivent être parallèles entre elles et à l'axe d'insertion choisi [20].

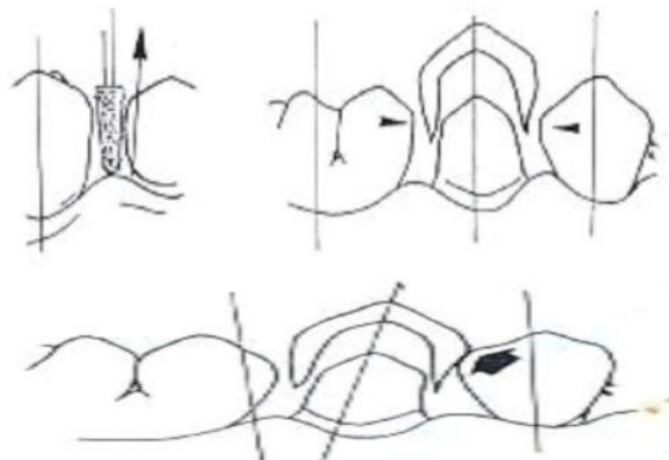


Figure II.6 : Axe d'insertion prothétique doit être parallèle aux face proximales des dents adjacentes [21]

Les principes mécaniques conventionnels, tels que la rétention, la stabilisation et la dépouille, ont historiquement guidé la conception des préparations prothétiques destinées au scellement classique. Toutefois, leur importance tend à diminuer avec le développement des systèmes de collage modernes. Ces derniers reposent sur des interactions chimiques entre les surfaces dentaires et les agents adhésifs, permettant une rétention efficace sans dépendre exclusivement de la forme géométrique de la préparation. Cette avancée permet d'adopter des préparations plus conservatrices, tout en garantissant la stabilité et la durabilité des restaurations.

II.4.2. Principes Biologiques

II.4.2.1. Vitalité Pulpaire

La préservation de la vitalité pulpaire est cruciale. Une dent pulpée constitue le meilleur ancrage pour les restaurations, offrant une résistance aux forces occlusales et une meilleure réaction aux agressions. Pour maintenir cette vitalité, il est recommandé d'utiliser un refroidissement par irrigation et de réduire la vitesse de préparation [20].

II.4.2.2. Préservation des tissus dentaires

Minimiser l'élimination de la structure dentaire saine pour maintenir la vitalité des dents et des tissus environnants [20].

II.4.2.3. Santé parodontale

La préparation dentaire et la conception des prothèses conjointes doivent respecter l'intégrité des tissus parodontaux pour garantir leur santé à long terme. En particulier, il est crucial de préserver l'espace biologique, car sa violation peut entraîner des complications telles que l'inflammation chronique, la récession gingivale ou la perte osseuse. Pour éviter ces problèmes et assurer une intégration harmonieuse de la prothèse, un espace d'au moins 2 mm doit être maintenu entre la limite de la prothèse et la crête osseuse [20].

II.4.2.4. Compatibilité biologique

Les matériaux utilisés pour la prothèse doivent être biocompatibles, évitant les réactions indésirables avec les tissus buccaux [20].

II.4.2.5. Équilibre occlusal

La prothèse doit être conçue pour maintenir un équilibre occlusal, afin de minimiser la transmission de contraintes occlusales excessives aux dents adjacentes, aux antagonistes ainsi qu'aux structures parodontales [20].

II.5. Limites cervicales

La limite cervicale est définie comme étant la frontière entre la portion intacte de la dent et le point le plus apical de la préparation dentaire bien positionnée. C'est un point critique pour l'intégration de la prothèse, et son importance se manifeste à plusieurs niveaux. Sur le plan esthétique, elle doit être soigneusement modelée pour s'harmoniser avec les contours naturels des dents et des gencives, garantissant ainsi un résultat visuel satisfaisant. D'un point de vue biologique, elle permet une interaction adéquate entre les tissus dentaires, gingivaux et prothétiques, étant souvent le site d'interaction avec le fluide gingival, ce qui influence la santé parodontal. Mécaniquement, une conception appropriée de cette limite est essentielle pour garantir l'ajustement du joint dento-prothétique, ce qui influe sur la stabilité et la durabilité de la restauration. Enfin, cette zone est fréquemment exposée à des problèmes tels que la carie secondaire ou les maladies parodontales, rendant sa gestion et son entretien d'une grande importance. En somme, la limite cervicale est un élément clé pour assurer la réussite des restaurations prothétiques, tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique.

Les types de limites cervicales en prothèse peuvent être classés selon leur forme et leur situation [23].

II.5.1. Description de la situation (supra/juxta/infra)

- **Limites supra gingivale :** Une limite supra-gingivale est située coronairement au sommet de la gencive libre marginale, offrant plusieurs avantages tels que le respect de l'intégrité parodontale, une préparation sans risque de lésion parodontale, une mise en œuvre précise grâce à une bonne visibilité, et une facilité de collage et scellement. Elle permet également un bon contrôle de la plaque dentaire et est esthétiquement acceptable dans certaines conditions [23].

Cependant, cette situation présente des inconvénients, notamment des résultats inesthétiques en secteur antérieur, une visibilité du joint dento-prothétique, une rétention moins efficace et une surface de frottement limitée. Elle est indiquée pour des restaurations dans les secteurs postérieurs, sur des piliers à parodonte fin sans possibilité de chirurgie muco-gingivale, pour des restaurations tout céramique et sur des piliers avec une grande hauteur coronaire [23].

- **La situation juxta-gingivale :** place la limite de la restauration au niveau du rebord gingival, juste au sommet de la gencive libre. Elle offre une bonne rétention par rapport à une préparation supra-gingivale et facilite l'accès pour le praticien ainsi que le contrôle de plaque pour le patient. Cependant, la rétention reste inférieure à celle d'une préparation intra-sulculaire, et l'esthétique peut être compromise, notamment en cas de sourire gingival. Elle est indiquée pour les restaurations en secteur postérieur, tout céramique et sur des piliers courts [23].
- **La situation intra-sulculaire :** place la limite de la restauration dans le sillon gingivo-dentaire, à au moins 0,4 mm de l'attache épithéliale. Elle offre une excellente esthétique, une rétention supérieure et préserve la santé parodontale, à condition que la préparation soit précise. Toutefois, sa réalisation est complexe et nécessite une grande rigueur, avec des risques de lésions parodontales. L'entretien de l'hygiène dentaire demande plus de coopération du patient, et un délai de 3 semaines est nécessaire avant la prise d'empreinte. Elle est indiquée pour les restaurations esthétiques, lorsqu'une bonne rétention est requise, ou pour traiter des lésions cervicales [23].



Figure II.7 : Les différentes situations de la limite cervicale [23]

Selon la forme :

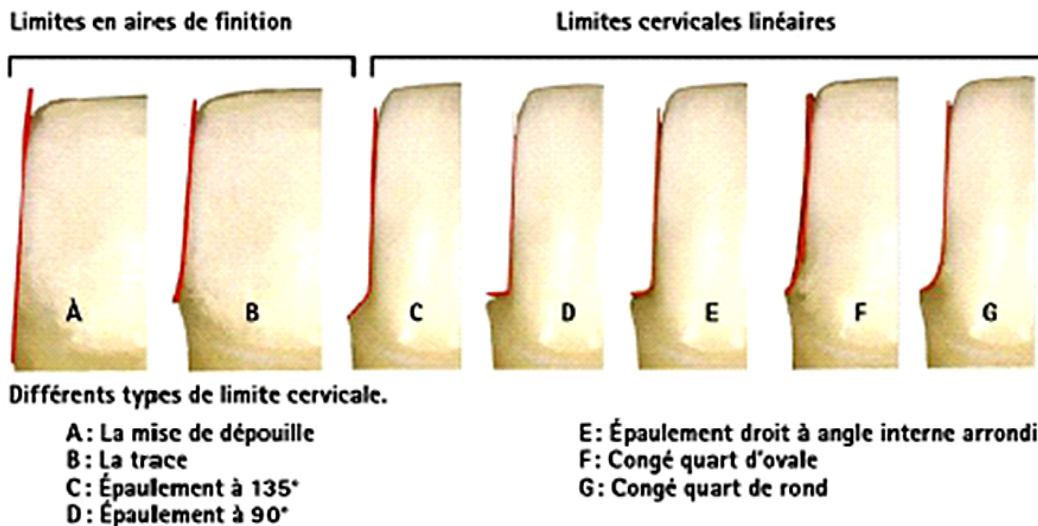


Figure II.8 : Les différentes formes de limites cervicale [23]

La limite cervicale peut se définir sous forme d'une ligne ou d'une aire de finition. La finition linéaire est représentée par une ligne distincte pour toute sa circonférence, alors que l'aire de finition adapte la préparation à une surface entière. Chacune des deux présente plusieurs configurations possibles.

Les aires de finition sont la mise de dépouille (Ang : feather edge) et le biseau (Ang : knife edge). Et les limites linéaires, congé (Ang : chamfer) ou épaulement (Ang : shoulder) peuvent être complexes ou simples, c'est-à-dire accompagnées ou non de finitions angulaires à leur périphérie : biseaux ou chanfreins [23].

II.5.2. Limites cervicales linéaires

II.5.2.1. Congé

Un congé est défini comme une surface oblique, légèrement concave, raccordant la région cervicale à la surface dentaire. C'est une forme de limite sans angle interne aigu. Il est obtenu en décrivant le bord cervical d'une dent par une fraise présentant une extrémité ronde à oblongue tenue dans l'axe de la préparation [23].

— Congé quart d'ovale ou congé simple

Le congé quart d'ovale est une forme de préparation cervicale conçue pour rendre la limite plus visible en laboratoire. Il présente une forme oblique et légèrement concave, sans angle interne aigu, décrivant un quart d'ovale (type ballon de rugby). Il est réalisé avec une fraise à extrémité oblongue, tenue dans l'axe de la préparation. Ce type de limite a été introduit pour les couronnes coulées (Lusting, Kassis), puis adopté pour les couronnes céramo-métalliques, en tenant compte de l'épaisseur conjointe métal-céramique [23].

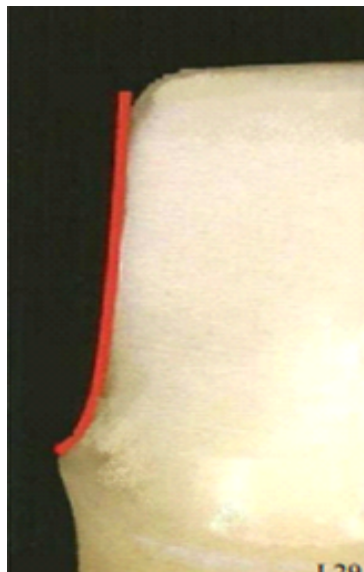


Figure II.9 : Congé quart d'ovale ou congé simple

— Congé quart de rond

Le congé rond se distingue du congé ovale par une concavité plus marquée, obtenue avec une fraise à bout rond. Il présente un angle cavo-superficiel de 90° et un angle interne arrondi. C'est une forme courante et esthétique, souvent considérée comme une version

améliorée du congé ovale.

Cependant, il peut poser des problèmes d'adaptation dans les restaurations multiples, surtout avec certains alliages, à cause de sa largeur. Il est déconseillé pour les dents dépulpées ou en cas de parodonte réduit, car il n'assure pas un bon frettage [23].



Figure II.10 : Congé quart de rond

II.5.2.2. Épaulement

Il existe 3 types d'épaulement :

1. Épaulement à 135° ou à 50° :

L'épaulement à 135° (OU À 50°) est une limite simple, facile à réaliser et économe en tissu dentaire. Il offre une bonne visibilité et un bon frettage, mais sa conicité réduit la rétention, ce qui le rend inadapté aux dents courtes. Autrefois très utilisé, il est aujourd'hui délaissé pour les restaurations esthétiques, car il ne soutient pas efficacement la céramique, laquelle devient fragile et peut entraîner un mauvais ajustement. Il nécessite donc une finition métal-dent, telle qu'une lame de couteau ou un bandeau métallique [23].

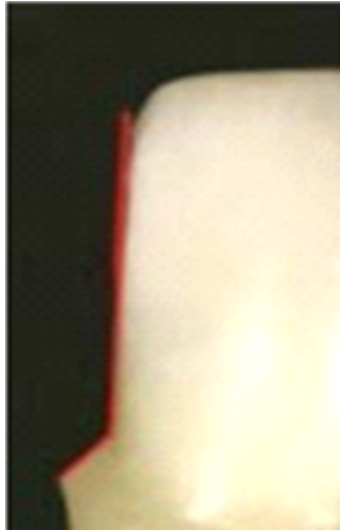


Figure II.11 : Épaulement à 135° ou à 50° [23]

2. Épaulement à 90° :

- **Épaulement à angle interne droit vif (classique) :**

L'épaulement droit est une limite large et horizontale, autrefois privilégiée pour les couronnes céramo-céramiques grâce à sa bonne résistance aux contraintes occlusales. Cependant, il nécessite une mutilation dentaire plus importante et n'est pas adapté aux reconstructions métalliques coulées. Son angle interne vif de 90° concentre les efforts sur la dent, augmentant le risque de fracture, ce qui a conduit à son remplacement progressif par un épaulement à angle arrondi, plus ergonomique et sûr. De plus, cette limite requiert des fraises spécifiques dont l'usure rapide peut compliquer la préparation [23].



Figure II.12 : Épaulement à angle interne droit vif [23]

- **Épaulement à angle interne arrondi :**

L'épaulement à angle interne arrondi combine les avantages mécaniques de l'épaulement droit tout en réduisant les contraintes liées aux angles vifs, ce qui améliore la résistance des restaurations céramo-céramiques. Il nécessite une préparation importante avec un méplat large (0,8 à 1,2 mm), ce qui peut fragiliser la dentine et compromettre la vitalité. Ce profil facilite la pose de céramique, sensible à la traction, mais offre un freinage cervical moins optimal, surtout pour les dents dépulpées ou très délabrées. Son utilisation demande une grande précision clinique, notamment pour les restaurations multiples ou les bridges [23].



Figure II.13 : Épaulement à angle interne arrondi [23]

II.5.3. Air de finition

Les finitions en aires, telles que la simple mise en dépouille (feather edge) et la finition en trace (lame de couteau, biseau ou knife edge), offrent une préparation facile à réaliser avec des avantages cliniques et en laboratoire [23].

- **La mise de dépouille :**

La mise de dépouille est la préparation minimale que doit présenter un pilier dentaire pour qu'un élément prothétique puisse être placé sur la préparation. Elle consiste à une éviction simple et minimale de tout surplomb situé coronairement à la ligne de finition prothétique. À une telle préparation correspond une limite cervico-prothétique très impré-

cise, qui sera vraisemblablement choisie arbitrairement par le prothésiste. Selon les principes de préparation, Les faces externes convergent légèrement vers l'occlusal, formant un angle de convergence modéré qui assure la rétention sans provoquer de contre-dépouilles. Pour éviter une conicité excessive et des limites irrégulières, il est recommandé d'utiliser des fraises larges à extrémité arrondie [23].



Figure II.14 : Limite en mise de dépouille [23]

- **La trace ou finition en lame de couteau :**

Ce type de limite cervicale se définit comme étant l'éviction de tout surplomb dans la zone prothétique, et s'accompagnant d'un faible décrochement des pans sur une ligne frontière entre la zone préparée et la zone vierge. C'est une variante de la mise de dépouille, la différence réside dans le fait que l'angle formé par la surface préparée et la surface radiculaire est plus marqué pour la finition en trace. Cette limite cervicale est visible et reproductible dans l'empreinte. C'est l'angle vif formé par les deux pans de la dent qui détermine la ligne de finition cervicale de la préparation dentaire. Cette limite offre donc un degré de précision supérieur à la précédente [23].



Figure II.15 : Limite en lame de couteau [23]

II.6. Profil d'émergence

II.6.1. Sur dent naturelle

En 1989, *Croll* donne une définition du profil d'émergence pour une dent naturelle comme étant la partie du contour dentaire axial s'étendant de la base du sulcus, où se situe la jonction amélo-cémentaire, vers l'environnement buccal en passant par la gencive libre. *Armand et Coudret* (2004) ajoutent que le profil d'émergence doit s'intégrer à l'anatomie cervicale du parodonte marginal en tenant compte, lors de son enregistrement, des tissus calcifiés et des tissus mous marginaux.

Ainsi, le profil d'émergence est défini par la prolongation de la racine vers la couronne et la forme des tissus mous, prenant en compte la forme du tissu calcifié et l'état des tissus mous environnants [23].

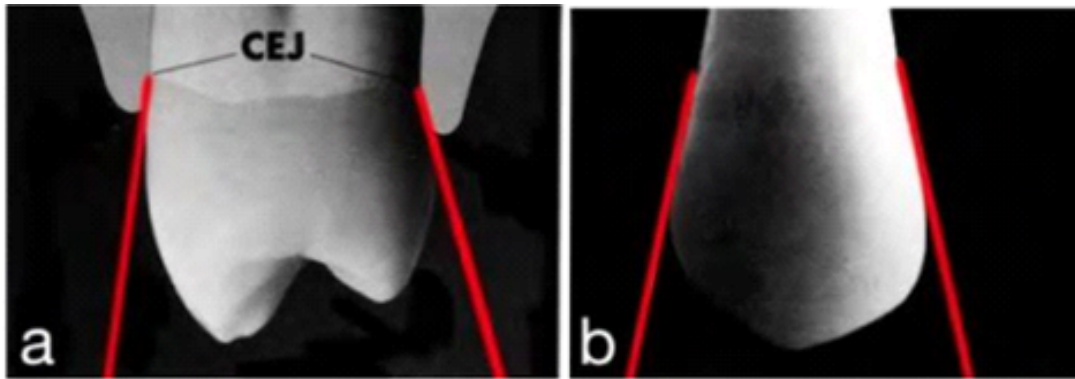


Figure II.16 : Profil d'émergence (représenté en rouge) selon Croll [23]

a) Vue vestibulo-linguale d'une dent ; b) vue mésio-distale

La plupart des dents ont un profil d'émergence au niveau de la jonction émail-cément, qui est le collet anatomique de la dent, zone d'insertion de l'attache gingivale formant le collet clinique, qui se coïncide avec le précédent quand le parodonte est sain. Dans le cas de rétraction gingivale, physiologique lié à l'âge, ou par processus pathologique parodontale, ces deux collets ne coïncident pas, étant le collet clinique migre apicalement. Ce qui varie la forme du profil d'émergence selon la forme de la racine et les tissus mous environnants.

Ce profil possède deux caractéristiques :

1. Forme du contour cervical

La forme du contour cervical correspond à la convexité de la dent naturelle ou de la reconstitution prothétique située au niveau du tiers cervical. Le rayon de courbure de cette convexité lui donne une orientation qui peut être mesurée par l'angle d'émergence (Wheeler, « Complete crown form and the periodontium ») [23].

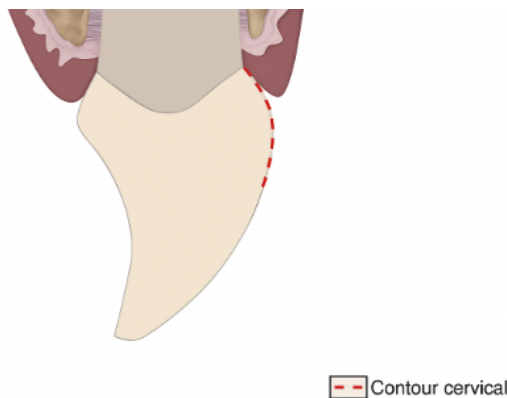


Figure II.17 : Forme du contour cervical

2. Angle d'émergence

Cet angle a été décrit par *Kay H.* comme l'intersection du profil d'émergence (c'est à dire l'inclinaison de la face vestibulaire) avec le grand axe longitudinal de la dent. Il est fonction de l'anatomie dentaire et du niveau où il est mesuré.

Généralement, l'angle d'émergence mesuré sur des dents naturelles se situe dans une plage étroite allant de $11,30^\circ$ à $15,26^\circ$ (*Kay*, « Criteria for restorative contours in the altered periodontal environment »)[23].

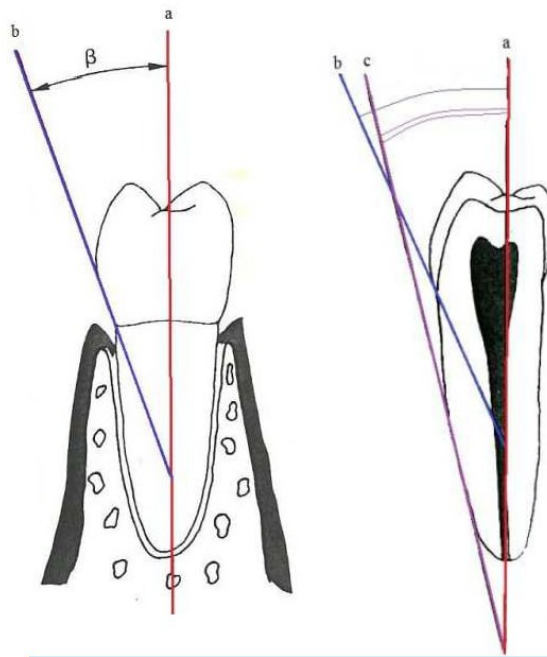


Figure II.18 : Angle d'émergence représenté par l'angle β

L'angle β est l'intersection entre le profil d'émergence (ligne b) avec le grand axe longitudinal de la dent (ligne a).

le profil d'émergence est plus verticale au niveau radiculaire (ligne c) qu'au niveau coronaire (Ligne b).

II.6.2. Profil d'émergence prothétique

Pour certains auteurs, le profil d'émergence prothétique est lié au profil d'émergence radiculaire, c'est-à-dire aux 0,3 ou 0,4 mm de tissu calcifié non préparé situés immédiatement au-delà de la limite cervicale. Pour d'autres, il s'agit des formes de contour de la prothèse déterminées par l'anatomie des tissus mous dans la zone cervicale. En fait c'est la prise en compte et l'en-

registrement des tissus calcifiés et des tissus mous qui permettent au prothésiste de laboratoire d'évaluer le volume cervical utilisable pour l'élaboration prothétique [23].

II.6.3. Notions de sur-contour et de sous-contour

La couronne dentaire doit se fondre avec le profil radiculaire au niveau de l'émergence sulculaire. Ainsi, les notions de sur-contours et de sous-contours horizontaux et verticaux apparaissent. On parle de sur-contour lorsque les limites prothétiques débordent des limites cervicales de la préparation, et de sous-contour lorsqu'au contraire elles sont en retrait de la préparation [23].

- Dans le sens horizontal

Les sur et sous-extensions horizontales augmentent à long terme l'indice gingival, mais n'affectent ni l'indice de saignement au sondage ni la profondeur des poches parodontales. Cependant, la flore microbienne est modifiée autour des pièces prothétiques en sur-extension.

- **Sous-contour horizontal** : La limite cervicale de la coiffe est en retrait par rapport à la préparation.
- **Sur-contour horizontal** : La coiffe dépasse la préparation, créant un surplomb.

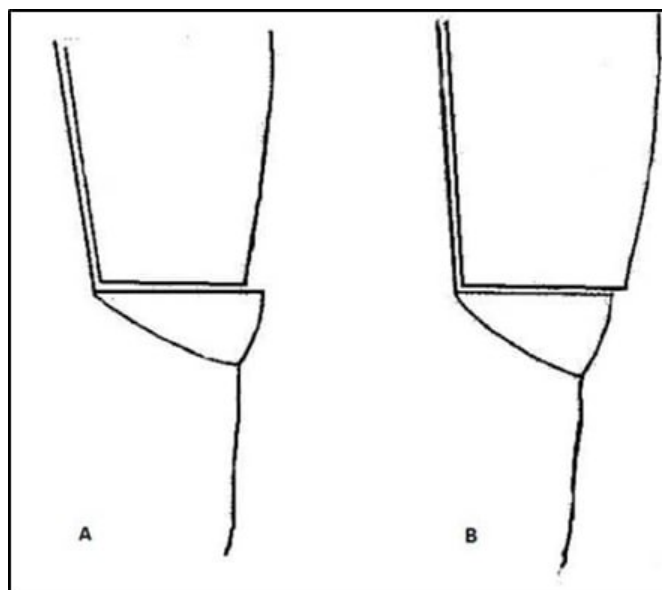


Figure II.19 : Schéma illustrant un sur-contour et sous-contour horizontal [23].

- **Situation A** : La limite cervicale de la coiffe est en retrait par rapport à la préparation : c'est un sous-contour horizontal. Sur-contour horizontal.

- **Situation B** : La coiffe est en surplomb par rapport à la préparation : c'est un sur-contour horizontal ou encore surplomb.

- Dans le sens vertical

L'angle d'émergence, défini par le profil dans le prolongement radiculaire, permet d'identifier un sur-contour (angle plus ouvert) ou un sous-contour (angle plus fermé) vertical. Le profil d'émergence idéal d'une coiffe prothétique suit cet axe radiculaire. Un sur-contour, surtout en présence d'une limite intra-sulculaire, favorise l'accumulation de plaque bactérienne, entraînant une inflammation gingivale, une récession (parodonte fin) ou des poches parodontales (parodonte épais). À l'inverse, un sous-contour présente un impact moindre sur le parodonte. L'intensité de l'inflammation varie selon l'épaisseur gingivale. Pour prévenir ces complications, la préparation doit offrir un espace suffisant pour loger les matériaux prothétiques. Ainsi, la ligne de finition cervicale joue un rôle essentiel dans la forme d'émergence et la préservation de la santé parodontale [23].

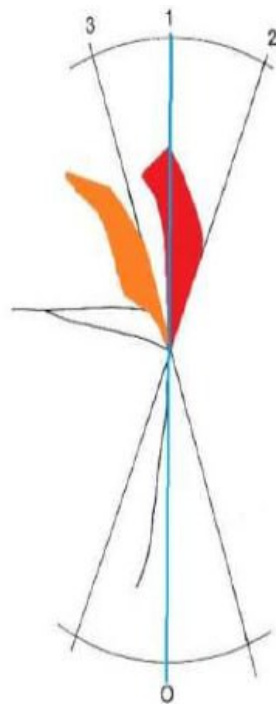


Figure II.20 : Schéma illustrant un sur-contour et un sous-contour vertical

Les situations 2 et 3 correspondent respectivement à un sur-contour et un sous-contour [23]

- Si le contour prothétique de la coiffe est dans le prolongement de la racine, on est alors dans la situation clinique recherchée : Ligne 1.
- Si le contour prothétique de la coiffe forme un angle positif avec l'axe de référence : il s'agit alors d'un sur-contour vertical. Ligne 2.
- Si le contour prothétique de la coiffe forme un angle négatif avec l'axe de référence : il s'agit alors d'un sous-contour vertical. Ligne 3.

II.7. Techniques de préparation en prothèse conjointe

II.7.1. Techniques et outils de préparation

Différentes techniques permettent de faciliter les préparations pour les restaurations antérieures tout céramique. Elles limitent dans tous les cas la mutilation des dents. Trois d'entre elles sont classiquement décrites [25].

II.7.1.1. Technique de pénétration contrôlée

Cette technique ancienne permet de calibrer l'épaisseur des préparations. Des rainures verticales, horizontales ou punctiformes sont réalisées grâce au calibrage de la fraise. Celle-ci est généralement enfouie sur la moitié de son diamètre. Les jauges sont ensuite réunies pour obtenir une préparation homogène. [25]



Figure II.21 : Étapes cliniques de la technique de pénétration contrôlée [25]

II.7.1.2. Technique des clés de réduction

Des clés en silicone sont réalisées en amont sur les dents à préparer ou sur le projet prothétique. Elles peuvent être découpées selon le sens vertical ou horizontal, sur un ou plusieurs niveaux. [25]

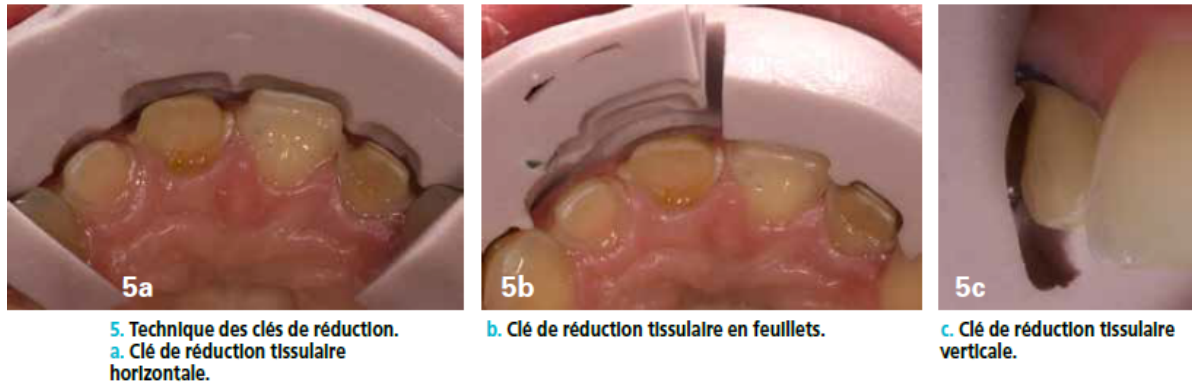


Figure II.22 : Étapes cliniques de la technique des clés de réduction [25]

II.7.1.3. Technique des masques (mock up)

Initialement proposée par *Gürel*, elle découle du concept de pénétration contrôlée. Après analyse esthétique et empreinte de la situation initiale, un projet prothétique est modélisé au laboratoire. La nouvelle morphologie est ensuite matérialisée en bouche en réalisant un masque en résine ou mock up. Cette technique permet de visualiser et de valider in situ le projet final avant toute préparation. La conservation de plages d'émail favorables au collage est également assurée. La principale limite est rencontrée au niveau des dents qui présentent une malposition vestibulaire. Dans ce cas, un léger aménagement est nécessaire avant la réalisation du masque. En dehors des classiques fraises diamantées, différents outils facilitent la mise en forme des préparations partielles ou périphériques. Ils permettent également de préserver le parodonte à plusieurs niveaux [25].



6. Technique des masques.

a. Masque en place.

b. Pénétration contrôlée au travers du masque.

c. Préparation terminée.

Figure II.23 : Étapes cliniques de la technique mock up [25]

II.7.2. Les préparations horizontales

La préparation horizontale désigne une technique de réduction coronaire où la limite de finition de la préparation est définie par une ligne claire et nette, souvent sous forme d'épaule ou de chanfrein. Cette préparation implique une réduction contrôlée de la dent permettant de créer une marge prothétique précise et continue, visible et accessible pour la prise d'empreinte et la réalisation de la restauration [26].

II.7.2.1. Préparation pour dent postérieure

1. réduction de la face occlusale

- Avec une fraise diamantée conique à bout rond et fraise 171. On réalise des sillons d'orientation avec la fraise diamantée et la réduction de la face occlusale s'obtient en réunissant les

sillons successifs tout en suivant le contour cuspidien et préservant la morphologie générale de la face occlusale. [22]



Figure II.24 : Réalisation des sillons d'orientation sur la face occlusale [22]

- Chanfrein du versant externe de la cuspide d'appui : Fraise diamantée conique à bout rond et fraise 171. Ce chanfrein, vestibulaire sur les dents mandibulaires et lingual sur les dents maxillaires. [22]



Figure II.25 : Réalisation du chanfrein du versant externe de la cuspide d'appui [22]

2. Réduction des faces vestibulaire

- **Sillons d'orientation** : Fraise diamantée conique à bout plat.
- **Réduction de la moitié occlusale de la face vestibulaire** : Fraise conique diamantée à bout plat, en réunissant les sillons d'orientation.
- **Réduction de la moitié cervicale de la face vestibulaire** : Fraise diamantée conique à bout plat. [22]

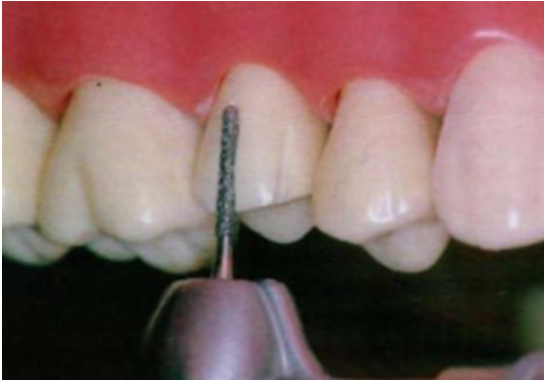


Figure II.26 : Réalisation des sillons vestibulaire [22]



Figure II.27 : Réduction de de la face d'orientation sur la face vestibulaire [22]

3. Réduction proximale

- Une fraise fissure diamantée conique, courte et fine. L'instrument entame les bombés proximaux par un mouvement de va et vient vertical. Lorsque l'accès est suffisant, les parois sont régularisées avec la fraise à congé diamantée dont l'extrémité trace simultanément le congé proximal. [22]



Figure II.28 : Réduction de la face proximale [22]

4. la réduction de la face linguale

- se fait avec la fraise à congé diamanté qui permet simultanément la réalisation d'une limite en forme de congé. [22]



Figure II.29 : Réduction de la face linguale [22]

5. Finition des faces axiales

- Arrondir tout les angles vifs et polir les parois avec une fraise 171.[22]



Figure II.30 : Arrondissement des angles vifs [22]

6. Finition de la limite cervicale

- Une fraise "jacket" ou un ciseau a email de 1mm de largeur, assure le polissage de la limite cervicale, la rendant nette et précise. [22]



Figure II.31 : Finition de l'épaulement [22]

II.7.2.2. Préparation pour dent antérieure

1. La réduction de la face vestibulaire se fait selon deux directions

- Une parallèle à l'axe d'insertion, l'autre parallèle aux 2/3 incisifs de la dent. Les sillons d'orientation sont creusés avec une fraise diamantée conique à bout plat. Les plages de substance dentaire intactes sont éliminées et des ailettes linguales sont mises en place. [22]

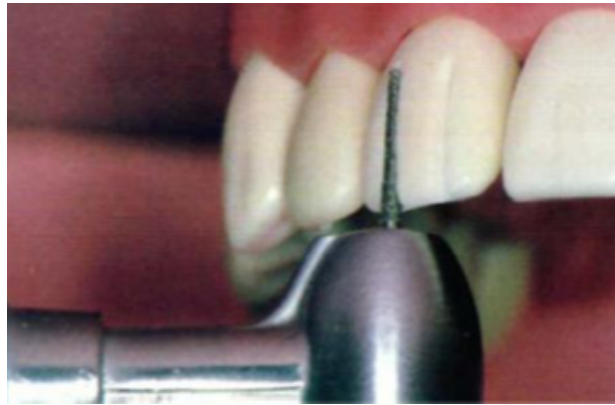


Figure II.32 : Sillons d'orientation creusés dans la face vestibulaire [22]

2. Réduction du bord incisif

- La fraise est tenue parallèlement au bord incisif de la dent, dans une direction vestibulo-linguale transversale on creuse deux encoches de 2 mm de profondeur. [22]



Figure II.33 : Réalisation d'encoches sur le bord incisif [22]



Figure II.34 : Mise de dépouille de la face vestibulaire [22]

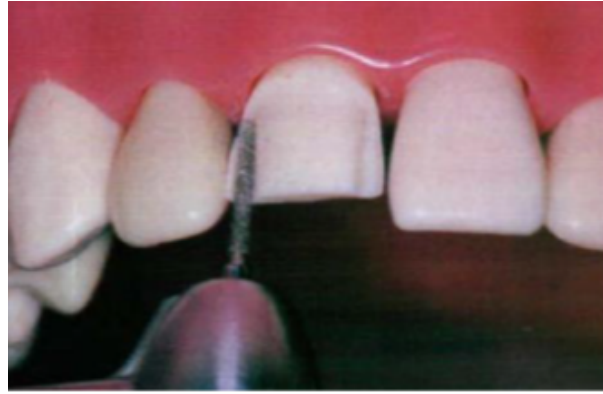


Figure II.35 : Réalisation des ailettes linguales [22]

3. Réduction proximale

- Avec une fraise diamantée fissure fine ce qui permet la réduction du mur lingual de l'ailette proximale. [22]

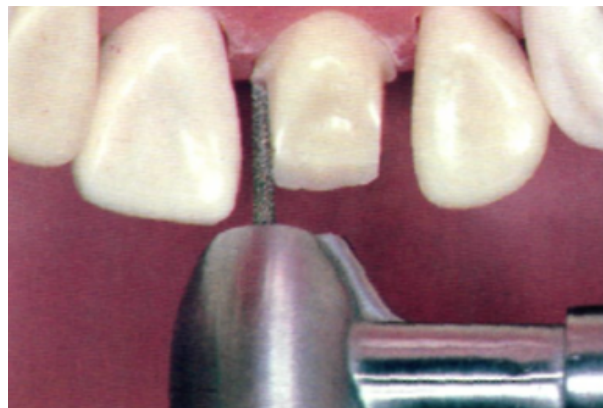


Figure II.36 : Réduction des faces proximales et mise en place des épaulements proximaux [22]

4. Réduction de la concavité linguale

-Avec une fraise petite roue diamantée. [22]



Figure II.37 : Réduction de la concavité cingulaire [22]

5. Réduction de la face axiale linguale

- Avec une fraise congé diamantée qui, simultanément, trace la limite cervicale. La paroi axiale palatine est parallèle au 1/3 cervical de la face vestibulaire.[22]

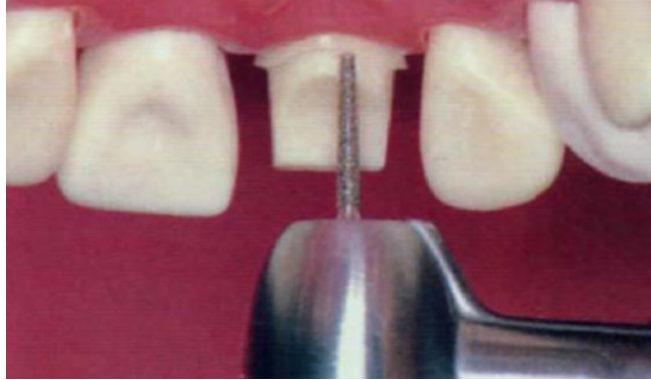


Figure II.38 : Réduction de la face axiale linguale [22]

6. Préciser le congé lingual

- Avec la fraise à congé en carbure de tungstène.[22]

7. Finition de la face vestibulaire et arrondir les angles vifs

- Avec une fraise 171.[22]



Figure II.39 : Finition des parois axiales et suppression des angles vifs [22]

8. Finition de l'épaulement

- Avec une fraise 957 ou un ciseau à émail.[22]

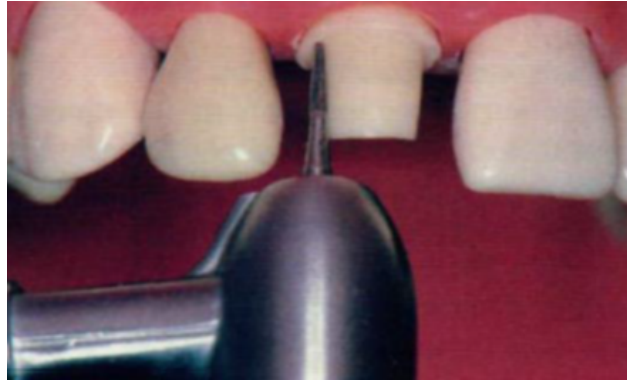


Figure II.40 : Finition de l'épaulement avec une fraise 957 [22]

Tableau II.1 : La réduction des faces selon le matériau utilisé

	Couronne coulée	Couronne jacket		Couronne céramo métallique	Couronne céramo céramique	Couronne à incrustation vestibulaire
		En résine	En céramique			
Face occlusale	1 mm	2 mm	2 mm	1.5 à 2 mm	2 mm	1.5 mm
Face vestibulaire	0.6–0.7 mm	0.8 mm	1 à 1.5 mm	1.5 mm	1.2–1.4 mm	1.2 mm
Face palatine ou linguale	0.6–0.7 mm	0.8 mm	1 à 2 mm	1.5 mm	1.2–1.4 mm	0.8 mm
Face proximale	0.5–0.6 mm	0.8 mm	1.2 à 1.8 mm	0.8–1 mm	1–1.2 mm	0.8 mm

II.7.3. Préparations verticales

Il s'agit d'une technique de préparation des dents piliers en vue de recevoir une prothèse conjointe, fondée sur la réalisation de limites cervicales sous forme de zones de finition.

Leur réalisation ne procure pas de ligne nette, mais une surface de préparation. En effet, la situation de la ligne de transition dento-prothétique n'est pas déterminée par la préparation, mais par la rencontre entre le bord prothétique et la dent.

