



UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance 2022

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 22/11/2022

Par Charline FRUITIER

Née le 07 novembre 1995 à Dieppe

Limites de préparation verticale : données actuelles

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pascal BEHIN

Assesseurs : Monsieur le Docteur Philippe BOITELLE

Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT

Monsieur le Docteur Corentin DENIS

| | | |
|--|---|-----------------|
| Président de l'Université | : | Pr. R. BORDET |
| Directrice Générale des Services de l'Université | : | M-D. SAVINA |
| Doyen UFR3S | : | Pr. D. LACROIX |
| Directrice des Services d'Appui UFR3S | : | G. PIERSON |
| Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S | : | Pr. C. DELFOSSE |
| Responsable des Services | : | M. DROPSIT |
| Responsable de la Scolarité | : | G. DUPONT |

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

| | |
|--------------------|---|
| K. AGOSSA | Parodontologie |
| P. BEHIN | Prothèses |
| T. COLARD | Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| C. DELFOSSE | Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S Odontologie Pédiatrique |
| E. DEVEAUX | Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie |

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

| | |
|--------------------|---|
| T. BECAVIN | Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| A. BLAIZOT | Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale. |
| P. BOITELLE | Responsable du Département de Prothèses |
| F. BOSCHIN | Responsable du Département de Parodontologie |
| E. BOCQUET | Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale |
| C. CATTEAU | Responsable du Département de Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale. |
| X. COUTEL | Biologie Orale |
| A. de BROUCKER | Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| M. DEHURTEVENT | Prothèses |
| T. DELCAMBRE | Prothèses |
| F. DESCAMP | Prothèses |
| M. DUBAR | Parodontologie |
| A. GAMBIEZ | Dentisterie Restauratrice Endodontie |
| F. GRAUX | Prothèses |
| C. LEFEVRE | Prothèses |

| | |
|----------------------|--|
| M. LINEZ | Dentisterie Restauratrice Endodontie |
| T. MARQUILLIER | Odontologie Pédiatrique |
| G. MAYER | Prothèses |
| L. NAWROCKI | Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille |
| C. OLEJNIK | Responsable du Département de Biologie Orale |
| P. ROCHER | Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| L. ROBBERECHT | Dentisterie Restauratrice Endodontie |
| M. SAVIGNAT | Responsable du Département des Fonction- Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux |
| T. TRENTESAUX | Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique |
| J. VANDOMME | Prothèses |

Règlementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Remerciements

Aux membres du jury ...

Monsieur le Professeur Pascal BEHIN

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD *Section
Réhabilitation Orale
Département Prothèses*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université Paris DESCARTES (Paris V) Habilitation à
Diriger des Recherches (Université de Lille)

Certificat d'Etudes Supérieures de Biomatériaux dentaires (Paris V) Certificat
d'Etudes Supérieures de Prothèse Fixée (Paris V)

Monsieur le Docteur Philippe BOITELLE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Habilitation à Diriger des Recherches (Université de Lille)

Docteur de l'Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité. Spécialité : Mécanique des matériaux.

Master 2 recherche Biologie et Santé, mention Biologie cellulaire et biologie quantitative – Université Lille2

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales – Université Lille2

CES d'Odontologie Prothétique option Prothèse fixée – Université Paris Descartes

Prix 2006 Annual Scholarship Award for outstanding academic achievements in dentistry – Pierre Fauchard Academy Foundation – New-York – U.S.A

Responsable du Département de Prothèses

Responsable de l'Unité Fonctionnelle de Prothèse

Responsable du DU Biomimétique, Esthétique et Numérique (Lille) Chargé de mission à la Formation Continue

Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT

Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Chargée de mission Nouvelles Technologies

Monsieur le Docteur Corentin DENIS

**Maître de Conférences des Universités (Associé) – Praticien Hospitalier des
CSERD *Section Réhabilitation Orale*
*Département Prothèses***

Docteur en Chirurgie Dentaire
Master II « Sciences du médicaments » - Parcours « Dispositifs Médicaux –
Biomatériaux » - Université Lille2
C.E.S Prothèses Fixées – Université d'Aix-Marseille

Je dédie cette thèse ...

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Index des abréviations | 16 |
| Introduction | 17 |
| 1 Contexte actuel | 18 |
| 1.1 Les préparations dentaires en prothèse fixée | 18 |
| 1.1.1 Définitions | 18 |
| 1.1.1.1 Préparation coronaire périphérique | 18 |
| 1.1.1.2 Limite de préparation | 18 |
| 1.1.1.3 Axe de préparation | 19 |
| 1.1.1.4 Intrados | 19 |
| 1.1.1.5 Adaptation marginale | 19 |
| 1.1.1.5.1 Surcontour | 19 |
| 1.1.1.5.2 Sous contour | 19 |
| 1.1.1.5.3 Hiatus marginal | 19 |
| 1.1.2 Les impératifs matériaux | 20 |
| 1.1.2.1 Les céramiques | 20 |
| 1.1.2.1.1 La vitrocéramique | 20 |
| 1.1.2.1.2 La zircone | 20 |
| 1.1.2.2 Les techniques de fabrication | 21 |
| 1.2 L'environnement parodontal | 22 |
| 1.2.1 La gencive | 22 |
| 1.2.2 Le sulcus | 23 |
| 1.2.3 L'attache épithélio-conjonctive | 23 |
| 1.2.4 L'espace biologique | 23 |
| 1.2.5 Impact des limites cervicales sur le parodonte | 24 |
| 2 Les limites de préparation | 25 |
| 2.1 Limites de préparation horizontale | 25 |
| 2.1.1 Situation des limites | 25 |
| 2.1.1.1 Situation supragingivale | 26 |
| 2.1.1.2 Situation juxtagingivale | 26 |
| 2.1.1.3 Situation intrasulculaire | 26 |
| 2.1.2 Différents types de limites de préparation horizontale | 27 |
| 2.1.2.1 Définition | 27 |
| 2.1.2.2 L'épaulement | 27 |
| 2.1.2.2.1 L'épaulement à 135° | 27 |
| 2.1.2.2.2 L'épaulement à 90° | 28 |
| 2.1.2.2.3 L'épaulement droit à angle interne arrondi | 29 |
| 2.1.2.3 Le congé | 29 |
| 2.1.2.3.1 Le congé quart d'ovale | 30 |
| 2.1.2.3.2 Le congé quart de rond | 30 |
| 2.1.2.4 Les finitions angulaires | 31 |
| 2.1.2.4.1 Le biseau | 31 |
| 2.1.2.4.2 Le chanfrein | 32 |
| 2.1.3 Avantages des limites de préparation horizontale | 32 |
| 2.1.4 Inconvénients des limites de préparation horizontale | 33 |
| 2.1.4.1 Répercussions des limites de préparation horizontale sur le parodonte | 33 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 2.1.4.2 | Répercussions des limites de préparation horizontale sur la dent | 34 |
| 2.2 | Limites de préparation verticale..... | 35 |
| 2.2.1 | Définitions..... | 35 |
| 2.2.2 | Différents types de finitions verticales | 37 |
| 2.2.2.1 | Bord de plume..... | 37 |
| 2.2.2.2 | Lame de couteau | 38 |
| 2.2.2.3 | Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT) | 38 |
| 2.2.2.3.1 | Historique..... | 38 |
| 2.2.2.3.2 | Définition | 39 |
| 2.2.2.3.2.1 | <i>Préparation dentaire</i> | 39 |
| 2.2.2.3.2.2 | <i>Préparation gingivale</i> | 39 |
| 2.2.2.3.3 | Avantages | 40 |
| 2.2.2.3.4 | Inconvénients..... | 40 |
| 2.2.3 | Protocole de réalisation d'une restauration avec préparation BOPT ... | 40 |
| 2.2.3.1 | Préparation | 40 |
| 2.2.3.1.1 | Matériels | 40 |
| 2.2.3.1.2 | Préparation dentaire et gingivale | 41 |
| 2.2.3.2 | Prothèse transitoire..... | 43 |
| 2.2.3.3 | Empreinte..... | 45 |
| 2.2.3.3.1 | Empreinte physique | 46 |
| 2.2.3.3.2 | Empreinte numérique..... | 46 |
| 2.2.3.4 | Étape de laboratoire..... | 47 |
| 2.2.3.5 | Assemblage | 47 |
| 3 | Limites de préparation verticale – données acquises de la science | 49 |
| 3.1 | Réponse du parodonte : IP, IG, PDP, BOP, récessions | 50 |
| 3.1.1 | Données présentant des conséquences négatives des préparations verticales sur le parodonte | 50 |
| 3.1.2 | Données présentant des conséquences positives sur le parodonte ... | 51 |
| 3.1.2.1 | Des anciennes préparations verticales | 51 |
| 3.1.2.2 | Du BOPT..... | 52 |
| 3.1.3 | Les préparations verticales utilisées en implantologie | 53 |
| 3.2 | Adaptation : marginale, interne et occlusale..... | 54 |
| 3.2.1 | Influence de la ligne de finition sur l'adaptation marginale et occlusale des restaurations..... | 54 |
| 3.2.2 | Impact des matériaux de restauration sur l'adaptation des restaurations | 55 |
| 3.2.3 | Impact des matériaux d'assemblage sur l'adaptation des restaurations | 56 |
| 3.3 | Résistance mécanique | 57 |
| 3.3.1 | En fonction du type de préparation..... | 57 |
| 3.3.2 | En fonction de l'épaisseur du matériau | 58 |
| 3.4 | Économie tissulaire | 59 |
| 3.5 | Esthétique et satisfaction du patient..... | 60 |
| 3.6 | Mise en œuvre et conception | 62 |
| 3.7 | Longévité..... | 64 |
| 3.7.1 | Les déterminants de la durée de vie des restaurations..... | 64 |
| 3.7.1.1 | Le matériau de restauration | 64 |
| 3.7.1.2 | La localisation de la restauration | 64 |
| 3.7.1.3 | Le matériau d'assemblage..... | 65 |
| 3.7.2 | Les causes d'échecs | 65 |