Cette approche est conservatrice vis-à-vis des tissus dentaires, car elle se contente de supprimer légèrement et simplement tout surplomb coronaire à la ligne de finition, tout en préservant au maximum la dentine cervicale, ce qui réduit le risque d'exposition pulpaire pour une dent

vivante et évite d'affaiblir la structure dentaire restante. Elle est donc considérée comme une préparation non invasive et techniquement facile à réaliser. [27]



Figure II.41 : Préparation verticale [28]

II.7.3.1. Indications de la préparation verticale

- **Maladie parodontale**

Dans le cas de maladie parodontale avec perte d'attache, lorsque la couronne clinique ne coïncide pas avec la couronne anatomique, situation où la limite de l'ancrage est au niveau de la racine de la dent pilier, la préparation verticale trouve son indication car elle reste une approche moins mutilante, plus conservatrice de substance dentaire et répond au principe d'économie tissulaire dans une zone sensible qui est la racine dentaire. À l'inversa de la limite de préparation horizontale qui détient une préférence dans le cas où les limites prothétiques sont situées près de la jonction émail-cément (JEC) en présence d'une bonne santé parodontale. [29]



Figure II.42 : Traitement par une préparation verticale en cas de maladie parodontale (non-coïncidence de la couronne clinique avec la couronne anatomique) [29]

- **Gestion de limite difficile**

Quand l'accès à la limite est difficile tel qu'une limite distale d'une molaire, dans le cas d'une carie profonde où les restaurations partielles collées sont indiquées, il est préférable de réaliser une préparation verticale vu sa simplicité. [29]



Figure II.43 : Préparation verticale quand l'accès à la limite est difficile (carie distale) [29]

- **Dans les zones esthétiques**

Lors de la réalisation des restaurations partielles collées (RAC) dans les zones où l'impact esthétique est important (face vestibulaire des dents antérieures, prémolaires et premières

molaires supérieures), lorsque le joint de collage est situé dans une position visible, la préparation verticale est privilégiée par rapport à son rendement esthétique satisfaisant. [29]

- **Reprise des restaurations prothétiques fixées**

Sur des dents déjà restaurées par une prothèse conjointe avec des limites horizontales, lors de reprise des couronnes prothétiques, il est préférable de réaliser une préparation verticale afin de ne pas affaiblir les dents piliers déjà compromises et de récupérer le cerclage périphérique (effet ferrule) par la préservation tissulaire cervicale qui assure le sertissage, et la protection de la dent des fractures radiculaires, ainsi que des forces occlusales plus particulièrement latérales. [29]

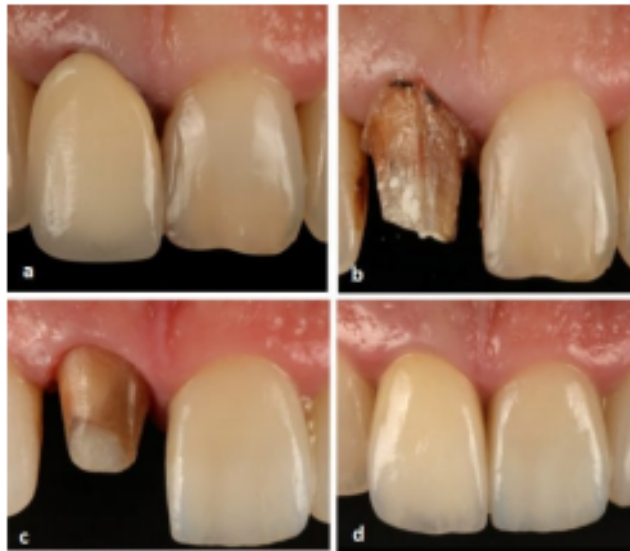


Figure II.44 : Retraitement par préparation verticale [30]

- **Cas de perte d'émail**

En cas de perte d'émail résiduel (érosion, fracture, carie, etc...) la préparation verticale est indiquée vu son respect au principe d'économie tissulaire. [29]

- **Risque carieux élevé**

Pour réaliser une prothèse conjointe dans le cas où le risque carieux est élevé, il est nécessaire de préserver un maximum de substance dentaire des piliers prothétiques à travers une décortication peu mutilante (une préparation verticale). [29]

- **Icivives inférieures**

Les incisives inférieures sont des dents très étroites ; l'utilisation de lignes de finitions horizontales serait donc très agressive pour le tissu dentaire. [31]



Figure II.45 : Cas des incisives inférieures avec préparation verticale réalisée par Dr Ponikarovsky Andrey [31]

- **Chambre pulpaire large**

Pour les jeunes patients, chez qui le volume pulpaire est important, la préparation verticale est indiquée puisqu'elle reste plus conservatrice par rapport à l'horizontale. Elle peut également être indiquée dans les situations de fractures infra-gingivales, nivellement du zénith de l'ordre de ± 1 mm avec la technique BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique). [31]

Spécificités de la préparation verticale

- Préparation prothétique à minima.
- L'angle d'émergence supérieure à 15° .
- Pour le même angle de la préparation axiale θ , et pour l'horizontale et pour la verticale, la diminution des tissus dentaires est minimale pour cette dernière.

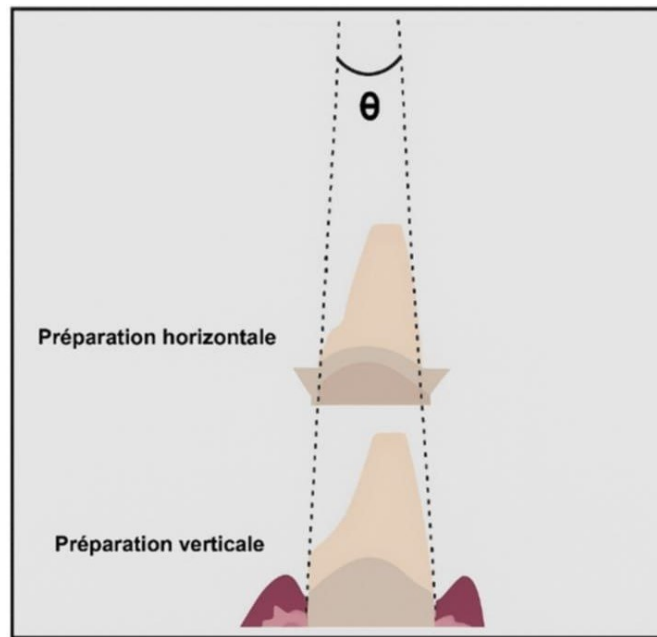


Figure II.46 : Économie tissulaire lors de la préparation axiale [32]

II.7.3.2. Différents types de préparations verticales

Lorsqu'on parle de limites verticales de préparation, il est important de distinguer deux grandes approches développées au cours des dernières décennies. Ces deux concepts sont l'approche edgeless et l'approche shoulderless [33].

L'approche shoulderless est une préparation sans épaulement. Elle est également nommée vertiprep (vertical preparation ou préparation verticale) et a été remise au goût du jour par Magallanes et ses collaborateurs.

Selon eux, cette préparation s'arrête au niveau du sulcus, et se fait à l'aide d'une fraise spéciale à bout mousse (à l'origine utilisée en endodontie pour préparer les cavités d'accès) qui agit comme un « stop » en butée contre la dent. Cela permet de réaliser une préparation conservatrice, surtout au niveau cervical. Après la préparation, on observe une limite très fine, dite « en lame de couteau », sur laquelle la future restauration viendra s'ajuster (supra, juxta, voire intra-sulculaire). [33]

L'approche edgeless, consiste en une préparation verticale sans épaulement ni limite cervicale définie. Elle est née avec les travaux de Ingraham et al. Dans les années 80. Des variantes ont été proposées par la suite par Di Febo et Carnevalle et plus récemment sous l'appellation

BOPT par Loi et Di Felice.

Elle implique l'élimination de la jonction émail-cément (JEC) et une préparation de la face interne du parodonte marginal, provoquant un traumatisme contrôlé (gingitage) qui induit un processus de cicatrisation gingivale sur plusieurs semaines. La couronne provisoire joue un rôle clé en guidant cette cicatrisation gingivale et en créant une nouvelle jonction prothétique avec les tissus mous. [33]

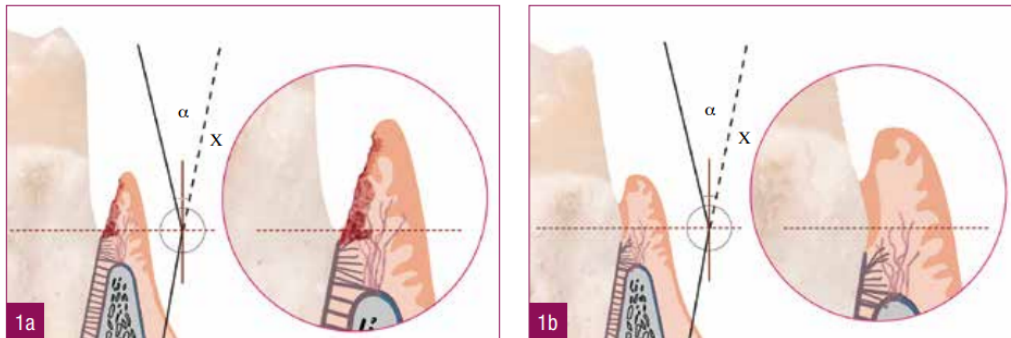


Figure II.47 : (a) La préparation du pilier modifie la divergence naturelle de la paroi dento-radiculaire et crée une zone convergente en position apicale par rapport au bord gingival, formant un angle de transition (α) entre la dent naturelle et le pilier. (1b) Après cicatrisation gingivale, cet angle de transition se trouve englobé dans les tissus mous nouvellement formés du parodonte marginal. Il en résulte une paroi verticale continue s'étendant du fond du sulcus jusqu'à la limite coronaire du pilier. Cette surface sans arête vive permet le positionnement d'un joint marginal prothétique à des hauteurs légèrement variables [34]

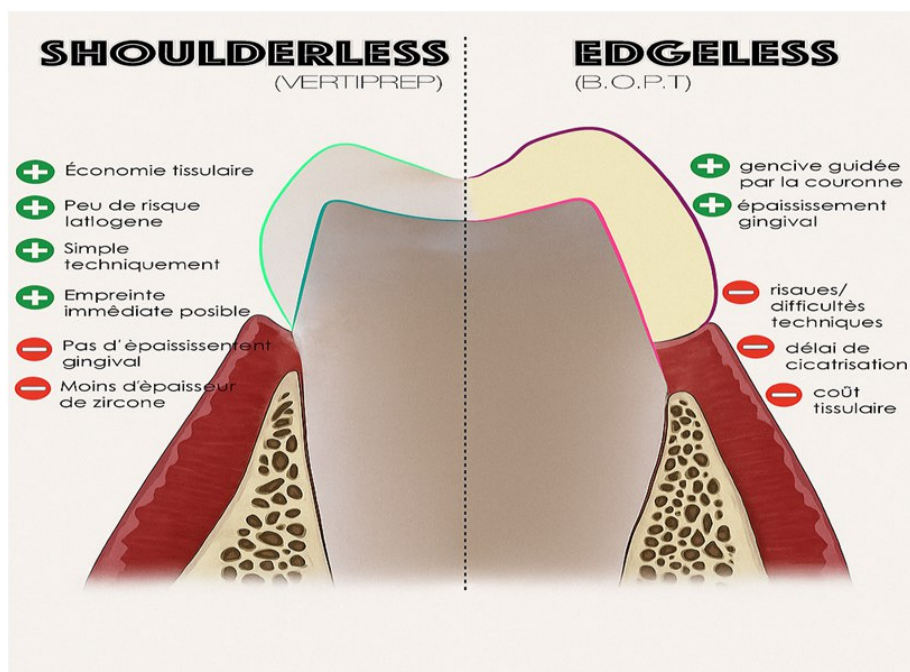


Figure II.48 : Approche edgeless et shoulderless de la préparation verticale [35]

Chapitre III : Interrelation paro-prothèse

III.1. Considération parodontale dans les préparation prothétique

La prothèse fixée est en contact étroit avec le parodonte, ce qui nécessite une évaluation précise de son type avant tout traitement. Elle consiste à insérer un élément artificiel destiné à restaurer les fonctions dentaires en respectant les tissus environnants.

Les avancées des techniques de collage et des matériaux, notamment les céramiques bio-compatibles, ont permis des préparations moins mutilantes. Cependant, certaines situations cliniques imposent de positionner des limites intrasulculaires, ce qui complique l'intégration parodontale et augmente le risque de réactions inflammatoires en cas de défaut de conception.

L'intégration prothétique peut être définie comme la capacité d'une prothèse à remplacer les dents absentes sans altérer leur environnement biologique. Elle constitue un véritable défi technique, surtout en présence de limites profondes.

C'est pourquoi sa planification doit intégrer d'emblée des considérations biologiques et esthétiques, notamment dans les zones visibles, en définissant les étapes clés dès la phase préprothétique : [38, 39]

- **Analyse préprothétique :**

L'examen clinique s'accompagne d'une évaluation de l'espace biologique, essentiel à l'équilibre parodontal. Celui-ci se compose de l'attache épithélio-conjonctive, avec une hauteur moyenne de 2 mm. Toute violation (par carie, fracture, ou préparation excessive) peut entraîner des phénomènes inflammatoires, récessions gingivales ou formation de poches pathologiques. [37]

L'évaluation du biotype gingival (fin ou épais) guide le choix de la position des limites prothétiques. Un biotype fin est plus sensible aux agressions, particulièrement en cas de limites intrasulculaires. La présence suffisante de gencive kératinisée est également un facteur clé de stabilité et d'intégration tissulaire. [40]

- **Préparation parodontale préprothétique :**

Toute prothèse doit être précédée d'un assainissement parodontal complet. Dans les cas complexes, des aménagements chirurgicaux sont recommandés :

- Greffes de tissu conjonctif ou épithélio-conjonctif pour épaissir les tissus et prévenir la récession.
- Préservation de l'alvéole post-extractionnelle pour éviter la résorption osseuse.
- Aménagements des crêtes édentées par greffes osseuses ou régénération tissulaire.
- Élongation coronaire chirurgicale (ou orthodontique) pour repositionner les limites prothétiques dans une zone supra-gingivale biologiquement acceptable.

Ces mesures visent à garantir un environnement tissulaire stable, favorable à la pose et à la pérennité de la restauration. [37, 41, 42, 43, 44, 45, 46]

III.2. Influence de la thérapeutique prothétique sur le parodonte

L'impact des restaurations prothétiques sur le parodonte dépend directement du respect des principes biologiques et techniques à chaque étape du traitement. [37]

- **Préparation prothétique :**

Les limites cervicales doivent éviter toute atteinte de l'attache épithélio-conjonctive. En cas de localisation intrasulculaire nécessaire, une protection par fil de rétraction est recommandée pour éviter les traumatismes.[37]

- **Prothèse provisoire :**

Après la préparation, la mise en place d'une coiffe provisoire est une étape essentielle pour permettre une cicatrisation intrasulculaire avec un minimum de réaction tissulaire de type récession ou inflammation. La coiffe provisoire a un rôle important dans la préservation de la santé parodontale. Elle peut déclencher une réaction inflammatoire, rendant la phase d'empreinte impossible si elle présente des défauts d'adaptation, de polissage ou d'émergence. Ainsi, il est important que :

- La prothèse provisoire montre un ajustage équivalent à celui de la coiffe d'usage ;
- Le polissage de la résine soit minutieux et permette de limiter la rétention de la plaque bactérienne. Dans le cas de réalisation anticipée des coiffes, il est important de demander au laboratoire de prothèses de réaliser les coiffes provisoires en léger surcontour pour que la résine de rebasage soit totalement incluse dans la coiffe de

laboratoire, permettant ainsi au praticien de régler directement l'émergence prothétique après polymérisation. [48]

- **Empreinte :**

La technique d'empreinte doit s'adapter au biotype parodontal. Les techniques atraumatiques (cordonnet, pâtes rétractrices comme ExpasyI™) sont à privilégier, notamment dans les zones à forte exigence esthétique. L'objectif est de capturer fidèlement la limite cervicale sans induire d'inflammation. [49]

- **Essayage et profil d'émergence :**

Le profil d'émergence doit permettre l'intégration esthétique et fonctionnelle sans provoquer de compression papillaire. Les papilles doivent pouvoir venir se loger contre les surfaces prothétiques sans aucune contrainte latérale. Cette phase d'essayage doit permettre de contrôler les adaptations de la prothèse à la limite prothétique. Les erreurs d'adaptation (surcontours, hiatus) sont associées à un risque accru de complications biologiques : inflammation, récessions, caries secondaires. [50]

- **Scellement ou collage :**

La présence d'excès de ciment dans le sulcus constitue une cause fréquente de lésions parodontales. Un nettoyage méticuleux est indispensable, en particulier pour les restaurations à limite intrasulculaire. [37]

- **Formes de contour prothétiques :**

Elles doivent permettre :

- Un nettoyage facile.
- Une intégration esthétique harmonieuse.
- Une stimulation fonctionnelle du parodonte, sans surcharge. [1]

- **Maintenance :**

Enfin, la maintenance parodontale est une condition essentielle de succès. Elle repose sur :

- Un contrôle rigoureux de la plaque par le patient .

- Des visites de suivi régulières incluant détartrage, contrôle des prothèses, et réévaluation occlusale. [37]

La prothèse fixée et le parodonte entretiennent une relation étroite, dynamique et interdépendante. Toute restauration dentaire doit s'inscrire dans une stratégie globale respectueuse des tissus pour garantir un résultat fonctionnel, esthétique et durable. La réussite repose sur trois piliers :

1. diagnostic rigoureux.
2. Un respect strict de l'espace biologique.
3. Une exécution clinique minutieuse, intégrée à un suivi de maintenance personnalisé.

Chapitre IV : BOPT

IV.1. Introduction

Parmi les évolutions récentes en prothèse conjointe, une approche innovante attire particulièrement l'attention des praticiens par ses résultats esthétiques et biologiques : la technique BOPT.

Cette méthode, centrée sur la préservation des tissus et la gestion du profil d'émergence, propose une vision nouvelle de l'interaction entre la restauration et le parodonte. Elle remet en question certaines pratiques traditionnelles, notamment l'utilisation systématique de lignes de finition horizontales. [51]

IV.2. Définition

La technique BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) est une méthode de préparation prothétique verticale sans ligne de finition définie, qui repose sur des principes biologiques et tissulaires visant à optimiser la relation entre la restauration prothétique et les tissus parodontaux.

Développée par le Dr Ignazio Loi, cette approche permet une adaptation dynamique des tissus mous autour de la prothèse, grâce à un remodelage gingival guidé par le profil d'émergence prothétique lui-même. Elle constitue une alternative conservatrice et innovante aux préparations classiques, particulièrement dans les cas à haut enjeu esthétique ou de support parodontal réduit. [52, 53]

IV.3. Historique

Les recherches sur lesquelles s'est basées Rex Ingraham, ont donné naissance à une nouvelle approche, la préparation sans bord optimisée plus tard par Dr Morton Amsterdam entre 1950 et 1970, créant une nouvelle variante connue sous le nom de prothèse parodontale, dont l'objectif est le remplacement des dents absentes en prenant appui sur des dents piliers, parfois mobiles ou présentant un support parodontal réduit, afin d'assurer leur contention, c'est ce qu'on appelle le bridge de contention. [29]

Cette approche reposait sur les principes suivants :

- Absence d'épaulement ou de chanfrein.
- Insertion intra-sulculaire de la couronne pour favoriser une continuité esthétique avec la gencive.
- Appui sur des piliers dentaires fragiles mais stabilisés.

Malgré ses avantages, cette méthode fut critiquée par les partisans des techniques horizontales pour plusieurs raisons :

- Surplombs et surcontours fréquents, exposant les restaurations à une mauvaise adaptation.
- Difficulté à visualiser la ligne de préparation sur le modèle dentaire.
- Risque d'envahissement de l'espace biologique lors de la préparation intra-sulculaire.

Dans les années 90, le groupe dirigé par Di Febo et Carnevale (école de Masxarelle), a mis en place un protocole clinique péri prothétique pour les cas présentant une parodontite avancée, qui ont subi une chirurgie résectrice. Ce protocole incluait plusieurs étapes :

- Décollage des lambeaux parodontaux pour un accès optimal aux crêtes osseuses.
- Préparation des dents directement au niveau de la crête osseuse pour corriger les concavités et faciliter les empreintes.
- Temporisation prothétique pendant 8 à 12 semaines pour permettre une guérison complète des tissus.

Ensuite, si possible, un léger chanfrein était réalisé sur le moignon dentaire pour servir de ligne de finition pour la future prothèse. Cependant, lorsque la quantité de structure dentaire restante ne permettait pas de réaliser un chanfrein supplémentaire, la préparation réalisée lors de la chirurgie était utilisée comme préparation finale pour la prothèse. [24]

Cette méthode permit une meilleure gestion des profils d'émergence et une stabilisation des tissus parodontaux.

Au début des années 2010, le Dr Ignazio Loi collabore avec le Barcelona Osseointegration Research Group (BORG), dirigé par les Drs Xavier Vela et Xavier Rodríguez, afin d'étudier les

effets biologiques de la technique BOPT. Cette approche innovante visait à modifier le profil d'émergence prothétique tout en favorisant une réponse tissulaire favorable.

Dans cette continuité, Ignazio Loi et Antonello Di Felice, en 2013 approfondissent le concept en intégrant les avancées en biologie des tissus kératinisés et en matériaux prothétiques. Ils proposent une nouvelle approche clinique fondée sur une préparation parodontale préalable à la préparation verticale, suivie d'une temporisation prothétique contrôlée. Cette séquence thérapeutique permet de guider la cicatrisation marginale, d'améliorer la stabilité tissulaire et de préserver au maximum les tissus dentaires. [29]

Plus récemment, une étude menée en 2019 par Rodríguez et al rapporte des résultats cliniques positifs, incluant une adaptation favorable des tissus mous au niveau cervical dans les zones traitées par BOPT, les auteurs suggèrent une réponse tissulaire biologiquement active, compatible avec une cicatrisation fonctionnelle optimale.

Il est à noter que la technique, à ses débuts a suscité certaines critiques dans la communauté dentaire, notamment en raison de l'absence de ligne de finition définie. Cette incertitude a soulevé des interrogations sur le contrôle du profil prothétique. Toutefois, les validations biologiques et les résultats cliniques à long terme ont progressivement levé ces réticences.

Aujourd'hui, la BOPT peut être utilisée indifféremment sur toutes les dents, qu'elles soient atteintes de parodontite ou non, et ne nécessite pas de décollement des lambeaux parodontaux pour qu'elle soit réalisée. Elle symbolise ainsi l'aboutissement d'une évolution vers une dentisterie plus biologique, plus conservatrice et davantage tournée vers la stabilité esthétique à long terme. [24] Différentes écoles et terminologies sont associées à ce type de préparation :

- Elles peuvent être désignées sous les termes de knife-edge (lame de couteau) ou feather-edge (bord de plume).
- L'approche sans épaulement est connue sous le nom de shoulderless (approche TomorrowTooth, développée par Venuti et Maiolino).
- L'approche sans limites est appelée edgeless (sans bord), et elle implique le concept de gingivage (pratiqué par plusieurs écoles, dont l'approche BOPT de Loi et le protocole SPP de Scutella). [29]

IV.4. Objectifs et Principes Fondamentaux de la BOPT

IV.4.1. Objectifs Principaux

Le protocole BOPT poursuit trois objectifs étroitement liés :

- **Intégration biologique**
- **Optimisation biomécanique**
- **Amélioration esthétique**

Sur le plan biologique, il vise à établir une jonction stable entre les marges de la restauration et les tissus parodontaux.

Sur le plan mécanique, la préparation verticale préserve l'épaisseur de la dentine cervicale tout en créant une répartition favorable des contraintes qui imite la biomécanique naturelle de la dent.

Sur le plan esthétique, la technique permet un contrôle précis du niveau de la marge gingivale et du profil d'émergence, particulièrement important pour les restaurations antérieures où des différences de quelques millimètres peuvent compromettre le sourire.[54]

IV.4.2. Principes

Le protocole BOPT repose sur quatre principes fondamentaux :

- **Géométrie de la Préparation Verticale** : Cette technique élimine la convexité anatomique de la JAC, transformant la « marge » traditionnelle en une zone de transition lisse qui facilite l'adaptation des tissus mous. [54, 55]
- **Gingitage (Traumatisme Tissulaire Contrôlé)** : Un traumatisme léger et intentionnel de l'épithélium sulculaire, réalisé par une pénétration contrôlée de la fraise dans le sulcus gingival, stimule une réponse inflammatoire locale. Cela déclenche une cascade de cicatrisation permettant aux tissus gingivaux de se remodeler autour des contours de la restauration provisoire. [55]

L'expérience clinique des auteurs ayant publié dans la littérature sur la technique BOPT est qu'ils observent une augmentation de l'épaisseur gingivale et une meilleure stabilité des tissus mous au niveau des restaurations. [56, 57, 58]

- **Modélisation Tissulaire par la Provisoire** : Les restaurations provisoires en résine méthacrylate sont ajustées en bouche pour exercer une pression douce sur les tissus en cicatrisation, orientant la réorganisation des fibres de collagène et établissant un profil d'émergence idéal. [55]
- **Redistribution des Contraintes Biomécaniques** : En préservant la dentine cervicale et en créant une paroi de préparation verticale, la BOPT améliore la résistance aux forces de levier. [55]

Des analyses par éléments finis montrent que ce design réduit la concentration des contraintes à l'interface restauration-ciment jusqu'à 40 % par rapport aux préparations traditionnelles avec épaulement. [55]

IV.5. Indications Cliniques

Au-delà de ses indications propres, la technique BOPT s'inscrit dans une approche biomimétique moderne et peut, à ce titre, être appliquée dans les mêmes contextes cliniques que la préparation verticale conventionnelle, tout en offrant des avantages supplémentaires en termes de gestion des tissus mous et d'esthétique gingivale. Ses indications peuvent être résumées ainsi :

- **Asymétrie du feston gingival** : Cette technique est recommandée car elle offre la possibilité de modifier les festons gingivaux et de corriger leur symétrie, ce qui permet d'améliorer l'aspect esthétique. [59]



Figure IV.1 : Correction de l'asymétrie du feston gingival des dents (11 et 12) avec la technique BOPT (a : situation initiale b : situation finale) [59]

- **Disproportions dento-gingivales** : La BOPT est indiquée pour corriger la hauteur de la gencive marginale sans intervention chirurgicale, par la reconstitution d'un nouveau profil d'émergence en le rendant concave pour déplacer la gencive coronairement, et convexe pour la déplacer apicalement pour un meilleur résultat esthétique. Cette technique offre une possibilité de repositionner la gencive de 1 à 3 mm vers la couronne grâce à la cicatrisation guidée. [58]
- **Carie profonde sous-gingivale** : Lorsque la carie s'étend à plus de 2 mm sous la gencive, la préparation verticale BOPT permet un retrait conservateur de la dentine infectée sans recourir à des allongements coronaires excessifs. [54, 60]
- **Cas de récession gingivale** : La BOPT offre une solution en corrigeant la récession des dents avec support parodontal réduit grâce au reconditionnement tissulaire engendré. Cette technique, permet de guider la cicatrisation gingivale et de modifier le positionnement du contour de la gencive de manière verticale, sans nécessiter de chirurgie. En ajustant simplement le profil d'émergence de la prothèse il est possible de modifier la hauteur de la gencive marginale, ce qui conduit à un aspect esthétique et naturel, ainsi qu'à une meilleure stabilité gingivale à moyen et long terme. De plus, cette approche facilite le maintien de l'hygiène buccale. [61]

Xavier Rodriguez a réalisé une étude histologique visant à évaluer les effets de la technique BOPT sur la migration coronaire de la marge gingivale. Les résultats de l'étude suggèrent que cette migration peut être attribuée à l'épaississement des tissus et à la ré-

génération transmuqueuse supra-alvéolaire du parodonte. Cette migration coronaire de la marge gingivale a pour effet de réduire la profondeur du sillon gingival, ce qui contribue à améliorer la santé de la flore bactérienne entourant les dents restaurées. De plus, la formation d'un nouveau ligament peut assurer la stabilité de la gencive autour du col de la dent, confirmant ainsi la pérennité de la migration coronaire de la marge gingivale à long terme. [62]



Figure IV.2 : Cas de récession traité par la technique BOPT par Dr Giorgio Toma [59]

- **Hauteur et épaisseur de gencive kératinisée insuffisante :** La BOPT entraîne une migration coronaire par un épaissement des tissus gingivaux et une régénération. [64, 65]
- **Dents présentant une perte tissulaire importante :** En combinant la technique BOPT à l'extrusion chirurgicale ou à l'élongation coronaire.[65]

IV.6. Contre-indication

Les contre-indications à la mise en œuvre de la technique BOPT sont globalement similaires à celles décrites pour la prothèse conjointe conventionnelle qui ont déjà été détaillés dans la section consacrée aux contre-indications générales de la prothèse fixée, et s'appliquent également à la technique BOPT dans la mesure où celle-ci en constitue une variante spécifique reposant sur les mêmes principes de préparation et de restauration.

IV.7. Procédure clinique de la technique BOPT

Le choix d'une préparation de type BOPT correspond à des indications cliniques qui doivent être analysées lors d'un examen local visuel, par sondage et par radiographie. Le protocole commence par une préparation des tissus dentaires et du parodonte marginal, avec la création d'une limite verticale dite simple. Il est ensuite nécessaire de passer par une phase de temporisation en utilisant la couronne provisoire et le protocole est finalisé à l'issue de la cicatrisation par une empreinte permettant au laboratoire de reconstruire des profils anatomiques spécifiques pour la couronne d'usage. Ces différentes étapes sont présentées ci-dessous.[66]

IV.7.1. Examen clinique

Il n'existe pas de mode d'emploi pour répondre à la demande et la prise en charge du patient qui consulte pour une raison esthétique et /ou fonctionnelle, mais il existe une démarche clinique adaptée, ponctuée par l'observation et la réflexion [67].

La mise en œuvre d'un traitement prothétique fixe nécessite au préalable une évaluation clinique approfondie, indispensable pour apprécier l'état des structures dentaires et parodontales, identifier les contraintes esthétiques, fonctionnelles et biologiques, et garantir la durabilité de la réhabilitation. Cette analyse s'appuie sur une anamnèse complète, un examen clinique intra- et extra-buccal, une évaluation précise de la santé parodontale (notamment le biotype gingival, la profondeur du sulcus et la stabilité des tissus mous), ainsi que sur des examens radiographiques et l'étude de modèles diagnostiques. [68]

IV.7.1.1. Examen parodontale

Avant toute réhabilitation prothétique fixe, la réalisation d'un examen parodontal pré-prothétique s'impose comme une étape essentielle afin d'évaluer l'état de santé des tissus de soutien dentaires et d'assurer la durabilité du traitement. Dans le cadre spécifique de la technique BOPT, cet examen revêt une importance accrue, dans la mesure où il conditionne directement le remodelage gingival ainsi que la stabilité à long terme des tissus mous. C'est pourquoi une attention particulière lui a été consacrée et son analyse est développée de manière détaillée dans les sec-

tions suivantes.

Cet examen repose sur des paramètres cliniques tels que la profondeur de sondage, le saignement au sondage, la mobilité dentaire, la présence de récessions gingivales, ainsi que l'état de l'attache parodontale. À ces critères s'ajoute l'analyse radiographique dont la radiographie panoramique offre une vue d'ensemble utile, notamment dans les cas de restaurations multiples, ce qui permet de visualiser la perte osseuse, d'évaluer le rapport couronne-racine et de détecter d'éventuelles lésions endo-parodontales.

L'objectif principal est de dépister toute pathologie parodontale active ou instabilité tissulaire qui pourrait compromettre le succès de la future restauration. [69, 70]

De plus, la planification prothétique doit tenir compte du biotype gingival, de la quantité de gencive attachée et de la configuration de la crête alvéolaire. Ces éléments influencent la position des limites prothétiques et le respect du complexe dento-gingival, également appelé espace biologique, dont la violation peut entraîner une inflammation chronique et une perte d'attache. Ainsi, un traitement parodontal préalable est souvent nécessaire (détartrage, surfaçage radiculaire, voire chirurgie correctrice) pour stabiliser les tissus avant la réalisation de l'empreinte et la pose de la prothèse. [71, 72]

IV.7.1.1.1. Sondage parodontal

Le double sondage est une méthode clinique utilisée pour évaluer la profondeur totale des tissus parodontaux, c'est-à-dire l'épaisseur des tissus mous sus-jacents à la crête osseuse, avant toute intervention restauratrice ou chirurgicale. Il s'effectue en deux temps :

- **Premier sondage superficiel** : il est réalisé avec une sonde parodontale classique, en utilisant une pression légère pour mesurer la profondeur du sulcus ou de la poche parodontale jusqu'à la jonction épithéliale. [73]

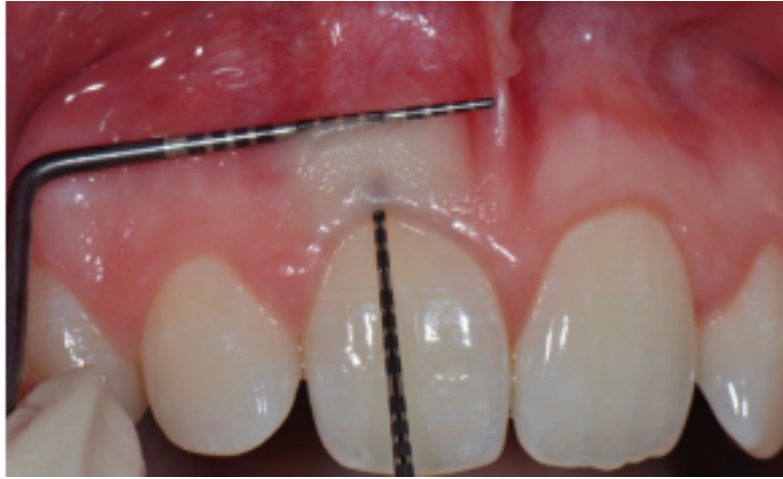


Figure IV.3 : Mesure de la profondeur du sulcus, l'épaisseur de la gencive marginale est évaluée par la visibilité de la sonde par transparence dans le sulcus [74]

- **Deuxième sondage profond :** il est réalisé sous anesthésie locale, en exerçant une pression plus importante pour atteindre la crête osseuse, traversant les tissus conjonctifs et la zone de jonction épithéliale. Ce sondage permet de déterminer l'épaisseur totale des tissus mous entre la surface gingivale et l'os alvéolaire. [73]

Ceci permet également d'évaluer le niveau osseux et localiser la jonction amélo-cémentaire (JAC), car cette dernière détermine la limite de la préparation de l'intrados de la dent. La détermination de la position de l'os est également essentielle, car celui-ci ne doit en aucun cas être atteint lors de la préparation dentaire.



Figure IV.4 : Sondage transgingival [75]

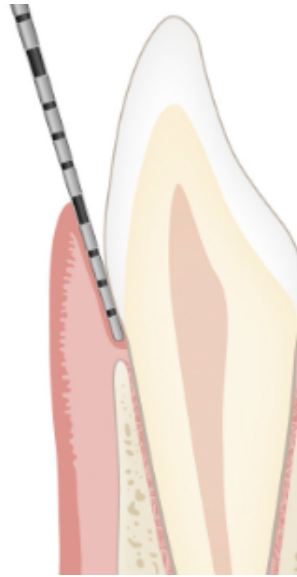


Figure IV.5 : Sondage profond [76]

Cette profondeur peut également être mesurée par une radiographie parallèle de profil. [77]

La différence entre les deux mesures permet d'estimer la hauteur de l'espace biologique (ou complexe dento-gingival), composé de l'attache conjonctive (~ 1 mm) et de l'attache épithéliale (~1 mm). Cette évaluation est cruciale pour planifier la position des limites prothétiques sous-gingivales tout en respectant les tissus de soutien. Une atteinte de cet espace peut entraîner une inflammation chronique et une perte osseuse. [71, 78]

IV.7.2. Traitement pré-prothétique

Avant la réalisation d'une prothèse fixée, il est essentiel, si besoin d'instaurer des thérapeutiques pré prothétiques visant à restaurer la santé, la stabilité et l'anatomie des tissus de soutien. Celles-ci peuvent être regroupées en plusieurs catégories :

- **Traitements parodontaux non chirurgicaux :** le détartrage et le surfaçage radiculaire sont essentiels pour réduire l'inflammation gingivale, éliminer la plaque bactérienne et favoriser la cicatrisation des tissus mous. [78]
- **Traitements chirurgicaux correcteurs :** lorsque nécessaire, des chirurgies muco-gingivales peuvent être pratiquées, notamment l'allongement de couronne clinique pour augmenter la hauteur coronaire utile, ou la gingivectomie pour corriger les excès gingivaux et amé-

liorer la visibilité de la dent. [79]

- **Reconstruction tissulaire** : des greffes gingivales ou conjonctives peuvent être envisagées pour épaissir les tissus, améliorer l'esthétique et protéger les structures sous-jacentes, surtout en cas de biotype fin. [80]
- **Équilibration occlusale et gestion des rapports intermaxillaires** : avant toute empreinte, il est important de vérifier l'absence d'interférences occlusales, d'usure pathologique ou de déséquilibre articulaire, afin de garantir une répartition harmonieuse des charges fonctionnelles sur la prothèse. [81]

Ces interventions préalables créent les conditions biologiques et mécaniques indispensables à la réussite du traitement prothétique.

IV.7.3. Préparation des dents

IV.7.3.1. Instrumentation en BOPT

Deux approches différentes sont utilisées pour la préparation des dents pilier en technique BOPT tout en adoptant divers fraises, dont l'objectif est de provoquer une blessure à l'intérieur du sulcus.

— L'approche BOPT de Loi 2013

L'approche BOPT développée par le *Dr Ignazio Loi* en 2013, tout comme la technique SPP (Simplified Prosthetic Protocol ou le protocole prothétique simplifié) proposée par Scutellà, repose sur l'utilisation de fraises de forme flamme.

Pour optimiser la préparation dentaire selon la méthode BOPT, le Dr Loi a intégré un ensemble de 17 instruments spécifiquement adaptés, réunis dans un kit ergonomique. Celui-ci est organisé de manière à faciliter le geste clinique, avec une disposition diagonale des fraises aux formes similaires, assurant ainsi une manipulation plus efficace.

La technique SPP de Scutellà utilise également ces mêmes fraises flamme. [82]



Figure IV.7 : Fraises a pointe mousse de différentes granulation [29]

Les Batt burs sont des fraises diamantées coniques à bout mousse. Leur extrémité non coupante de 1mm permet une préparation atraumatique. Disponibles en différents diamètres (par exemple, 1mm et 1,2mm) et granulométries (grain fin recommandé pour la finition), ces fraises permettent une économie tissulaire optimale tout en assurant des lignes de finition nettes et précises. [84]



Figure IV.8 : La géométrie de la fraise batt bur [84]

Par ailleurs, d'autres auteurs comme D.Gerdolle par exemple, proposent d'utiliser des fraises Batt-bur à bout mousse ainsi qu'un ruban de téflon roulé et placé dans le sulcus afin de protéger le parodonte de lésions irréversibles, tout en déclenchant une réponse inflammatoire suite à la préparation de la face interne du sulcus. [85]

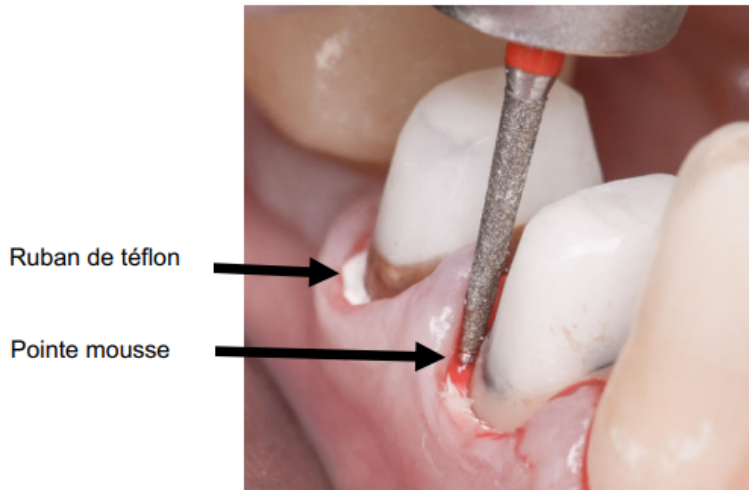


Figure IV.9 : Préparation intra-sulculaire réalisée à l'aide d'une fraise à bout mousse, avec mise en place préalable d'un ruban de téflon [83]

Certains auteurs ont proposé des variantes de cette technique, comme par exemple F. Scutella, avec l'utilisation de fraise flamme diamantée marquée par une jauge (Komet[®] Fraises référence : 6862D ou 6863D) à la façon d'une sonde parodontale. Une telle fraise permet de contrôler visuellement la profondeur lors de la préparation pour ne pas être iatrogène en lésant l'attache épithéliale. [86]

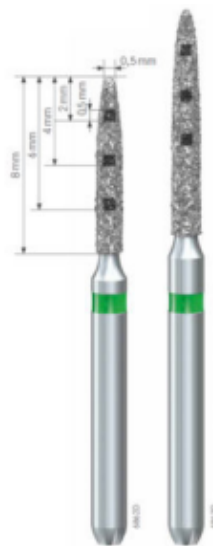


Figure IV.10 : Fraises diamantées marquées avec jauge de profondeur [87]

IV.7.3.2. Étapes de préparations

La première étape de préparation dentaire consiste en la mise de dépouille générale à minima par l'intermédiaire d'une préparation verticale. Une deuxième étape prépare spécifiquement la

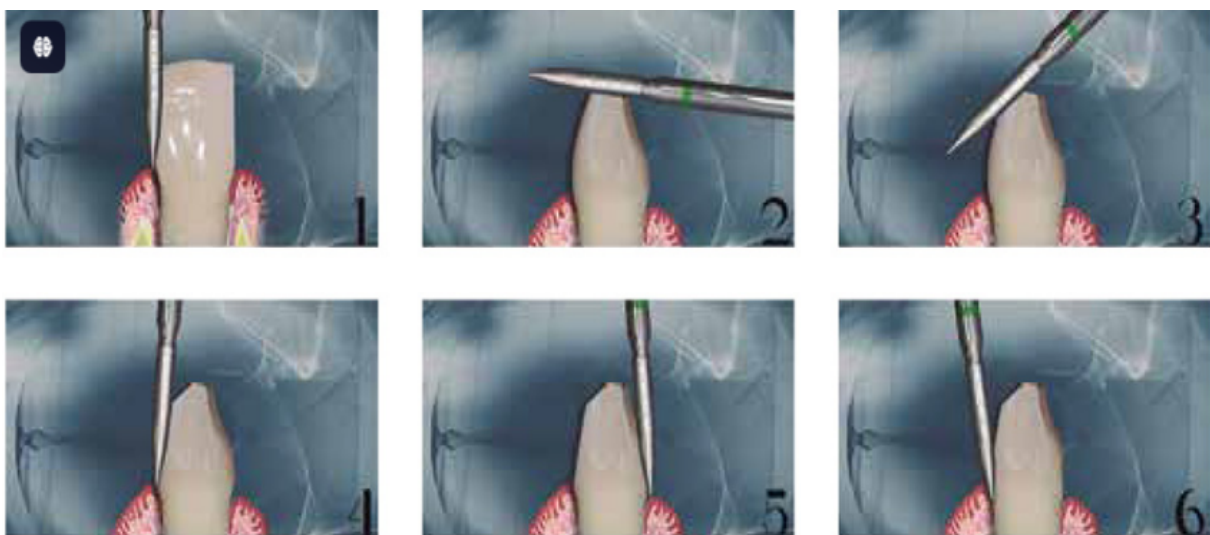
partie cervicale et intrasuculaire avec une limite simple.

IV.7.3.2.1. Préparation de la partie coronaire

Dans un premier temps, elle suit les règles de préparation prothétique conventionnelle (réduction occlusale, élimination des contacts proximaux et réduction axiale) dans le respect des exigences mécaniques, biomécaniques, biologiques, esthétiques et fonctionnelles, à la seule différence que l'élimination des convexités se fera sans limites lisibles (pas de congé ni épaulement). [32]

Les étapes de la préparation supragingivale sont réalisées à l'aide d'instruments adaptés et se déroulent comme suit :

- Préparation des faces proximales : par la suppression des contacts interproximaux et la préparation des faces proximales à l'aide d'une fraise flamme fine à gros grains.
- Réduction de 2mm du bord incisif au niveau des dents antérieure et des faces occlusales au niveau des dents postérieures.
- Préparation biseautée du bord incisif.
- Préparation des faces vestibulaire et palatines/linguales supragingival.



Préparation supra gingivale : 1.l'inter proximale ; 2. incisale ; 3.préparation biseautée du bord incisif ; 4. Face vestibulaire ; 5.face palatine ;

Figure IV.11 : Étapes de la préparation supra gingivale sur dent antérieure selon la technique BOPT [88]

IV.7.3.2.2. Préparation de la partie cervicale sous gingivale

Dans un deuxième temps, les faces axiales de l'extrémité de l'instrument assurent la préparation de la zone cervicale et intrasulculaire.

L'objectif au niveau des tissus dentaires étant la mise en continuité de la partie coronaire supra-gingivale déjà préparée avec la partie cervicale sous gingivale, à travers la réalisation d'une limite cervicale en forme d'une aire de finition intra-sulculaire (limite verticale) et l'élimination de la JEC existante.

Sur le plan parodontal, l'objectif est de déclencher un processus de cicatrisation gingivale à la suite d'un gingivage (ou curetage gingival). Ce curetage, réalisé de manière rotative, provoque une lésion très superficielle, limitée au tissu épithélial situé sur la face interne du sulcus. Cette plaie, volontairement induite, constitue l'élément déclencheur du remodelage tissulaire souhaité.

Contrairement aux approches traditionnelles, la technique BOPT n'utilise pas le curetage sulculaire comme une simple méthode d'accès au sulcus, mais bien comme le point de départ d'un remodelage gingival contrôlé. [89]

L'utilisation d'une fraise flamme de 1,2 mm de diamètre et de 10 mm de longueur, avec une granulométrie de 100 μm [1] permet d'interagir à la fois avec la dent et les tissus mous. [89]

- **Étape 01** : la fraise est introduite dans le sulcus passivement comme une sonde, sans l'actionner (les tissus mous au niveau de l'attache créent une résistance à l'enfoncement de la fraise servant de repère en profondeur). L'instrument est introduit dans le sulcus avec un angle de 15 degrés par rapport à l'axe de la dent. [90]

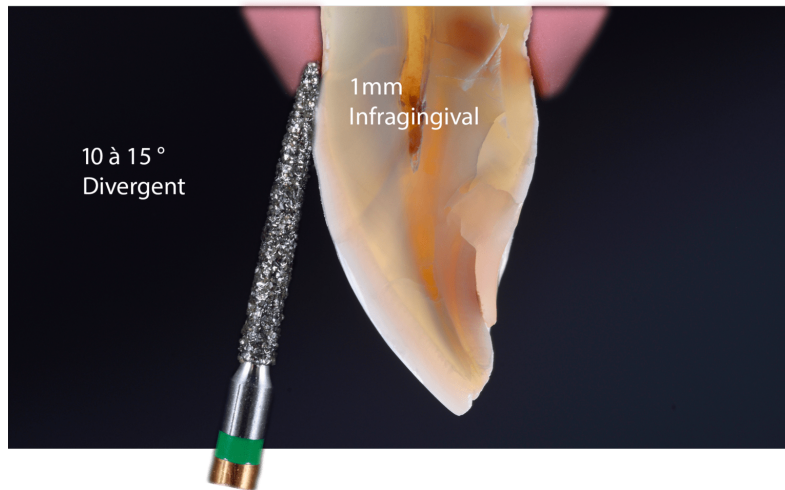


Figure IV.12 : Orientation de la fraise de 10 à 15° en sous gingivale [91]

L'objectif de cette première étape est d'éliminer environ 1 mm de l'émergence de la couronne anatomique. La pointe de la fraise est placée à une profondeur sous-gingivale de 1 mm au-delà de la position de la jonction amélo-cémentaire (CEJ). L'objectif est d'ouvrir le sulcus, ainsi que de procéder à une désépithélialisation de l'épithélium sulculaire. [94]

Cette procédure engendre un caillot sanguin à la partie apicale de la préparation, qui se stabilise en présence de la restauration provisoire. Ce caillot stimule la différenciation des fibroblastes, ce qui permet la formation d'une nouvelle architecture parodontale autour de la morphologie d'émergence de la restauration provisoire, puis autour de la prothèse définitive. [90]

- **Étape 02** : L'instrument rotatif est ensuite positionné parallèlement à l'axe de la dent, entre la racine et la couronne, de manière à ce que l'élimination de la structure dentaire se fasse par le corps de l'instrument et non par sa pointe ceci permettra d'aligner la préparation sur le plan axial et d'éliminer toute convexité de la couronne anatomique. [90]

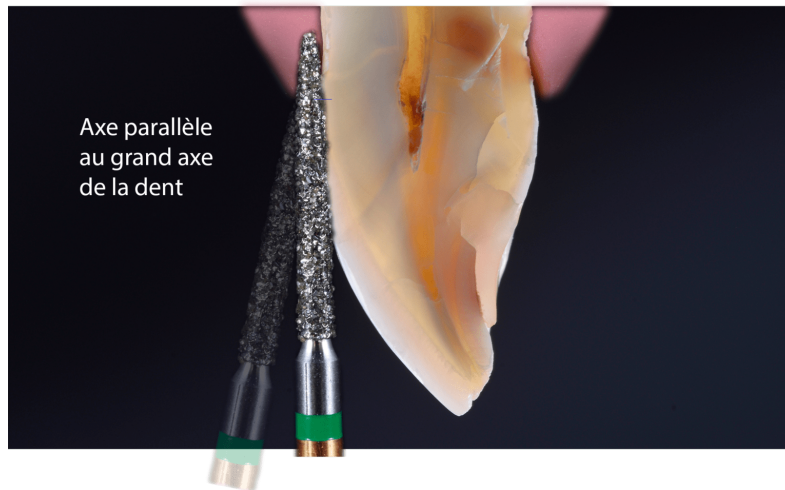


Figure IV.13 : Orientation de la fraise parallèlement au grand axe de la dent [91]

- **Étape 03** : la fraise est introduite avec un angle de 3 à 6 degrés par rapport à l'axe de la dent, inclinée dans le sens occlusal et en direction du bord libre incisif, afin de donner à la dent la convergence appropriée. [95]

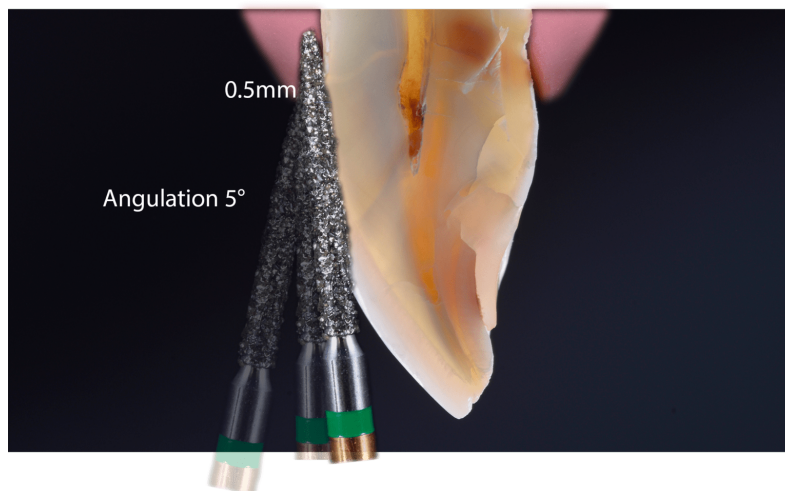


Figure IV.14 : Orientation de la fraise vers le bord libre avec une angulation de 5 degrés [91]

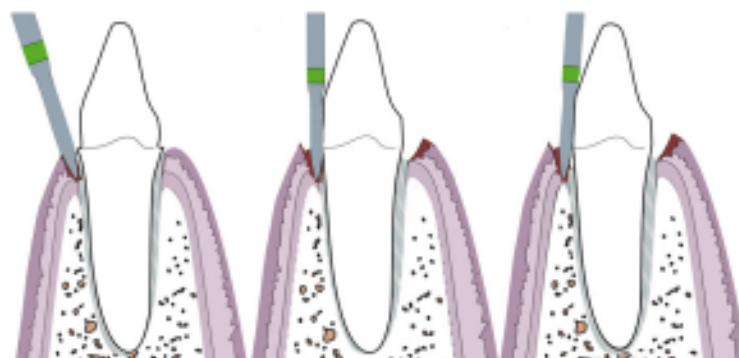


Figure IV.15 : Technique de préparation BOPT. De gauche à droite : Première étape – introduire la fraise avec une angulation de 10 à 15° par rapport à l’axe de la dent (la pointe de la fraise orientée vers la dent); Deuxième étape – introduire la fraise parallèlement à l’axe de la dent; Troisième et dernière étape – introduire la fraise avec une angulation de 3 à 6° par rapport à l’axe de la dent [96]

IV.8. Restauration provisoire en BOPT

La conception et la réalisation de restaurations transitoires de qualité sont indispensables à l’obtention d’une parfaite intégration de la prothèse d’usage, conformément au principe de biomimétique proposé par Magne et Belser en 2003. Dans la BOPT, la prothèse provisoire, outre son rôle de prévisualisation esthétique et fonctionnelle du projet prothétique final, va également agir comme un véritable guide de la cicatrisation des tissus mous. Le curetage du sulcus enfin de préparation initie un remodelage parodontal dont le succès, primordial à l’intégration biologique et esthétique des prothèses d’usages, sera étroitement lié avec la qualité de la restauration provisoire. [81]

IV.8.1. Intérêts de la restauration provisoire en BOPT

- Stabilisation des tissus mous : La restauration provisoire permet de stabiliser le caillot sanguin et de guider la cicatrisation gingivale après la préparation verticale, en remodelant le profil d’émergence de la restauration. [95]
- Contrôle de la forme gingivale : Elle permet d’interagir avec les tissus gingivaux en modifiant leur architecture, ce qui est essentiel pour obtenir un contour festonné naturel et harmonieux. [81]
- Validation du projet prothétique : La phase provisoire sert à tester la forme, la fonction et l’esthétique avant la fabrication de la restauration définitive, assurant ainsi un meilleur résultat clinique. [81]
- Préservation de la structure dentaire : La technique BOPT associée à une restauration provisoire bien réalisée permet de conserver davantage de tissu dentaire comparé aux préparations traditionnelles avec épaulement. [81]

IV.8.2. Règles pour la restauration provisoire en BOPT

- Respect de la marge gingivale : La restauration provisoire doit être soigneusement évidée et ajustée pour respecter la marge gingivale sans provoquer d'inflammation excessive [95].
- Rebasage contrôlé : Après insertion, la restauration provisoire est rebasée en bouche avec une résine fluide pour assurer une jonction précise entre la marge de préparation et le tissu gingival, avec une profondeur d'invasion du sulcus limitée à 0,5-1 mm afin de respecter l'attache tissulaire [95].
- Gestion de l'émergence : La restauration provisoire doit permettre la création d'un profil d'émergence vertical et lisse, sans convexité à la jonction amélo-cémentaire, pour faciliter la cicatrisation et la stabilité gingivale [95].
- Suivi et ajustements : Des remodelages successifs peuvent être nécessaires pour obtenir la symétrie et l'esthétique désirées, notamment dans les zones antérieures [95].

IV.8.3. Technique directe

La technique directe désigne la réalisation clinique immédiate de la restauration provisoire, directement en bouche, permettant une reproduction rapide de la morphologie dentaire. Parmi les approches les plus couramment utilisées, on cite :

- Les coques préformées ;
- Auto-moulage avec clé en silicone.

1. les coques préformées :

Cette technique utilise un coffret de couronnes préfabriquées. Elles sont en polycarbonate pour les dents antérieures, et en métal ou composite malléable photopolymérisable pour les dents postérieures. La coque est choisie selon le diamètre mésio-distal existant entre les dents adjacentes, et adaptée par la suite sur les préparations. [92]



Figure IV.16 : Coffret de coques préformées en polycarboxylate [92]

Étapes :

1. Choix de la coque selon le diamètre mésio-distal de la dent concernée.
2. Essayage et adaptation marginale.
3. Rebasage de la coque à la résine, réalisé ensuite pour une meilleure adaptation cervicale et une rétention adéquate.
4. Élimination des excès.
5. Essayage en bouche et vérification de l'occlusion.
6. Ajustage occlusal et polissage. [92]

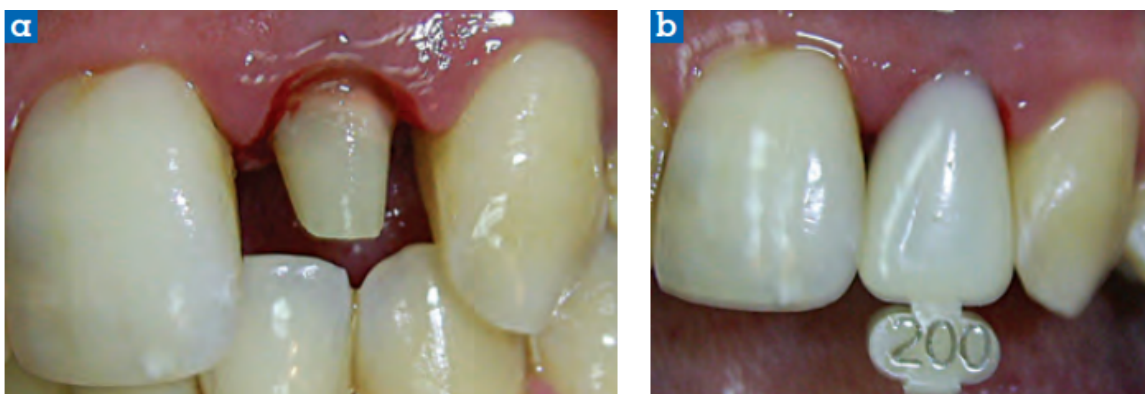


Figure IV.17 : Choix et essayage de la coque préformée [92]

2. Auto-moulage avec clé en silicone :

Cette technique consiste à réaliser la restauration provisoire directement en bouche à l'aide d'une clé en silicone, fabriquée à partir d'une maquette diagnostique (wax-up) ou d'une empreinte pré-préparation. Étapes :

- Réalisation de la clé (en bouche ou sur modèle d'étude), reproduisant la forme idéale de la restauration provisoire.
- Après la préparation de la dent, la résine provisoire (souvent une résine bis-acrylique auto-polymérisable) est injectée dans la clé en silicone.
- La clé est placée sur le moignon préalablement isolé avec de la glycérine, la résine polymérise en bouche.
- Dès que la consistance de la résine est caoutchouteuse, des mouvements de va-et-vient verticaux sont exécutés afin de contrecarrer la contraction de polymérisation.
- Élimination des excès.
- Essayage en bouche pour vérifier l'adaptation cervicale et occlusale.
- Dégrossissage jusqu'à obtention d'une adaptation marginale correcte, et élimination des suroccusions.
- Polissage de la prothèse provisoire. [92]

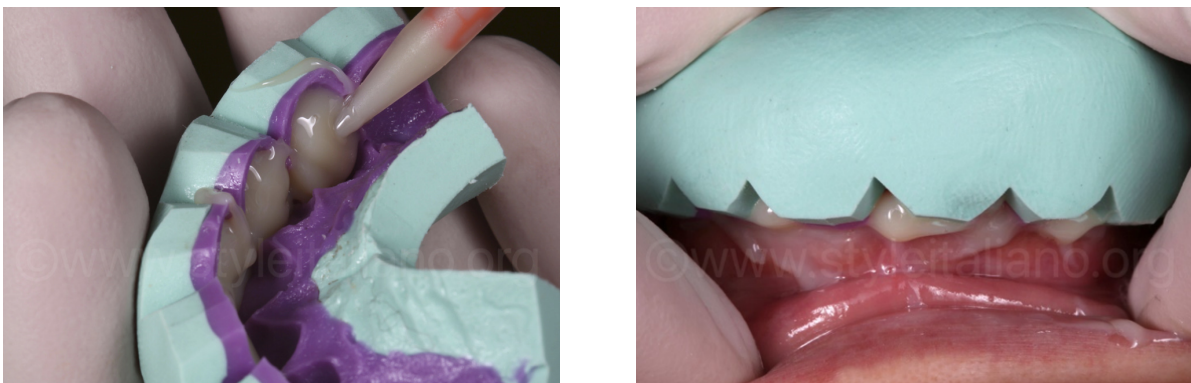


Figure IV.18 : Réalisation d'une provisoire par technique d'isomoulage [93]

IV.8.4. Technique indirecte

Description : Cette technique est réalisée en laboratoire avant la préparation de la dent, permettant une meilleure qualité de surface et une polymérisation complète de la résine provisoire

[96].

- **Étapes :**

1. Prise d’empreinte initiale et modification du modèle :

- Empreinte initiale : On commence par prendre une empreinte de la situation buccale du patient (avant préparation des dents).
- Modification au laboratoire : Sur le modèle issu de cette empreinte, le prothésiste effectue plusieurs ajustements essentiels pour simuler le résultat final :
 - Régulariser les morphologies occlusales : Corriger et harmoniser les surfaces de contact des dents pour assurer une occlusion équilibrée.
 - Adapter les contours axiaux : les faces latérales des dents sont modifiées pour optimiser l’esthétique et la fonction.
 - Préparer à minima les dents supports : Simuler une légère préparation sur le modèle pour anticiper la future préparation clinique.



Figure IV.19 : Modèle avec les piliers préparés à minima, confection d’un bridge en résine stratifiée [37]

- Remplacer les dents manquantes : les espaces édentés sont comblés par un wax-up (ajout de cire) pour restituer les volumes manquants. [37]



Figure IV.20 : Wax up avant réalisation d'une clé [37]

2. Réalisation d'une clé en silicone :

Une clé est confectionnée sur ce modèle modifié, généralement en silicone pour sa souplesse et sa précision. Cette clé va servir de guide pour façonner la prothèse provisoire. [37]

3. Fabrication du bridge provisoire en résine : [37]

- Deux méthodes principales :
 - Coquille au pinceau : La résine est appliquée au pinceau à l'intérieur de la clé pour former une fine coquille qui épouse la forme du modèle modifié.

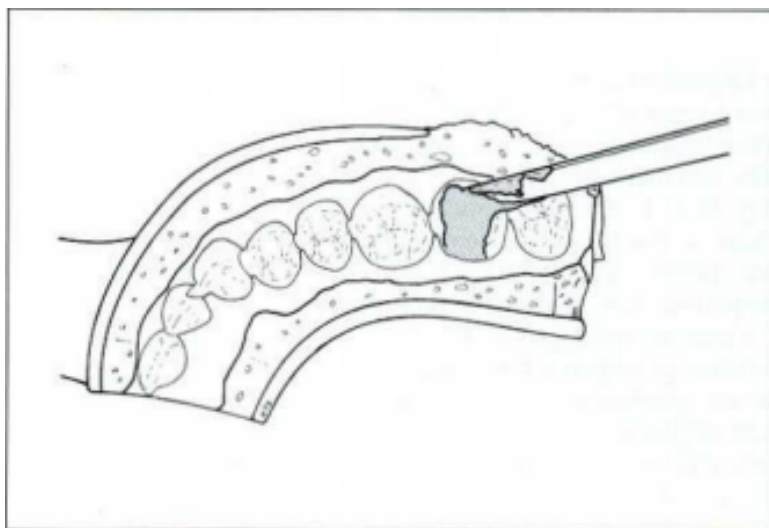


Figure IV.21 : La résine est déposée dans la clé [21]

- Automoulage : La résine est injectée ou déposée dans la clé, puis la clé est placée sur le modèle pour que la résine prenne la forme voulue.

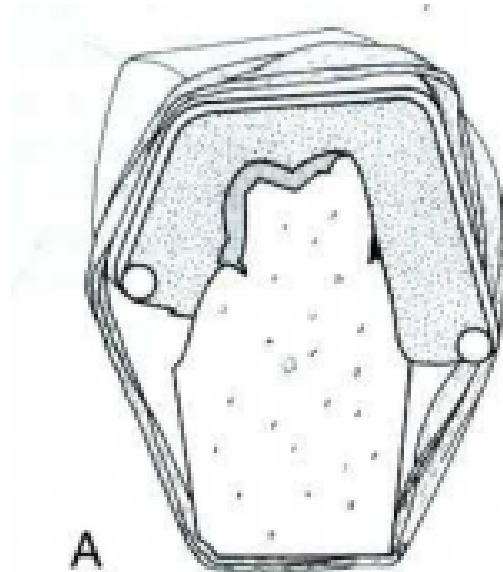


Figure IV.22 : Coupes montrant la mise en place correcte du modèle dans l’empreinte [21]

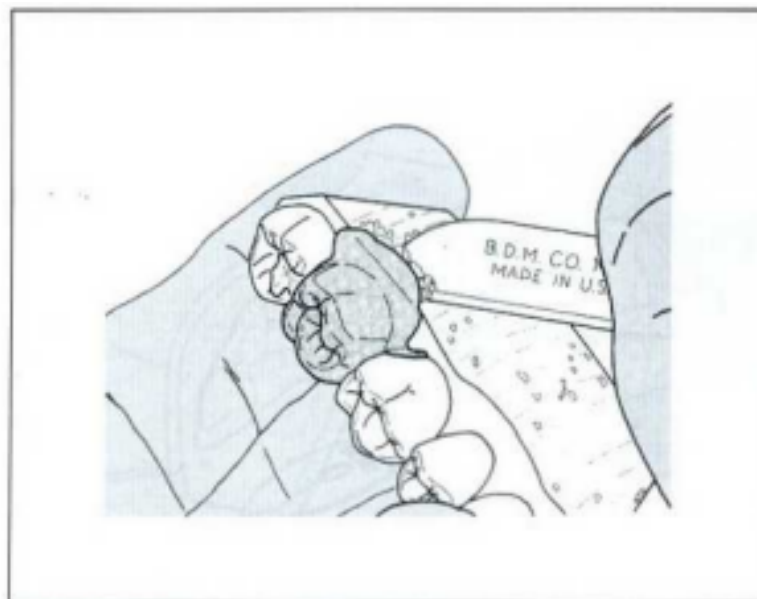


Figure IV.23 : Le retrait de la couronne provisoire peut obliger à fracturer le modèle [21]

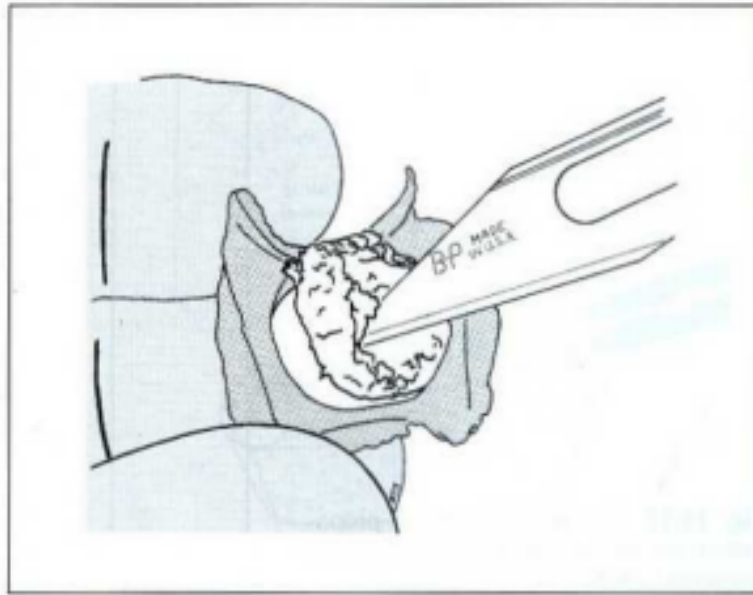


Figure IV.24 : L'intrados de la prothèse provisoire est débarrassé de tout plâtre [21]

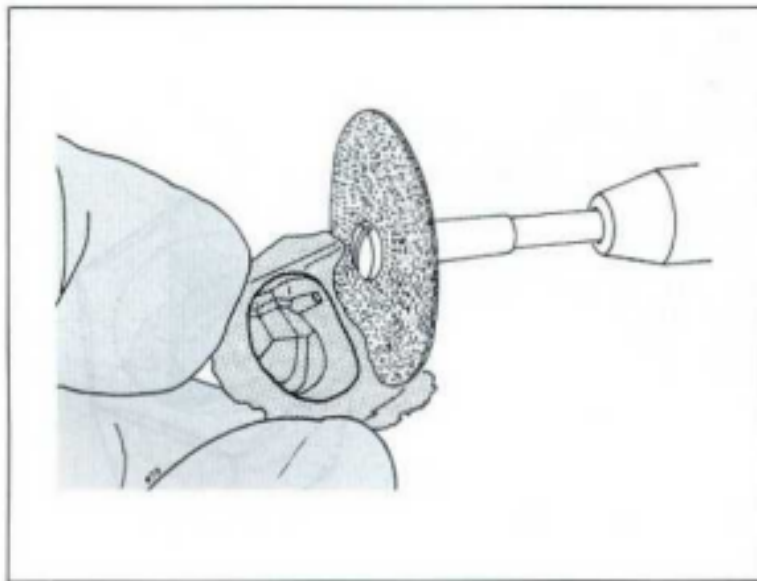


Figure IV.25 : Les excès de résine sont supprimés avec un disque carborundum [21]

4. Pose en bouche et adaptation :

- Lors du rendez-vous clinique, la restauration est essayée sur la dent préparée.
- Un rebasage est effectué en bouche avec une résine fluide pour assurer une adaptation parfaite et créer un profil d'émergence idéal. [37]

IV.8.5. Rebasage de la limite cervicale de la couronne provisoire dans la technique BOPT

La couronne provisoire doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Être para gencive marginale.
- Pouvoir être insérée passivement sans interférence. [81]

On suit les étapes suivantes :

1. Après avoir validé son ajustage, la provisoire est chargée en résine auto-polymérisable puis insérée sur le pilier préalablement isolé avec de la glycérine. La provisoire est retirée légèrement avant la prise finale de la résine. [29]



Figure IV.26 : Vue de face de la prothèse provisoire après rebasage, Loi & Di Felice [29]

2. Une fois la résine polymérisée, la couronne provisoire présente deux bords marginaux distincts : un interne très fin formé par la résine qui s'est infiltrée le long de la partie intra-sulculaire de la préparation, et un externe plus épais qui a épousé le rebord gingival. L'extrémité intra-sulculaire est marquée avec un crayon. [100]

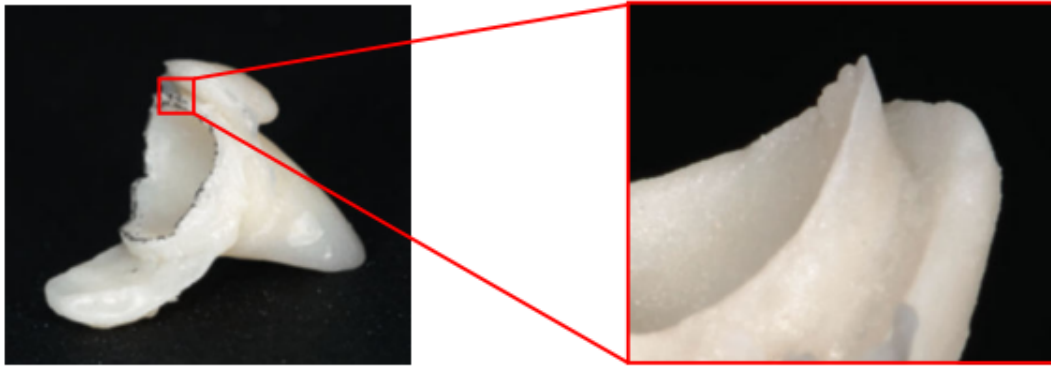


Figure IV.27 : Visualisation de la double limite de la prothèse provisoire après polymérisation, la paroi interne intrasulculaire mince et la paroi externe plus épaisse délimitent l'image négative du profil gingival .Loi & Di Felice [29]

3. L'espace entre ces deux marges correspond à l'image négative de la gencive.

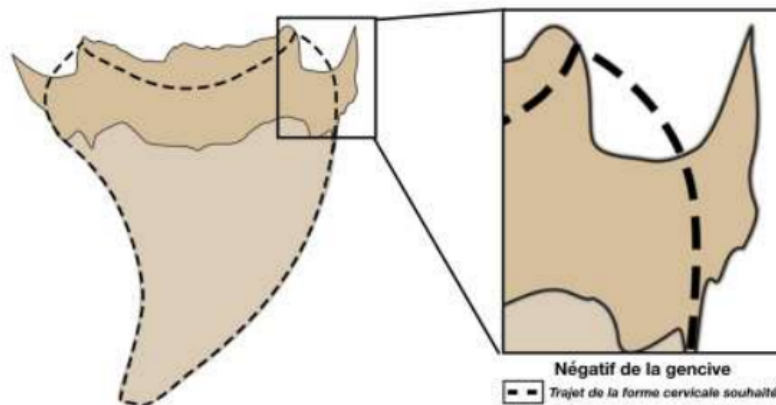


Figure IV.28 : Négatif de la gencive [104]

4. Les étapes de réglage du bord prothétique dans le sens horizontal sont :

- (a) Le comblement à la résine PMMA fluide ou avec une résine composite fluide photopolymérisée de l'espace créé par ce négatif, pour épaisir le rebord de la couronne provisoire.
- (b) La mise en continuité de la coque et de la résine à ajouter à l'aide d'un disque de polissage ; ces contours doivent être remodelés afin de recréer une zone d'émergence convexe identique à une émergence amélaire. [87]

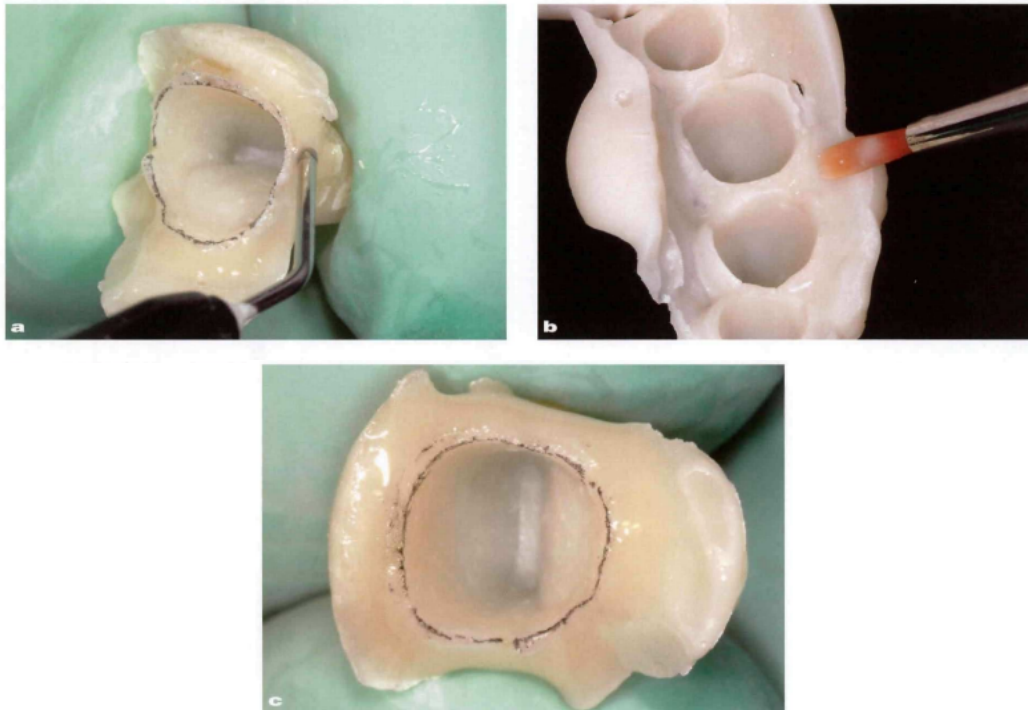
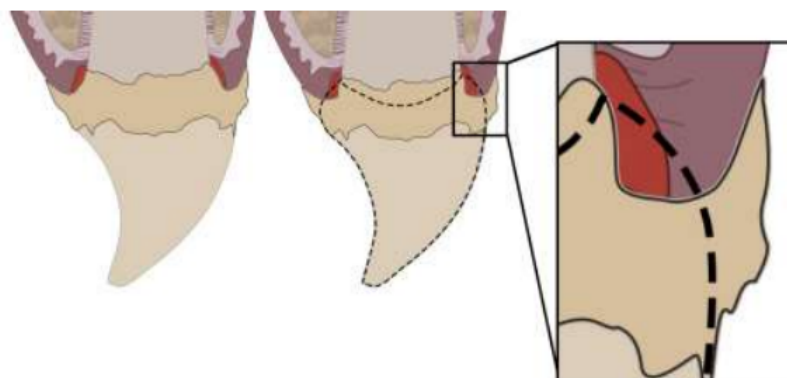


Figure IV.29 : L'espace entre les deux parois est comblé soit avec un composite fluide photo-polymérisable (a), soit avec un mélange fluide de résine acrylique (b). Après la prise, la marge interne est marquée au crayon fin (c) [29]



--- Trajet de la forme cervicale souhaitée

Figure IV.30 : Rebasage de la coque provisoire en résine [104]

- (c) Le réglage du bord prothétique dans le sens horizontal, doit permettre le maintien de l'espace dans le sens horizontal et protéger le parodonte de l'action des téguments.
- (d) Les excès de résine sont éliminées en utilisant des disques à polir dans le but de façonner le profil d'émergence de la couronne et de créer une nouvelle jonction amélo- cémentaire décrite par Loi comme étant la jonction amélo-cémentaire prothétique (JACP). Pour cela, on trace en bouche le niveau gingival sur la provisoire

et hors bouche la limite prothétique, qui doit se situer entre 0.5 et 1 mm apicalement à la limite gingivale pour respecter l'espace biologique (invasion contrôlée du sillon gingival). [81]

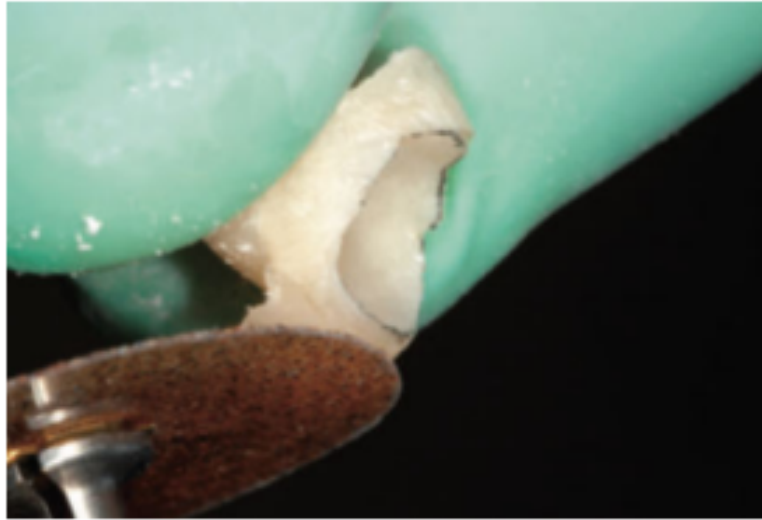


Figure IV.31 : Élimination des excès de résine et polissage de la partie cervicale de la prothèse provisoire [81]

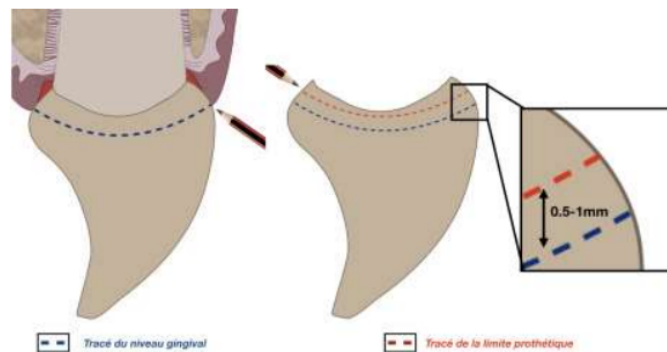


Figure IV.32 : Détermination de la situation du bord prothétique dans le sens vertical [104]

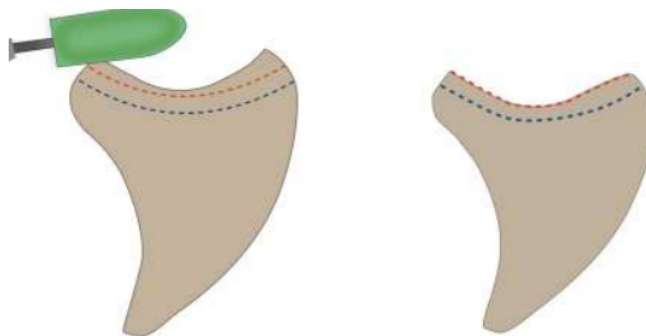


Figure IV.33 : Réduction du bord prothétique dans le sens vertical [104]

- (e) Pour finir, une attention toute particulière est portée à l'état de surface de la provisoire, notamment de la partie intra-sulculaire véritable guide de la cicatrisation tissulaire. [87]
- (f) Toutes les zones en contact avec les tissus mous doivent être polies. La première étape du polissage est réalisée avec un polissoir flamme en caoutchouc, dont la forme et la souplesse permettent d'atteindre toutes les zones et de laisser une surface lisse uniforme. [29]



Figure IV.34 : Phase de polissage [29]



Figure IV.35 : Prothèse provisoire après polissage [29]

- (g) Une fois le contour coronaire dessiné, poli, et l'intégration occlusale validée, la couronne provisoire est scellée. Les bords peuvent être enduits de vaseline pour faciliter

le retrait des excès de ciments provisoire. La quantité de ciment doit être maîtrisée de façon à éviter que les excès fussent au sein du sulcus et compromettent la cicatrisation tissulaire. La morphologie de préparation du support étant très rétentive, une faible quantité de ciment est suffisante pour assurer la rétention [87].