| | |
|--|-----------|
| Conclusion | 67 |
| Références bibliographiques | 69 |
| Table des illustrations | 76 |

Index des abréviations

BOP : saignement au sondage
BOPT : biologically oriented preparation technique
CC : couronne coulée
CCC : couronne céramo-céramique
CCM : couronne céramo-métallique
CDA : California Dental Association
CFAO : conception et fabrication assistée par ordinateur
EVA : échelle visuelle analogique
ICM : intercuspidation maximale
IG : indice gingival
IP : indice de plaque
JEC : jonction émail-cément
LMG : ligne muco-gingivale
PPD : profondeur de poche

Introduction

Les restaurations prothétiques sont des soins très fréquemment réalisés dans la pratique de la chirurgie dentaire. Le succès de ces restaurations est en grande partie déterminé par la limite cervicale. C'est pourquoi le choix de cette limite est primordial.

Deux types de préparations s'offrent aux praticiens : les préparations horizontales et les préparations verticales. Les préparations horizontales sont préférées depuis de nombreuses années en raison des nombreux inconvénients reprochés aux limites verticales, notamment en ce qui concerne le parodonte.

Cependant, l'art de la dentisterie étant en constante évolution, de nouvelles techniques et de nouveaux matériaux ont permis de reconsidérer les préparations verticales qui étaient jusqu'alors mises de côté. De plus, la profession tend vers une économie tissulaire maximale ce qui justifie également l'intérêt pour ces préparations minimales.

Ce travail a pour objectif de savoir si les préparations verticales peuvent être une alternative prometteuse aux préparations horizontales.

Trois parties composent ce travail, la première abordera les notions essentielles en prothèse fixée concernant les préparations dentaires, les matériaux utilisés et l'environnement parodontal. La deuxième partie expliquera et détaillera les deux types de limites avec d'une part, les préparations horizontales et d'autre part, les préparations verticales. Elle introduira également une nouvelle technique appelée Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT) qui associe préparation verticale et préparation gingivale. Enfin, la troisième et dernière partie traitera des données acquises de la science sur les préparations verticales selon plusieurs critères en comparaison avec les préparations horizontales.

1 Contexte actuel

1.1 *Les préparations dentaires en prothèse fixée*

1.1.1 Définitions

1.1.1.1 *Préparation coronaire périphérique*

La préparation coronaire périphérique concerne la couronne dentaire et correspond à la forme de la dent après avoir été taillée par le praticien afin de recevoir une couronne prothétique. Elle doit respecter plusieurs principes [1] :

- la rétention : ensemble des facteurs s'opposant à la désinsertion de la restauration ;
- la stabilisation : ensemble des facteurs s'opposant aux mouvements transversaux de la restauration ;
- la précision des limites de préparation : au niveau de sa réalisation, de la prise d'empreinte et de l'adaptation de la couronne ;
- le maintien de la santé parodontale tout au long de la durée de vie de la restauration ;
- l'économie tissulaire : l'objectif est d'éliminer le moins de tissu dentaire possible.

1.1.1.2 *Limite de préparation*

La limite de préparation est la zone située entre la partie non préparée et le point le plus apical de la partie préparée de la dent. C'est le « lieu de rencontre et de cohabitation » du tissu dentaire, gingival, de l'attache épithéliale et du matériau prothétique [2].

Il existe deux types de limites de préparation en prothèse fixée : les limites horizontales et les limites verticales. Elles sont définies par Pardo [3]. Elles peuvent être utilisées aussi bien pour accueillir des couronnes périphériques à recouvrement total ou des bridges, que pour des reconstitutions prothétiques partielles telles que des facettes, des veneerlays, des endocouronnes et des overlays.

1.1.1.3 Axe de préparation

La préparation doit se faire selon un axe choisi pour devenir l'axe d'insertion de la couronne. Il doit être, si possible, parallèle au grand axe de la dent afin de dégrader le moins de substance dentaire possible et ainsi préserver la vitalité pulpaire. Cet axe tient compte des dents adjacentes, des dents antagonistes et du couloir prothétique [4].

1.1.1.4 Intradors

L'intradors correspond à la surface interne d'une restauration prothétique se trouvant au contact des tissus dentaires préparés [5].

1.1.1.5 Adaptation marginale

1.1.1.5.1 Surcontour

Le surcontour est une sur-extension de la restauration prothétique dans le sens horizontal. Dans ce cas, la limite prothétique s'étend au-delà de la limite cervicale de la préparation [5].

1.1.1.5.2 Sous contour

Le sous contour s'oppose au surcontour car il correspond à un retrait de la limite prothétique par rapport à la limite cervicale de la préparation dans le sens horizontal [5].

Ces deux situations sont iatrogènes car elles induisent une réaction négative des tissus mous environnants.

1.1.1.5.3 Hiatus marginal

Le hiatus marginal est l'espace entre la restauration prothétique et la surface dentaire [5]. Il doit être le plus étroit possible pour que la restauration soit adaptée à la préparation et qualifiée de conforme.

1.1.2 Les impératifs matériaux

1.1.2.1 Les céramiques

Pendant de nombreuses années, les matériaux utilisés pour reconstituer une structure dentaire ont été les alliages à savoir les métaux précieux ou non précieux.

Puis, en 1960, sont apparues les céramiques dites conventionnelles. Elles ont permis de reproduire de manière plus fiable et plus durable l'aspect de la dent tout en conservant une couche d'alliage au niveau de l'intrados. Il s'agit alors de l'apparition des couronnes céramo-métalliques [6].

La céramique se compose de deux phases, l'une minérale et l'autre cristalline, en plus ou moins grande quantité selon le type de céramique.

1.1.2.1.1 La vitrocéramique

La vitrocéramique fait partie de ces céramiques conventionnelles et est, à ce jour, fréquemment utilisée pour les restaurations prothétiques. Elle est composée à base d'apatite ou de disilicate de lithium. Elle est initialement à l'état de verre puis est traitée thermiquement pour obtenir une cristallisation partielle. De très bonnes propriétés optiques lui sont conférées par la proportion importante de verre. Ses propriétés mécaniques sont elles aussi correctes grâce aux cristaux [7].

1.1.2.1.2 La zircone

L'introduction de la zircone a permis de supprimer totalement les alliages pour créer une restauration entièrement céramisée. Elle a permis d'améliorer l'intégration biologique et esthétique. La zircone est une céramique oxyde, c'est-à-dire une céramique à haute performance constituée uniquement de cristaux sans phase vitreuse contrairement aux céramiques conventionnelles. Elle se caractérise par une haute résistance à la flexion et à la propagation de fissures [6].

1.1.2.2 Les techniques de fabrication

Pour ces céramiques, les techniques de mise en œuvre sont multiples [6,8,9] :

- la méthode « traditionnelle » pour les restaurations unitaires en céramique feldspathique montée à la main sur un modèle positif puis cuite.
- la méthode « pressée » ou injectée sous pression pour les restaurations en vitrocéramique. Un moule est réalisé à partir d'un wax-up puis la céramique est injectée à haute température dans ce moule.
- la méthode des céramiques infiltrées en deux étapes : l'élaboration d'une structure en céramique pré frittée poreuse c'est-à-dire qui n'a pas été soumise à une élévation de température, puis l'infiltration de la structure par un verre à haute température permettant de combler les porosités. Cette technique est utilisée pour les céramiques infiltrées en alumine.
- la méthode usinée : un bloc ou cylindre de céramique est industriellement fabriqué puis il va être usiné à l'aide d'un système de conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO). De nombreuses céramiques peuvent être usinées notamment les vitrocéramiques, les céramiques infiltrées mais surtout les zircons qui elles, ne peuvent être qu'usinées.