5. Le scellement transitoire peut être réalisé avec [29] :

- Un ciment oxyde de zinc-eugénole (Temp Bond®).
- Un ciment oxyde de zinc sans eugénole (Temp Bond NE®, Freegenol®).
- Un ciment polycarboxylate (Durelon®).
- L'espace créé lors de la préparation intra-sulculaire est comblé par le bord marginal de la provisoire et le caillot sanguin qui résulte du saignement gingival. En plus d'exercer le soutien des tissus mous, la provisoire va stabiliser le caillot au sein d'une architecture gingivale restructurée. Le rattachement des fibres et l'augmentation de l'épaisseur du tissu gingival dépendent étroitement de la qualité de cicatrisation tissulaire obtenue.

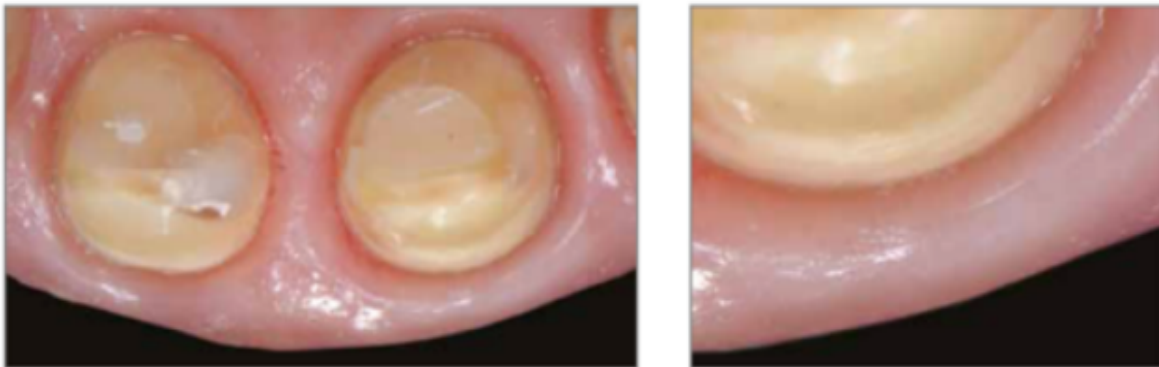


Figure IV.36 : Vue occlusale de la préparation. Sillon gingival après dépose du provisoire [99]

IV.8.6. Suivre et contrôle

IV.8.6.1. Cicatrisation parodontale

Après la préparation de la dent et la mise en place de la prothèse provisoire, la plaie parodontale passe par différentes étapes de cicatrisation, incluant l'hémostase, l'inflammation, la prolifération et le remodelage. [100, 101]

IV.8.6.1.1. PHASE HEMOSTATIQUE (première heure après la préparation et la pose de la couronne provisoire)

Cette phase est la première réponse de l'organisme à la lésion. Elle vise à arrêter le saignement et à créer un environnement stable pour les étapes suivantes. Elle se caractérise par :

- La formation d'un caillot sanguin au niveau de la plaie.
- L'extravasation des plaquettes pour former un clou plaquettaire.
- L'agrégation d'autres cellules dérivées du sang et la formation d'un réseau de fibrine, consolidant le caillot.

Le caillot sert de matrice temporaire pour la migration des cellules et libère des facteurs de croissance essentiels. [102]

IV.8.6.1.2. PHASE INFLAMMATOIRE (premier jour)

Elle dure deux jours, est déclenchée immédiatement après la préparation et la désépithélialisation du sillon gingival. Son objectif principal est l'élimination des débris nécrotiques et la préparation de la phase de prolifération à venir. [102]

IV.8.6.1.3. PHASE PROLIFERATIVE (15 jours)

Cette phase est dédiée à la reconstruction des tissus perdus et à la fermeture de la plaie. Elle est caractérisée par :

- La constitution d'un tissu de granulation, qui est un tissu jeune, très vascularisé (grâce à la formation de nouveaux vaisseaux sanguins ou angiogenèse). Ce tissu est riche en fibroblastes, des cellules clés qui synthétisent les composants de la matrice extracellulaire.
- La production abondante de matrice extracellulaire provisoire (collagène de type III, fibronectine, etc.) qui servira de support structurel.
- Vers 1 semaine après la blessure, un long épithélium de jonction commence à se former, et le sulcus est recouvert d'un épithélium stratifié.
- Pendant la 2ème semaine, l'épithélium continue de s'épaissir et de se kératiniser, fermant visiblement la surface de la plaie. [102]

IV.8.6.1.4. Phase de remodelage de la plaie (2 à 6 semaines)

Même si la plaie semble cicatrisée en surface au bout de deux semaines, la force et l'organisation du nouveau tissu se développent pendant cette phase. Elle est souvent décrite comme "critique" pour la maturation du tissu conjonctif :

- Formation et maturation des fibres de collagène (principalement de type I), remplaçant progressivement le collagène de type III initialement déposé.
- Différenciation d'une proportion des fibroblastes en myofibroblastes.
- Le tissu acquiert progressivement sa résistance mécanique et son organisation fonctionnelle. [102]

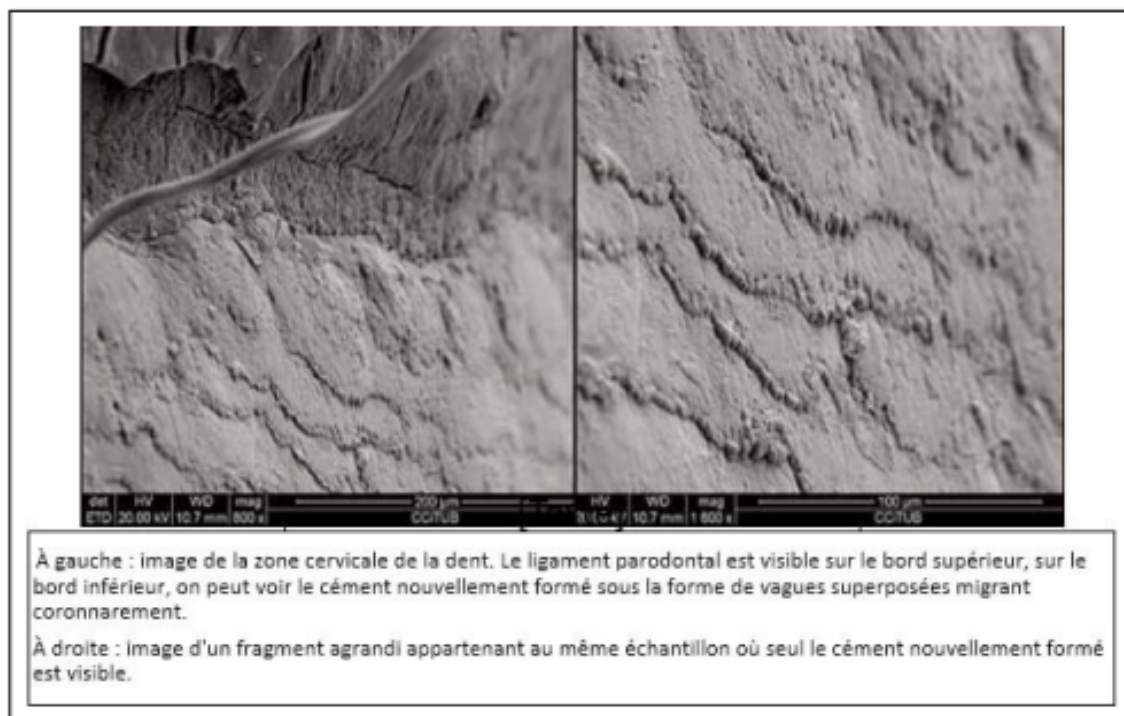


Figure IV.37 : Photographie au microscope électronique à balayage d'une dent humaine 4 mois après la réalisation de la technique BOPT [29]

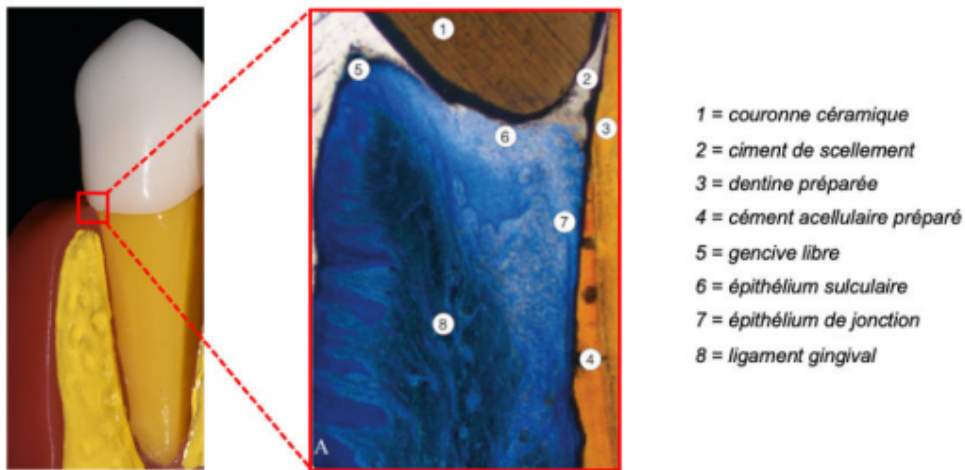


Figure IV.38 : Coupe histologique sagittale de la relation complexe dento-gingival et prothèse fixée BOPT [103]

La provisoire est laissée en place quatre semaines au minimum avant la prise d’empreinte, temps nécessaire pour obtenir un tissu gingival épaissi et stable même si la maturation n’est pas encore complète. [87]



Figure IV.39 : (a ,b ,c) au bout de 4 semaines, le caillot sanguin, protégé par la marge de la couronne, s’est transformé en un nouveau tissu conjonctif et apparaît épaissi et sain, bien que toujours en phase de maturation [81]

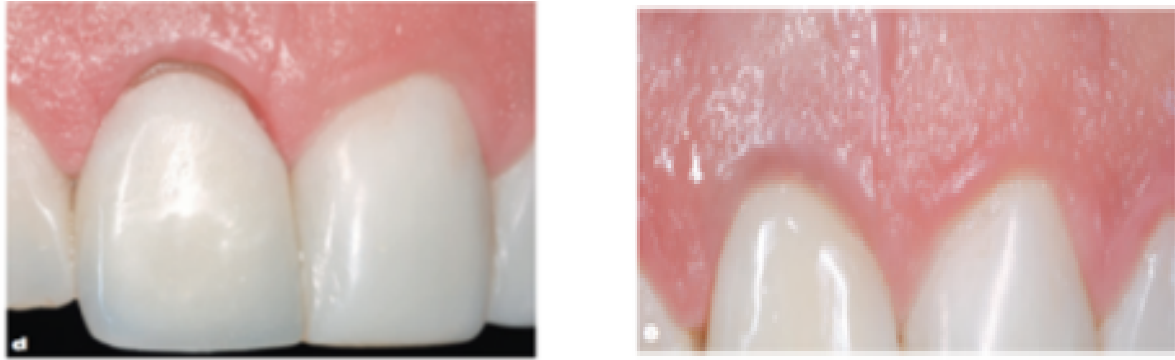


Figure IV.40 : (d) Le remodelage de la gencive marginale peut alors débuter. La partie cervicale de la couronne provisoire est ajustée et éventuellement raccourcie afin de créer un contour symétrique par rapport à la dent adjacente, (e) Une semaine plus tard, la gencive marginale s'est déplacée en direction coronaire et l'architecture festonnée est terminée [81]

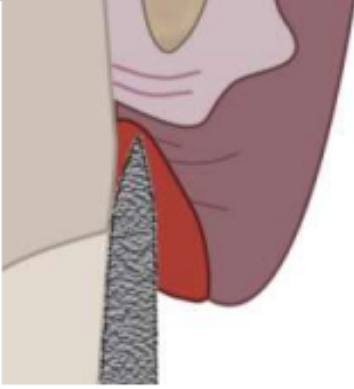
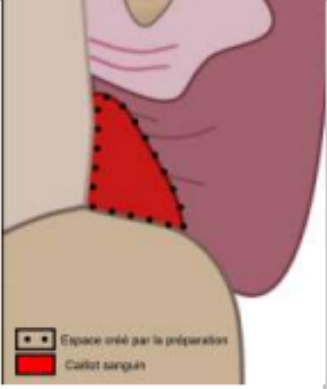

Rôle des différentes étapes du protocole BOPT		
Préparation dentaire et parodontale	Couronne provisoire	Couronne d'usage
	 <p> ■ Espace créé par la préparation ■ Caillot sanguin </p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Préparation dentaire : orientation de dépouille qui permet une prolifération en direction coronaire - Préparation gingivale : relance le processus cicatriciel et donne de l'espace à un caillot. 	<p>Protège le caillot, maintient la gencive en cicatrisation et protège de la pression des téguments.</p>	<p>Par son profil d'émergence, la couronne dentaire va modeler la forme de la gencive (zénith, forme du feston gingival).</p>

Figure IV.41 : Récapitulatif des études cliniques BOPT sur dents naturelle [104]

IV.9. Prise de l'empreinte et enregistrement des relations

La technique d'empreinte en vue de réaliser une prothèse définitive pour ce type de préparation, ne diffère pas à celle des préparations horizontales. L'absence de ligne de finition

nette, rendrait la procédure d’empreinte plus simple en comparaison avec une finition de type horizontale, donne une lecture plus précise au praticien car il doit seulement veiller à ce que l’empreinte ait enregistré la totalité de la hauteur sulculaire et le profil d’émergence et serait nettement moins iatrogène pour le parodonte. [105]

La prise d’empreinte est réalisée 4 à 6 semaines après la mise sous prothèse provisoire. Celle-ci aura permis de guider la cicatrisation et ainsi dicter le nouveau profil d’émergence, le surcontour nécessaire, et la position du zénith gingival. Lorsque qu’elle est déposée, nous nous retrouvons donc face un parodonte marginal avec l’architecture idéale enregistrée et cicatrisée. [105]

L’empreinte peut être réalisée selon les étapes suivantes : [32]

- Dépose de la couronne provisoire avec vérification de la qualité de la cicatrisation parodontale.
- Déflexion gingivale : D’après le protocole de base donné par le Dr Loi et les différents praticiens formateurs, l’empreinte doit se faire avec une technique de double cordonnet :
 - Un premier cordonnet ultrafin placé à la base du sulcus juste avant l’attache conjonctive. afin de protéger l’espace biologique lors de l’empreinte. Ce cordonnet servira de base du sulcus au prothésiste et constituera un repère de profondeur maximale à ne pas dépasser.
 - Un second cordonnet d’un diamètre plus large adapté au parodonte du patient a pour but de maintenir l’évasement du sulcus réalisé par la prothèse provisoire ; afin de ménager l’espace nécessaire au silicone pour qu’il fuse le long de la préparation jusqu’à la base du sulcus. [75]

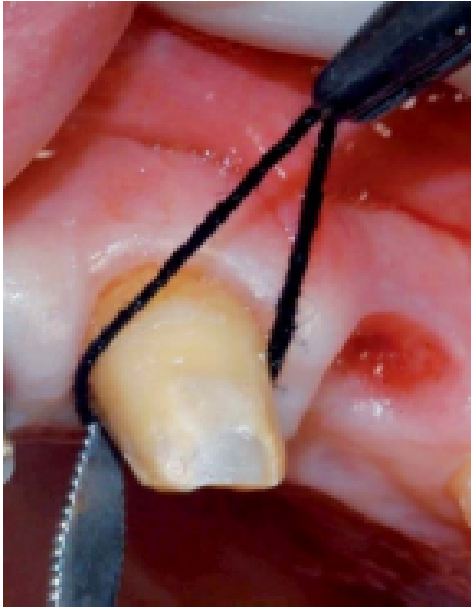


Figure IV.42 : Insertion du premier cordonnet

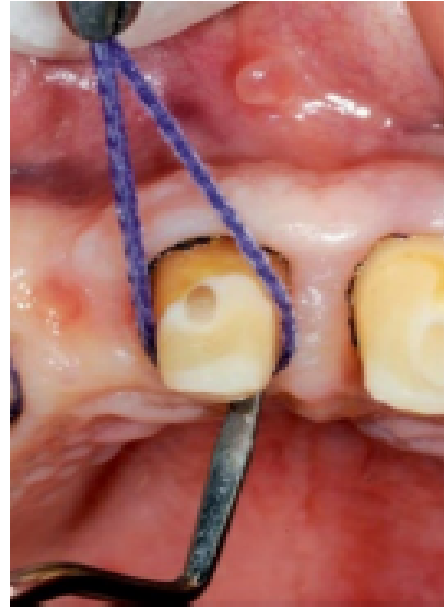


Figure IV.43 : Insertion du deuxième cordonnet [106]

Avant la prise d’empreinte le second cordonnet est retiré puis le matériau d’empreinte est injecté.

Une autre technique de déflexion gingivale peut également être employée ; il s’agit de l’Expasyl, pâte de consistance épaisse injectée dans le sulcus qui permet d’assurer une déflexion latérale de la gencive marginale associée à un effet hémostatique. Ce procédé présente comme avantage un respect optimal du système d’attache. Il est surtout indiqué en cas de parodonte fin ou fragile.



Figure IV.44 : Expasyl appliqué dans le sulcus [107]

Prise d'une empreinte

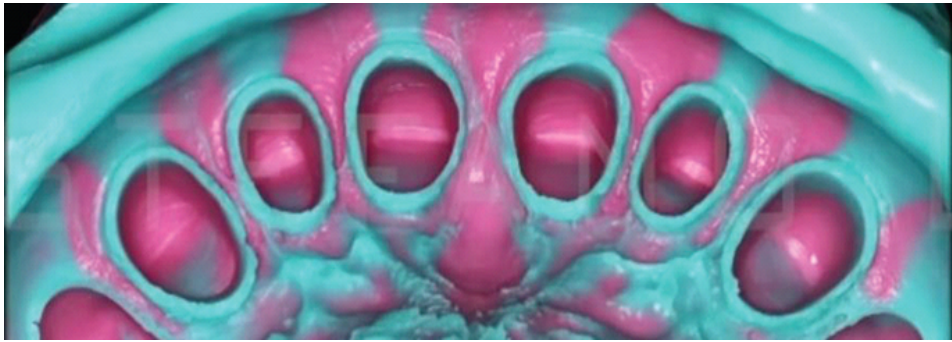


Figure IV.45 : Photographie clinique d'une empreinte réalisée sur des préparations de type BOPT dans Preparazioni in Protesi fissa WEBINAR N°1 [108]

IV.9.1. Types d'empreinte

IV.9.1.1. Empreinte traditionnelle

IV.9.1.1.1. Empreinte en un seul temps

A - L'empreinte monophasé

Le principe de l'empreinte monophasé consiste à n'utiliser qu'un seul matériau. Classiquement on utilise un silicone ou un polyéther de viscosité moyenne. En cas de forte contre dépouille, il est préférable si on utilise le polyéther de combler les contre dépouilles du fait de sa rigidité.

Principe : le matériau est chargé dans le porte-empreinte induit d'adhésif (après essayage et validation de celui-ci), ainsi que dans une seringue. Une induction en bouche sur la ou les préparation(s) est réalisée grâce à cette seringue, puis le PE est inséré sur l'arcade concernée. [109]



Figure IV.46 : Empreinte monophasé

B - L’empreinte en double mélange :

Cette technique consiste à mettre en place deux matériaux de même nature, mais de viscosités différentes, en une seule insertion. Les deux phases polymérisent ensemble. L’objectif est alors d’exploiter les qualités et avantages des deux types de viscosités afin d’améliorer la valeur de l’empreinte. Le matériau de plus haute viscosité assure une certaine compression. Il pousse le matériau plus fluide par une contrainte de force qui permet la thixotropie de ce dernier. Le matériau fluide enregistre alors les détails les plus fins, améliorant considérablement la capacité de reproduction de l’empreinte. [109]

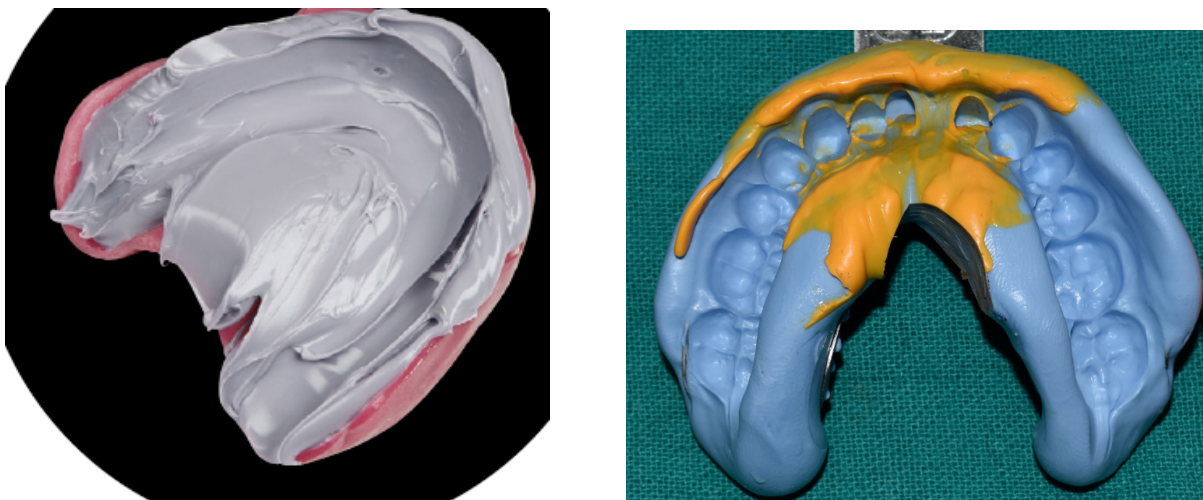


Figure IV.47 : Empreinte avec technique de double mélange en un seul temps [110]

IV.9.1.1.2. Empreinte en deux temps (La wash technique)

Le premier temps consiste à réaliser une empreinte à l’aide d’un matériau de très haute viscosité qui enregistre grossièrement et de manière incomplète les structures et états de surface des préparations.

Dans un deuxième temps et après aménagement de celle-ci, l’empreinte est réinsérée, chargée d’un matériau fluide qui enregistre avec précision les surfaces intéressées. Généralement pour cette technique on utilisera des silicones, de viscosité putty ou putty soft pour le premier temps et de viscosité light ou super light pour le deuxième temps. Cependant les polyéthers peuvent également être utilisés en viscosité putty et light. [109]

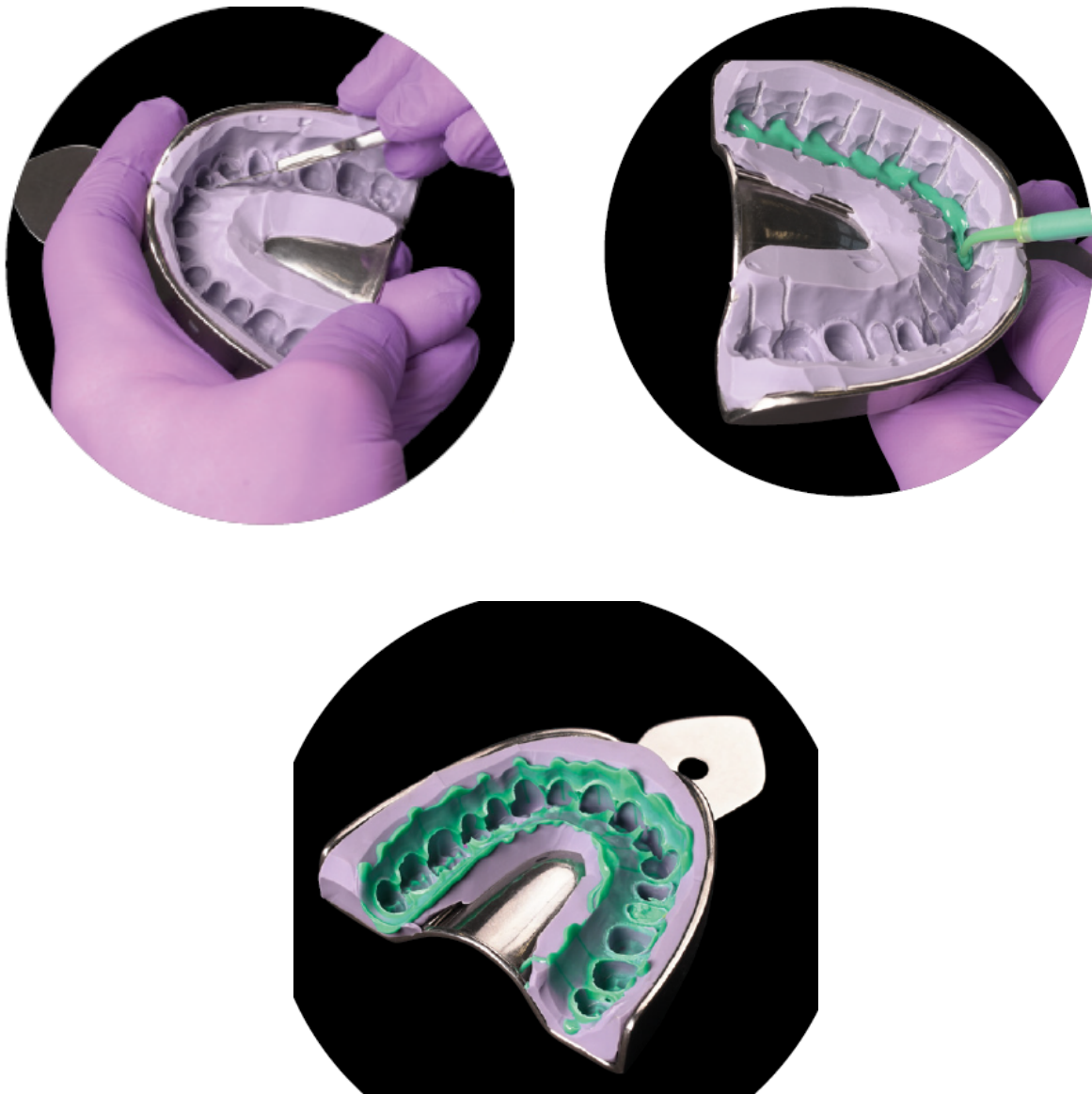


Figure IV.48 : Empreinte avec la wash technique [111]

Pour les techniques d’empreinte, elles sont directement liées au type d’éviction gingivale, elle même liée à la situation clinique :

- La wash technique est une méthode compressive qui permet l’enregistrement des limites fortement sous gingivales. Elle est indiquée en présence de parodonte favorable.
- Le double mélange assure une compression moins importante. Il est de ce fait moins traumatisant pour le parodonte et permet d’enregistrer des limites cervicales en situation sous-gingivale normale (0,3-0,4mm).

IV.9.1.2. Empreinte numérique

L'empreinte numérique, aussi appelée empreinte optique, utilise un scanner intra-oral qui projette un signal lumineux sur les surfaces dentaires pour en capturer la topographie. Les données obtenues sont traitées par un logiciel pour générer un modèle 3D, utilisé ensuite pour la conception (CAO) et la fabrication (FAO) de restaurations prothétiques (couronnes, bridges, inlays/onlays, etc.)

Le protocole d'empreinte numérique est :

- Acquisition des surfaces dentaires préparées, en veillant à bien capturer les limites cervicales et les détails sous-gingivaux.
- Cette étape d'acquisition se déroule en trois phases : d'abord l'arcade concernée, suivie de l'arcade antagoniste et enfin un enregistrement vestibulaire de l'occlusion des deux arcades en intercuspidie maximale.

Lors de la réalisation d'une empreinte optique intra-orale, le praticien se doit de :

- Respecter les principes et règles de préparation liés aux matériaux utilisés ;
- Maîtriser les techniques d'accès aux limites cervicales ;
- Se former à la gestuelle de l'empreinte optique ;
- Se conformer aux exigences de l'empreinte optique ;
- Connaître les biomatériaux et les procédures d'adhésions. [112]

L'empreinte optique présente de nombreux avantages :

- **Confort pour le patient** : L'absence de matériaux en bouche, le goût désagréable et le réflexe nauséux sont supprimés, ce qui améliore le confort du patient
- **Précision et fiabilité** : Visualisation immédiate des zones manquantes ou à rescanner et Moins de distorsion liée aux matériaux ou à la coulée des modèles ; il est possible d'évaluer immédiatement les modèles en positif
- **Facilité pour le praticien** : L'empreinte numérique est plus aisée à réaliser et permet une meilleure communication avec le laboratoire grâce aux fichiers numériques

- **Gain de temps** : L'empreinte numérique réduit le temps de prise d'empreinte au fauteuil ; Les étapes de désinfection et de conditionnement ne sont plus nécessaires et accélère le transfert des données au laboratoire
- **Conservation des données** : Stockage facile et durable des fichiers

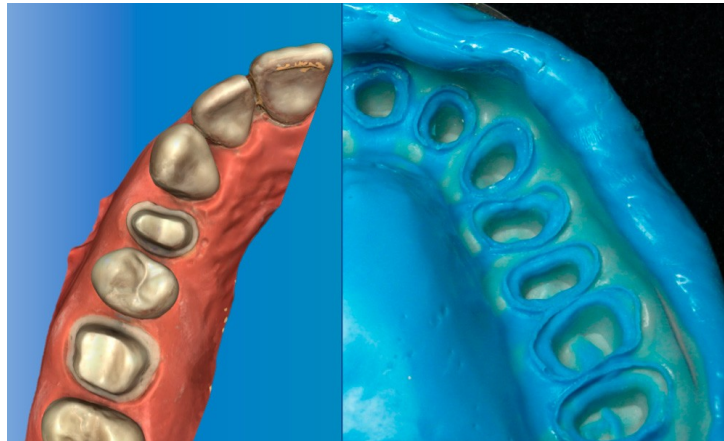


Figure IV.49 : Empreinte numérique vs empreinte conventionnelle [113]

IV.9.2. Rôle de la précision de l'empreinte dans le succès de prothèse en BOPT

La réalisation d'une empreinte en prothèse fixée, qu'elle soit physico-chimique ou optique intra-orale, obéit aux mêmes exigences et conditions de réalisation. [112]

Trois points importants sont à enregistrer lors de cette étape : [105]

1. La profondeur et la base du sulcus : Le prothésiste devra être à même de pouvoir lire les limites jusqu'au fond du sulcus afin de pouvoir déterminer le placement de la limite de la couronne. Ces deux éléments étant les plus importants car lors de la prise d'empreinte il est essentiel de ne pas violer l'espace biologique tout en enregistrant l'intégralité de l'architecture physiologique.
2. Le contour gingival : Afin de pouvoir construire un profil d'émergence correct à l'identique de celui érigé lors de la confection de la couronne provisoire.
3. La préparation verticale sur toute sa hauteur.

Les caméras en empreinte optique n'enregistrent que les structures parfaitement visibles et

ne vont pas, à la différence des matériaux utilisés lors d'une empreinte physico-chimique, défléchir les tissus. Lors de la réfection d'anciennes prothèses présentant des limites de préparation intra-sulculaires profondes, l'empreinte optique peut, dans certains cas, atteindre ses limites. [12]

Les tissus durs (dents préparées, dents non préparées) et les tissus mous (parodonte) doivent être enregistrés de la manière la plus fidèle possible. Les préparations sont réalisées en respectant les impératifs spécifiques aux matériaux de restauration. Des limites de finition nettes et précises, et la réalisation de prothèses transitoires, sont le garant et le prérequis à la réalisation d'une empreinte optique intrabuccale réussie. [7]

La présence de sang, de salive ou de fluide sulculaire est enregistrée par la caméra et peut compromettre le résultat prothétique. Le but est de transmettre les 2 à 3/10e sous la limite de finition permettant de réaliser une restauration prothétique dans le prolongement du profil d'émergence radiculaire. [7, 12]

Plusieurs difficultés apparaissent alors lors de la prise d'empreinte :

- L'impossibilité de savoir si le matériau d'empreinte a fusé en totalité au fond du sulcus : il nous est impossible de savoir si le silicone a fusé sur la totalité de la hauteur sulculaire.
- L'enregistrement correct du profil d'émergence.
- L'enregistrement de la réplique exacte de l'architecture donnée par le provisoire lors de la mise en place du cordonnet : le cordonnet vient recréer un espace encore différent de celui modelé par la provisoire, une piste d'amélioration serait la réalisation d'empreinte à coques avec nos provisoires idéales.
- L'obtention de l'hémostase : Si un saignement apparaît avant la prise d'empreinte il est révélateur du fait que la cicatrisation parodontale n'est pas terminée ou bien que la prothèse provisoire constitue un élément iatrogène générateur d'inflammation, il sera donc préférable de revoir l'étape d'aménagement gingival par la prothèse provisoire et d'attendre avant de réaliser l'empreinte.

Enfin, la qualité des préparations ainsi que la maîtrise des techniques d'accès au sulcus sont des conditions indispensable à l'obtention d'un résultat optimal. [114, 115]

Le respect des règles et des protocoles de réalisation codifiés, ainsi que le sens d'observation clinique, doivent guider les actes opératoires, qu'il s'agisse d'une empreinte physicochimique ou optique intra-orale. [112]

IV.10. Étapes de laboratoire

IV.10.1. Conception et fabrication de la prothèse

L'étape de fabrication de la prothèse est très technicien-dépendant car c'est à lui de définir la limite marginale de la prothèse dans l'aire de finition marginale. Ça constitue l'un des inconvénients majeurs des préparations verticales. Il est indispensable de travailler avec un technicien de laboratoire qui maîtrise la réalisation de restauration périphériques sur des préparations en aire de finition. [81]

Le prothésiste réalisera deux modèles de travail. Le modèle (1) est un modèle positif unitaire avec un détournage de la gencive pour la réalisation des pièces prothétiques.

Le modèle (2) quant à lui est un modèle sans détournage de la gencive qui servira de repère pour l'adaptation des prothèses et de la gencive.

• **Les étapes à suivre pour la réalisation des couronnes sur le modèle (1) sont :**

- À l'aide d'un crayon, une ligne suivant le bord marginal de la gencive est tracée sur la préparation (ligne noire).
- Le détournage du modèle est ensuite effectué au niveau de la préparation, en éliminant le plâtre qui reproduit la gencive marginale. Cette étape permet d'accéder à la zone intra-sulculaire de la préparation. Une deuxième ligne est alors tracée en suivant le fond du sulcus (ligne bleue).
- L'aire de finition est délimitée entre les deux lignes noire et bleue, le prothésiste trace une troisième ligne (ligne rouge) au sein de cette aire de finition pour déterminer la limite de finition qui correspondra à la limite marginale de la couronne.
- Cette limite de finition est située donc par le technicien de laboratoire en sous-gingival, entre le bord marginal de la gencive et le fond du sulcus, selon la profondeur de ce dernier

et les objectifs esthétiques recherchés, et à 1mm maximum en sous-gingival pour ne pas empiéter sur l'attache supra-crestale. [81]



Figure IV.50 : Projection de la marge gingivale sur la réplique en plâtre du pilier [87]



Figure IV.51 : Mise en évidence de l'extrémité apicale du pilier (ligne bleue), après suppression du sulcus en plâtre, et dessin de la future ligne de finition prothétique (ligne rouge) [87]



Figure IV.52 : Schéma de la zone de finition [87]

- Le prothésiste réalise, sur ce premier modèle détourné, la restauration d'usage avec un profil d'émergence et des contours idéaux de manière à répondre aux objectifs esthétiques et morpho- fonctionnels souhaités. [87]
- Sur cette photographie, nous pouvons observer la première cuisson de la céramique sur le maître modèle sans l'anatomie gingivale.



Figure IV.53 : Céramiques (phase de biscuit) sur le maître modèle sans l'anatomie gingivale [87]

• **Les étapes à suivre concernant le modèle (2) (anatomique) sont :**

- La prothèse est ensuite positionnée sur un modèle "anatomique", avec reproduction de la gencive marginale. Les petites interférences qui existent entre restauration et tissu sulculaire en plâtre sont supprimées pour permettre son insertion complète et simuler l'interaction qui existe in vivo. Le modèle anatomique permet au technicien d'évaluer plus fidèlement le contour coronaire et de le réajuster si nécessaire par ajout de céramique au pinceau , avant d'effectuer le polissage final. [87]
- La céramique est ensuite polie et glacée.

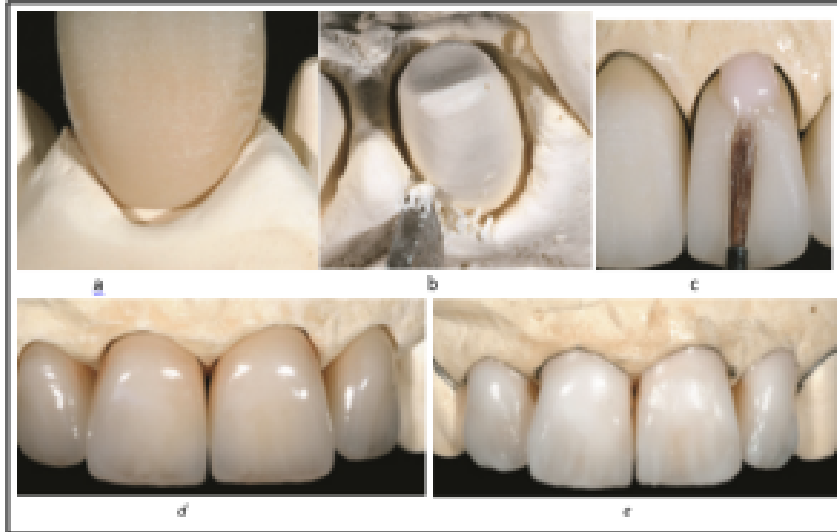


Figure IV.54 : (a) : La couronne ne s’insère pas totalement sur le modèle anatomique. (b) : élimination des interférences jusqu’à permettre l’insertion complète. (c et d) : Remplissage du nouveau volume avec de la céramique. (e) : finitions et polissage [87]

- Comme vu précédemment, la particularité de la BOPT qui la distingue des anciennes techniques de réalisation de restaurations périphériques sur des préparations verticales, est le fait que c’est la gencive qui s’adapte au nouveau profil d’émergence de la couronne et non l’inverse.

IV.10.1.1. Matériaux céramiques

Initialement, les préparations verticales ont été mises en pratique avec l’utilisation de coiffes coulées puis de coiffes céramo-métalliques qui finissaient en cervical par un bandeau très fin métallique.

De nos jours, la tendance est à l’abandon des restaurations métalliques pour des raisons esthétiques et de biocompatibilité.

C’est grâce à l’avènement de nouveaux matériaux céramiques aux propriétés mécaniques et esthétiques ouvrant le champ des possibilités, que les préparations verticales font de nouveau partie de l’arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste. [116]

IV.10.1.1.1. Définition

Les céramiques sont des matériaux inorganiques, composés d'oxydes, de carbures, de nitrures et de borures. Elles présentent des liaisons chimiques fortes de nature ionique ou covalente et sont mises en forme à partir d'une poudre de granulométrie adaptée qui est agglomérée. [117]

Une deuxième étape consiste à densifier et consolider cet agglomérat par frittage. Le frittage est un traitement thermique avec ou sans application de pression externe, grâce auquel un système de particules individuelles ou un corps poreux modifie certaines de ses propriétés dans le sens d'une évolution vers un état de compacité maximale. [117]

Kelly propose de considérer la céramique comme un matériau "composite", formé d'une matrice (vitreuse ou polycristalline) dans laquelle sont incorporés des éléments additifs ("fillers") en plus ou moins grande quantité. Il s'agit soit de particules (cristallines ou vitreuses à haut point de fusion), soit d'atomes modifiés, appelés "dopants", pour les céramiques polycristallines. [118, 119]

La matrice vitreuse confère les qualités esthétiques d'une céramique. Plus la proportion de verre est grande, plus la translucidité est importante, ce qui permet d'imiter au mieux les propriétés optiques de l'émail et de la dentine. Les qualités mécaniques diminuent avec la phase vitreuse fragile, mais augmentent avec le taux de charges. Les charges sont autant de barrières à la progression des dislocations. [118, 121]

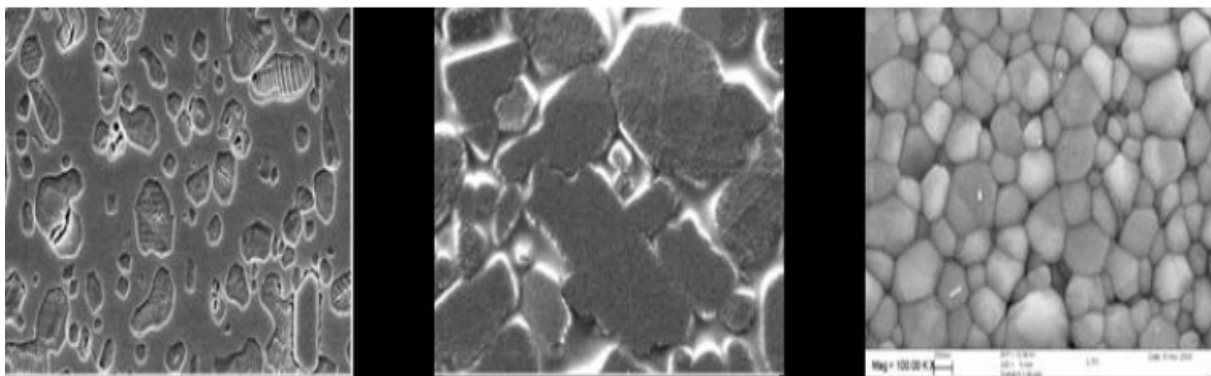


Figure IV.55 : Structures des différentes céramiques [120]

IV.10.1.1.2. Propriétés

- **Propriétés mécaniques :**

Les céramiques font partie des matériaux dit « fragiles », c'est-à-dire incapable de se déformer avant fracture, à l'opposé des matériaux ductiles. La plupart des fractures des céramiques sont la résultante de charges répétées d'intensité inférieure à la charge de rupture du matériau : cela va engendrer des microfissures menant à la fracture de la céramique, appelée aussi « rupture par fatigue ». L'augmentation de ses performances mécaniques, est en fonction de la proportion de la phase cristalline. Plus la phase cristalline est importante, plus la céramique est résistante à la fracture et plus sa résistance à la flexion augmente. La résistance mécanique d'une céramique est définie par sa ténacité (qui correspond à la capacité d'un matériau à résister à la propagation d'une fissure) et sa résistance en flexion [122, 123].

- **Propriétés chimiques :**

Les céramiques sont stables chimiquement, cette stabilité chimique est entre autres responsable de leur biocompatibilité. D'un point de vue immuno-allergique, toutes les études montrent que les céramiques sont neutres dans ce domaine. D'autre part, les céramiques ne présentent pas de corrosion. [122, 124]

- **Propriétés physiques (thermiques et électriques) :**

La structure des céramiques en fait des isolants thermiques et électriques. En bouche, cela permet d'éviter les phénomènes d'électro-galvanisme, de protéger une dent vitale des contraintes thermiques extérieures, ce qui rend ce matériau particulièrement biocompatible. [122, 124]

- **Propriétés optiques :**

Tous les systèmes de céramiques dentaires possèdent une panoplie de poudres céramiques cosmétiques avec des rendus optiques différents qui peuvent aller de l'opaque au transparent avec des luminosités variables, des effets de fluorescence, d'opalescence avec des couleurs et des saturations différentes. Ceci est obtenu en jouant sur la composition, la nature chimique, la taille, la quantité et l'indice de réfraction des charges cristallines et des pigments répartis dans la phase vitreuse.

La coloration est stable grâce à l'introduction des oxydes colorants. La translucidité : la porcelaine cuite sous vide est plus translucide que la porcelaine cuite sous pression atmosphérique. [122, 124]

IV.10.1.1.3. Classification

La classification actuelle de Sadoun et Ferrari est basée sur leur composition, la technique de mise en forme et sur des caractéristiques de microstructure (tableau.IV.1). En effet, les propriétés requises pour une prothèse sont la résistance mécanique, la précision d'adaptation et les propriétés optiques qui dépendent de ces caractéristiques.

Tableau IV.1 : Différentes céramiques selon la composition chimique et la microstructure [122]

Microstructure	Type	Composition	Mise en œuvre	Exemples
Céramiques vitreuses	Feldspathiques	SiO ₂ : 50–78% Al ₂ O ₃ : <10% Oxydes alcalins : 10 à 17%	Barbotine / Usinée	Vita Mark® II
	De synthèse	Leucite : KAlSi ₂ O ₆	Pressée / Usinée	IPS Empress®
		Silicate de lithium & nanocharges de zircon (10%)	Usinée	Celtra Duo® (Dentsply) / Suprinity® (VITA)
		Disilicate de lithium	Pressée / Usinée	IPS e.max® Press/CAD
	Fluoroapatite	Barbotine / Pressée	IPS e.max® Ceram	
Céramiques (alumineuses) infiltrées		Al ₂ O ₃ / MgO	Usinée	In-Ceram® Spinell
		Al ₂ O ₃	Barbotine / Usinée	In-Ceram® Alumina
		Al ₂ O ₃ : 70% ZrO ₂ : 30%	Usinée	In-Ceram® Zirconia
Céramiques polycristallines		Al ₂ O ₃	Usinée	Procera® Alumina
		ZrO ₂	Usinée	Cerec (Sirona)

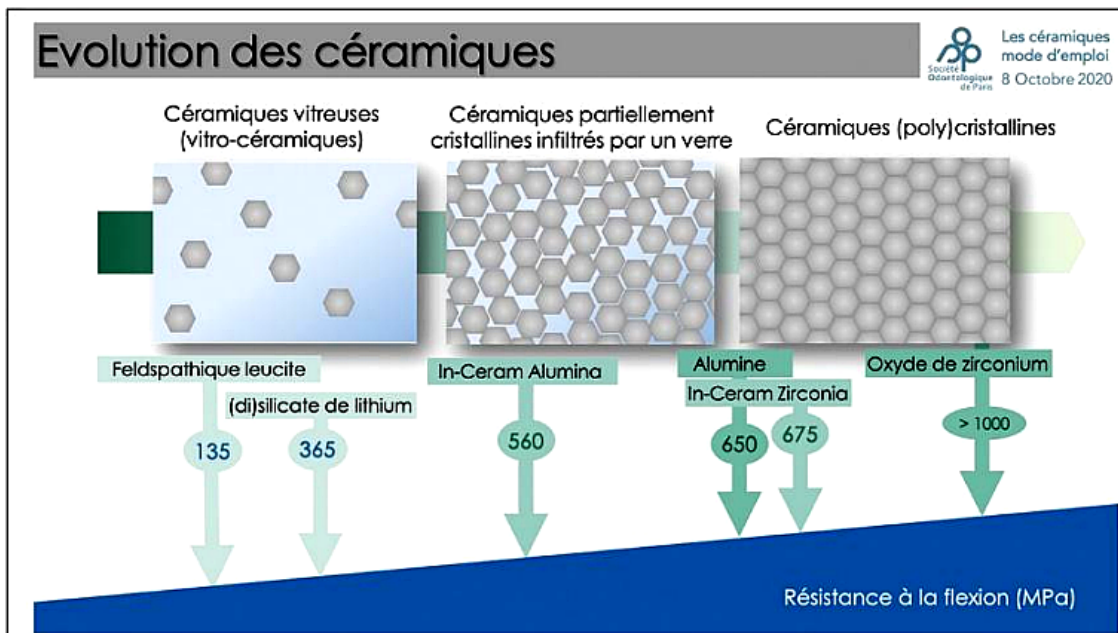


Figure IV.56 : Évolution des céramiques [120]

IV.10.1.1.3.1. Céramiques feldspathiques

- Ce sont les céramiques les plus anciennes, composées essentiellement de verre silicaté avec des particules de leucite.
- Elles offrent une excellente esthétique grâce à leur translucidité élevée, imitant l'émail naturel.
- Utilisées principalement en couches fines sur des armatures, elles servent souvent de revêtement esthétique.
- Leur résistance mécanique est limitée, ce qui restreint leur usage aux secteurs à faible contrainte. [125]

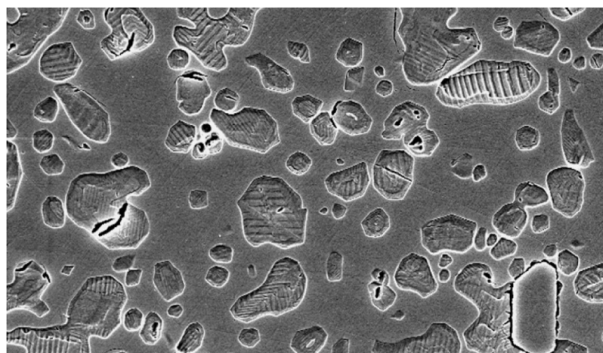


Figure IV.57 : Un échantillon d'une céramique feldspathique [120]

IV.10.1.1.3.2. Vitrocéramiques

Les vitrocéramiques conventionnelles sont assimilées aux céramiques feldspathiques car elles possèdent des propriétés très similaires et que seul le procédé industriel de fabrication diffère, les feldspathiques étant obtenues par simple mélange de poudre avant cuisson.

Les vitrocéramiques sont des matériaux mis en forme à l'état de verre puis traités thermiquement pour obtenir une cristallisation contrôlée et partielle. Ce sont les oxydes qui cristallisent par traitement thermique, en présence de catalyseurs de germination.

Elles peuvent être pressées ou usinées en CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur).

Leurs phase vitreuse permet un collage efficace par attaque à l'acide fluorhydrique, renforçant la liaison prothèse-dent. [124]

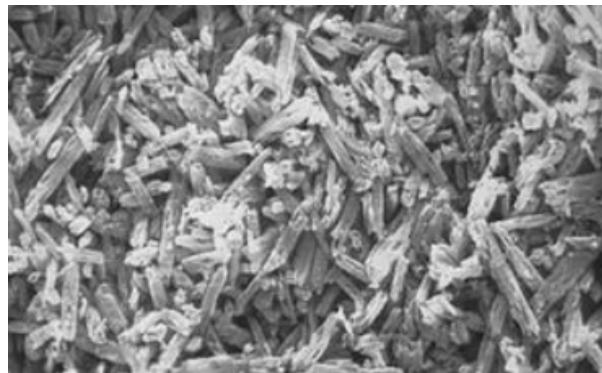


Figure IV.58 : Un échantillon d'une céramique vitrocéramiques [120]

IV.10.1.1.3.3. Céramiques infiltrées

Les céramiques infiltrées sont délicates et longues à mettre en œuvre pour le prothésiste, elles ne sont presque plus utilisées aujourd'hui, facilement délaissées au profit des céramiques polycristallines. [124]

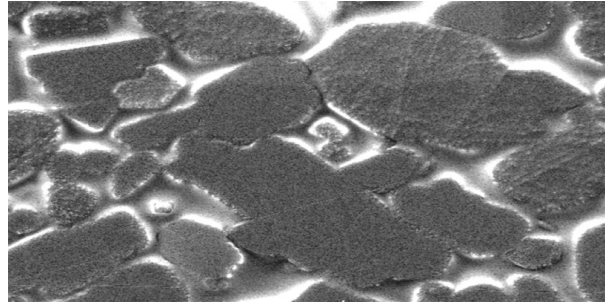


Figure IV.59 : Un échantillon d'une céramique partiellement cristalline infiltrée par un verre (InCeram Alumina. Vita Zahnfabrik) [120]

IV.10.1.1.3.4. Céramiques polycristallines

Les céramiques polycristallines ne possèdent pas ou peu de phase vitreuse. Leur phase cristalline contient des cristaux d'oxyde d'alumine ou d'oxyde de zirconium, condensés par frittage. On distingue ainsi deux formes chimiques : les céramiques polycristallines à base d'alumine (Procera[®] > 98% d'alumine) et celles à base de zircone.

Rappelons qu'après frittage, le refroidissement de la zircone s'accompagne d'un changement de structure cristalline (quadratique vers monoclinique). L'expansion dimensionnelle qui en découle initie des contraintes internes très importantes qui peuvent conduire à la fracture des pièces en zircons purs. C'est pour cette raison que l'oxyde de zirconium (ZrO_2) n'est pas utilisable comme céramique dentaire. Pour intégrer la zircone à notre arsenal prothétique, le matériau a été modifié via l'adjonction de dopants (essentiellement d'oxydes d'yttrium) qui permettent de conserver une seule phase, cubique et quadratique à température ambiante. La zircone polycristalline tétragonale stabilisée à l'oxyde d'yttrium (zircone Y-TZP), ne comporte plus de cristaux monocliniques à température ambiante mais une grande majorité de cristaux en phase quadratique (qui lui confèrent ses propriétés mécaniques très élevées) et une minorité en phase cubique. [125, 126, 127]

La zircone Y-TZP présente des propriétés mécaniques très intéressantes pour notre usage clinique, c'est notamment sa ténacité élevée qui lui confère une très bonne résistance à long terme. Elle est même qualifiée de matériau "auto cicatrisant". En effet, à température ambiante la transformation des particules quadratiques en monoclinique a lieu en général en réaction à une contrainte mécanique, comme la propagation d'une fissure. L'augmentation de volume

qu'elle induit amène une contrainte en compression qui permet de freiner voire de bloquer la propagation de la fissure. [126, 127]

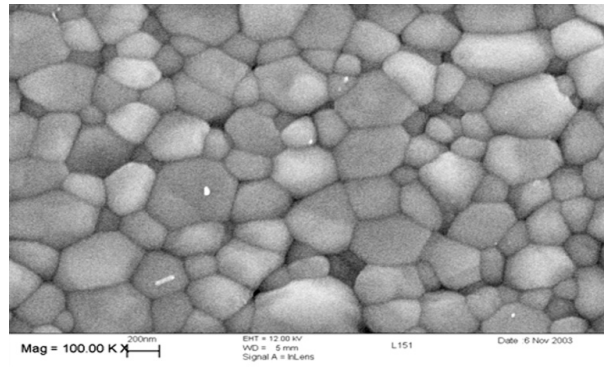


Figure IV.60 : Un échantillon d'une céramique polycristalline 3Y-TZP [120]

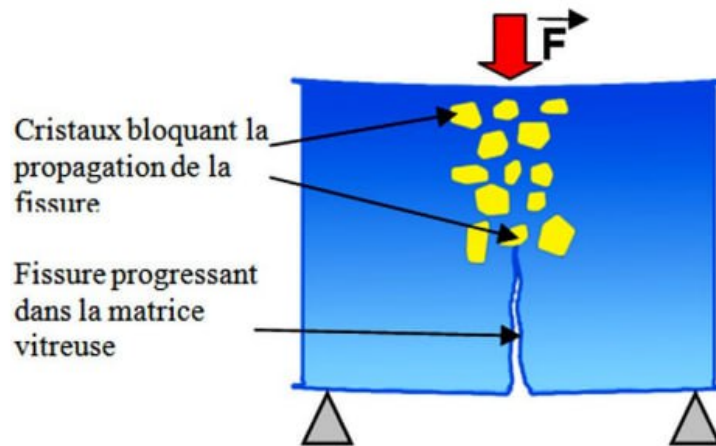


Figure IV.61 : Mécanisme du renforcement de la céramique YTZP [124]

Au regard de leurs structures, on peut donc simplifier la classification en trois types de céramiques :

1. Les céramiques vitreuses (matrice vitreuse+particules cristallines dispersées);Disilicate de lithium.
2. Les céramiques à matrice cristalline à base d'alumine et/ou de zirconium infiltrées de verre (matrice cristalline majoritaire + verre infiltré)
3. Les céramiques polycristallines (sans matrice vitreuse) à base d'alumine ou de zircone totalement cristallines.

Finalement, on peut aussi considérer qu'il n'y a que deux types de céramiques : les céramiques feldspathiques, qui sont des céramiques cosmétiques, et les céramiques cristallines, qui seront les céramiques d'infrastructure. [125]

IV.10.1.1.4. Critères de choix du matériau

Avec les couronnes en disilicate de lithium, les IPS E.MAX, le rendu esthétique est excellent, cependant pour assurer des propriétés mécaniques suffisantes, il est préférable de faire un collage. En revanche dans le cas des préparations verticales, il est difficile de coller principalement de par la position sous-gingivale de nos limites prothétiques et l'anatomie verticale de notre préparation qui rend difficile la pose du crampon et donc l'isolation de la dent, C'est pour cela qu'il est préférable de sceller les restaurations et donc les couronnes en zircone seront le matériau de choix. De plus, la zircone nécessite une moindre épaisseur de préparation cervicale (0,3mm) par rapport au disilicate de lithium (0,5 à 0,7mm). Donc la zircone contribue également à une plus grande économie tissulaire. [29]

La résistance mécanique de la zircone, sa biocompatibilité (relève notamment d'une très faible rétention bactérienne et d'une bonne adhérence des fibroblastes à sa surface) et le fait qu'elle permette d'optimiser les résultats esthétiques sans avoir à enfouir le rebord prothétique profondément dans le sulcus (limite marginale blanche) en font un matériau de choix pour la BOPT, qui peut être laissé exposé à l'environnement intra-oral. [87]

Remarque :

La réduction occlusale ou réduction du bord libre est déterminée en fonction du matériau de restauration utilisé (CCM : 1.5 mm / Disilicate de lithium : 2mm / Zircone : 1mm). [29]

IV.10.2. Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO)

IV.10.2.1. Définition

La CFAO signifie Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CAD-CAM : Computer Assisted Design, Computer Assisted Manufacturing) et désigne un processus industriel destiné à simplifier et à standardiser les techniques et les tâches répétitives.

En odontologie, elle désigne l'ensemble des équipements permettant d'aller de la modélisation à la fabrication des prothèses dentaires assistées par ordinateurs. Ce processus comporte deux parties distinctes :

1. **La CAO** : qui consiste au recueil des données de l'empreinte ;à leurs numérisation (par scannérisation) ;puis à la réalisation d'éventuelles modifications à travers la construction d'un projet prothétique virtuel. [128]

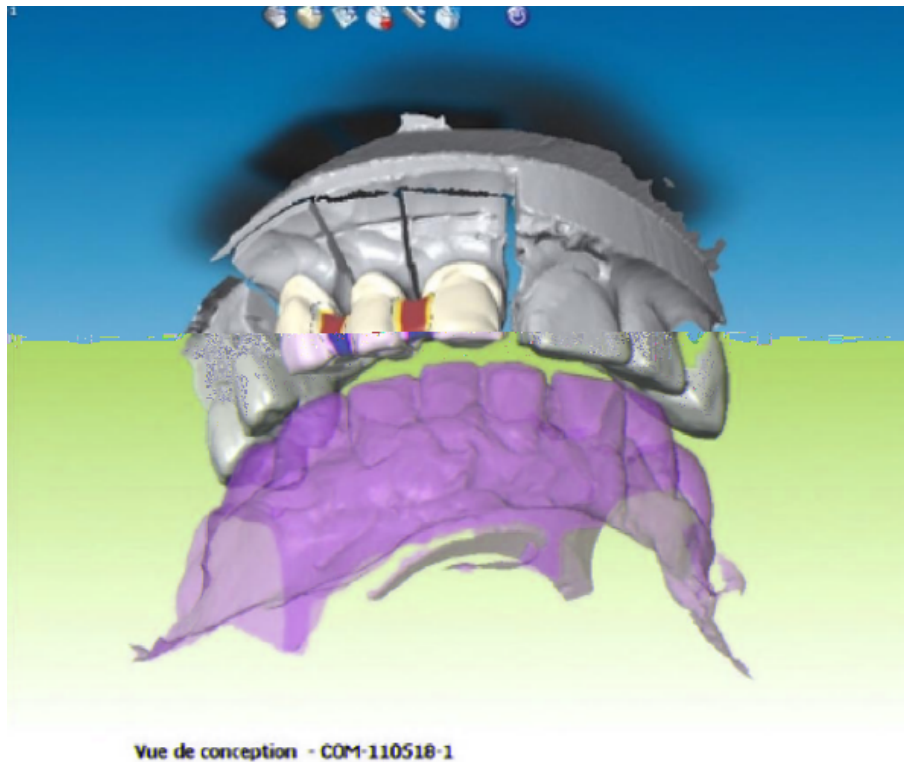


Figure IV.62 : Conceptualisation virtuelle d'un bridge antérieur [128]

2. **La FAO** : consiste à la transmission des données de la CAO à un logiciel qui commande une machine-outil qui exécute le travail par stéréolithographie (ou SLA : fabrication de maquettes en résine polymérisée par laser) ,par une autre technique de prototypage rapide (maquettes en cire projetée)ou part usinage (fabrication d'éléments en céramiques ou métal). [128]



Figure IV.63 : Usinage d'un élément céramique [128]

De manière courante, le terme CFAO est utilisé un peu abusivement pour désigner l'un, l'autre ou les deux concepts à la fois. Ils sont de toute façon indissociables. [128]

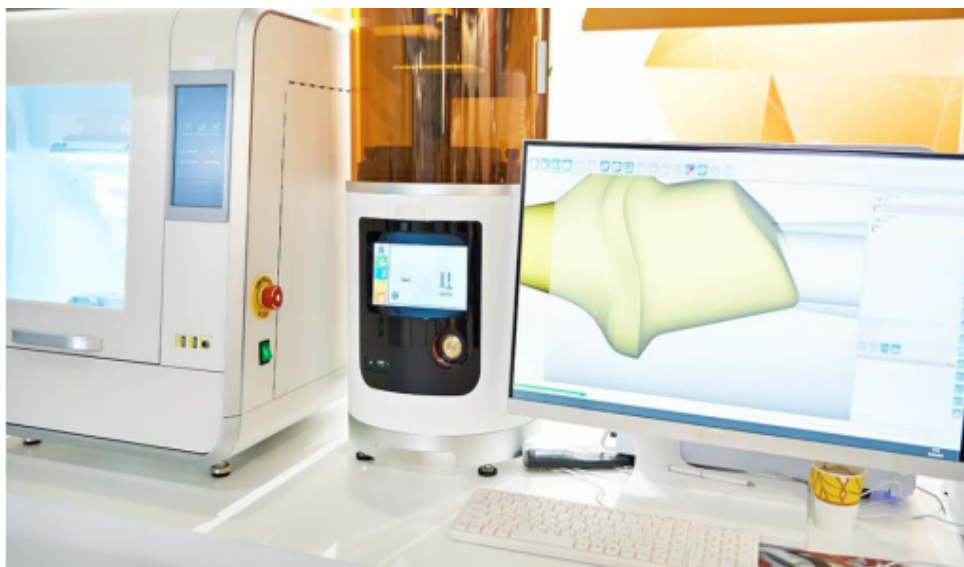


Figure IV.64 : Les différents dispositifs de la CFAO [129]

- **Composants de la CFAO dentaire**

Tous les systèmes de CAO-FAO comportent trois composants pour trois étapes d'élaboration :

- Un système de numérisation (un scanner optique) qui permet de transformer un élément en données numériques intégrées par un ordinateur.
 - Un logiciel qui va traiter les données et concevoir informatiquement la pièce prothétique.
 - Une unité de production qui fabrique la pièce à partir des données traitées par le logiciel.
- [130]

IV.10.2.2. Les différents types de la CFAO

- **La CFAO indirecte :**

Le cabinet ne possède pas de matériel relatif à la CFAO. Le praticien réalise une empreinte conventionnelle, le laboratoire dentaire réalisera un scannage du modèle coulé, en extra-buccal, et ensuite traiter l'élément prothétique grâce au numérique. [128, 129]

Certains logiciels offrent une alternative à la numérisation du modèle par la réalisation d'une modélisation 3D directe de l'empreinte.

- **La CFAO semi directe :**

Consiste en la réalisation au cabinet d'une empreinte optique intra-orale enregistrée par le praticien et envoyée par fichier numérique via internet puis elle sera directement traitée informatiquement au laboratoire de prothèse ou à un centre d'usinage. Les étapes de modélisation et de fabrication sont réalisées par le prothésiste. [128, 129]

La technique semi-directe ouvre la porte à de nombreuses indications, comme la réalisation des bridges, l'usinage d'une chape en zircone et la production des restaurations esthétiques en céramique stratifiée [128, 129].

- **La CFAO directe :**

Ou Chairside, est la CFAO originelle porteuse de la philosophie « one visit dentistry » ; signifie que toute la chaîne de conception et de fabrication se réalise au cabinet dentaire, par une caméra numérique, un logiciel et une machine d'usinage accompagnés d'un four pour permettre la cristallisation de certaines céramiques et le glaçage et le maquillage des éléments prothétiques. [128, 129]

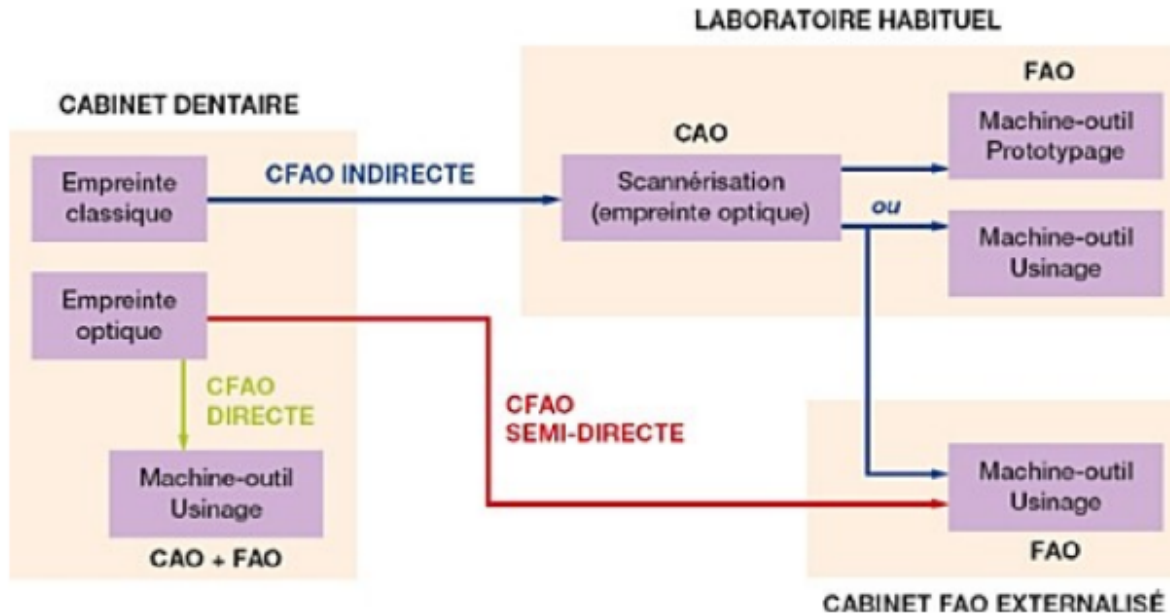


Figure IV.65 : Les trois types de CFAO dentaires [128]

IV.10.2.3. Étapes de la chaîne numérique

IV.10.2.3.1. Conception Assistée par Ordinateur(CAO)

Passé par deux étapes :

1. Acquisition des données numériques : se fait par :

- **Technique directe**

L'acquisition de l'information se fait par le biais d'une caméra intra-buccale, c'est l'étape de l'empreinte optique, le principe de fonctionnement consiste en l'émission d'un rayonnement lumineux en direction de la surface dentaire qui va être réfléchi en direction d'un capteur.

Et en fonction de l'appareillage utilisé un poudrage à base de dioxyde de titane préalable à la prise d'empreinte peut être nécessaire pour :

- **Uniformiser la réflectivité** des surfaces dentaires (éviter les brillances ou transparences).
- **Améliorer la capture** des zones difficiles (métal, surfaces lisses).

Mais aujourd'hui, la plupart des scanners intra-oraux modernes sont "powder-

free”, c’est-à-dire n’ont plus besoin de poudrage (TRIOS, Medit i700, Primescan...). [130]

- **Technique indirecte**

Après vérification du modèle de travail suite à la coulée de l’empreinte, celui-ci peut être scanné par :

- Méthode de contact ponctuel ou mécanique : un micropalpeur entre en contact avec la surface du modèle et enregistre point par point les coordonnées. Cette méthode, bien que précise, est aujourd’hui rarement utilisée en prothèse dentaire en raison de sa lenteur.
- Méthode par empreinte optique : basée sur la projection de lumière structurée ou de rayonnement laser, cette technique permet une capture rapide et précise de la géométrie du modèle sans contact physique. [129, 130]

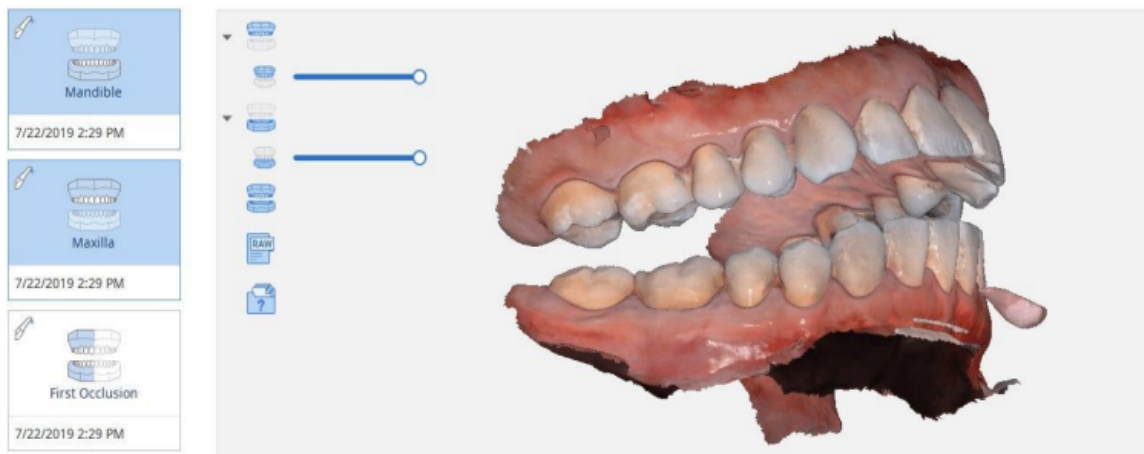


Figure IV.66 : L’empreinte optique du maxillaire et de la mandibule visionnée sur le logiciel de CAO [129]

- **Traitement des données**

Un fichier informatique se trouve sous le format STL (stéréolithographie), il est converti par les logiciels de CAO à l’aide d’un noyau graphique de modélisation polygonale pour ainsi former le modèle en trois dimensions (3D). Ce format est utilisé par tous les systèmes ouverts à la différence des systèmes fermés qui utilisent des formats obligeants l’achat d’un logiciel et d’une machine outils spécifique. Il

existe un autre format basé sur la modélisation par courbes, le NURBS qui offre une plus grande précision. [129]

- **Les étapes de scannage**

- (a) **Saisie des données :**

A l'ouverture du logiciel, il faudra tout d'abord déterminer pour chaque dent le travail demandé :

- Moignon ;
- Intermédiaire ;
- Dent adjacente ;
- Antagoniste.

Ainsi que le type de prothèse :

- Chape simple ;
- Chape anatomique ;
- Couronne pleine ;
- Pontic réduit.

Il faudra également définir le type de matériau à usiner mais celui-ci est modifiable par la suite pour tous les logiciels. [129]

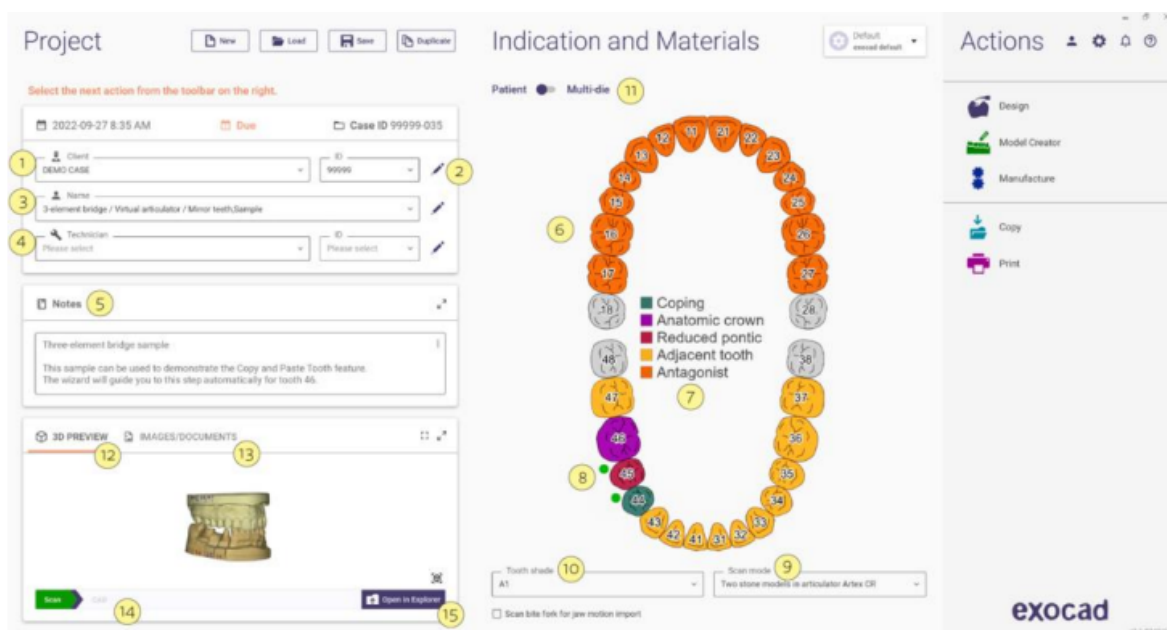


Figure IV.67 : La fenêtre de définition du travail sur l'exocad [129]

(b) Scannage des deux arcades

Les scanners sont équipés de caméras de prévisualisation et permettent d'éviter l'étape de la réalisation des maitres modèles en plâtre et les scanner après, la sélection est faite sur l'image fournie en direct par la caméra.

Le modèle en 3D est ainsi créé et visible à l'écran. Une vérification sera conduite afin de déceler des zones manquantes en faisant tourner le modèle dans tous les axes, si des zones sont mal définies le scan pourra être réorienté vers celles-ci. Les mêmes étapes seront conduites pour l'arcade supérieure et l'arcade inférieure. [129]

(c) Scannage de l'occlusion simple

La conception d'une prothèse depuis un modèle virtuel, comme en méthode traditionnelle, oblige à bien connaître les relations intermaxillaires statiques et dynamiques.

L'enregistrement par empreinte optique de clés vestibulaires permet, depuis cette prise d'occlusion statique, la modélisation d'un mordure négatif au niveau des zones de préparation et la modélisation des surfaces occlusales des futures prothèses.

Ce mordure ne nécessite aucune interposition de matériaux d'enregistrement entre les dents antagonistes. [129]

Une fois cette opération effectuée, le logiciel présente les arcades dentaires enregistrées en vue occlusale et définira les points de contact pour une analyse plus fine de l'occlusion et des surfaces occlusales naturelles et prothétiques.

Aussi en O.I.M, la vue vestibulaire permettra de définir si l'espace libre d'occlusion offre suffisamment de hauteur pour le cosmétique en fonction du choix de restauration préalablement établi.

Cependant, la connaissance de l'occlusion dynamique ne peut se dissocier de la réalisation d'une prothèse scellée.

Voilà pourquoi les logiciels intégrés permettent différentes approches partant du : mordu optique, zone de point de départ, le logiciel permet la mise en articulateur virtuel avec un plan d'occlusion réglé sur des valeurs moyennes puis recalculé.

Il apparaît évident que les valeurs : des angles de BENETT, de protrusion, de rétrusion, des pentes condyliennes et incisives ne sont pas celles du patient.

L'occlusion Dynamique n'est qu'une approche de la réalité clinique.

Ceci aboutissant à des morphologies des prothèses dentaires pouvant nécessiter quelques retouches pour optimiser la fonction.

L'évolution des empreintes optiques depuis la prise d'images successives par la caméra à la prise d'un film continu permet de mesurer le mouvement dynamique des arcades, l'une par rapport à l'autre à l'aide d'un film de visualisation vestibulaire.

Si cette dernière méthode semble la plus simple, puisque s'affranchissant des mesures à l'arc facial et permettant un enregistrement réellement dynamique, elle ne tient cependant toujours pas compte d'éventuelles pathologies.

On obtient alors la possibilité d'articuler virtuellement les arcades du patient le plus fidèlement à son occlusion dynamique réelle. Le logiciel pourra ainsi modéliser et simuler les futures prothèses au plus proche de la fonction des dents concernées. [129]

- **Paramétrage**

Pour définir la limite cervicale et l'axe d'insertion.

- **Limite cervicale**

Tous les logiciels proposent un tracé en mode automatique qui permet peu de retouches dans les cas où la préparation et le détournage sont corrects. Cependant une vérification est obligatoire, tous les logiciels permettent de visualiser la dent dans tous les plans. Certains offrent également la possibilité de visualiser

la position de la limite de profil améliorant la lecture.

La limite est retouchée à l'aide de la souris si elle est mal lue par le logiciel.

[129]

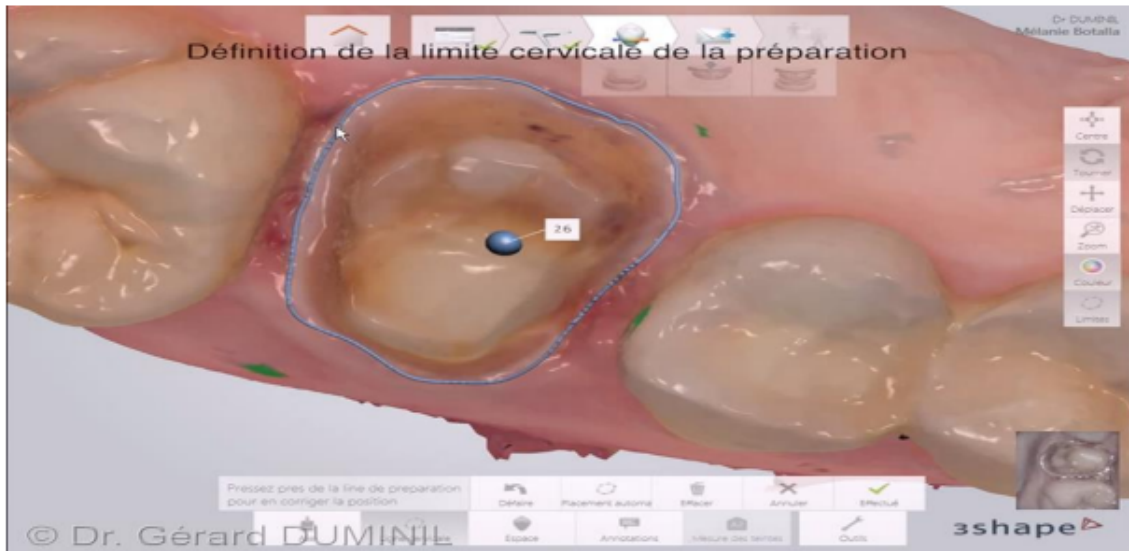


Figure IV.68 : Définition de la limite cervicale [129]

- **Axe d'insertion**

L'axe d'insertion est également automatiquement proposé. Cependant pour une même restauration il existe toujours plusieurs axes possibles et le médecin dentiste préférera le définir lui-même afin d'améliorer l'homothétie en réduisant les contre-dépouilles, certains logiciels les signalent par une alerte. [131]

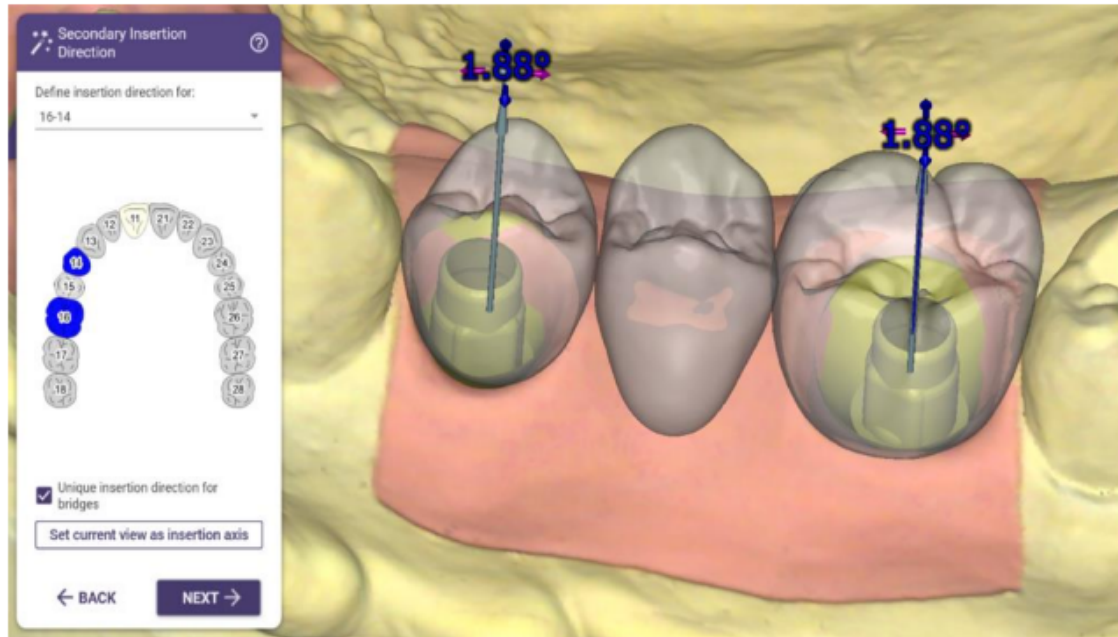


Figure IV.69 : Définition de l'axe d'insertion [129]

Le logiciel de CAO est généralement programmé, soit par l'industriel, soit par le praticien, à trois niveaux :

- l'épaisseur minimale d'espace dento-prothétique dans la zone correspondant à celle recouverte par le vernis d'espacement en prothèse fixée conventionnelle : sa valeur est généralement de 1/10mm ;
- l'épaisseur minimale du joint dento-prothétique cervical : sa valeur est généralement programmée à 4/10mm ;
- l'épaisseur minimale de matériau de reconstruction : elle est généralement programmée de 1 à 1,5mm pour les restaurations monoblocs de recouvrement et les céramiques de recouvrement cosmétiques et à 5/10mm pour les facettes et les armatures en zircone.