La zircone peut être usinée sous deux formes :

- dense donc totalement frittée et difficile à usiner ;
- poreuse donc seulement pré-frittée et facilement usinable.

L'inconvénient de la forme poreuse est que le frittage complet après usinage provoque une rétraction de 20 à 30% du matériau donc la pièce doit être usinée en surdimension. Cependant, cette forme prévient les conséquences des contraintes mécaniques provoquées par l'usinage. Au contraire, dans la forme dense, des microfissures peuvent apparaître ainsi que des cristaux monocliniques qui engendrent une plus grande susceptibilité à la dégradation à basse température et à la fatigue. De plus, les ajustements par fraisage après frittage sont fortement déconseillés par de nombreux fabricants or, ils sont inévitables car les limites cervicales doivent être affinées par le technicien [6].

Les impératifs des préparations sont donc en contradiction avec ceux des matériaux. L'économie tissulaire est le maître mot pour la préparation des tissus

dentaires tandis que les céramiques impliquent de ménager un espace suffisant pour être résistantes. De plus, pour les restaurations céramo-céramiques, l'infrastructure doit être suffisamment épaisse pour renforcer la céramique cosmétique, qui elle doit également être suffisamment épaisse pour un meilleur rendu esthétique, notamment sur les faces vestibulaires où les fabricants conseillent une réduction minimale de 1,2 mm en cervical [6].

1.2 L'environnement parodontal

1.2.1 La gencive

La gencive est une muqueuse orale épithélio-conjonctive kératinisée (figure 1). Il existe deux types de gencives [10–12]:

- la gencive libre ou marginale : elle n'est pas liée à la dent. Elle s'étend de la projection externe du fond du sulcus jusqu'au sommet de la gencive.
- la gencive attachée : elle fait suite à la gencive libre et est liée à la dent par l'attache épithélio-conjonctive. Elle s'étend de la projection externe du sulcus jusqu'à la ligne muco-gingivale (LMG).

Au-delà de la gencive, sous la LMG, se trouve la muqueuse alvéolaire qui se poursuit jusqu'au fond du vestibule et recouvre la face interne des lèvres ainsi que des joues et le plancher buccal. Contrairement à la gencive, elle n'est pas kératinisée et est mobile par rapport au plan profond.

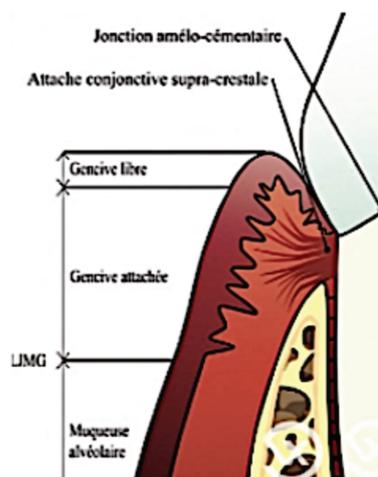


Figure 1 : schéma du parodonte [13].

1.2.2 Le sulcus

Le sulcus aussi appelé sillon gingivo-dentaire, correspond à l'espace virtuel situé entre l'émail et la face interne de la gencive marginale [13].

1.2.3 L'attache épithélio-conjonctive

La gencive attachée est sertie autour des dents par un système d'attache appelé l'attache épithélio-conjonctive.

1.2.4 L'espace biologique

L'espace biologique est décrit par Garguilo et Wentz en 1961 et réévalué par Vacek en 1994 [14]. Il s'agit de l'espace entre le fond du sulcus et le sommet de la crête alvéolaire. Il correspond à l'attache épithélio-conjonctive [4].

Il mesure environ 2,04 mm soit 1,07 mm pour l'attache conjonctive, qui est une valeur relativement constante, et 0,97 mm pour l'attache épithéliale, variable d'un individu à l'autre (figure 2) [15].

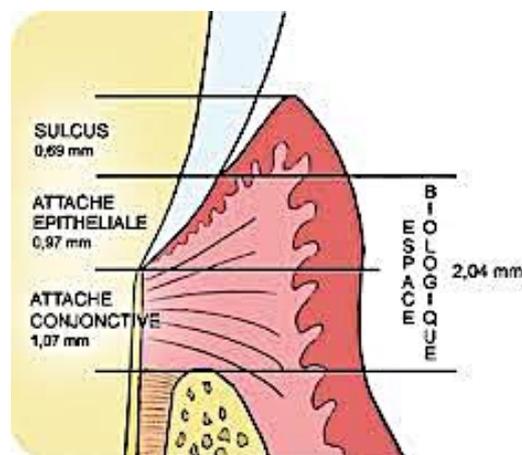


Figure 2 : schéma illustrant l'espace biologique [15].

1.2.5 Impact des limites cervicales sur le parodonte

L'une des complications les plus couramment observées dans le cas des prothèses fixes est la récession gingivale [16]. La récession gingivale ou migration de marge est le processus de déplacement apical du bord marginal gingival au-delà de la jonction email-cément [17]. Elle correspond à la distance en millimètres entre la jonction émail-cément, qui est un point de référence fixe, et le bord marginal de la gencive, qui lui, est un point fluctuant, ayant migré apicalement. Elle est mesurée à l'aide d'une sonde graduée [18].

2 Les limites de préparation

2.1 Limites de préparation horizontale

Les préparations horizontales sont caractérisées par une limite de préparation nette, précise, homogène et bien définie qui permet d'accueillir l'assise du matériau de reconstitution prothétique en épaisseur suffisante. L'épaisseur varie en fonction du matériau utilisé. Pour les couronnes coulées en alliage non-précieux, la réduction dentaire ne doit pas nécessairement être importante, 0,6 à 0,8 mm en cervical suffisent. En revanche, pour d'autres matériaux tels que la céramique, l'épaisseur doit être suffisante pour assurer la résistance du matériau même dans sa partie la plus fine en cervical.

2.1.1 Situation des limites

Les limites de préparation peuvent être supragingivales, juxtagingivales ou intrasulculaires selon les conditions cliniques et les exigences esthétiques du patient (figure 3). Ces différents termes sont utilisés selon l'emplacement de la préparation par rapport au sommet gingival.

Plusieurs critères influencent le choix de la limite [19] :

- le type de dent ;
- le type de restauration envisagée ;
- le type de matériau de restauration ;
- la hauteur de la couronne ;
- la proximité de la dent préparée par rapport aux dents adjacentes ;
- le niveau des tissus mous ;
- le fait qu'il existe déjà ou non une restauration.

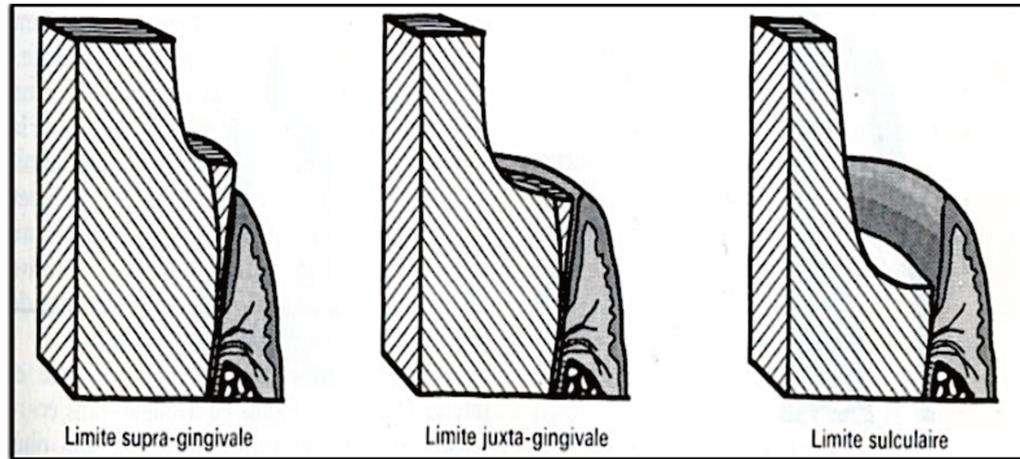


Figure 3 : schéma illustrant les différentes situations de la limite en fonction du sommet gingival [20].

2.1.1.1 Situation supragingivale

Une limite supragingivale se situe coronairement au sommet gingival. D'après de nombreux auteurs, les préparations supragingivales sont les plus respectueuses des tissus parodontaux d'après de nombreux auteurs mais leur indication ne peut pas toujours être posée car elles sont moins esthétiques, moins rétentives et la sustentation est moins importante [21–23].

2.1.1.2 Situation juxtagingivale

Une limite juxtagingivale se situe au niveau du sommet gingival. C'est une situation intermédiaire qui est peu utilisée car elle réunit les inconvénients des deux autres situations sans apporter d'avantage supplémentaire [24].

2.1.1.3 Situation intrasulculaire

Une limite intrasulculaire se situe apicalement au sommet gingival c'est-à-dire dans le sulcus [25].

Les préparations intrasulculaires sont indiquées dans de nombreuses situations cliniques telles que [26] :

- la présence d'une préparation intrasulculaire existante ;
- la présence de caries profondes ;
- une dent courte ;

- une fracture de la dent ;
- la présence d'abfraction, d'abrasion ou d'érosion chimique ;
- une décoloration de la dent ;
- le besoin de rétention et de résistance ;
- le besoin de développer un effet de virole.

Elle est également choisie par le praticien en cas de forte demande esthétique mais elle implique souvent des réactions parodontales indésirables telles qu'une inflammation, des saignements, des poches ou des récessions [16].

2.1.2 Différents types de limites de préparation horizontale

2.1.2.1 Définition

Il existe deux principales formes de limites de préparation horizontale : l'épaule et le congé. Ces limites de préparation peuvent être simples ou complexes. Elles sont complexes lorsqu'elles s'accompagnent de finitions angulaires telles que le biseau ou le chanfrein [2].

2.1.2.2 L'épaule

2.1.2.2.1 L'épaule à 135°

L'épaule à 135° est caractérisé par une ligne droite formant un angle obtus de 135° avec l'axe de préparation (figure 4).

Les avantages de l'épaule à 135° sont la facilité d'enregistrement et de réalisation du fait d'une instrumentation adaptée (fraise diamantée cylindrique chanfreinée). La forme finale est obtenue grâce à l'utilisation de la moitié du diamètre d'une fraise spécialement conçue pour l'épaule à 135°. Il laisse la possibilité d'une réhabilitation par couronne céramo-métallique, permet une économie tissulaire et le respect du parodonte tout en diminuant le risque de contre-dépouille.



Figure 4 : schéma illustrant l'épaule à 135° [25].

Les inconvénients sont l'esthétique modérée, le risque de surcontour et le manque de rétention.

Il est indiqué en cas de hauteur clinique suffisante, de support parodontal réduit et de restaurations multiples.

La seule contre-indication est la couronne coulée (CC) [1,27,28].

2.1.2.2 L'épaulement à 90°

L'épaulement à 90° est caractérisé par une ligne droite formant un angle droit avec l'axe de préparation (figure 5).

Ses avantages sont la visibilité de la limite, l'instrumentation adaptée (fraise diamantée cylindrique bord plat), l'esthétique, la rétention et la compatibilité avec les couronnes céramo-métalliques (CCM).

Les inconvénients sont la difficulté de réalisation, la mutilation importante des tissus dentaires, les contraintes mécaniques supérieures du fait de l'angle vif et l'incompatibilité avec les couronnes céramo-céramiques (CCC).

Il est indiqué pour des éléments unitaires, avec une forte exigence esthétique, une faible hauteur coronaire et un support parodontal suffisant.

Il est contre-indiqué pour des CC et des CCC [1,27,28].



Figure 5 : schéma illustrant l'épaulement à 90° [25].

2.1.2.2.3 L'épaulement droit à angle interne arrondi

L'épaulement droit à angle interne arrondi est caractérisé par une ligne droite formant un angle droit arrondi avec l'axe de préparation (figure 6).

Ses avantages sont la facilité de réalisation, une instrumentation adaptée (fraise diamantée conique avec angle droit arrondi), la bonne visibilité de la limite, la moindre contrainte mécanique, le résultat esthétique et la diminution de la proportion de hiatus marginaux.

Les inconvénients sont la mutilation importante des tissus dentaires, le risque de tirage du matériau d'empreinte et la possibilité de lésion du parodonte pendant la préparation.

Il est indiqué pour les CCC, les éléments unitaires, les fortes exigences esthétiques, les faibles hauteurs coronaires, les dents avec un support parodontal suffisant et les dents pulpées ou avec une faible destruction coronaire.

Il est contre-indiqué pour les dents à support parodontal réduit et est peu recommandé pour les dents dépulpées du fait du mauvais frottement de la prothèse en région cervicale [1,27,28].

2.1.2.3 Le congé

Le congé est caractérisé par une surface oblique légèrement concave. Il peut être plus ou moins large et profond. Il existe deux types de congés : le congé quart d'ovale et le congé quart de rond [27].

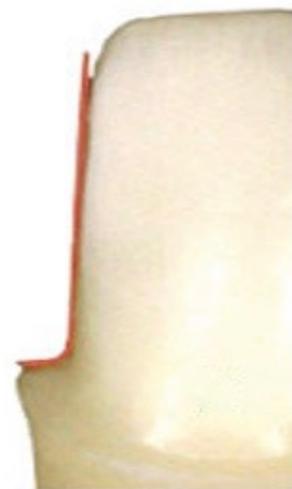


Figure 6 : schéma illustrant l'épaulement à angle interne arrondi [25].

2.1.2.3.1 Le congé quart d'ovale

Le congé quart d'ovale a pour avantage la facilité de réalisation clinique, l'instrumentation adaptée (fraise diamantée congé ogival cylindrique), le contrôle de la réduction grâce au degré d'enfoncement de la fraise, l'économie tissulaire, la possibilité de réaliser un congé très fin, la lisibilité du bord de préparation et la compatibilité avec de nombreux types de restaurations (figure 7).

Les inconvénients sont la tendance à une forte conicité, l'adaptation marginale moyenne et la possibilité d'endommager la gencive.

Il est indiqué pour les dents dépulpées à support parodontal réduit et pour des restaurations multiples avec divergences d'axes.

Il est peu recommandé pour les CCC [1,27,28].



Figure 7 : schéma illustrant le congé quart d'ovale [25].

2.1.2.3.2 Le congé quart de rond

Le congé quart de rond a pour avantage une bonne lisibilité de la limite, une économie tissulaire relative, une bonne esthétique, une rétention importante, une meilleure répartition des contraintes, une instrumentation adaptée (fraise diamantée congé ¼ rond cylindrique) et une compatibilité avec tous types de couronnes : CC, CCM, CCC (figure 8).

Ses inconvénients sont la difficulté de réalisation clinique, le risque de léser le parodonte, une adaptation marginale moyenne et une plus faible économie tissulaire que le congé quart d'ovale.



Figure 8 : schéma illustrant le congé quart de rond [25].

Il est indiqué en cas de forte demande esthétique, de restaurations unitaires ou multiples avec des axes similaires et sur dents dépulpées.

Il n'y a pas de contre-indication absolue pour cette limite [1,27,28].

2.1.2.4 Les finitions angulaires

A ces deux types de limites cervicales linéaires peuvent s'ajouter des aires de finitions : le biseau et le chanfrein.

2.1.2.4.1 Le biseau

Le biseau correspond a une finition angulaire avec un profil plan qui permet de réduire le hiatus marginal, de renforcer la dent support et d'augmenter la rigidité de la pièce prothétique (figure 9).

En 1963, Rosnelj a prouvé que le biseau pouvait réduire le hiatus marginal par rapport à une préparation sans finition angulaire. Cela est dû au fait que la limite de préparation était rendue plus verticale. Ainsi la réduction de l'écart serait proportionnelle au degré d'inclinaison du biseau [29].

En revanche, il est plus mutilant pour les tissus dentaires, les surcontours sont fréquents et les résultats sont inesthétiques.



Figure 9 : schéma illustrant la finition angulaire biseautée – profil plan [25].

2.1.2.4.2 Le chanfrein

Le chanfrein est quant à lui une finition angulaire oblique avec un profil concave (figure 10).

Il permet de réduire le hiatus marginal, d'augmenter la rigidité de la pièce prothétique, d'améliorer la rétention et la précision de la finition.

Les inconvénients sont les mêmes que pour le biseau.

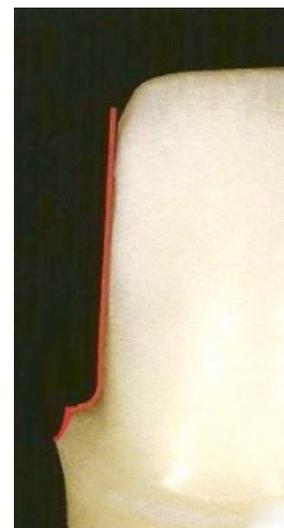


Figure 10 : schéma illustrant la finition angulaire chanfreinée – profil concave [25].

2.1.3 Avantages des limites de préparation horizontale

Depuis l'introduction des céramiques en dentisterie en 1802 [3], ces limites de préparation horizontale paraissent les techniques les plus appropriées pour permettre une épaisseur suffisante de matériau notamment au collet des dents.