Si la CAO propose une restauration avec des zones inférieures à ces valeurs, elles apparaissent généralement à l'écran selon un code couleur.

Cette programmation enregistrée, la limite cervicale tracée et l'axe d'insertion déterminé, la CAO proprement dite peut être lancée.

Le mode de reconstruction peut faire appel à différents principes :

- la base de données morphologique : le logiciel possède toute une bibliothèque de formes pour une dent donnée. Différentes morphologies sont proposées, qui peuvent aussi se décliner en fonction de l'âge du patient, affichant alors pour une anatomie de base commune une usure cuspidienne différente ;
- les propositions informatiques : le logiciel, en se fondant sur la morphologie des dents adjacentes et/ou de la dent restante, propose une reconstruction intelligente de la dent en se rapprochant le plus possible de sa morphologie d'origine.

[129]

2. Modélisation

La Conception Assistée par Ordinateur (CAO) est faite en direct, par le praticien. Après avoir fractionné virtuellement le maître-modèle numérique de travail, les limites de préparation sont tracées à l'aide du dispositif de pointage : touch-pad, track-ball ou souris en fonction du système utilisé. [129]

Le modèle étant reconstitué sur le moniteur, le praticien va pouvoir modéliser et concevoir un élément prothétique en réalité augmentée.

Pour ce faire, et après que le modèle de travail est traité numériquement. Ce traitement correspond aux différentes étapes laboratoires de conception qui sont :

1. Corrélacion des arcades.
2. Recherche des axes et du plan d'occlusion.
3. Tracé des limites de préparation.
4. Recherche de l'axe d'insertion prothétique.
5. Vérification de la préparation à l'aide d'outils de contrôle.

(Présence ou non de contre dépouille, netteté des limites de préparation, réduction suffisante, état de surface)

6. Conception de l'élément prothétique : Il existe en fonction de la situation clinique, différents modes de modélisations pour la réalisation de l'élément prothétique. Les noms de ces modes de conception sont différents selon les systèmes mais les principes décrits ci-après restent les mêmes. [129]

Avant d'engager la fabrication de la pièce prothétique il est possible de modifier manuellement :

- La forme par ajout ou retrait de céramique,
- La texture par lissage des surfaces,
- L'occlusion et les points de contact de la future restauration grâce à des codes couleurs :
 - vert : contact équilibré.
 - bleu foncé à bleu clair : contact faible à nul.
 - rouge : contact fort, le plus souvent trop important : suroccusion. [129]

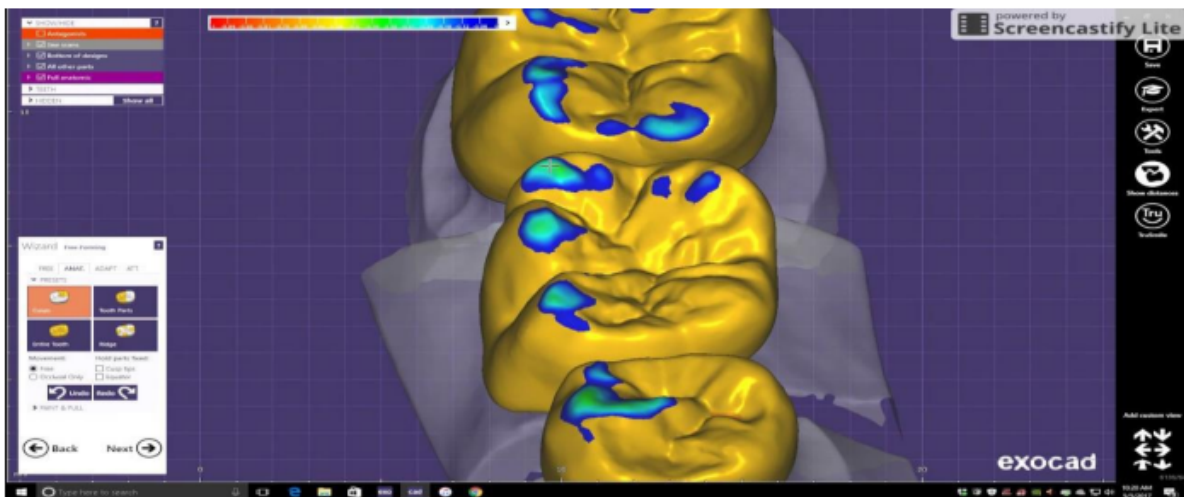


Figure IV.70 : Code couleur qui permet de corriger l'occlusion [129]

Si après vérification de tous les paramètres à notre disposition :

- La préparation est conforme : l'usinage de la pièce prothétique peut débuter.
- Dans le cas contraire, il faut reprendre la préparation, reprendre l'empreinte optique puis refaire un 2ème contrôle. Si à la suite de ce 2ème contrôle tout est conforme, alors l'usinage pourra débuter. [129]

IV.10.2.3.2. La Fabrication assistée par ordinateur (FAO)

La FAO : Deux principaux procédés numériques sont proposés aux dentistes et aux prothésistes pour la fabrication de chapes et de bridges :

- Par soustraction (usinage).
- Par addition. [31, 128]

- **FAO PAR SOUSTRACTION (USINAGE) :**

Après avoir importé la modélisation 3D de la pièce prothétique à fabriquer, le logiciel de FAO transforme les données numériques en mouvement analogique que réalise une machine outil. À partir d'un bloc de matériau, par fraisage, on aboutit à la pièce correspondante à la maquette numérique, avec une très grande précision. Avec cette méthode les étapes de coulée des armatures métalliques sont supprimées et les retouches de finition très limitées. [31, 128]

- **FAO PAR ADDITION :**

- **Par stéréolithographie :** Le principe consiste à polymériser couche par couche une résine photosensible liquide à l'aide d'un faisceau laser commandé par ordinateur. Ces maquettes peuvent servir de provisoires, projets esthétiques ou peuvent être coulées par des méthodes traditionnelles de laboratoire. [31, 128]
- **Par fabrication additive de maquettes en cire ou en résine calcinable :** à l'aide d'imprimante 3D à jets de cire ou de résine. Les différentes couches successives aboutissent à l'élaboration de la restauration finale. [31, 128]
- **Par micro fusion (frittage laser) :** Il s'agit d'une fabrication directe d'armatures métalliques. Elle utilise le même processus numérique que l'impression 3D (mise en forme couche par couche à partir de la stratification de la maquette virtuelle), sauf qu'au lieu de fabriquer des maquettes en cire ou en résine calcinable, on fabrique directement des armatures en métal, essentiellement en CobaltChrome. [31, 128]

IV.11. Essai clinique de la prothèse

L'essai clinique de la prothèse constitue une étape déterminante dans l'évaluation de l'intégration biologique, fonctionnelle et esthétique de la restauration avant sa mise en place définitive.

Lors de l'essayage, il faut vérifier qu'il n'y a pas de compression excessive de la gencive,

signe d'un excès de pénétration intra-sulculaire. Le bord de la restauration doit être situé à distance de l'attache épithélio-conjonctive, dans le respect de l'espace biologique. Ce respect est fondamental pour préserver la santé parodontale et éviter toute inflammation ou altération tissulaire. Le bord prothétique ne doit donc pas se trouver au-delà d'1 mm sous-gingival. [132, 137]

Le cas échéant, une réduction de la restauration peut être réalisée à l'aide d'un polissoir spécifique au matériau utilisé, de faible granulométrie. Compte tenu du type de préparation, il n'y aura pas de perte d'adaptation après une éventuelle retouche des bords par l'extrados. Ce type d'ajustement permet de corriger sans altérer la stabilité ou l'intégrité de la prothèse. [132]

Les points de contrôle suivants doivent également être rigoureusement effectués lors de l'essai clinique :

- **Vérification de l'adaptation marginale de la couronne**, afin d'assurer une bonne étanchéité et prévenir les infiltrations ;
- **Contrôle de l'occlusion et des contacts proximaux**, pour garantir un équilibre fonctionnel optimal sans interférences ni déséquilibres ;
- **Validation de l'esthétique et du volume gingival**, permettant d'évaluer l'harmonie du résultat final avec le sourire du patient et l'anatomie gingivale.

Ces vérifications sont essentielles pour valider la restauration avant sa cémentation définitive, et participent à la durabilité du traitement prothétique.

IV.12. Assemblage

Assemblage des restaurations prothétiques représente une étape essentielle du protocole clinique.

L'assemblage peut être réalisé avec un ciment ou une colle selon la situation clinique. Ce choix dépend de plusieurs facteurs, tels que la nature de la restauration, le type de support, et les contraintes mécaniques ou esthétiques propres à chaque cas. Une des caractéristiques principales de la préparation BOPT est l'élimination de la JAC lors de la préparation. La perte de cet émail péri-cervical, nécessaire à la préparation de ce type de prothèse fixée, imposerait de coller sur

la dentine, ce qui n'est pas compatible avec la survie à long terme de la restauration .De plus, la conicité du pilier résultant de la préparation et l'absence de ligne de plus grand contour rend délicate la pose d'un champ opératoire. Or, il a été prouvé que l'isolation a un effet bénéfique sur la force de l'adhésion pour toute procédure de collage, indépendamment de l'adhésif utilisé. Aussi l'aspect sous-gingival de la préparation soulève la question de l'élimination des excès de composite de collage. En somme, les limites de préparation sous gingivales et l'absence d'émail péri-cervical nous conduisent à sceller la prothèse plutôt que la coller. [132, 137]



Figure IV.71 : Vues de face avant et après scellement des couronnes d'usage [137]

Une attention particulière doit être apportée à l'élimination des excès intra-sulculaires. L'accumulation de matériau résiduel dans cette zone peut compromettre la santé parodontale, provoquer une inflammation ou entraîner des complications à moyen et long terme.

L'utilisation d'une sonde, d'un mini CK6 ou d'un fin insert ultrasonore, ainsi que du fil dentaire, permet d'atteindre l'objectif d'un nettoyage précis et efficace, sans léser les tissus environnants. Cette étape contribue à la durabilité de la restauration et au maintien d'un environnement gingival sain. [132]

Pendant les deux premiers mois, les restaurations sont fixées à l'aide d'un ciment temporaire tel que le Temp Bond Clear (Kerr Dental). Cette phase transitoire permet d'observer la réponse des tissus parodontaux à la restauration prothétique, d'ajuster si nécessaire l'émergence ou le contour gingival, et de favoriser la stabilisation du profil d'émergence. À l'issue de cette période d'adaptation biologique, les restaurations sont cimentées de manière définitive à l'aide d'un ciment verre ionomère , reconnu pour sa biocompatibilité, sa bonne adhésion à la dentine, ses propriétés de libération de fluor , sa durabilité et son étanchéité. [94, 134]

IV.13. Contrôle et suivi

Des séances de suivi et de contrôle périodique sont indispensables après la mise en place de restaurations prothétiques, en particulier dans le cadre de la technique BOPT. Il est généralement recommandé d'effectuer un premier contrôle peu de temps après la fixation définitive (environ une semaine), puis de planifier des visites à 3 mois, 6 mois, 1 an, puis à un rythme annuel. [94, 133]

Les Paramètres Évalués à Chaque visite de Suivi : [94, 133]

- Hygiène Bucco-dentaire :
 - Fréquence du brossage des dents.
 - Présence ou absence de plaque dentaire (inspection visuelle avec sonde exploratrice).
- Santé Parodontale :
 - Profondeur de sondage (PD) : mesurée à l'aide d'une sonde parodontale calibrée.
 - Inflammation gingivale : inspection visuelle et recherche de saignements.
- État des Tissus Mous :
 - Stabilité Marginale.
 - Épaisseur Gingivale : L'épaisseur gingivale est mesurée autour de chaque dent. Les mesures sont prises sous anesthésie locale en introduisant une sonde parodontale calibrée en millimètres (comme PCPUNC156, Hu-Friedy) horizontalement à 2 mm en dessous de la marge gingivale vestibulaire. [133]

Pour standardiser cette mesure, un guide transparent est fabriqué suivant un modèle de gouttière de type Essix. Les mesures sont prises du côté buccal à une distance de 2 mm de la marge gingivale (Figure (IV.72)), indiquée par un petit trou dans le guide transparent et reproduite au même point exact lors de dernier contrôle après la fin du traitement (mesure finale).

L'épaisseur gingivale exacte en millimètres est estimée en introduisant un stop endodontique en caoutchouc sur la sonde parodontale et en vérifiant les mesures à l'aide d'une règle endodontique.

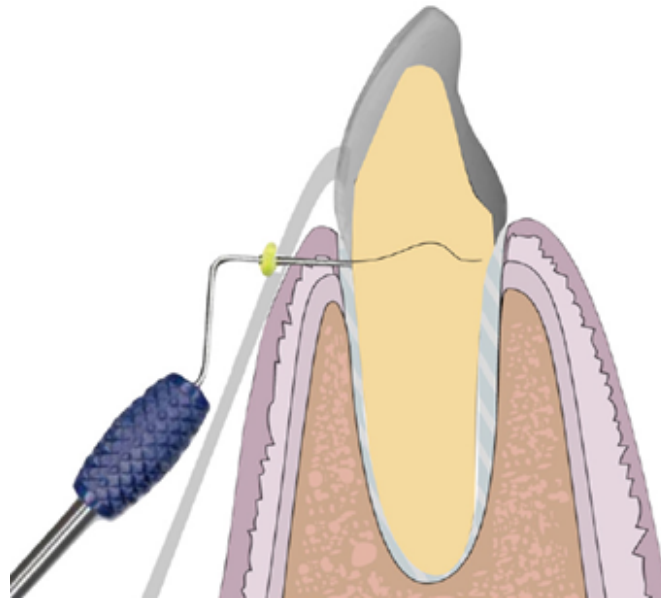


Figure IV.72 : Mesure de l'épaisseur gingivale avec une sonde parodontale munie d'un stop en caoutchouc, à 2mm au-dessus du bord gingival [133]

- Complications :
 - Complications biologiques (inflammation, récession gingivale).
 - Complications mécaniques (fracture ou défaillance prothétique).
- Satisfaction du Patient.

IV.14. Avantages clinique et biologique

IV.14.1. Avantages Cliniques

- **Effacement de la jonction amélo-cémentaire (JAC) anatomique :** sur les dents non préparées et suppression des lignes de finition existantes sur les dents déjà préparées. [81]

Cela permet de repartir sur une base neutre et adaptable, facilitant l'intégration prothétique sans contrainte liée à l'anatomie naturelle ou aux anciennes préparations.

- **Possibilité de positionner la ligne de finition finale à différents niveaux :** soit plus coronairement, soit plus apicalement, à l'intérieur du sulcus gingival, de manière contrôlée. [81]

Cela n'altère pas l'adaptation marginale de la restauration et permet une grande souplesse selon les exigences esthétiques et parodontales.

- **Capacité à moduler le profil d'émergence de la couronne**, pour créer une architecture gingivale idéale et esthétique (formes et profils adaptatifs). [81]

Une nouvelle jonction amélo-cémentaire prothétique (JACP) est ainsi créée, mieux adaptée au tissu gingival.

- **Préservation de la structure dentaire**, grâce à une préparation plus conservatrice sans nécessité de réaliser un épaulement ou un chanfrein horizontal. [81]
- **Technique rapide et facile à exécuter**, car elle ne demande pas de formes géométriques complexes ni de préparations profondes. [81]
- **Facilité de rebasage et de finition des couronnes temporaires**, permettant un meilleur modelage des tissus mous pendant la phase provisoire. [81]
- **Prise d'empreinte simplifiée**, en raison de l'absence de ligne de finition horizontale, ce qui facilite l'enregistrement de la zone cervicale. [81]

IV.14.2. Avantages Biologiques

- **Augmentation de l'épaisseur gingivale**, ce qui améliore la résistance tissulaire et la réponse parodontale à long terme. [81]
- **Stabilité accrue de la marge gingivale dans le temps**, réduisant les risques de récession ou d'inflammation péri-prothétique. [81]
- **Possibilité de coronaliser la marge gingivale**, c'est-à-dire de la repositionner plus haut (plus coronairement), grâce au remodelage du profil d'émergence prothétique. Cela contribue à un résultat esthétique plus harmonieux et à une meilleure protection de l'interface dento-prothétique. [81]
- **Augmentation du cerclage (ou "effet ferrule")** : Il est décrit, dans la littérature, qu'un cerclage de 2mm au-delà de la jonction restauration-dent assure un effet protecteur sur l'ensemble dento-prothétique, appelé « effet ferrule ». Aussi, lors d'une étude menée sur des prémolaires mandibulaires traitées endodontiquement, Kar et al ont démontré que

plus la hauteur de la ferrule est grande, plus la résistance à la fracture est élevée. Ce gain de cerclage par la couronne permet de limiter l'effet de coin et donc la survenue d'un échec prothétique. Dans ce sens, la BOPT peut être intéressante notamment si la dent support est très délabrée ou dans le cas de réintervention. [137]

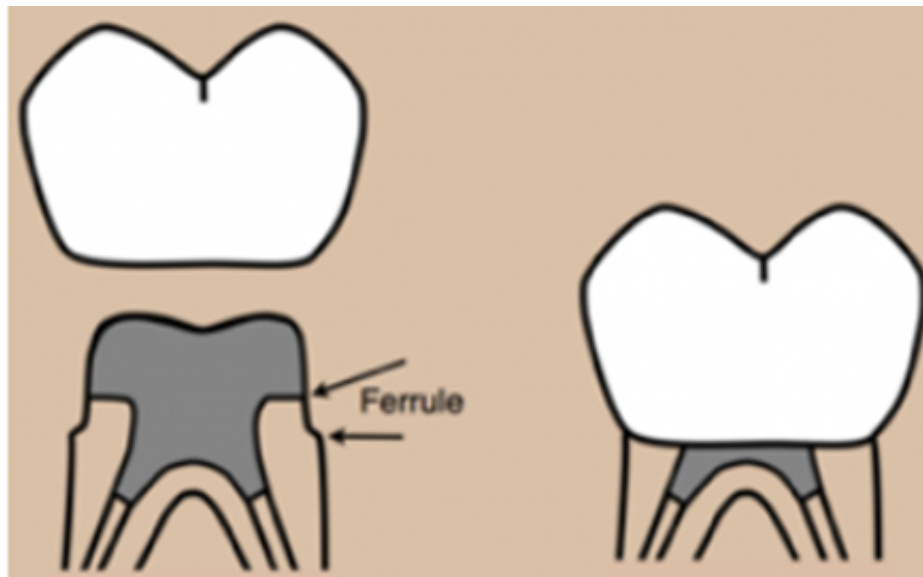


Figure IV.73 : L'effet de cerclage ou ferrule : anneau circonférentiel de structure dentaire saine qui se retrouve cerclé par la partie cervicale de la couronne prothétique [138]

- **Économie tissulaire :** Comparée aux préparations classiques horizontales, la préparation verticale (B.O.P.T) permet de préserver davantage de tissu dentaire sain, ce qui est bénéfique pour la longévité de la dent et la santé parodontale.[137]
- **Reconditionnement tissulaire sans chirurgie :** Il est également possible de guider la cicatrisation gingivale et de modifier le positionnement du contour de la gencive marginale dans le sens vertical (l'apicaliser ou le coronaliser) en recréant un profil d'émergence adéquat : c'est ce qu'on appelle le reconditionnement tissulaire. [137]

IV.15. Inconvénients de la BOPT

- **Nécessite une courbe d'apprentissage importante :**

Cette technique exige une formation spécifique et une expérience pratique pour être maîtrisée correctement, ce qui peut représenter un obstacle pour les praticiens moins expérimentés. [135]

- **Difficulté à localiser la ligne de finition prothétique :**

En l'absence de ligne de terminaison clairement définie, il peut être complexe de déterminer l'emplacement exact de la marge prothétique, ce qui peut affecter la précision de l'ajustement. [135]

- **Risque d'invasion non contrôlée de l'espace biologique :**

Si la technique est mal exécutée, elle peut conduire à une violation de l'espace biologique parodontal, provoquant une inflammation, une récession gingivale, voire une perte osseuse. [135]

- **Difficulté d'élimination des excès de ciment :**

En raison du positionnement sous-gingival du profil d'émergence, il est souvent ardu d'éliminer les excès de matériau de cimentation, ce qui peut entraîner des complications parodontales à long terme. [135]

- **Temps de cicatrisation parodontal à respecter. [137]**

- **Le risque de surcontour :**

Le risque de surcontour est fréquemment évoqué lors de l'utilisation de préparations verticales, notamment dans la technique BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique). Comlekoglu et al. (2009) ont mis en garde contre ce type de finition, soulignant que, bien que la préparation verticale offre une grande précision d'adaptation marginale, elle peut favoriser la création de surcontours si elle n'est pas maîtrisée. Un surcontour excessif peut entraîner des complications parodontales, notamment l'accumulation de plaque et l'inflammation gingivale.

Il est donc recommandé de respecter une épaisseur minimale de 0,5 à 0,8mm pour les matériaux tels que la zircone ou le disilicate de lithium pour limiter le risque de surcontour dans la zone cervicale. [91]

- **Fine épaisseur de matériau en cervical « risque de fracture » :**

La réduction de l'épaisseur du matériau prothétique dans la zone cervicale accroît le risque de fracture et d'ébréchure, en particulier pour les restaurations en céramique.

Dans le cas d'une limite horizontale, c'est la profondeur du congé (ou de l'épaule) qui va ménager cet espace. Dans le cas de la limite verticale, c'est la convexité du contour

cervical intra-sulculaire de la couronne, reproduisant celle de la jonction amélo-cémentaire, qui permet d'obtenir un bord suffisamment résistant. [91]

IV.16. Relation entre BOPT et tissu mou

IV.16.1. Remodelage gingival induit par la BOPT

Selon *Engler et Ramfjord*, la cicatrisation du sulcus commence par la formation d'un caillot sanguin puis une nécrose superficielle des bords de la plaie, suivie d'une phase d'inflammation et de migration des cellules épithéliales dans les 12 à 24h. Environ une semaine après la blessure, un long épithélium de jonction s'est formé et le sulcus est recouvert d'un épithélium stratifié. Lors de la 2ème semaine, l'épithélium s'épaissit et termine de se kératiniser autour du 14ème jour. Cependant, même si la blessure semble cicatrisée au 14ème jour, la maturation du tissu conjonctif se poursuit et on observe notamment la formation et la maturation des fibres de collagène entre la 2ème et la 5ème semaine, période de cicatrisation décrite comme « critique » par les auteurs. [139, 140]

Quelques années plus tard, *Novaes et al* trouvent des résultats similaires, à la différence qu'ils considèrent que la cicatrisation du tissu conjonctif se termine à partir du 38ème jour. [141]

Plus récemment, les travaux de *Sculean et al* confirment ces hypothèses en expliquant que la cicatrisation parodontale se déroule en plusieurs phases, intimement liées [142] :

- 1) Phase d'hémostase**
- 2) Phase inflammatoire**
- 3) Phase de formation du nouveau tissu**
- 4) Phase de remodelage à long terme**
- 5) Phase de résolution**

Après analyse histologique, d'autres auteurs comme *Agustín-Panadero et al* ont cependant prouvé qu'après une préparation BOPT, les tissus parodontaux néo-formés comme l'épithélium sulculaire, l'épithélium jonctionnel et le ligament gingival sont équivalents aux tissus parodon-

taux classiques d'un point de vue histologique [143].

IV.16.2. Guidage des tissus parodontaux par la couronne provisoire

Amesti et al ont démontré en 2020 qu'il était possible de guider la gencive marginale, autour des préparations BOPT, selon l'angle d'émergence de la couronne.

Pour cela, ils ont réalisé 2 profils d'émergence de couronnes provisoires : l'un angulé à 30° et l'autre à 60° par rapport au grand axe de la dent. Après avoir porté une couronne provisoire avec un profil d'émergence de 45°, chaque dent testée a reçu successivement la provisoire angulée à 30° puis celle à 60° pendant une durée de 2 semaines chacune.

Leurs résultats ont prouvé qu'en augmentant le profil d'émergence, on augmente significativement l'épaisseur et on diminue significativement la hauteur de la gencive marginale. Réciproquement, en diminuant le profil d'émergence on diminue significativement l'épaisseur et on augmente significativement la hauteur de la gencive marginale. [144]

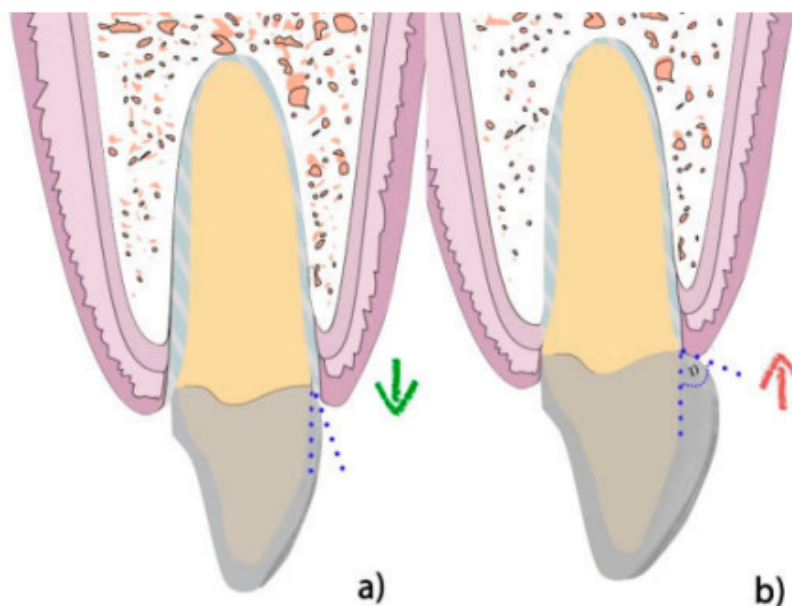


Figure IV.74 : Guidage de la gencive en fonction du type de profil d'émergence (Amesti & al)

La BOPT permet donc un déplacement corono-apical (hauteur) et vestibulo-lingual (épaisseur) de la gencive selon l'angle de la restauration choisie.

En se basant sur les principes de cicatrisation parodontale précédemment énoncés, Loi souhaite se servir du caillot sanguin, formé par l'irritation intentionnelle du sulcus, pour amorcer

le processus cicatriciel qui permettra la maturation d'un néo-sulcus et l'épaississement de la gencive marginale.

Soutenus par la prothèse provisoire, ces tissus cicatriciels aboutiront à la formation d'un nouveau profil d'émergence gingival. Pour permettre ce résultat, la prothèse provisoire est laissée en place pour une durée minimale de 4 semaines, de manière à ce que le caillot sanguin se différencie en tissu conjonctif. L'attente de deux semaines supplémentaires, pour arriver à un total de 6 semaines, permettra la fin de la maturation gingivale, autorisant les étapes d'empreintes [145].

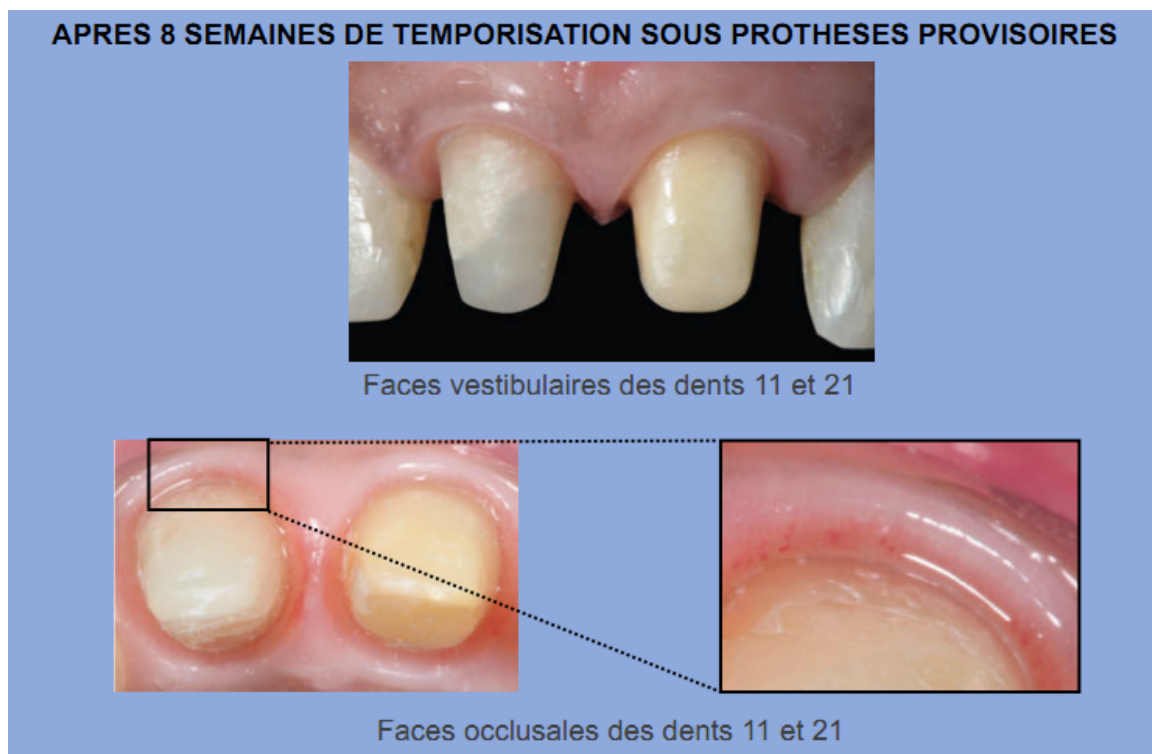




Figure IV.75 : Cas clinique illustrant la cicatrisation gingivale après 8 semaines de temporisation [146]

IV.17. Comparaison entre BOPT (la préparation verticale edgless) et la préparation horizontale

— **Indication :** La préparation horizontale est principalement indiquée lorsque le parodonte est sain et que la couronne clinique correspond à la couronne anatomique, c'est-à-dire lorsque la hauteur coronaire est suffisante et la stabilité tissulaire optimale. Dans ces situations, la présence d'une ligne de finition précise permet un contrôle rigoureux du positionnement prothétique et assure une bonne reproductibilité du profil cervical.

En revanche, préparation verticale dite « BOPT » est particulièrement adaptée lorsque la couronne clinique est raccourcie ou altérée, notamment en cas de perte de support parodontal. Cette approche permet de repositionner la marge prothétique plus apicalement, parfois jusqu'en zone radiculaire, tout en respectant les structures biologiques grâce à une compression tissulaire contrôlée via la restauration provisoire.

De plus, la préparation verticale est fortement recommandée dans :

- Les cas de biotype gingival fin ou fragile, pour favoriser un épaissement tissu-

laire ;

- Les situations esthétiques antérieures nécessitant une harmonisation gingivale ;
- Les retraitements prothétiques, où elle permet de supprimer les anciennes lignes de finition inadaptées et de reconstruire un contour cervical cohérent ;
- Les cas présentant des lésions cervicales non carieuses ou des restaurations anciennes non conformes.

— **Préservation tissulaire :** Dans l'étude menée par Dr Labno et Al, il est montré que lors d'une préparation verticale, la perte tissulaire correspond aux zones hors des lignes vertes alors que lors d'une préparation horizontale, la perte tissulaire correspond à la zone quadrillée en bleu.

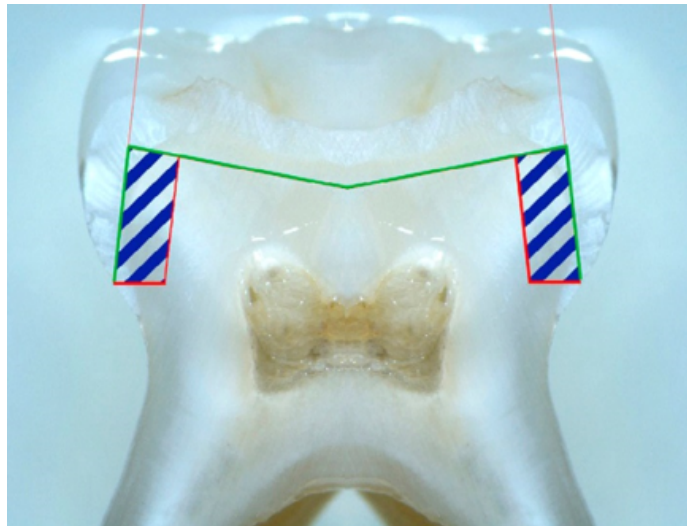


Figure IV.76 : Différence dans l'étendue de la perte de tissus durs entre la préparation verticale et la préparation avec épaulement [36]

On déduit que la résistance mécanique de la dent sera plus affectée lors d'une préparation conventionnelle en raison d'une perte tissulaire importante (50 à 60 % du tissu dentaire dur). De plus dans le cas de préparation sur dent vivante cette perte entraînera des complications post-opératoires, notamment hypersensibilité, inflammation, nécrose pulpaire et nécessité de traitement endodontique à long terme par la proximité pulpaire majorée. Tandis que la préparation verticale reste majoritairement dans l'émail, avec une légère atteinte dentinaire, ce qui protège la vitalité pulpaire et diminue significativement les complications post-opératoires ; et permet une préservation maximale du tissu den-

taire. [36]



Figure IV.77 : préparation verticale vs préparation horizontale [154]

- **La préservation de l'effet de ferrule** : La combinaison d'une préparation horizontale avec épaulement et d'une cavité d'accès endodontique entraîne souvent une réduction significative de l'épaisseur des parois résiduelles, notamment en zone cervicale. Lorsque cette épaisseur devient insuffisante (généralement inférieure à 2 mm), l'effet mécanique de ferrule est compromis. Pour compenser, les praticiens sont parfois contraints d'abaisser la limite cervicale apicalement, ce qui engendre une perte supplémentaire de structure dentaire saine, augmente le risque d'atteinte de l'espace biologique.

À l'inverse, la préparation verticale sans ligne de finition définie, telle que préconisée dans la technique BOPT, permet une préservation maximale de la dentine cervicale, ce qui est particulièrement avantageux sur les dents dévitalisées. [36, 149]

- **Ligne de finition** : Les préparations horizontales se caractérisent par la présence d'une ligne de finition distincte et facilement identifiable, les limites prothétiques sont positionnées par le praticien.

Cette délimitation est fortement influencée par l'anatomie dentaire individuelle, l'état parodontal, l'inclinaison de la dent. Il en résulte une variabilité inter-dentaire importante, rendant difficile l'obtention de lignes de finition homogènes sur plusieurs dents préparées au sein d'un même secteur prothétique. Elles seront ensuite transmises à l'empreinte et au modèle de travail (la ligne de finition se trouve sur la dent préparée).

En revanche, la BOPT repose sur une préparation verticale intra-sulculaire sans limite cervicale définie. Cette absence de ligne de terminaison prédéfinie permet à l'ensemble des couronnes prothétiques d'être conçues avec des marges harmonisées.

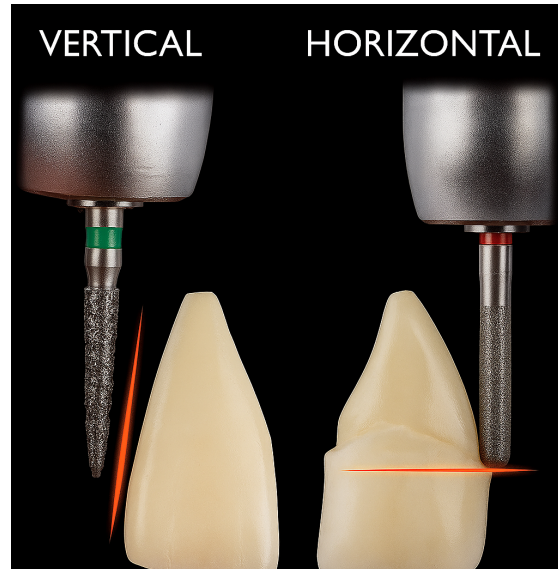


Figure IV.78 : Comparaison entre la préparation verticale edgless (BOPT) et la préparation horizontale [151]

La zone cervicale est préparée de façon lisse et continue, en éliminant la JAC, créant ainsi une « surface de finition » et non une ligne précise.

Cela crée une zone de finition souple où la marge peut être ajustée à différents niveaux intrasulculaires tout en respectant l'espace biologique.

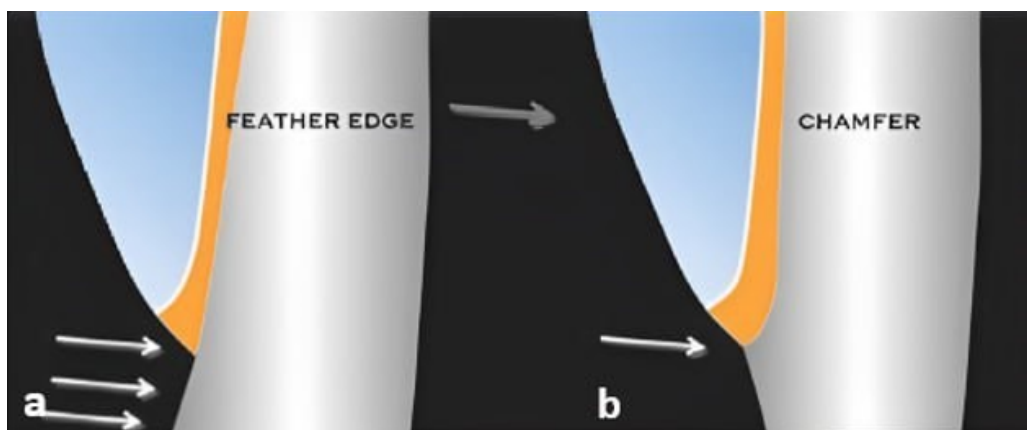


Figure IV.79 : a- Liberté dans le positionnement de la marge dans le cas d'une préparation verticale / b- Marge bien définies dans le cas d'une préparation horizontale [89]

La limite de la future couronne définitive est donc déterminée par le laboratoire, en fonc-

tion du niveau de gencive cicatrisée et du profil créé par la restauration provisoire.