Elles sont également largement reconnues par la plupart des praticiens du fait de leurs présumés nombreux avantages et sont recommandées dès que cela est possible [30]. En effet, les praticiens en faveur des préparations horizontales prônent les atouts suivants [3,31,32] :

- Elles permettent d'éviter les surcontours qu'ils soient verticaux ou horizontaux, aussi appelés surplombs. Ces surcontours engendrent inévitablement une réaction négative du parodonte qui se traduit par une inflammation gingivale, une accumulation de plaque dentaire, des saignements, une profondeur de poche augmentée, une récession gingivale ou encore une coloration violette des tissus marginaux due à une vascularisation moindre.
- Elles permettent de respecter l'espace biologique qui, lorsqu'il est violé, engendre des complications parodontales pouvant aller jusqu'à la résorption osseuse.

- Elles permettent d'augmenter la résistance mécanique des prothèses en augmentant leur épaisseur.
- Elles sont plus faciles à réaliser.
- La détermination et l'enregistrement de la limite sont plus simple en bouche et sur le modèle en plâtre que ce soit pour le praticien ou pour le prothésiste.
- Ainsi, le flux de travail et la communication praticien-prothésiste sont facilités.

2.1.4 Inconvénients des limites de préparation horizontale

2.1.4.1 Répercussions des limites de préparation horizontale sur le parodonte

De nos jours, une réhabilitation prothétique fixe a deux fonctions indissociables : reconstituer une surface dentaire et protéger les tissus de soutien de la dent [31]. Pour obtenir un succès prothétique, il est nécessaire que ces deux fonctions soient respectées. Or, le rôle de protection des tissus de soutien ne l'est pas toujours.

Dans la littérature, les auteurs rapportent que les dents préparées avec une limite de préparation horizontale présenteraient un saignement au sondage, une profondeur de poche et une perte d'attache supérieures aux dents non traitées. En revanche, du fait de l'état de surface extrêmement lisse et polie de la céramique, l'indice de plaque serait inférieur sur les dents préparées de manière horizontale que sur les dents non préparées [33].

Il est donc évident que la préparation dentaire horizontale peut compromettre la santé parodontale notamment par la violation de l'espace biologique. Les conséquences sont multiples et non négligeables : inflammation gingivale, migration de la marge gingivale ou récession, poche parodontale, perte osseuse alvéolaire et un mauvais ajustement de la restauration prothétique.

Depuis des années, il est avéré que l'espace biologique doit être de minimum 2 mm pour que la gencive adhère aux tissus dentaires [31].

Il semble important de notifier que la récession est la conséquence la plus fréquente et la plus préjudiciable. Selon l'étude de Valderhaug en 1976, ces récessions apparaissent dans 36,7% des dents préparées. En 2012, Pelaez a observé une récession dans 77,7% des cas de couronne en zircone et 16,6% des cas de couronnes céramo-métalliques [33].

Plusieurs causes sont imputables à ces migrations de marge : la limite de préparation en elle-même, surtout si celle-ci est intrasulculaire, un mauvais ajustement prothétique, une mauvaise élimination des excès de ciment, une anatomie non respectée, ou encore une difficulté d'hygiène. La récession reste la principale difficulté, en particulier dans la région antérieure, du fait du préjudice esthétique qu'elle provoque [16].

2.1.4.2 Répercussions des limites de préparation horizontale sur la dent

Les limites de préparation horizontale impliquent aussi une problématique d'économie tissulaire. Par souci de rétention, il est nécessaire de conserver, entre la préparation périphérique et la cavité d'accès, une épaisseur de dentine saine d'au moins 2 mm sur une hauteur suffisante. C'est ce que l'on appelle l'effet ferrule. Celui-ci est créé, pour les préparations horizontales, au détriment de la structure dentaire. Ce phénomène de délabrement est amplifié lorsque la limite de préparation est placée en intrasulculaire.

De plus, la limite de préparation horizontale aménage un point de concentration des contraintes au niveau de la ligne de finition qui contre l'effet ferrule qu'elle tente de créer [34].

Pour finir, la réduction importante des tissus dentaires, notamment en cervical, peut provoquer une irritation pulpaire engendrant des complications telles que la pulpite ou la nécrose pulpaire. Une étude a montré que la pulpe est altérée lorsque l'épaisseur de dentine résiduelle après préparation est inférieure à 1mm [35].

2.2 Limites de préparation verticale

2.2.1 Définitions

Les limites de préparation verticale ne sont pas des lignes de finition mais des aires de finition, c'est-à-dire que la partie préparée de la dent n'est pas clairement délimitée de la partie non préparée. En effet, c'est toute la surface dentaire qui accueille la restauration et non plus une simple ligne. Les préparations verticales, contrairement aux préparations horizontales, se réalisent dans la zone radiculaire [36].

Ces préparations verticales ont été historiquement beaucoup utilisées à l'époque de la prédominance des alliages métalliques car ces matériaux permettaient des épaisseurs minimales (figure 11).



Figure 11 : photographie d'un bridge CCM avec bandeau métallique permettant une épaisseur minimale au niveau de la ligne de finition (<https://dentisis.fr>).

Les maladies parodontales étaient une des seules indications à leur utilisation. Une chirurgie parodontale résective avec une levée de lambeau accompagnait ces préparations verticales. Son but était d'éliminer les contre-dépouilles jugées néfastes à la santé parodontale, de simplifier la préparation et la prise d'empreinte, de corriger la proximité entre les racines et de diminuer la concavité des racines [3,37].

Elles ont ensuite été mises de côté au profit des préparations horizontales lors de l'introduction des céramiques en dentisterie et des conséquences apparemment néfastes pour la santé parodontale. Les premières céramiques à faire leur apparition dans ce domaine nécessitaient une épaisseur importante pour garantir leur résistance et leur survie.

Les principaux reproches faits aux préparations verticales sont une mauvaise adaptation, un inévitable surcontour et un risque de déformation de la céramique lors de la cuisson [3].

Aujourd'hui, du fait des progrès technologiques notamment en dentisterie adhésive [38] et de l'utilisation de plus en plus fréquente de la zircone, qui est très résistante même en faible épaisseur, les préparations verticales peuvent trouver de nombreuses indications pour les restaurations prothétiques. Elles sont retrouvées dans les restaurations unitaires ou plurales, totales ou partielles, en secteur postérieur ou en zone esthétique et même en implantologie. Il est également possible de réaliser une préparation hybride (figure 12), c'est-à-dire, d'allier une limite de préparation horizontale avec une limite de préparation verticale sur la même préparation [39,40].



Figure 12 : schéma d'une préparation hybride sur une dent antérieure : préparation verticale en vestibulaire et préparation horizontale en buccal [41].

L'évolution en dentisterie tend vers une volonté de conservation tissulaire de plus en plus importante. Des techniques minimalement invasives se développent ce qui justifie également l'utilisation des préparations verticales.

2.2.2 Différents types de finitions verticales

2.2.2.1 Bord de plume

La finition en bord de plume, aussi appelé mise de dépouille ou *feather edge* en anglais, est la préparation minimale que doit recevoir une dent pour accueillir une restauration prothétique (figure 13).

Elle consiste simplement en l'élimination de toute contre-dépouille coronaire à la limite de préparation. Les parois de la préparation convergent en coronaire. Il est alors facile de comprendre que la limite, dans ce cas, est très imprécise et va être choisie par le prothésiste [42].



Elle a pour avantage une indéniable économie tissulaire, une facilité de réalisation et une bonne adaptation marginale après scellement. *Figure 13 : schéma illustrant la finition en bord de plume [25].*

Ses inconvénients sont la difficulté de lecture par le prothésiste de la limite, son manque d'esthétique avec l'utilisation du métal au niveau du bandeau cervical, la distorsion possible du matériau liée à sa faible épaisseur cervicale et les surcontours qu'elle engendre.

Elle est indiquée dans le cas d'un support parodontal réduit ou en post opératoire d'une intervention parodontale telle qu'une amputation radiculaire.

Ses contres indications sont quant à elles très nombreuses.

2.2.2.2 *Lame de couteau*

La finition en lame de couteau (figure 14), aussi appelée trace ou *knife edge* en anglais, est, tout comme le bord de plume, une préparation permettant d'éliminer toute contre-dépouille coronaire à la limite de préparation. En revanche, contrairement au bord de plume, la lame de couteau possède un angle vif marqué entre la portion préparée et la portion non préparée de la dent [43].



Figure 14 : schéma illustrant la finition en lame de couteau [25].

Elle a pour avantage une indéniable économie tissulaire, une épaisseur de ciment réduite ainsi qu'une bonne visibilité et reproductibilité de la limite.