La ligne de finition est déterminée secondairement par l'interaction entre la gencive cicatrisée et la forme cervicale prothétique. [29, 36, 149]

- **Profil d'émergence :** Dans les préparations horizontales, la présence d'une ligne de finition nette offre un contrôle précis de la limite cervicale. Cette configuration limite théoriquement le risque de surcontour, car la prothèse s'insère dans une limite clairement définie. Toutefois, cette approche reste géométriquement contraignante, notamment lorsque l'espace prothétique est limité ou que le biotype gingival est fin. Une mauvaise gestion de l'épaisseur cervicale ou une adaptation incorrecte peut malgré tout générer un surcontour iatrogène, responsable d'inflammations gingivales, d'accumulation de plaque et à terme de récessions selon Mekaouche et al., 2020.

À l'inverse, la technique BOPT, propose une approche fondée sur l'adaptation biologique ; le contour cervical est alors redéfini par la prothèse provisoire.

Cette liberté morphologique peut toutefois exposer à un risque de surcontour non maîtrisé, comme l'ont souligné Comlekoglu et al. (2009), en particulier lorsque l'angle d'émergence dépasse les limites physiologiques.

Cependant, des études cliniques récentes menée par Scutellà en 2017 démontrent que la présence de plaque et le saignement au sondage autour des couronnes avec préparation verticale étaient comparables à ceux observés autour des dents non traitées, suggérant une adaptation marginale efficace. Un élément clé ayant contribué à améliorer cette gestion du surcontour est l'utilisation de matériaux modernes comme la zircone monolithique. Grâce à ses propriétés mécaniques à faible épaisseur, la zircone permet la réalisation de profils d'émergence plus fins, réduisant le volume cervical nécessaire et diminuant le risque de surcontour, tout en maintenant une esthétique optimale et un scellement marginal efficace.

En somme, si la préparation verticale offre une souplesse biologique supérieure, elle nécessite un contrôle précis du profil prothétique, appuyé par des matériaux adaptés. La préparation horizontale, quant à elle, reste plus standardisée mais moins personnalisable,

surtout dans des cas à haute exigence esthétique. [36, 149]

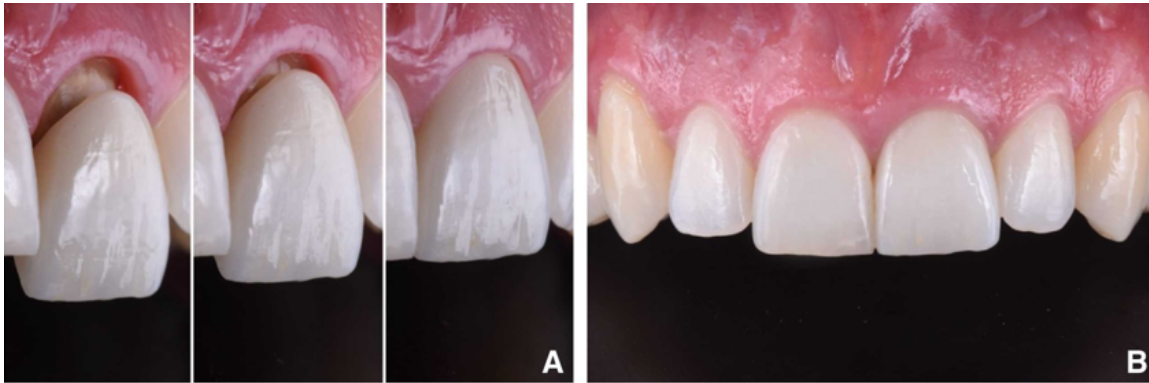


Figure IV.80 : Adaptation du profil d'émergence en technique BOPT avant (A) et après cicatrisation gingivale (B) [150]

— **Étanchéité marginale :** Diverses études ont observé que les restaurations sous-gingivales avec ligne de finition horizontale présentent un risque accru de formation d'un hiatus marginal, ce qui peut compromettre l'étanchéité coronaire et augmenter les risques de pénétration bactérienne associées à une inflammation parodontale, ainsi qu'à un risque de récession gingivale. Cela est dû à la difficulté d'obtenir une adaptation marginale adéquate dans la région sous-gingivale.

En revanche, dans le cas de restaurations sous-gingivales avec finition verticale, de nombreuses études in vitro et in vivo ont démontré que ce type de préparation présente un meilleur ajustement marginale comparée aux autres conceptions. Il est donc possible d'affirmer que l'étanchéité coronaire est nettement meilleure dans les préparations verticales que dans les préparations horizontales. Cela s'explique par la géométrie verticale, qui réduit l'espace entre la dent et la couronne.

Plusieurs auteurs soulignent que la réponse parodontale ne dépend pas uniquement de la position de la limite prothétique dans le sulcus gingival, mais surtout de la qualité de son adaptation marginale. Ainsi, une limite bien ajustée, même positionnée sous-gingivalemment, peut maintenir des tissus mous sains et stables. Ce constat s'applique particulièrement à la technique BOPT, où la limite prothétique se forme en fonction du profil tissulaire remodelé, permettant une intégration biologique efficace malgré sa position apicale. [36, 149]



Figure IV.81 : La différence d'étanchéité marginal entre préparation verticale et horizontale [29]

- **L'élimination des excès de ciment** : varie en fonction de la technique de préparation adoptée. Les préparations horizontales, grâce à leurs limites bien définies, offrent une meilleure accessibilité et visibilité, facilitant ainsi un nettoyage plus efficace des excédents de ciment. À l'inverse, les préparations verticales, dépourvues de ligne de finition nette, compliquent cette étape et augmentent le risque de rétention sous-gingivale du ciment, pouvant entraîner une irritation gingivale. Toutefois, après scellement, la dimension du hiatus marginal reste réduite, généralement autour de 30 μm en cervical, selon l'étude de Gavelis, ce qui contribue à limiter l'épaisseur du ciment et potentiellement ses effets indésirables. [36, 149]
- **Cicatrisation et remodelage gingival** : La technique BOPT implique une préparation de la couche épithéliale superficielle du sulcus, induisant une cicatrisation guidée hautement prévisible, à condition de respecter rigoureusement le protocole. Cette approche n'altère pas l'espace biologique si la compression tissulaire est maîtrisée.

Mais au-delà de la simple cicatrisation, la BOPT permet un remodelage actif des tissus mous grâce à la mise en place immédiate d'une prothèse provisoire. Celle-ci sculpte progressivement un nouveau profil d'émergence avec une convexité physiologique, auquel la gencive s'adapte intimement, établissant une nouvelle JAC parfaitement intégrée.

De nombreuses études cliniques tels que Paniz et al en 2019 et Agustín-Panadero et al

en 2020, confirment que la BOPT favorise une stabilité gingivale durable, tant sur le plan volumétrique que positionnel, même en présence de biotypes fins ou de parodonte affaibli. Elle permet également de corriger certaines récessions, d'épaissir les tissus mous, et d'améliorer l'harmonie gingivale dans les zones à haute exigence esthétique.



Figure IV.82 : Stabilisation et modelage du contour gingival obtenus grâce à BOPT [68]

En revanche, la préparation horizontale, oblige le prothésiste à s'adapter à une morphologie gingivale existante, souvent rigide et non modifiable. Cette limitation réduit les possibilités de remodelage tissulaire, et peut, en cas de surcontour ou de mauvaise gestion cervicale, conduire à une inflammation chronique, une récession gingivale ou une violation de l'espace biologique. La stabilité gingivale dépend ici de la précision du geste clinique et de la rigueur prothétique, sans réelle capacité d'interaction dynamique avec les tissus mous.

Il est important de noter que lors de préparations conventionnelles supra-gingivales, nous nous affranchissons de cette cicatrisation et du risque iatrogène, cependant ces préparations ne sont pas toujours réalisables en fonctions d'impératifs mécaniques et/ou esthétiques.

Par ailleurs, la littérature (Padbury et al., 2003 ; Comlekoglu et al., 2009) souligne que les préparations horizontales sous-gingivales sont plus fréquemment associées à une réponse parodontale défavorable, notamment en cas d'accès difficile à l'hygiène. Leur indication doit donc être réservée aux situations où les impératifs esthétiques ou mécaniques le justifient, et leur réalisation requiert une rigueur clinique absolue. [36, 149]



Figure IV.83 : Remodelage gingival progressif obtenu par la technique BOPT : comparaison pré- et post-opératoire montrant l'évolution de la morphologie des tissus mous péri-prothétiques en réponse à la préparation verticale edgless [94]

— **Empreinte et enregistrement de la limite cervicale :** La prise d'empreinte dans le cadre d'une préparation verticale ne diffère pas de celle associée à une préparation horizontale.

Dans la technique BOPT, l'empreinte pour la prothèse définitive est différée dans le temps. Une période de cicatrisation minimale de quatre semaines est requise, afin de permettre aux tissus gingivaux de s'adapter et de se stabiliser autour des contours cervicaux créés par la restauration provisoire.

Elle s'avère généralement plus simple sur le plan opératoire, dans la mesure où il n'est pas nécessaire de capturer une ligne de finition précise, mais plutôt de reproduire fidèlement le profil gingival remodelé. [36, 149]

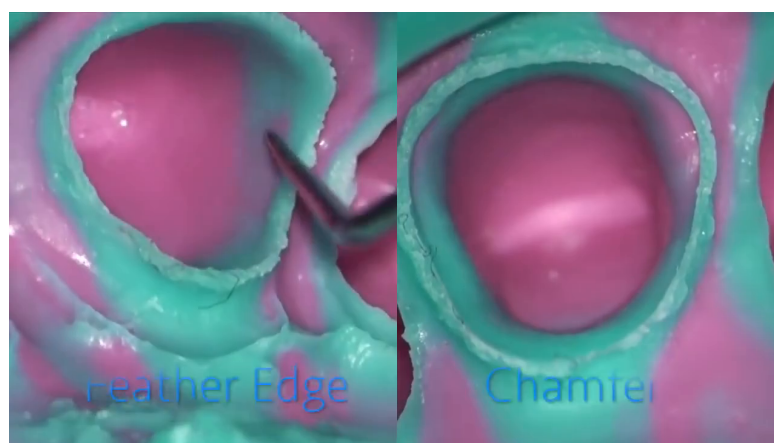


Figure IV.84 : Comparaison entre empreinte de préparation et préparation horizontale (Chamfrein) : La préparation verticale montre une zone de transition progressive, tandis que la préparation horizontale offre une ligne de finition nette [153]

- **Collaboration avec le prothésiste :** La réussite de la préparation verticale repose sur une étroite collaboration entre le chirurgien-dentiste et le technicien de laboratoire, ce dernier participe activement à la définition de la limite cervicale à différents niveaux intra-sulculaires, en accord avec le remodelage tissulaire initié par la prothèse provisoire, tout en respectant scrupuleusement l'espace biologique.

Contrairement à la préparation horizontale où la limite cervicale est définie par le praticien, et donc une communication facile entre le praticien et le technicien de laboratoire, mais le champ d'ajustement esthétique et tissulaire reste limité. [36, 149]

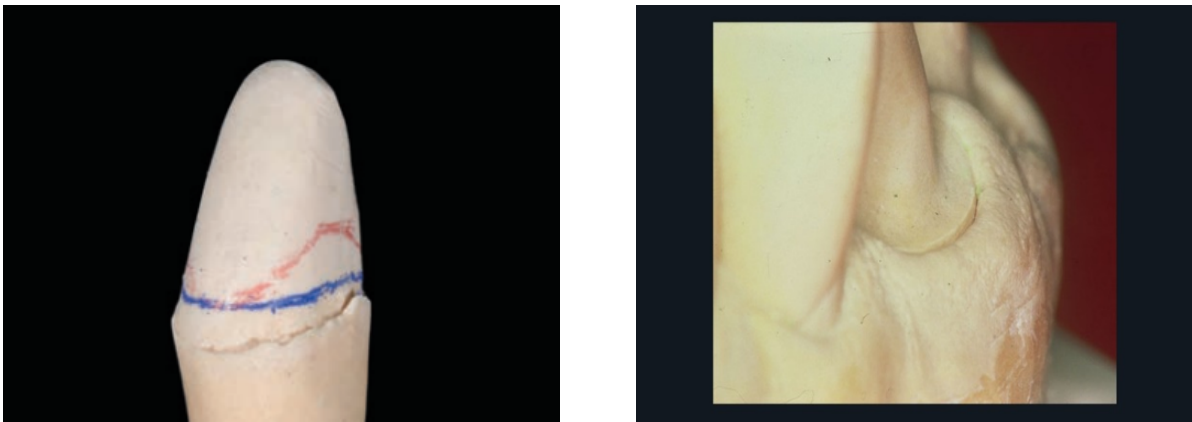


Figure IV.85 : Visualisation de la ligne de finition cervicale en technique verticale (BOPT) vs préparation horizontale sur un modèle en plâtre. (ligne bleue pour la jonction amélo-cémentaire (JAC), ligne rouge pour la position potentielle de la limite prothétique.) [26, 152]

- **Exigence technique de la BOPT :** La BOPT, bien qu'elle offre des avantages esthétiques et biologiques considérables, requiert une expertise clinique importante à chaque étape du protocole. Contrairement aux préparations horizontales où la ligne de finition est visible, la préparation verticale impose :

- une maîtrise rigoureuse de l'anatomie parodontale,
- une capacité à anticiper la réponse tissulaire au remodelage,
- et une gestion précise de la restauration provisoire, qui joue un rôle actif dans la cicatrisation et la sculpture gingivale.

De plus, la réussite de la BOPT repose sur une collaboration étroite avec le prothésiste et sur une compréhension approfondie du design du profil d'émergence. La moindre erreur

dans la gestion du provisoire ou dans le respect du temps de cicatrisation peut compromettre l'équilibre gingival obtenu.

Ainsi, plusieurs auteurs (Loi et al., 2013 ; Vela-Nebot et al., 2015) soulignent que cette technique, n'est pas recommandée pour les praticiens débutants, mais plutôt pour ceux ayant une expérience confirmée en dentisterie prothétique, parodontologie et gestion tissulaire.

En somme, la préparation verticale selon le protocole BOPT offre des avantages notables en termes de préservation tissulaire, d'esthétique et d'adaptation biologique. Toutefois, sa mise en œuvre exige une expertise clinique rigoureuse et une collaboration étroite avec le prothésiste. Le choix entre préparation horizontale et verticale doit donc être guidé par les conditions parodontales, les exigences esthétiques et les compétences du praticien. [36, 149]

Tableau IV.2 : Préparation BOPT VS Préparation horizontale [36]

Critères	Préparation verticale (BOPT)	Préparation horizontale
Ligne de finition	Absente, intra-sulculaire, déterminée par le prothésiste après cicatrisation.	Présente, définie par le praticien.
Adaptation biologique	Excellente, grâce au remodelage tissulaire guidé par la prothèse provisoire.	Limitée, dépend fortement de la morphologie initiale des tissus.
Préservation tissulaire	Très conservatrice (faible perte tissulaire).	Perte importante de tissu dentaire (jusqu'à 60%), surtout en cas d'épaulement.
Effet de ferrule	Mieux préservé, notamment sur dents dévitalisées.	Risque accru de compromettre la ferrule en cas de réduction excessive des parois.
Profil d'émergence	Façonné progressivement par la prothèse provisoire.	Impose un profil fixe dicté par la ligne de finition.

Risqu de surcontour	Modéré, mais contrôlable.	Moindre si bien réalisée, grâce à la ligne de finition nette. Mais en cas de mauvaise gestion de l'épaisseur cervicale, le risque est élevé, surtout chez les biotypes fins.
Esthétique	Supériorité en antérieur et pour biotypes fins.	Moins adaptable dans les cas à haute exigence esthétique.
Étanchéité marginale	Très bonne, grâce à une meilleure adaptation cervicale.	Moins performante, risque de hiatus marginal et de colonisation bactérienne.
Gestion du ciment	Plus complexe (accès limité), risque de rétention sous-gingivale.	Plus facile, visibilité accrue pour élimination des excès.
Cicatrisation gingivale	Active, avec remodelage tissulaire prévisible.	Passive, sans possibilité de remodelage.
Collaboration prothésiste	Indispensable, définition conjointe de la limite cervicale.	Moins critique, limite définie dès la préparation.
Niveau de technicité requis	Élevé, nécessite expérience et rigueur.	Moins exigeante techniquement, plus standardisée.
Indications préférentielles	Biotypes fins, zones antérieures, retraitements.	Parodonte sain, bonne couronne clinique, cas postérieurs.
Inconvénients principaux	Technique sensible, courbe d'apprentissage, gestion du provisoire essentielle.	Moins conservatrice, risque de violation de l'espace biologique sous-gingival.

Chapitre V : Cas clinique

Le cas clinique présenté a été pris en charge par Dr Baouali. M, Maître-assistant en prothèse dentaire à la Faculté de Médecine Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Dans un souci de rigueur scientifique et de cohérence méthodologique, la prise en charge a été structurée en cinq grandes étapes :

1. Examen clinique
2. Établissement du diagnostic et plan de traitement
3. Phase clinique et réalisation de la prothèse provisoire
4. Phase de laboratoire
5. Livraison de la prothèse

1. Examen clinique

Observation clinique

Monsieur Boutarene Said, âgé de 48 ans, s'est présenté au service dans le but d'une réhabilitation prothétique, motivé par une demande à la fois esthétique et fonctionnelle.

Interrogatoire

- **État général** : Le patient ne présente aucun antécédent médical significatif.
- **Antécédents dentaires** : La 11 est absente à la suite d'un traumatisme survenu il y a plusieurs années. La 12 a été restaurée par une couronne prothétique et assure actuellement le rôle esthétique et positionnel de l'incisive centrale maxillaire. Antécédents de soins et d'extractions dentaires pour cause de carie.

Examen exo-buccal

Inspection :

- **Tégument** : d'aspect normal
- **Vue de face** : symétrie faciale selon le plan sagittal médian avec harmonie des étages faciaux.
- **Vue de profil** : le patient présente un profil facial de type orthognathe.

- **Analyse du sourire** : le sourire du patient se caractérise par une ligne haute, laissant apparaître l'intégralité des dents maxillaires
- **Palpation** : rien à signaler à la palpation des muscles masticatoire, des ATM et des aires ganglionnaires.

Examen endo-buccal



Figure V.1 : État initial du patient lors de la première consultation

- Hygiène bucco-dentaire insuffisante avec Présence de plaque.

Examen des muqueuses et du parodonte

- Aucun signe pathologique au niveau des muqueuses ainsi que l'insertion des freins.
- Un biotype parodontal fin et festonné selon la classification de Seibert et Lindhe, 1989.
- Un parodonte de type IV de Maynard et Wilson 1980.
- Aucune perte d'attache parodontale n'est observée, avec absence de poches parodontales et de récessions gingivales.
- Profondeur du sondage des dents piliers :
 - La 21 : M 2mm V 2mm D 2mm P 2mm
 - La 22 : M 2mm V 2mm D 2mm P 2mm

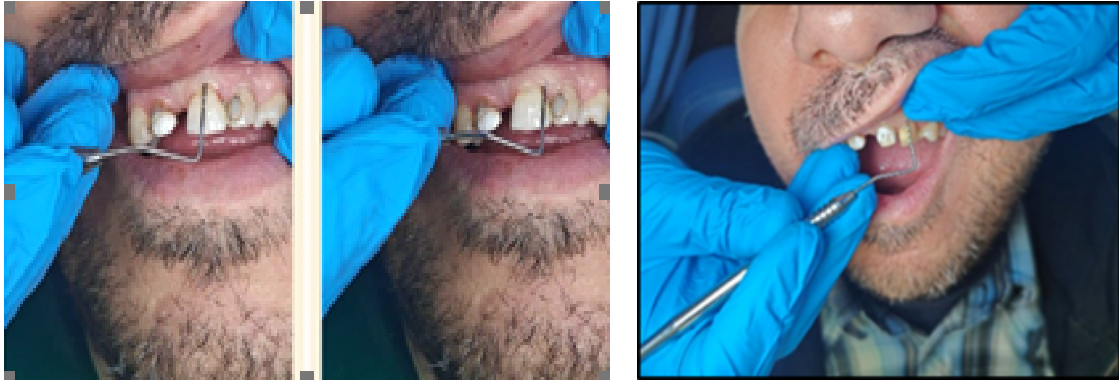


Figure V.2 : Sondage du sulcus de la 21 et la 22

Examen des dents

- Indice CAO : C = 0; A = 6; O = 7.
- La 11 est absente, tandis que la 12 présente une ancienne restauration coronaire. La 22 quant à elle présente une restauration composite défectueuse.
- Présence de malpositions dentaires au niveau du secteur incisivo-canin mandibulaire.
- Obturation canalairé insatisfaisante au niveau de la 12 et de la 22 et une restauration composite défectueuse sur la 22.

Examen de l'occlusion

Occlusion statique

Présente un calage postérieur satisfaisant, assurant le maintien de la dimension verticale. On note une absence de coïncidence de la ligne médiane inter-incisive.

Sur le plan canin, une relation de classe I d'Angle est observée du côté droit, tandis qu'une agénésie de la canine est constatée du côté gauche.

Occlusion dynamique

- guidage antérieur fonctionnel.
- La protection canine en latéralité est conservée du côté droit, tandis qu'elle est remplacée par une fonction groupe du côté gauche assurée par le secteur prémolomolaire à cause de l'agénésie de la 23.

- Chemin d'ouverture mandibulaire rectiligne avec absence de prématurité à la fermeture.
- L'amplitude d'ouverture buccale se situe dans les limites physiologiques.

Examen fonctionnel

Une Respiration mixte (bucco-nasale) est observée chez le patient.

Examens complémentaires

Radiographie panoramique

L'examen de la radio panoramique dentaire met en évidence :

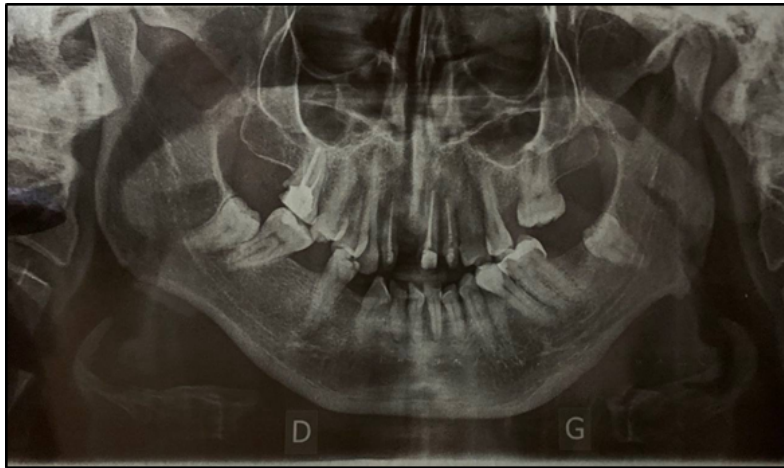


Figure V.3 : Radio panoramique dentaire

- Densité osseuse normale.
- Absence d'anomalies au niveau des structures maxillaires et mandibulaires.
- Articulations temporo-mandibulaires (ATM) sans particularités.
- Sinus maxillaires exempts de toute pathologie décelable.
- Aucune image compatible avec un kyste, un granulome, une tumeur ou une fracture des maxillaires.
- Absence de dents surnuméraires ou incluses.

Wax up :

Un wax-up a été réalisé pour la 12, restaurée par une couronne prothétique jouant désormais un rôle esthétique et positionnel d'incisive centrale maxillaire.



Figure V.4 : Réalisation d'un wax-up

2. Établissement du diagnostic, pronostic et plan de traitement

Diagnostic positif

- Absence des dents 11, 16, 17 et 26, agénésie de la 23 correspondant à un édentement supérieur de classe II modification 2 selon la classification de Kennedy-Applegate.

Pronostic : Favorable.

Les possibilités thérapeutique

- Prothèse implanto-portée.
- Prothèse conjointe fixe (couronnes, bridges).

Choix thérapeutique

Le choix s'est orienté vers une prothèse conjointe fixe en raison du refus du patient de tout traitement chirurgical et de la présence d'un déficit osseux au niveau de la 11.

- Réalisation d'une nouvelle couronne céramique sur la dent 12 qui sera transformée en incisive centrale.
- Mise en place d'un bridge céramique de deux éléments sur 21 et 22.

Plan de traitement

Phase pré-prothétique

- Motivation à l'hygiène

- Orientation au service d'odontologie conservatrice : pour les traitements endodontique des dents 21 et 22 et la reprise des restaurations défectueuses existantes.

Phase prothétique

- Préparation des dents piliers avec la technique BOPT.
- Mise en place de la provisoire jusqu'à cicatrisation des tissus gingivaux
- Empreintes des préparations.
- Essayage puis scellement définitive des couronnes.

Phase post-prothétique

- Maintenance prothétique par des visites et des contrôles réguliers

3. Phase clinique et réalisation de la prothèse provisoire

Préparation de la 21 et la 22 selon la technique BOPT

- Réalisation d'une empreinte pour l'obtention d'un modèle en plâtre afin de confectionner une clé en silicone servant de guide de réduction.
- Confection d'une seconde clé destinée à l'élaboration des couronnes provisoires.

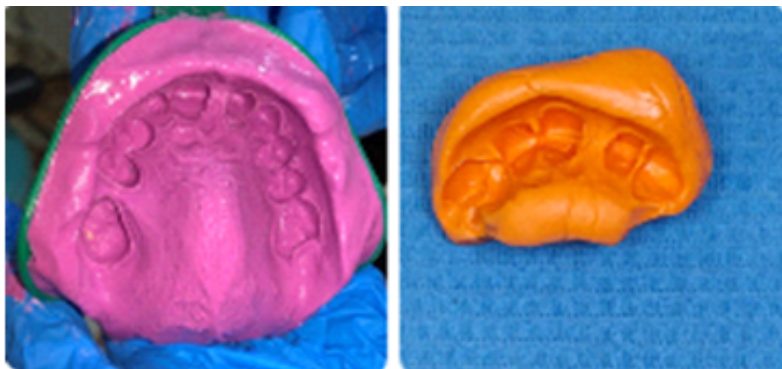


Figure V.5 : Réalisations des clés en silicone

Dans la technique BOPT la préparation de la dent pilier se fait en deux étapes : une réduction coronaire supra-gingivale, suivie d'une préparation axiale infra-gingivale sans ligne de finition. Les fraises utilisées étaient les suivantes :



Figure V.6 : Les fraises utilisées pour la préparation avec technique BOPT

Préparation coronaire supra gingivale

Étape 01 : Réduction de la face vestibulaire

- Réalisation des sillons d'orientation avec une fraise d'épaisseur.
- La réduction se fait selon deux plans : un parallèle à l'axe d'insertion avec une fraise conique, l'autre parallèle aux 2/3 incisifs avec une fraise cylindrique bague rouge jusqu'à réunir toutes les rainures.
- Ensuite on procède à aplanir la surface pour harmoniser les deux plans incisale et cervicale.



Figure V.7 : Préparation de la face vestibulaire de la 21 et la 22

Étape 02 : Réduction des points de contact

- Les points de contact en mésial et en distal sont supprimés à l'aide d'une fraise conique, puis les angles sont arrondis afin d'assurer une transition douce.

- La convergence des parois mésiale et distale est réalisée à l'aide d'une fraise cylindro-conique.



Figure V.8 : Préparation proximale de la 21 et la 22

Étape 03 : Réduction de la face palatine

- La préparation de la face axiale palatine est réalisée à l'aide d'une fraise cylindro-conique, en respectant la réduction homothétique de la surface
- Réduction de la concavité linguale avec une fraise diamantée de forme ballon Rugby qui épouse parfaitement son anatomie.



Figure V.9 : Réduction de la face palatine

Étape 04 : Réduction de bords libre

La réduction de la hauteur dentaire est réalisée à l'aide d'une fraise courte cylindro-conique, permettant une préparation précise et contrôlée du bord incisif.



Figure V.10 : Réduction du bord libre

Durant les différentes étapes, la préparation était guidée par la clé en silicone préalablement réalisée ceci afin de contrôler l'épaisseur de la réduction et de reproduire fidèlement la forme homothétique de la dent.



Figure V.11 : Clé de guidage sur la 21 et la 22

La BOPT proprement dite : (préparation axiale sous gingivale)

Étape 01 : Rétraction gingivale

Pour minimiser l'agression, l'attache épithélio-conjonctive est protégée à l'aide d'un ruban de Téflon placé délicatement dans le sulcus (selon la méthode proposée par D. Gerdolle).

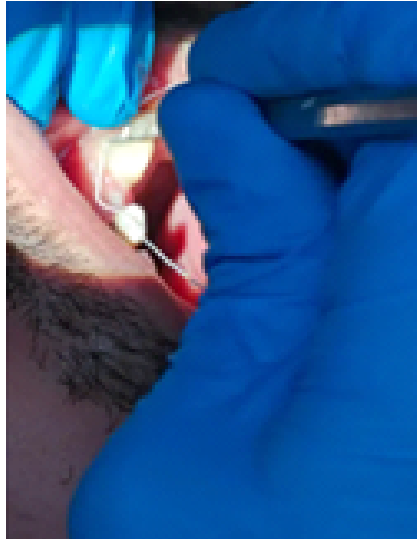


Figure V.12 : Mise en place d'un ruban de téflon en intrasulculaire

Étape 02 : Accès intra-sulculaire

La préparation commence par l'utilisation d'une fraise diamantée à pointe mousse bague jaune, permettant une pénétration atraumatique dans l'espace sulculaire. Un léger curettage est ensuite réalisé afin d'éliminer l'épithélium sulculaire tout en respectant l'espace biologique. La fraise est introduite avec une inclinaison oblique de 10° par rapport à l'axe longitudinal de la dent, dans le but d'ouvrir et de désépithélialiser le sulcus, tout en supprimant le premier millimètre de l'émergence dentaire.

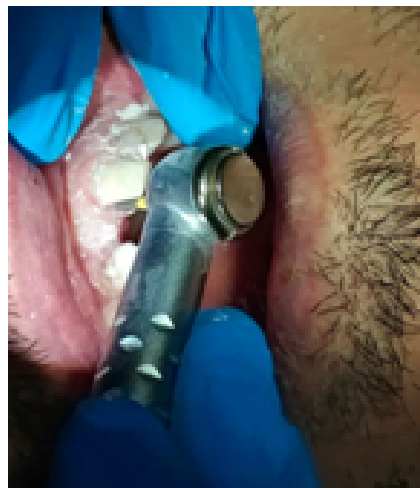


Figure V.13 : Orientation oblique de la fraise à 10°

Étape 03 : suppression de JAC

La fraise est orientée verticalement, parallèlement à l'axe longitudinal de la dent, afin de

supprimer la jonction émail-cément.

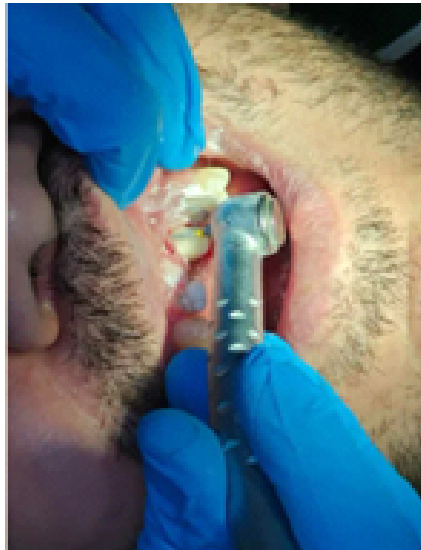


Figure V.14 : Orientation verticale de la fraise

Étape 04 : Finition

La finition de la préparation vise à éliminer toutes les contre-dépouilles afin d'assurer une convergence idéale des parois. Le passage d'une sonde parodontale permet de vérifier l'intégrité et la continuité de notre préparation.

Réalisation de la restauration provisoire

Étape 01 : Préparation de la clé

Des échancrures sont réalisées sur la clé en silicone préalablement fabriquée (Bonasil A-Silicone, Bonart Co), afin de permettre l'évacuation de l'excès de résine lors de la mise en place.



Figure V.15 : Préparation de la clé en silicone

Étape 02 : préparation de la résine

Mélange de la résine (GC Unifast™) à raison de 1 part de liquide pour 3 parts de poudre, jusqu'à obtention d'une consistance homogène.

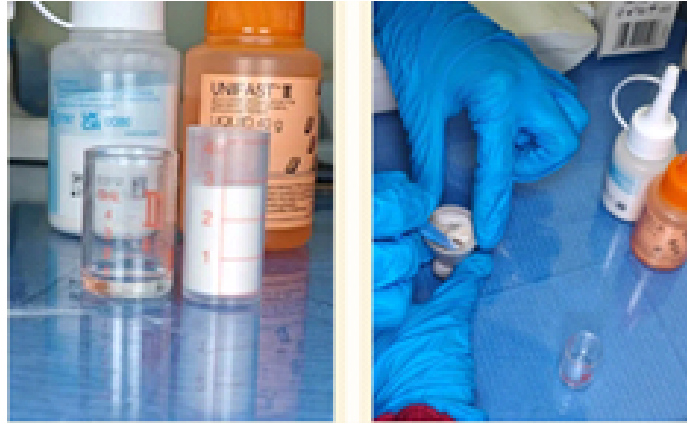


Figure V.16 : Préparation de la résine

Étape 03 : application d'un isolant et mise en bouche de la résine

Une fine couche de vaseline est d'abord appliquée sur la dent, puis la résine acrylique auto-polymérisante, préparée au préalable est déposée dans la clé en silicone. Ensuite, l'ensemble est positionné en bouche et maintenu en place jusqu'à la polymérisation complète.

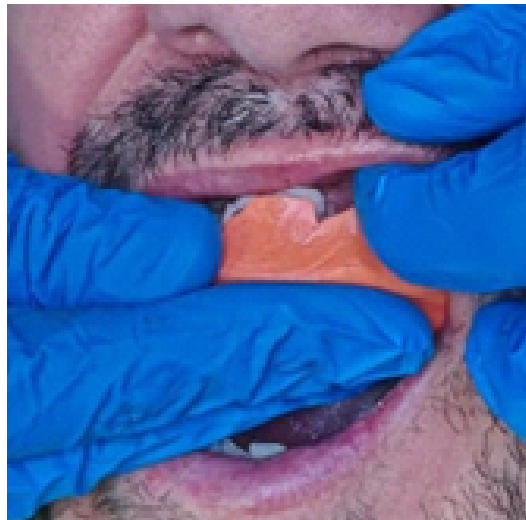


Figure V.17 : Mise en bouche de la résine

Étape 04 : retrait de la couronne provisoire

Après polymérisation, la couronne provisoire demeure intégrée à la clé en silicone, puis elle est délicatement retirée de celle-ci afin de préserver sa forme et son intégrité.

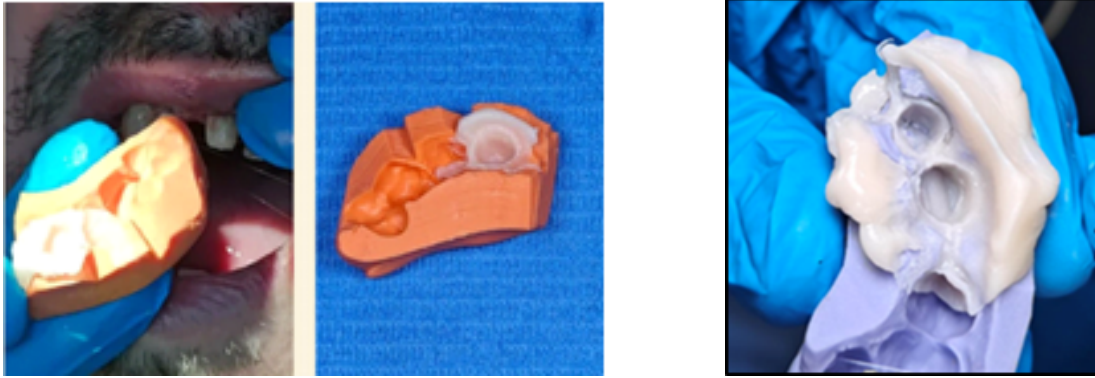


Figure V.18 : Couronne provisoire de la 21 et la 22

Étape 05 : rebasage de la limite cervicale de la couronne provisoire

L'extrémité intra-sulculaire est marquée avec un crayon papier, ensuite on procède au rebasage avec une résine composite fluide photo polymérisée (Ivoclar Vivadent-Tetric EvoFlow) de l'espace présent entre les deux bords marginaux distincts : un interne très fin formé par la résine qui s'est infiltrée le long de la partie intra-sulculaire de la préparation, et un externe plus épais qui a épousé le rebord gingival, ceci permettra d'épaissir le rebord de la couronne provisoire.

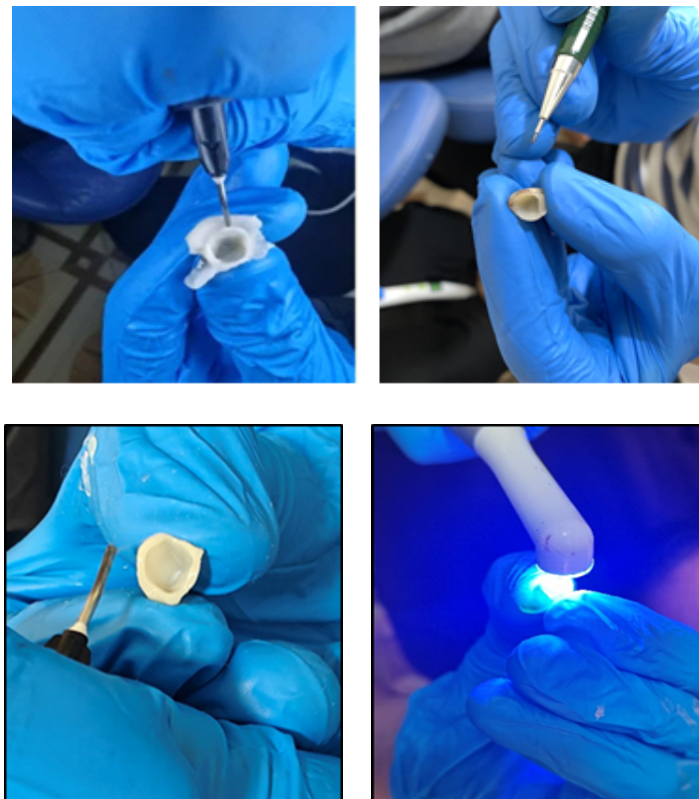


Figure V.19 : Rebasage de la limite cervicale des couronnes provisoires de la 21 et 22 avec un composite fluide

Étape 06 : ajustement et finition de la couronne provisoire

La couronne provisoire est taillée et ajustée, les contours sont harmonisés, puis un polissage soigneux est réalisé afin d'obtenir une surface lisse, respectueuse des tissus parodontaux.



Figure V.20 : Ajustement et finition de la couronne provisoire 21



Figure V.21 : La couronne provisoire de la 22 ajustée et polie

Étape 07 : scellement de la couronne provisoire

La couronne provisoire est d'abord essayée en bouche afin de vérifier l'adaptation marginale, les points de contact et l'occlusion. Une fois ces paramètres validés, elle est scellée à l'aide d'un ciment provisoire (Detax GmbH.Drala® Eco Polikarboksilat-Zement), pour une durée minimale de quatre semaines



Figure V.22 : Scellement de la couronne provisoire de la 21



Figure V.23 : Scellement de la couronne provisoire de la 22

Étape 08 : prise d’empreinte pour prothèse définitive

Après une période de cicatrisation de quatre semaines, on constate une stabilité e du tissu gingival autour de la prothèse provisoire. Cette stabilité nous permet de procéder à la prise d’empreinte définitive.



Figure V.24 : Aspect des tissus mous après quatre semaines de cicatrisation

Prise d’empreinte pour la confection d’une prothèse définitive selon la Wash technique en deux temps :

- 1^{er} temps : Empreinte avec un porte-empreinte de série et un silicone de haute viscosité.
- 2^{ème} temps : Rebasage de l’empreinte avec un silicone de basse viscosité injecté en bouche.
- Enregistrement de l’occlusion en réalisant un mordu occlusal en cire.



Figure V.25 : Empreinte réalisé par la wash technique

4. Étapes laboratoires

La fabrication de la prothèse définitive est effectuée par la technique CFAO à l’aide du logiciel Exocad.

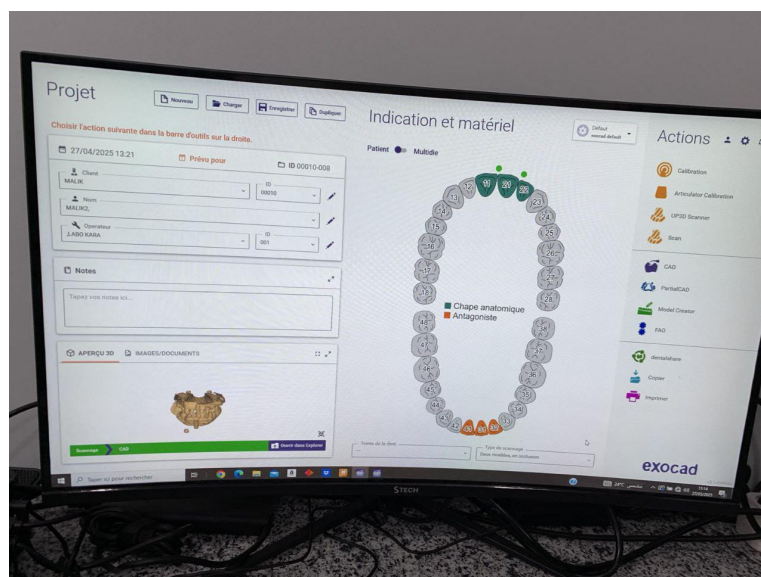


Figure V.26 : La fenêtre de définition du travail sur l’Exocad

Conception Assistée par Ordinateur (CAO)

Étape 01 : coulé des empreintes et réalisation d'un modèle en plâtre.

Étape 02 : acquisition des données par numérisation 3d des moulages en plâtre faite via un scanner de laboratoire; puis importation et alignement des fichiers STL (modèle supérieur, inférieur et occlusion) dans le logiciel Exocad.



Figure V.27 : Numérisation 3D des modèles

Étape 03 : Traçage de la limite cervicale suivi d'un ajustement précis grâce aux outils d'Exocad avec choix d'axe d'insertion.

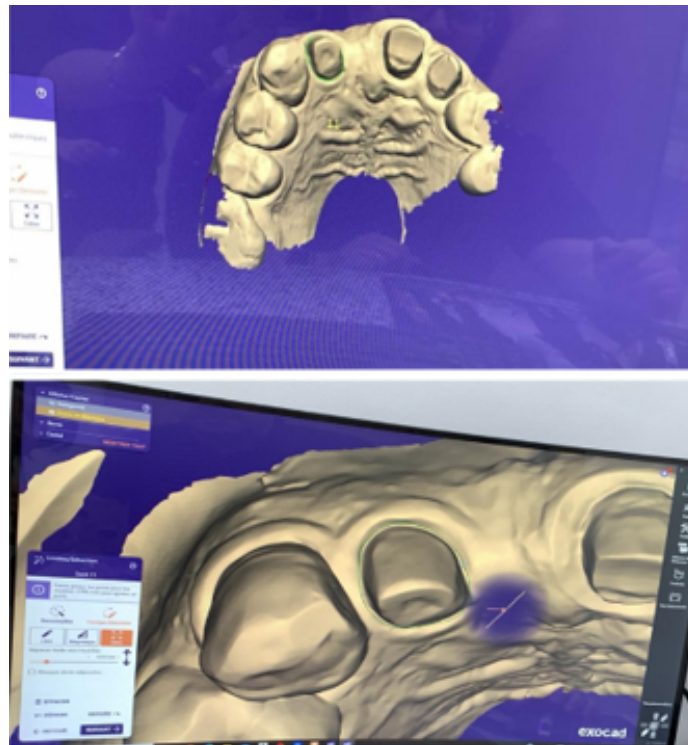


Figure V.28 : Définition de la limite

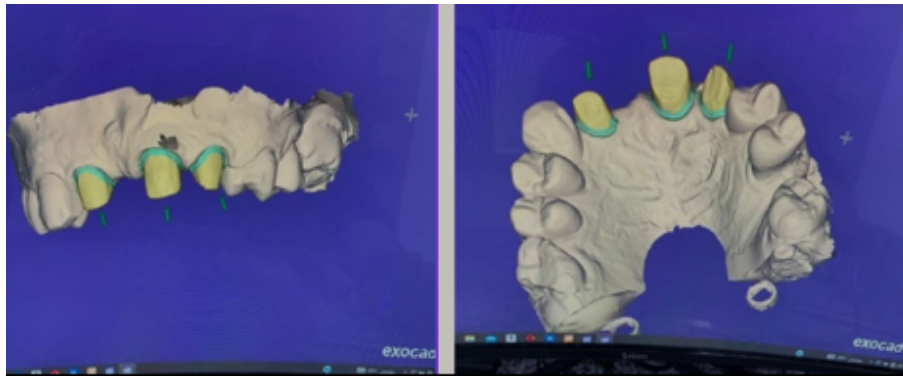


Figure V.29 : Le choix d'axe d'insertion

Étape 04 : La structure virtuelle des futures prothèses définitives est conçue dans l'Exocad en respectant la morphologie anatomique, l'occlusion et les limites de préparation.



Figure V.30 : Modèle virtuel de couronnes

Fabrication Assistée par Ordinateur (CAM)

Étape 01 : Les chapes en zircone sont usinées par procédé soustractif à partir de disques UP-CERA, à l'aide d'une fraiseuse CAM de type VHF.



Figure V.31 : Fraiseuse CAM type VHF

Étape 02 : La coloration pré-frittage permet de reproduire les nuances naturelles (teinte, transparence, opacité) selon les différentes zones anatomiques (incisale, cervicale...).



Figure V.32 : Teintes liquides VITA

Étape 03 : Les structures sont soumises à un frittage à haute température (jusqu'à 1600°C) dans un four spécifique(VITA), afin d'assurer leur solidification et leur durabilité.



Figure V.33 : Four de frittage VITA ZYRCOMAT 6100 MS



Figure V.34 : Chape en zircone

5. Livraison de la prothèse



Figure V.35 : Bridge définitif

- Application du ciment de scellement définitif (GC Fuji I[®]) sur les parois de l'intrados du bridge.

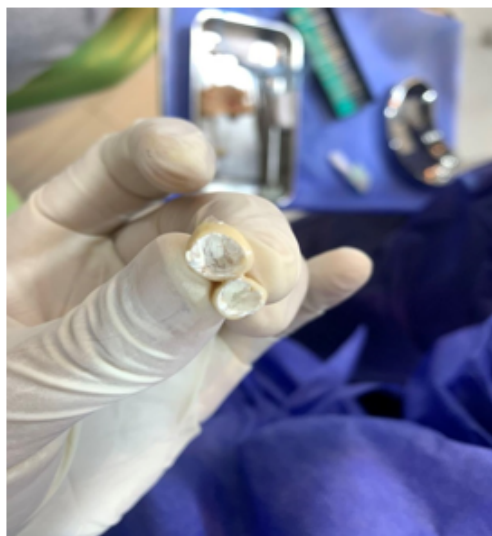


Figure V.36 : Chape en zircone

- Mise en place et scellement du bridge en bouche et élimination soigneuse des excès de ciment pour préserver l'intégrité gingivale.



Figure V.37 : Élimination des excès du ciment

- Rendu esthétique final du bridge après mise en bouche.



Figure V.38 : Résultat final du bridge en bouche

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Ce mémoire a permis d'explorer en profondeur la technique BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) dans le cadre de la prothèse conjointe dentaire. Cette recherche s'inscrit dans une problématique clinique majeure : restaurer de manière fonctionnelle et esthétique les structures bucco-dentaires, notamment lorsque l'état parodontal est compromis.

L'analyse approfondie du concept BOPT a introduit une nouvelle perspective dans la planification des restaurations prothétiques. Cette approche innovante repose sur la cicatrisation parodontale guidée, favorisant ainsi une meilleure réponse des tissus aux restaurations. La comparaison entre les techniques de préparation verticale et horizontale a mis en évidence les avantages significatifs de la préparation verticale, tant en matière de préservation des tissus dentaires sains que de stabilité parodontale. Elle offre également une plus grande liberté de conception prothétique et une meilleure intégration tissulaire.

Nos résultats ont souligné que la technique BOPT permet un reconditionnement tissulaire efficace sans recours à la chirurgie, avec une amélioration notable de la stabilité gingivale et une réduction des récessions. En respectant les principes biologiques et en employant des matériaux tout céramique adaptés, cette méthode favorise la cicatrisation ainsi qu'une restauration harmonieuse des tissus.

L'analyse de cas cliniques nous a permis d'observer des résultats prometteurs : les restaurations réalisées selon les principes de la BOPT ont démontré une intégration parodontale satisfaisante, une stabilité accrue et une esthétique optimisée. Ces observations confirment les avantages cliniques de cette approche.

Cependant, il convient de reconnaître certaines limites. La mise en œuvre efficace de la préparation verticale et de la technique BOPT exige une formation spécifique et un haut niveau d'expertise. De plus, bien que les résultats obtenus soient encourageants, des études à plus large échelle et sur le long terme sont nécessaires pour valider pleinement l'efficacité et la reproductibilité de cette méthode.

Ce travail contribue à enrichir les connaissances actuelles sur l'approche BOPT en prothèse conjointe. Il ouvre la voie à de nouvelles perspectives thérapeutiques, davantage orientées vers le respect des tissus biologiques et l'amélioration des résultats cliniques. Nous espérons que ce mémoire servira au développement de la technique BOPT, et participera à l'évolution de la dentisterie prothétique vers des pratiques plus conservatrices et biologiquement intégrées, au service de la santé bucco-dentaire des patients.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Bercy P, Tenenbaum H, Parodontologie du diagnostic à la pratique. 1^{ère} édition de Boek, 1996.
- [2] Bouchard.P, Parodontologie et dentisterie implantaire, Volume 1 – Médecine parodontale, éditions Lavoisier, Paris, 2015.
- [3] Borghetti.A, Monnet-Corti.V, Chirurgie plastique parodontale, éditions CDP, 2011.
- [4] Vigouroux.F, Guide pratique de chirurgie parodontale, éditions XYZ, 2000.
- [5] Charon.J, Parodontie médicale, (2^e éd), éditions CDP, 2015.
- [6] Giovannoli, J.L, Biologie et Pathologie du Parodonte, éditions CDP, 2009.
- [7] Fugazzotto.PA, Periodontal-Restorative Interrelationships : Ensuring Clinical Success, Wiley-Blackwell, Chichester, 2011, 208 p.
- [8] Saadoun.AP, Esthetic Soft Tissue Management of Teeth and Implants, 1^{re} éd, Wiley, Oxford, 2012, 191 p.
- [9] Vigouroux.F, Da Costa-Noble.R, Verdalle.PM et Colomb.R, Guide pratique de chirurgie parodontale, Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2011.
- [10] Borghetti.A et Monnet-Corti.V, Physiologie-pathologie et examen clinique du complexe mucogingival, dans Chirurgie plastique parodontale, 2^{ème} éd, pp. 33–59, éditions CDP, Rueil-Malmaison, 2008.
- [11] Sarra.H, Zahra.N et Meriem.S, Étude évaluative de l'élongation coronaire à visée esthétique dans le traitement de l'éruption passive altérée au sein du service de Parodontologie du CHU Tlemcen : Approche biométrique et évaluation de l'espace biologique, Thèse, Université de Tlemcen, 2017.
- [12] Schroeder HE, Listgarten MA .The gingival tissues :the architecture of periodontal protection.Periodontal 2000. fév 1997 ;13 :91-120.
- [13] Charon.JA, Parodontie médicale, éditions CDP, 2009. (Collection JPIO).

- [14] Ohayon.L, Rétablissement de l'espace biologique par élongation coronaire chirurgicale ou égression orthodontique : indications et choix thérapeutique, *Journal Parodontal Implantal Orale*, n°301082005, août 2005.
- [15] Jorgic-Srdjak K, Plancak D, Maricevic T, Dragoo MR, Bosnjak A . Periodontal and Prognostic Aspect of Biologic Width Part I : Violation of Biologic Width. *Acta Stomatol Croat* 2000 195-197. 4 juill 2000 ;34 :3.
- [16] Lang NP, Bartold PM. Periodontal health. *J Periodontol*. juin 2018 ;89(S1) :S9-16
- [17] Nouvelle classification des maladies parodontales et péri-implantaires, Chicago, 2017. [En ligne].
- [18] Chapple ILC, Mealey BL, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium : Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri- Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol*. 2018 ;45(Suppl 20) :S68– S77.
- [19] Dridi SM, Meyer J. Anatomie et histologie de la gencive saine. avr 2016 ;9(2) :44 55.
- [20] Ogolnik R, Vignon M, Taieb F. Prothèse fixée : Principes et pratique. Paris : Masson.
- [21] Shillingburg, H. Bases fondamentales en prothèse fixée . Paris : éditions cdp ; 1998.
- [22] Shillingburg H, Jacobi, Brackett. Préparations en prothèse fixée : Principes et applications cliniques. Paris : éditions cdp.
- [23] A. Vallata, Les limites cervicales en prothèse fixée : concepts et préceptes, mémoire de fin d'études, Université Henri Poincaré - Nancy I, Nancy, 2011.
- [24] P. Rondi, *Tecnica di preparazione orientata biologicamente bopt*, 2008.
- [25] Magne P. Principes des préparations antérieures pour systèmes tout-céramique [Internet]. ResearchGate ; 2015.
- [26] SARATTI, Carlo Massimo et al. Préparations verticales antérieures : définition des limites et du profil d'émergence par duplication de la couronne provisoire. In : QDRP, 2019, vol. 13, n° 1, p. 89–95.
- [27] Exbrayat, J., J. Schittly, et J.-C. Borel. Manuel de prothèse fixée unitaire. Paris : Masson, 1992.

- [28] préparations-verticales. <https://www.ebdental.fr/blog-preparations-verticales>
- [29] I. Hayoun, Actualisation des connaissances sur les limites de préparations verticales en prothèse fixée, les vertiprep, Marseille : dumas-03205371, 2021.
- [30] Serra-Pastor, B., Bustamante-Hernández, N., Fons-Font, A., Solá-Ruiz, M. F., Revilla-León, M., & Agustín-Panadero, R. Periodontal behavior and patient satisfaction of anterior teeth restored with single zirconia crowns using a biologically oriented preparation technique : A 6-year prospective clinical study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(16), 3482, 2021
- [31] M. E. Gonzalez Bonilla, Analisis clinico retrospectivo a cinco anos de restauraciones de protesis fija dentosoportadas preparadas sin linea de terminacion, 2020
- [32] F. Mendy, Biologically oriented preparation technique (bopt) : protocole de gestion des tissus parodontaux à l'aide d'une préparation verticale en prothèse fixée, 2020.
- [33] Ponteau M, Préparations verticales et espace biologique à quoi peut-on s'attendre ?. *Clinic* [En ligne]. Mars 2024 ; N°435. Disponible sur : <https://www.editionsmdp.fr/revues/clinic/article/n-435/praparations-verticales-et-espace-biologique-a-quoi-peut-on-s-attendrea-CLI450312601.html>.
- [34] FOCE E., NOÈ G., DI FEBBO G., BONFIGLIOLI R., CARNEVALE G. Vertical Edgeless Preparation : Periodontal Dominance in Prosthetic Preparation. *Quintessence International* [En ligne]. 2023, ; vol. 54, no. 2 : [8 p]. Disponible sur : https://www.quintessence-publishing.com/downloads/extract_foce_vep_vertical_edgeless_preparation.pdf.
- [35] Łabno P., Drobnik K.. Comparison of horizontal and vertical methods of tooth preparation for a prosthetic crown. *J Pre-Clin Clin Res.* [En ligne]. 2020; vol. 14, no. 1 : 25–28. Disponible sur : <https://www.jpccr.eu/pdf-116672-52159?filename=Comparison%20of%20horizontal.pdf>.
- [36] Trébuchon A. Étude comparative de la préparation prothétique horizontale et verticale en prothèse fixée [Thèse]. Lyon : Université Claude Bernard - Lyon 1.

- [37] Francois.U ,Philippe L ,Alain H, Prothèse fixée et parodonti, éditions CDP.Paris, 1997.
- [38] Tirlet G, Attal JP. Le gradient thérapeutique, un concept médical pour les traitements esthétiques. *Inf Dent* 2009 ;41/42 :2561-2568.
- [39] Knoernschild KL, Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2000 ;84 :492-498.
- [40] De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited : transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol* 2009 ;36 :428-433.
- [41] Grossmann Y, Sadan A. The prosthodontic concept of crown-to-root ratio : a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2005 ;93 :559-562.
- [42] Lulic M, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M, Salvi GE. Ante's (1926) law revisited : a systematic review on survival rates and complications of fixed dental prostheses (FDPs) on severely reduced periodontal tissue support. *Clin Oral Implants Res* 2007 ;18 (suppl. 3) :63-72.
- [43] Kosyfaki P, del Pilar Pinilla Martín M, Strub JR. Relationship between crowns and the periodontium : a literature update. *Quintessence Int* 2010 ;41) :109-126.
- [44] Uy JN, Neo JCL, Chan SH. The effect of tooth and foundation restoration heights on the load fatigue performance of cast crowns. *J Prosth Dent* 2010 ;104 :318-324.
- [45] Mehta P, Lim LP. The width of the attached gingiva? Much ado about nothing? *J Dent* 2010 ;38 :517-525.
- [46] Bosshardt DD, Lang NP. The junctional epithelium : from health to disease. *J Dent Res* 2005 ;84 :9-20.
- [47] Nethravathy R, Vinoth SK, Thomas AV. Three different surgical techniques of crown lengthening : a comparative study. *J Pharm Bioallied Sci* 2013 ;5 (suppl. 1) :S14-S16.
- [48] Gracis S, Fradeani M, Celletti R, Bracchetti G. Biological integration of aesthetic restorations : factors influencing appearance and long-term success. *Periodontol* 2000 2001 ;27 :29-44.

- [49] Bennani V, Aarts JM, He LH. A comparison of pressure generated by cordless gingival displacement techniques. *J Prosthet Dent* 2012;107 :388-392.
- [50] Ferencz JL. Maintaining and enhancing gingival architecture in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1991;65 :650-657.
- [51] Silness J. Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. 3. The relationship between the location of the crown margin and the periodontal condition. *J Periodontal Res* 1970;5 :225-9.
- [52] I. Hayoun, " Actualisation des connaissances sur les limites de préparations verticales en prothèse fixée," les vertiprep, Marseille : dumas-03205371, 2021.
- [53] P. Rondi, "Tecnica di preparazione orientata biologicamente bopt," 2008.
- [54] Master, P. (2023, 1 octobre). BOPT : concept, historical background, and basic clinical principles. *PerioClínica*. <https://perioclinica.com/en/clinical-cases/bopt-concept-historical-background-and-basic-clinical-principles/>
- [55] Zhermack, & Zhermack. (2024a, juillet 2). BOPT : the principles of dental preparation. *Zhermack Dental Magazine*. <https://magazine.zhermack.com/en/studio-en/bopt-biologically-oriented-preparation-technique/>
- [56] Loi I, & Di Felice A (2013) Biologically oriented preparation technique (BOPT) : a new approach for prosthetic restoration of periodontically healthy teeth *European Journal of Esthetic Dentistry* 8(1) 10-23.
- [57] Agustin-Panadero R, Solà-Ruiz MF (2015) Vertical preparation for fixed prosthesis rehabilitation in the anterior sector *Journal of Prosthetic Dentistry* 114(4) 474-478.
- [58] Agustin-Panadero R, Sola-Ruiz MF, Chust C, & Ferreiroa A (2016) Fixed dental prostheses with vertical tooth preparations without finish lines : a report of two patients *Journal of Prosthetic Dentistry* 115(5) 520-526.
- [59] M. E. Gonzalez Bonilla, "Análisis clínico retrospectivo a cinco años de restauraciones de prótesis fija dentosoportadas preparadas sin línea de terminación," 2020.
- [60] Biologically oriented preparation technique (BOPT) : une nouvelle proposition pour le rapport entre restauration et parodonte. (s. d.-b). <https://www.editionsmdp.fr/revue>

[s/clinic/article/n-394/biologically-oriented-preparation-technique-b-opt-une-nouvelle-proposition-poura-lea-rapport-entrea-restauration-e-ta-parodonte-CLI4110379.html](https://www.clinic/article/n-394/biologically-oriented-preparation-technique-b-opt-une-nouvelle-proposition-poura-lea-rapport-entrea-restauration-e-ta-parodonte-CLI4110379.html)

- [61] Echegaray Yankova and L. Alvarez Bernad, "Manejo del paciente con pérdida de dimensión vertical. comparativa entre técnica bopt y técnica mediante linea de terminacion horizontal. a proposito de dos casos." Repositorio Universidad de Zaragoza,2019
- [62] X. Rodriguez, X. Vela, M. Segala, J. Pérez, L. Pons, and I. Loi, "Examen histologico humano de la respuesta de los tejidos al tallado vertical y provisionalizacion inmediata (bopt). fundamento biologico." *Periodoncia Clinica*, vol. 5, pp. 47-62,2019.
- [63] G. Paniz, M. Zarow, J. Nart, M. Pena, G. Coltro, C. Tomasi, and E. Bressan, "Dual-center cross-sectional analysis of periodontal stability around anterior all-ceramic crowns with a feather-edge or chamfer subgingival preparation. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, vol. 40, no. 4, 2020.
- [64] X. Rodriguez, X. Vela, M. SEGALA, J. PEREZ, L. PONS, and I. LOI, "Examen histologico humano de la respuesta de los tejidos al tallado vertical y provisionalizacion inmediata (bopt). fundamento biologico." *Periodoncia Clonica*, vol. 5, pp. 47–62, 2019.
- [65] H. Kaur, S. Singhtomar, and P. Dhawan, "Vertical preparation : Biologically oriented preparation technique (bopt)," *Journal of Pierre Fauchard Academy (India Section)*, vol. 36, no. 1, pp. 00–00, 2022.
- [66] Agustín-Panadero R., Bustamante-Hernández N., Labaig-Rueda C., Fons-Font A., Fernández-Estevan L., Solá-Ruiz M.F. Influence of Biologically Oriented Preparation Technique on Peri-Implant Tissues; Prospective Randomized Clinical Trial with Three-Year Follow-Up. Part II : Soft Tissues. *Journal of Clinical Medicine* [En ligne]. 2019 déc [consulté le 03/06/2025];8(12) :2223. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/jcm8122223.mdpi.com+2mdpi.com+2slideshare>
- [67] Walter B. Prothèse fixée : approche clinique. 2^e éd. Paris : Éditions CdP ; 2024.
- [68] Loi I, Di Felice A. Biologically oriented preparation technique (BOPT) : a new approach for prosthetic restoration of periodontically healthy teeth. *Eur J Esthet Dent*. 2013;8(1) :10–23.[ykdent.com.tw+6researchgate.net+6resea](https://www.ykdent.com.tw+6researchgate.net+6resea)

- [69] Lang, N. P., & Tonetti, M. S. (2003). Periodontal risk assessment (PRA) for patients in supportive periodontal therapy (SPT). *Oral Health & Preventive Dentistry*, 1(1), 7–16.
- [70] Carranza, F. A., Newman, M. G., Takei, H., & Klokkevold, P. R. (2015). *Carranza's Clinical Periodontology*. Elsevier Health Sciences.
- [71] Gargiulo, A. W., Wentz, F. M., & Orban, B. (1961). Dimensions and relations of the den-
toringival junction in humans. *Journal of Periodontology*, 32(3), 261–267.
- [72] Nogueira-Filho, G. R., et al. (2012). Influence of periodontal status and restorative margins
on the survival of abutment teeth : A 5-year retrospective study. *Journal of Prosthodontics*,
21(6), 460–464.
- [73] Parma-Benfenati, S., Fugazzotto, P. A., & Rubin, C. (1985). The double probe technique :
A method for evaluating the relationship between the gingival margin and the crestal bone.
The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 5(5), 56–65.
- [74] Monnet-Corti V, Pignoly M, Melloul S, Frémont M. Examen clinique parodontal avant
chirurgie plastique parodontale. *EMC - Médecine buccale* 2020;0(0) :1-7 [Article 28-110-
T-10].
- [75] Das, G.; Ahmed, A.R.; Suleman, G.; Lal, A.; Rana, M.H.; Ahmed, N.; Arora, S. A
Comparative Evaluation of Dentogingival Tissue Using Transgingival Probing and Cone-
Beam Computed Tomography. *Medicina* 2022, 58, 1312. [https://doi.org/10.3390/
medicina58091312](https://doi.org/10.3390/medicina58091312)
- [76] Miller S. C., *Textbook of Periodontia*, 3rd edition, The Blakiston Co., Philadelphia and
Toronto,1950.
- [77] Ercoli C, Caton JG. Dental prostheses and tooth-related factors. *J Clin Periodontol*
2017;45 :S207–18.
- [78] Kois JC. Altering gingival levels : The restorative connection. Part I : Biologic variables.
J Esthet Restor Dent. 2004;16(3) :157–167.
- [79] Parma-Benfenati S, Fugazzotto PA, Rubin MP. The effect of restorative margins on the
postsurgical development and nature of the periodontium. *Int J Periodontics Restor Dent*.
1985;5(5) :30–51.

- [91] Reine Blanche. "Préparations verticales en chirurgie esthétique : avantages et techniques." Blog Reine Blanche, 12 Dec. 2023, <https://www.reineblanche.fr/blog-preparations-verticales/>
- [92] Assila L, El Figuigui L, Soualhi H, El Yamani A. La prothèse provisoire fixée par technique directe : une solution d'urgence. *Annales de l'Odontologie et de Stomatologie (AOS)*. 2014 Sep;269 :10–15. Disponible sur : <https://doi.org/10.1051/aos/2014303>
- [93] Van Cauwelaert D. From mock-up to provisional restorations : A step-by-step guide to bis-acryl resins [Internet]. *Style Italiano*; 2021 [cité 2025 juin 28]. Disponible sur : <https://www.styleitaliano.org/from-mock-up-to-provisional-restorations-a-step-by-step-guide-to-bis-acryl-resins/>
- [94] Serra-Pastor B, Bustamante-Hernández N, Fons-Font A, Solá-Ruíz MF, Revilla-León M, Agustín-Panadero R. Periodontal behavior and patient satisfaction of anterior teeth restored with single zirconia crowns using a biologically oriented preparation technique : a 6-year prospective clinical study. *J Clin Med* [En ligne]. 2021 août [consulté le 24/05/2025];10(16) :3482. Disponible sur : <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/16/3482>.
- [95] Scutellà F. *Preparazioni verticali : analisi scientifica e metodologia clinica*. Italie : Quintessenza Edizioni ; 2022.
- [96] Serra-Pastor et al, Periodontal and prosthetic outcomes on teeth prepared with biologically oriented preparation technique : a 4-year follow-up prospective clinical study. / *journal of prosthodontic research* 63 (2019) 415–420
- [97] Zhermack, & Zhermack. (2024c, juillet 24). La BOPT : principes de préparation dentaire. *Zhermack Dental Magazine*. <https://magazine.zhermack.com/fr/etude-fr/technique-bopt-preparation-orientee-biologiquement/>
- [98] Zhermack, & Zhermack. (2023b, décembre 5). Restauration provisoire pré-limage : la technique directe-indirecte. *Zhermack Dental Magazine*. <https://magazine.zhermack.com/fr/laboratoire-fr/technique-directe-indirecte-restauration-provisoire-pre-limage/>

- [99] Loi I. BOPT Technique, Sweden & Martina 2013.
- [100] X. Rodriguez, X. Vela, M. SEGALA, J. PEREZ, L. PONS, and I. LOI, "Examen histológico humano de la respuesta de los tejidos al tallado vertical y provisionalización inmediata (bopt). fundamento biológico." *Periodoncia Clínica*, vol. 5, pp. 47–62, 2019.
- [101] C. Susin, T. Fiorini, J. Lee, J. A. De Stefano, D. P. Dickinson, and U. M. Wikesjo, "Wound healing following surgical and regenerative periodontal therapy," *Periodontology* 2000, vol. 68, no. 1, pp. 83–98, 2015.
- [102] Sculean A, Gruber R, Bosshardt DD. Soft tissue wound healing around teeth and dental implants. *J Clin Periodontol*. avr 2014;41 Suppl 15 :S6-22.
- [103] Sculean A, Gruber R, Bosshardt DD. Soft tissue wound healing around teeth and dental implants. *J Clin Periodontol*. avr 2014;41 Suppl 15 :S6-22.
- [104] Source : Auteur, Études cliniques BOPT, 2019.
- [105] Sanchez H. Doit-on encore considérer la préparation périphérique conventionnelle ? [thèse]. Lyon : Université Claude Bernard Lyon 1, UFR d'Odontologie ; 2023.
- [106] E. Bruna and A. Fabianelli, Fixed prosthesis with vertical margin closure : A rational approach to clinical treatment and laboratory procedures." Edra, 2016.
- [107] Guillou A. Intégration tissulaire des restaurations prothétiques : apport de la préparation verticale type BOPT [thèse]. Marseille : Université d'Aix-Marseille, UFR d'Odontologie ; 2017. Thèse n° Chir-dent-2017_Guillou
- [108] BOPT Provisionals and Impression - YouTube [Internet]. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=0wfs6CFX2wk>
- [109] Gless D. Les empreintes en prothèse fixée : connaître les propriétés du matériau pour éviter les pièges liés à son utilisation [thèse]. Nancy : Université de Lorraine, Faculté de chirurgie dentaire ; 2018. 109 p. Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297622v1/document>
- [110] https://www.researchgate.net/figure/Final-impression-of-the-mandibular-arch-using-single-step-putty-wash-impression-technique_fig4_363580283

- [111] Kulzer GmbH. (n.d.). Variotime Tips & Tricks Guide – Two-Step Technique. Kulzer GmbH. Retrieved June 8, 2025.
- [112] Soenen AY, Pia JP, d’Incau E. Empreintes conventionnelles versus empreintes optiques pour restaurations céramo-céramiques. *L’Information Dentaire*. 2015 ;97(29) :44–50. Disponible sur : <https://www.researchgate.net/publication/281935181>
- [113] <https://www.information-dentaire.fr/actualites/empreinte-conventionnelle-ou-numerique/>
- [114] Descamp F. Pratique de l’empreinte en prothèse fixée : du pilier naturel à l’implant, des techniques classiques à la CFAO. 2012. PARIS : Ed CdP. 137 p.
- [115] Moussaly C, Coudray L, Attal JP. L’empreinte optique. *Altern* 2007 ; 33 : 23-32.
- [116] Patroni S, Chiodera G, Caliceti C, Ferrari P. CAD/CAM technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent*. 2010;5(1) :78-100.
- [117] Poujade JM, Zerbib C, Serre D. Céramiques dentaires. *EMC-Dent*. 2004 ;1(2) :101-17.
- [118] Kelly JR. Dental ceramics : what is this stuff anyway? *J Am Dent Assoc* 1939. 502008 ;139(9) :4S-7S.
- [119] Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry : historical evolution and current practice. *Aust Dent J*. juin 2011 ;56 Suppl 1 :84-96.
- [120] « Le point sur les matériaux » par Jacques Dejou - RETOUR sur la Journée « Les céramiques : mode d’emploi » - Comptes - rendus des journées de formation - SOP. (n.d.). Retrieved from : <https://www.sop.asso.fr/les-journees/comptes-rendus/83-retour-sur-la-journee-les-ceramiques-mode-d-emploi/1>
- [121] Laurent M, Aboudharam G, Laplanche O, Laborde G. Céramiques sans armature métallique : quels procédés pour quelles indications ? *Cah Prothèse*. 2002 ;119 :7-15.
- [122] VERFAILLE L. Le monolithique en disilicate en lithium et en zircon : intérêts dans les reconstitutions coronaires périphériques en prothèse fixée unitaire [Thèse de doctorat]. Université de Lille ;2018.

- [123] Sakrana AA. In vitro evaluation of the marginal and internal discrepancies of different esthetic restorations. *J Appl Oral Sci.* 2013 ;21(6) :575-80.
- [124] Dejou J. Les céramiques - Société francophone des biomatériaux dentaires. Campus Cérimés. Disponible sur : <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/cap17/site/html/index.html>
- [125] Perelmuter S, Cooman JD, Degrange M, Lelievre F, Lecardonnell A, M. Pompignoli, et al. Les céramo-céramiques. 2ème édition. Dossier ADF. janv 2011.
- [126] Samama Y, Coudray L, Dejou J. Dossier Céramique - Les matériaux. *Inf Dent.* 24 Novembre 2010;(41/42) :34-44.
- [127] Bennasar B, Jacquot B, Margerit J, Lethuillier J, Fages M, Felenc S. Quelle zircone en odontologie prothétique ? *Inf Dent.* 26 Mai 2010 ;92(21) :10-16.
- [128] Walter, B. (avec la collab. de P. Barthet, P. De March, D. Dot, M. Fages, L. Le Guehenec, B. Jacquot, G. Laborde, O. Laplanche, C. Launois, O. Laviolle, S. Lemoine, C. Millet, & D. Offner; préface de I. Sailer). *Prothèse fixée : Approche clinique.* Éditions CdP.
- [129] Abdat. A, Bouchair. A, Bouchelkia .L, Brahimi. R, Doui. F, Ramdani. I . Le numérique en prothèse fixée [Mémoire de fin d'étude]. Faculté de Médecine , Département de médecine dentaire, USD Blida ; 2023.
- [130] Sastre T, Alric S, Chapuis X, Claverie Ch, Duminil G, Elkaim D, Etienne O, Fortin T, Giacomelli Ch, Hitmi L, Maxime J, Li D, Mariani Ph, Moussally Ch, Pennard J, La dentisterie numérique, 2021.
- [131] Hosmalin R, conception et réalisation de prothèse fixée par CFAO indirecte médecine humaine et pathologie , 2015. <http://www.sop.asso.fr/ros/revue-odonto-stomatologique/ROS0000336>.
- [132] Frédéric MENDY. Eleonora AMAT DI SAN FILIPPO. Ignazio LOI. Franck DECUP. Biologically oriented preparation technique (BOPT) : une nouvelle proposition pour le rapport entre restauration et parodonte.

- [133] Prospective Clinical Study of Zirconia Full-coverage Restorations on Teeth Prepared With Biologically Oriented Preparation Technique on Gingival Health : Results After Two-year Follow-up.
- [134] Les ciments verres ionomères en odontologie conservatrice : données actuelles Cécile Gebhard.
- [135] Técnica de preparação e reabilitação B.O.P.T. Referencias Bibliograficas : Abad-Coronel, C., Manosalvas, J. V., Sarmiento, C. P., Esquivel, J., Loi, I., & Pradiés, G. (2022).
- [136] H. Kaur, S. Singhtomar, and P. Dhawan, Vertical preparation : Biologically oriented preparation technique (bopt)," Journal of Pierre Fauchard Academy (India Section), 2022.
- [137] BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) et gestion des tissus parodontaux dans le cadre de la mise en place d'une supra-structure prothétique Anthyme Chesne-Cotrel.
- [138] Ines Hayoun, Actualisation des connaissances sur les limites de préparations verticales en prothèse fixée : les vertiprep
- [139] Engler WO, Ramfjord SP, Hiniker JJ. Healing following simple gingivectomy. A tritiated thymidine radioautographic study. I. Epithelialization. J Periodontol. 1966;37(4) :298-308.
- [140] Ramfjord SP, Engler WO, Hiniker JJ. A radioautographic study of healing following simple gingivectomy. II. The connective tissue. J Periodontol. 1966;37(3) :179-89.
- [141] Novaes AB, Kon S, Ruben MP, Goldman HM. Visualization of the microvascularization of the healing periodontal wound. 3. Gingivectomy. J Periodontol. juin 1969;40(6) :359-71.
- [142] Sculean A, Gruber R, Bosshardt DD. Soft tissue wound healing around teeth and dental implants. J Clin Periodontol. avr 2014;41 Suppl 15 :S6-22.
- [143] Agustín-Panadero R, Martín-de Llano JJ, Fons-Font A, Carda C. Histological study of human periodontal tissue following biologically oriented preparation technique (BOPT). J Clin Exp Dent. juin 2020;12(6) :e597-602.

- [144] Amesti A, Agustín-Panadero R, Solá-Ruiz MF, Fernández-Estevan L, Amezua X, Alonso J. Influence of Angulation in Cervical Prosthetic Emergences Relative to the Gingival Tissue of Teeth Treated under the Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT). *Appl Sci*. 15 juin 2020;10 :4108.
- [145] Gerdolle D, Martin G. Préparation verticales pour couronnes et faux-moignons en composite fibré sans tenon : les 10 points clés. *BioMatériaux Clin*. 2023 ;8(1) :72-86.
- [146] COTREL .C , BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) et gestion des tissus parodontaux dans le cadre de la mise en place d'une supra-structure prothétique, HAL Id : dumas-04466319 : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04466319v1> ; 2024
- [147] D. Echegaray Yankova and L. Alvarez Bernad, " Manejo del paciente con pérdida de dimension vertical. comparativa entre técnica bopt y técnica mediante linea de terminacion horizontal. a proposito de dos casos ". Repositorio Universidad de Zaragoza, 2019.
- [148] S. Patroni, G. Chiodera, C. Caliceti, and P. Ferrari, /Cad/cam technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation." *European Journal of Esthetic Dentistry* ", vol. 5, no. 1, 2010.
- [149] Echegaray Yankova D. Comparison Between the Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT) and the Horizontal Preparation Technique. About a Case. *Acta Scientific Dental Sciences*. 2022 Feb ;6(2) :95–102.
- [150] Morini C., Franchini L., Saratti C. M. (2025). Defining margins and emergence profile in vertical preparations : A digital technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
- [151] BeloGrad Academy. (s.d.). Comparaison visuelle entre préparation verticale (BOPT) et horizontale en prothèse conjointe
- [152] Estrade D. Limites cervicales. *L'Information Dentaire* [Internet]. 2014 Jun 25 [cited 2025 Jun 26]; Disponible sur : <https://www.information-dentaire.fr/formations/limites-cervicales%E2%80%89/>
- [153] Hira Dental Lab. Feather edge vs Chamfer. Disponible sur : <https://www.facebook.com/HiraDentalLab/videos/696908024004241>

[154] Reine Blanche. Les préparations verticale : une révolution dans la dentisterie moderne.

Reine Blanche. Disponible sur : <https://www.reineblanche.fr/blog-preparations-verticales/>

Résumé

La BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) est une technique de préparation verticale biologiquement orientée, permettant d'obtenir des restaurations prothétiques à la fois plus esthétiques et respectueuses des tissus gingivaux. Elle se distingue par l'absence de ligne de finition horizontale, favorisant ainsi un guidage naturel de la cicatrisation gingivale.

Introduite par le Dr Ignazio Loi en 2013, cette méthode repose sur une préparation verticale conventionnelle associée à un « gingitage », c'est-à-dire une préparation gingivale spécifique. L'absence de limite cervicale, combinée à la position intra-sulculaire des préparations, nécessite une collaboration étroite entre le praticien et le prothésiste dentaire pour garantir la précision et la réussite du traitement.

Dans le cadre de ce travail, nous avons cherché à détailler cette technique et à comprendre la biologie des tissus mous impliqués. Nous avons présenté ses avantages, ses inconvénients, le protocole de réalisation ainsi que les étapes clés de sa mise en œuvre. Ce travail a été encadré par notre Maître-assistant en prothèse dentaire, Dr Baouali, en collaboration avec un technicien de laboratoire, ce qui nous a offert l'opportunité d'analyser de près les aspects techniques spécifiques à cette méthode.

Abstract

The BOPT (Biologically Oriented Preparation Technique) is a biologically oriented vertical preparation technique that enables the creation of prosthetic restorations that are both more aesthetic and respectful of the gingival tissues. It is characterized by the absence of a horizontal finish line, thereby promoting a natural guidance of gingival healing.

Introduced by Dr Ignazio Loi in 2013, this method is based on a conventional vertical preparation combined with a "gingitage," which refers to a specific gingival preparation. The absence of a cervical margin, along with the intra-sulcular positioning of the preparations, requires close collaboration between the clinician and the dental technician to ensure precision and treatment success.

Within the scope of this work, we aimed to detail this technique and understand the biology of the involved soft tissues. We presented its advantages, disadvantages, the protocol for implementation, as well as the key steps leading to its success. This project was supervised by our Assistant Professor in Prosthodontics, Dr Baouali, in collaboration with a dental laboratory technician, which gave us the opportunity to closely examine the technical aspects specific to this method.

Mots clés

- BOPT
- Prothèse conjointe fixée
- Préparation verticale
- Profil d'émergence
- Gencive marginale
- Contour gingival
- préparation horizontale
- Esthétique dentaire
- prothèse provisoire
- prothèse

Keywords

- BOPT
- Fixed prosthesis
- Vertical preparation
- Emergence profile
- Marginal gingiva
- Gingival contour
- Horizontal preparation
- Dental esthetics
- Provisional prosthesis
- Prosthesis