Ses inconvénients sont son manque d'esthétisme avec l'utilisation du métal au niveau du bandeau cervical, la distorsion possible du matériau liée à sa faible épaisseur cervicale, les surcontours qu'elle engendre, la difficulté de réalisation clinique et une difficulté de lecture de la limite si elle n'est pas parfaitement réalisée.

Elle est indiquée dans le cas d'un support parodontal réduit ou en post opératoire d'une intervention parodontale telle qu'une amputation radiculaire.

Ses contres indications sont elles aussi très nombreuses.

2.2.2.3 *Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT)*

2.2.2.3.1 Historique

Les deux types de finitions verticales précédentes sont présentées, dans la plupart des écrits, comme obsolètes, notamment d'un point de vue parodontal. C'est donc pour contrer ce problème qu'est apparu la technique BOPT.

La technique BOPT ou *biologically oriented preparation technique* est une nouvelle approche décrite en 2013 par Ignazio Loi [44]. Elle s'inspire des travaux de Morton Amsterdam et de l'équipe Di Febo et Carnevale à l'école de Mascarella. Ces travaux qui ont eux-mêmes été inspirés, à l'origine, de l'approche sans ligne de finition ou gingitage, initiée par Vick Pollard et Rex Ingraham [32].

A l'origine, l'approche sans bord consiste à préparer la dent en intrasulculaire et à placer la restauration coronairement à la limite de préparation. Cependant, cette technique n'est pas adaptée aux dents parodontalement saines car elle entraîne des dommages irréversibles pour l'attache parodontale.

2.2.2.3.2 Définition

La technique BOPT consiste donc à préparer la dent avec une limite de préparation verticale pour respecter au plus le principe d'économie tissulaire tout en curetant la gencive de manière à obtenir une meilleure stabilité des tissus mous.

Pour la préparation dentaire, le praticien crée un plan vertical entre la couronne anatomique et la zone radulaire [45].

2.2.2.3.2.1 Préparation dentaire

Le praticien corrige la jonction émail-cément (JEC) sur les dents non préparées pour la positionner à l'endroit souhaité. Pour les dents déjà préparées, cela permet d'éliminer l'ancienne limite de préparation pour la repositionner apicalement [46]. Grâce à cette technique, la rétention et l'adaptation prothétique sont améliorées et le maximum de structure dentaire est préservée [37,46].

2.2.2.3.2.2 Préparation gingivale

Concernant la préparation gingivale (figure 15), le principe est de désépithélialiser le sulcus sans violer l'espace biologique. Cela va créer un caillot sanguin qui sera stabilisé par la prothèse provisoire permettant la néoformation d'un tissu parodontal adapté à la future prothèse. Une vascularisation accrue a également lieu diminuant le risque de déplacement des tissus mous peu importe le biotype gingival du patient [44,47].

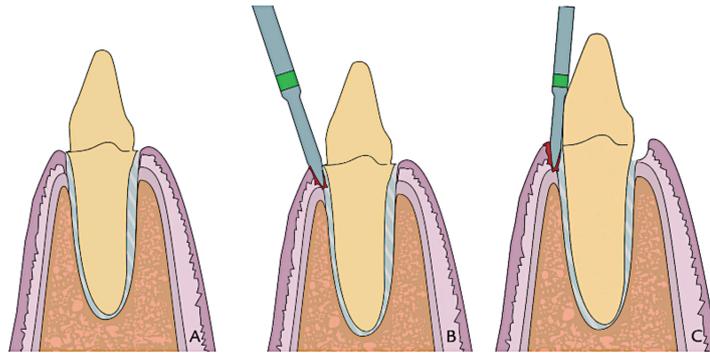


Figure 15 : schéma illustrant le protocole simplifié de la préparation BOPT [47].

2.2.2.3.3 Avantages

Les avantages de cette technique sont une économie tissulaire, une rétention prothétique accrue, une gencive avec une épaisseur et une stabilité augmentée à long terme, une prise d’empreinte plus simple et plus rapide, une facilité de rebasage et de finition des couronnes provisoires [37].

2.2.2.3.4 Inconvénients

Les inconvénients sont la complexité de réalisation, une courbe d’apprentissage plus longue, un temps opératoire augmenté, la difficulté de déterminer la limite, la possibilité d’endommager le sulcus, le saignement abondant, la difficulté d’élimination des excès de ciment, les quatre semaines minimales de cicatrisation jusque la pose définitive et le manque de recul scientifique [16,32,45,46].

2.2.3 Protocole de réalisation d’une restauration avec préparation BOPT

2.2.3.1 Préparation

2.2.3.1.1 Matériels

Pour réaliser une préparation verticale, du matériel spécifique est nécessaire :

- une fraise connue sous le nom de Batt-Bur : conicité 2°, diamètre

coronaire 1,2 mm et diamètre à la pointe 0,7mm, extrémité non coupante de 1 mm. Elle est utilisée dans l'approche sans épaulement [32] ;

OU

- une fraise flamme diamantée granulométrie 100 ou 200 microns, diamètre 1,2 mm utilisée dans l'approche de l'école de Mascarella et du BOPT [45] ;

ET

- une fraise flamme diamantée de finition granulométrie 20 microns, diamètre 1,2 mm [46].

La fraise Batt-Bur forme une conicité optimale permettant d'éviter les contre-dépouilles, une approche conservatrice et une extrémité non coupante. Cette extrémité non coupante réduit ou évite les dommages de l'attache conjonctive, facilite une préparation guidée, diminue le saignement, permet de travailler en présence de cordon de rétraction gingival ou de téflon sans déchirure et permet d'être utilisé en tant que sonde parodontale [32].

2.2.3.1.2 Préparation dentaire et gingivale

Tout d'abord, il est nécessaire d'établir une cartographie intrasulculaire précise à l'aide d'une sonde parodontale calibrée afin d'évaluer le niveau de l'attache épithéliale autour de la ou des dent(s) à préparer. Ainsi, le respect de l'espace biologique est établi.

Si besoin, un traitement parodontal doit être effectué avant d'entreprendre la préparation et l'entretien doit perdurer pendant les phases de réalisation [31].

La préparation dentaire débute par la préparation de la partie supragingivale à l'aide d'une des fraises citées ci-dessus. Le bord incisif ou la surface occlusale est réduit de 1 à 2 mm, l'intégration intra-arcade est réalisée en biseautant la face vestibulaire du bord incisif ou les pentes externes des cuspidés des dents postérieures avec un angle de 45°. Les parois axiales sont, elles, réduites de 1 mm en supra gingivale.

Pour la préparation intrasulculaire, cette même fraise est insérée dans le sulcus avec une inclinaison oblique de 10 à 15° par rapport au grand axe de la

dent de sorte que ce soit la partie latérale de la fraise qui travaille et non la pointe. Cette technique aboutit à une préparation dentaire ainsi que gingivale appelée le gingitage. Une désépithélialisation contrôlée de l'épithélium du sulcus est produite ce qui crée un caillot sanguin dans la région la plus apicale qui sera stabilisé par la prothèse provisoire. Se produit alors une différenciation cellulaire aboutissant à la formation d'un nouveau tissu gingival, une nouvelle structuration adaptée à la nouvelle morphologie de l'émergence prothétique.

Lorsque que le premier millimètre de l'émergence de la couronne anatomique a été fraisé, l'angle de la fraise est modifié pour se placer parallèlement au grand axe de la dent afin d'éviter d'endommager la racine. Le but est d'éliminer l'émergence anatomique dentaire ou toute limite de préparation préexistante tout en limitant la perte de tissu coronaire. Enfin, la fraise est de nouveau légèrement inclinée mais cette fois sur toute la préparation, vers la face occlusale ou le bord incisif afin de créer la convergence correcte des parois axiales. Cela permet d'obtenir une zone de finition dans laquelle la limite de la couronne peut être déplacée coronairement.

La dernière étape consiste à lisser la surface de préparation à l'aise de la fraise de finition (figure 16) [37,43].



Figure 16 : photographie d'un exemple de préparation d'une incisive avec la technique BOPT [37].

2.2.3.2 Prothèse transitoire

Dans un premier temps, les dents sont préparées sur le modèle d'étude en plâtre avant la préparation dentaire. Puis, à l'aide d'un wax-up représentant la future dent restaurée, le prothésiste fabrique une restauration provisoire en résine acrylique de très faible épaisseur (0,3mm) qui sera utilisée en tant que « coque évidée » dont les contours suivent le bord gingival [48].

Après la préparation dentaire, la restauration provisoire est essayée pour vérifier son ajustement. Elle est ensuite rebasée avec une résine acrylique auto-polymérisable après isolement du pilier à la glycérine. Une fois la prise complète effectuée, deux limites distinctes apparaissent sur la restauration provisoire (figure 17). La première, interne et fine, représente la partie intrasulculaire de la préparation. La deuxième, externe et épaisse, représente le bord gingival [37,48].

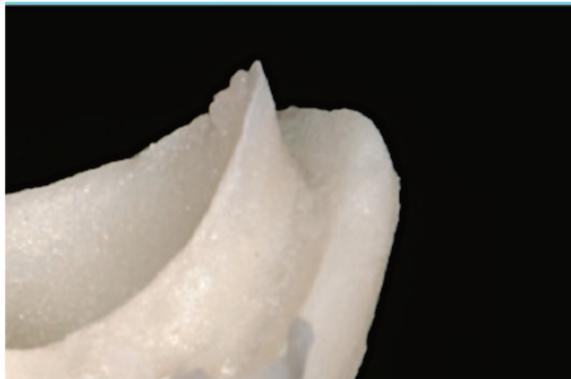


Figure 17 : les deux limites de la prothèse provisoire après rebasage [37].

Entre ces deux limites, l'espace obtenu représente la gencive. Il va être comblé à l'aide de résine acrylique fluide ou de résine composite fluide photopolymérisable afin d'épaissir le bord coronaire et de créer le contour externe de la restauration provisoire (figure 18) [37].

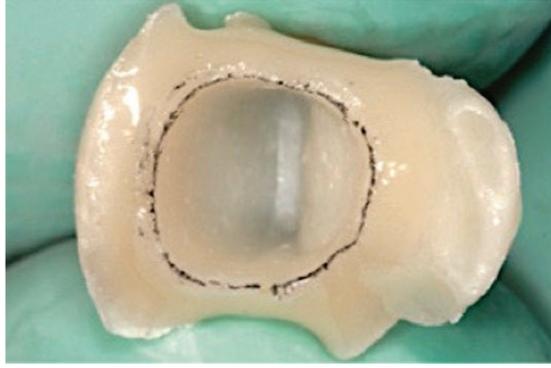


Figure 18 : photographie mettant en évidence le comblement de l'espace entre les deux limites de la prothèse provisoire avec de la résine fluide [37].

L'excès de matériau est éliminé pour relier les deux limites (figure 19). Ainsi, une nouvelle JEC est créée et positionnée dans le sulcus à une profondeur de 0,5 à 1 mm pour respecter la largeur biologique. C'est ce qu'on appelle « l'invasion contrôlée » du sulcus [37].

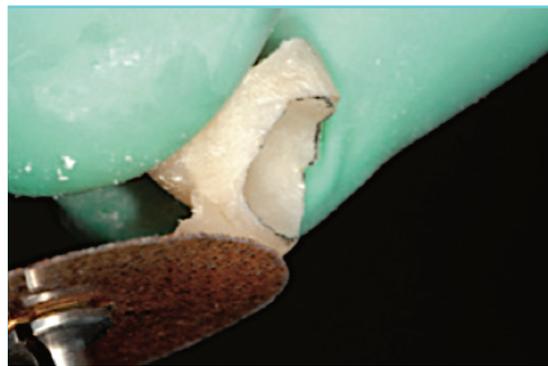


Figure 19 : photographie mettant en évidence le retrait des excès permettant de relier les deux limites de la provisoire [37].

Pour finir, un polissage soigneux est effectué avant de sceller la restauration provisoire sur le pilier (figure 20) [37].



Figure 20 : photographie illustrant le résultat de la restauration provisoire dans la technique BOPT [37].

La restauration provisoire permet de stabiliser le caillot sanguin créé suite au saignement intrasulculaire provoqué par le gingivage. En effet, sa partie intrasulculaire soutient le tissu gingival sur toute sa circonférence ce qui préserve le caillot à cet endroit. Le processus de cicatrisation engendre un nouveau tissu conjonctif épaissi et sain, adapté au nouveau profil d'émergence [37].

La prothèse provisoire ne doit pas être retirée pendant au moins 4 semaines afin d'éviter de perturber la cicatrisation gingivale et la maturation des tissus mous. Plus tard, entre 8 et 12 semaines, la limite de la restauration peut être raccourcie ou étendue pour atteindre différents niveaux du sulcus gingival [47].

2.2.3.3 Empreinte

L'empreinte se réalise après le port de la prothèse provisoire pendant au moins 4 semaines afin que le tissu gingival se stabilise et soit totalement adapté à la nouvelle anatomie de la couronne provisoire. L'absence de ligne d'arrivée bien définie rendra la procédure d'empreinte plus rapide et plus simple [37].

Deux techniques d'empreinte sont possibles : l'empreinte physique conventionnelle ou l'empreinte numérique ou optique. Dans les deux cas, l'empreinte doit être accompagnée de la prise de teinte.

2.2.3.3.1 Empreinte physique

L'empreinte physique est similaire à celle réalisée pour les préparations horizontales. Il est possible d'utiliser la technique de l'empreinte double mélange ou la wash technique.

2.2.3.3.2 Empreinte numérique

Il est possible de réaliser une empreinte numérique sur les préparations verticales.

Pour ce faire, plusieurs scans différents doivent être effectués [49] :

- Premier scan : restauration(s) provisoire(s) en bouche.
Il reproduit la morphologie de la restauration provisoire ainsi que l'émergence gingivale périphérique.
- Deuxième scan : restauration(s) provisoire(s) hors bouche.
L'objectif principal de ce scan est l'enregistrement de l'émergence intrasulculaire dans la zone cervicale. Il permet de définir l'invasion prothétique du sulcus dans des conditions de santé parodontale. Pour scanner la restauration provisoire, cette dernière sera maintenue à l'aide d'une tige à extrémité en cire.
Dans un premier temps, la tige soutiendra la restauration au niveau du bord incisif. Ainsi, la partie interne et la zone cervicale périphérique de la restauration sont exposées pour être scannées.
Dans un second temps, la restauration sera maintenue par la tige au niveau de l'intrados. De cette manière, le bord incisif est vers le haut et la morphologie complète de la restauration ainsi que de l'émergence cervicale périphérique peuvent être scannées. La reproduction de la couronne et l'alignement optimal des surfaces sont alors assurés.
La reproduction exacte de la partie cervicale est d'une importance clé pour l'alignement correct des deux scans, qui sont ensuite utilisés pour générer une reproduction virtuelle 3D de l'ensemble de la provisoire.
- Troisième scan : dent(s) préparée(s).
Toutes les parois dentaires ainsi que la zone gingivale seront enregistrées sans la prothèse provisoire. Cependant, du fait du retrait de la restauration provisoire, les tissus gingivaux seront effondrés contre la dent.
- Quatrième scan : arcade antagoniste.

- Cinquième et sixième scans : occlusion en intercuspidation maximale (ICM) côté gauche et côté droit.

Tous les scans sont exportés vers un logiciel de conception pour créer un modèle numérique des gencives grâce à un alignement des différents scans.

2.2.3.4 Étape de laboratoire

Une fois le modèle de travail obtenu, la projection du sommet gingival est reportée par une ligne noire sur le pilier. La partie gingivale est ensuite éliminée pour laisser apparaître la zone sous gingivale. Le fond du sulcus est alors marqué par une ligne bleue. La zone entre ces deux lignes est nommée « zone d'arrivée ». Dans cette zone, le technicien de laboratoire place la ligne d'arrivée correspondant à la limite de la restauration par une ligne rouge (figure 21). Le choix de la position de cette ligne est effectué en fonction de la profondeur du sulcus et du besoin esthétique mais elle ne doit jamais envahir l'attache épithéliale [37].

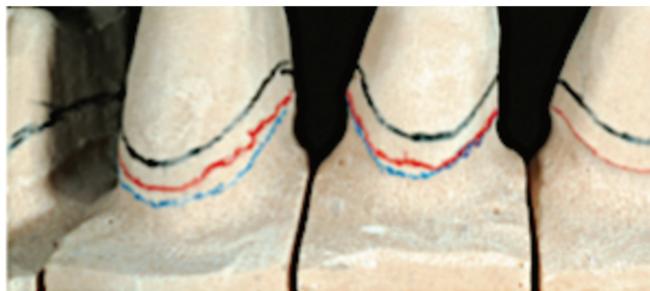


Figure 21 : photographie mettant en évidence la procédure de laboratoire pour le positionnement de la limite de restauration sur un modèle en plâtre [37].

2.2.3.5 Assemblage

Pour cette préparation la technique de cimentation est la plus adaptée par rapport au collage car elle se situe en sous gingivale donc l'isolation est complexe.

Deux ciments différents peuvent être utilisés :

- un ciment verre ionomère conventionnel ;
- un ciment auto-adhésif à base de résine.

Il n'existe pas de différence significative en terme de survie des restaurations selon le ciment utilisé [50].

Cependant, les préparations verticales provoquent une inquiétude majeure concernant le retrait des excès de ciment. Cette étape doit donc être soigneusement réalisée, si possible sous aides optiques, à l'aide de fil dentaire et d'ultrasons.

3 Limites de préparation verticale – données acquises de la science

Une recherche dans la littérature a été menée afin de pouvoir comparer les différentes limites de préparation verticale par rapport aux différentes limites de préparation horizontale. Cette recherche a été effectuée au moyen de plusieurs moteurs de recherche et bases de données tels que Pubmed, Google Scholar, Cochrane, Wiley et Embase.

Les mots clés utilisés ont été les suivants :

- « feather edge »;
- « knife edge »;
- « vertical preparation »;
- « BOPT technique »;
- « shoulderless »;
- « minimally invasive vertical preparation ».

Les critères étudiés ont été les suivants :

- la réponse du parodonte face aux préparations : à savoir les récessions gingivales, la profondeur de poche (PDP), le saignement au sondage (BOP), l'indice de plaque (IP) et l'indice gingival (IG) ;
- l'adaptation des prothèses : interne, cervicale et occlusale ;
- la résistance mécanique des prothèses ;
- la rétention des prothèses ;
- l'économie tissulaire des préparations ;
- l'esthétisme et la satisfaction du patient ;
- la mise en œuvre de la préparation et la conception des prothèses ;
- la longévité des prothèses.

3.1 Réponse du parodonte : IP, IG, PDP, BOP, récessions

Depuis des années, le défi rencontré par les praticiens pour obtenir un succès thérapeutique en prothèse fixée est de concevoir une restauration en harmonie gingivale. Bryan déclare « *Nous devons constamment garder à l'esprit que les restaurations dentaires que nous réalisons ont un double objectif : la restauration de la ou les dents en fonction et la protection des tissus de soutien contre les blessures* » [31].

La manifestation gingivale la plus difficile à gérer est la récession gingivale (figure 22). Elle peut être influencée par plusieurs facteurs comme le biotype gingival du patient, une préparation iatrogène, une inflammation chronique, un mauvais ajustement marginal ou encore des traumatismes causés par le patient [3,37,45,51].



Figure 22 : photographie illustrant des récessions gingivales sur des dents couronnées [52].

3.1.1 Données présentant des conséquences négatives des préparations verticales sur le parodonte

Certains auteurs ont envisagé les préparations verticales comme cause de ces récessions. L'absence d'une limite bien définie rendrait plus difficile l'ajustement de la restauration [53]. D'autre part, elles entraîneraient, des difficultés d'obtention de résultats esthétiques, un risque de déformation du matériau lors de la cuisson et un risque de surcontour [37].

En effet, avec les anciennes préparations verticales telles que le bord de plume ou la lame de couteau, plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que la réponse tissulaire n'est pas idéale notamment concernant le saignement au sondage.

Un pourcentage de BOP plus important serait retrouvé au niveau des préparations en bord de plume par rapport aux préparations congés [19,26,54]. L'essai clinique de Cagidiaco et al. montre un BOP de 72% pour les préparations en bord de plume contre 48% pour les préparations de congé [19]. En 2020, Paniz *et al.* recueille un pourcentage de BOP de 12,1% sur les sites buccaux pour le bord de plume contre seulement 3% pour le congé quart d'ovale [54].

En revanche, le bord de plume engendrerait significativement moins de récessions gingivales. Ceci pourrait être expliqué par le fait que le saignement provoqué par la préparation verticale s'accompagnerait d'une inflammation type œdème qui masquerait la récession. Paniz *et al.* conclue que le congé quart d'ovale présentait 8,5 fois plus de risque de récession que le bord de plume [54]. Il n'a cependant pas été prouvé de différence significative sur les autres critères parodontaux analysés comme l'IP ou la PPD [26,54].

3.1.2 Données présentant des conséquences positives sur le parodonte

3.1.2.1 Des anciennes préparations verticales

Une proportion moins importante de récession est retrouvée sur les préparations en bord de plume par rapport au congé quart de rond : dans l'étude de Paniz *et al.* 96,7% des dents préparées avec une ligne de finition verticale n'ont présentées aucune récession contre 88,5% pour les dents préparées avec une ligne de finition horizontale. En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été mis en évidence entre les deux types de limites concernant l'IP, l'IG et la PPD [25].

Dans la littérature, il est recommandé d'utiliser une conception sans épaulement lorsque la qualité et la quantité de tissus mous est médiocre [41].

3.1.2.2 Du BOPT

A ce jour, il est très rare d'observer dans la littérature des récessions ou des inflammations avec la technique BOPT. C'est la violation de l'espace biologique qui provoque des récessions. L'attache épithélio-conjonctive étant touchée, une réaction inflammatoire est produite, impliquant un certain nombre de molécules inflammatoires telles que les protéases et les cytokines. Elles activent les ostéoclastes responsables de la résorption osseuse [32]. Or, avec les fraises spécifiques utilisées dans le protocole du BOPT, il est presque impossible de léser cette attache épithélio-conjonctive grâce à la pointe non travaillante et calibrée [32,34].

Les effets des préparations verticales sur la gencive sont au contraire positifs. L'interaction préparation-restauration-gencive permet un épaissement gingival et une meilleure adaptation aux nouveaux contours créés par la restauration ce qui aboutit à une meilleure stabilité à court et long terme du parodonte [37].

Le curetage rotatif dans le sulcus crée une surface lisse au niveau de la paroi sulculaire et ne concerne que l'épithélium sulculaire. Le saignement induit est faible voire nul. La guérison se produit par ré-épithélialisation du tissu conjonctif exposé, à partir de l'épithélium buccal. Ceci induit la formation d'une nouvelle *lamina propria*, d'un nouvel épithélium jonctionnel et d'une nouvelle microvascularisation, adaptée à la nouvelle restauration qui guide tout ce processus [32,34]. Toute cette nouvelle architecture gingivale, parfaitement adaptée à la restauration, protège contre l'impaction alimentaire dans le sulcus et empêche le développement de la plaque et du tartre [34].

De nombreux auteurs confirment les bienfaits du BOPT sur le parodonte. Les résultats parodontaux sont jugés intéressants et prédictibles. La proportion de dents préparées avec la technique BOTP présentant une inflammation gingivale ou un saignement au sondage est faible. L'inflammation gingivale avec ce type de préparation est nettement et significativement inférieure aux limites horizontales. De plus, la stabilité de la marge est proche de 100% et il même possible de retrouver un épaissement gingival [16,51,55].

Selon l'étude de Loi *et al.*, sur un suivi de 4 ans, seulement 2,1% de l'échantillon présentent une augmentation de la PDP. Ce résultat n'est pas significatif. 12% présentent une inflammation et un saignement au sondage, 20% présentent de la plaque. Ces résultats sont comparables voire inférieurs aux résultats des études faites sur les préparations horizontales. Un épaissement gingival est mis en évidence dans 32,5% des cas ce qui est statistiquement significatif, et 98,6% de l'échantillon présentent une stabilité de la marge [16].

3.1.3 Les préparations verticales utilisées en implantologie

La technique BOPT peut également être utilisée pour les restaurations sur implant. Des auteurs relatent de meilleurs résultats sur la santé péri implantaire des tissus mous ainsi que des tissus durs. Ils constatent une augmentation significative globale du volume des tissus mous péri-implantaires avec une quantité plus importante de muqueuse kératinisée. Les papilles entre les implants et les dents adjacentes ont montré la plus forte augmentation de volume. La profondeur de poche, le saignement au sondage et les complications mécaniques et biologiques sont moindres après 3 ans de mise en fonction [39,56].

Concernant les tissus durs, une perte osseuse statistiquement moins importante est retrouvée sur les couronnes sur implant cimentées sans ligne de finition (BOPT) par rapport aux couronnes vissées et aux couronnes cimentées avec ligne de finition [57]. De plus, il est prouvé qu'il existe une corrélation entre la stabilité des tissus durs et celles des tissus mous [39].

Gali *et al* en 2020, confirment que la technique BOPT en implantologie permet d'obtenir de très bons résultats à moyen terme. Dans cette étude, 92,8% de l'échantillon présentent un indice gingival de 0. 97,8% sont exempts de BOP et 97,4% ne présentent aucun signe de récession. Seulement 0,4% présentent des récessions de plus de 2mm. Les mucites concernent seulement 0,2% des cas et les péri-implantite 0,4%, ce qui est inférieur au résultat obtenu dans la littérature avec des limites horizontales [58].

3.2 Adaptation : marginale, interne et occlusale

L'adaptation interne est définie comme la distance entre la surface interne de la restauration et la paroi axiale de la préparation. Un espace de 50 à 100 micromètres est considéré comme acceptable en ce qui concerne les propriétés physiques et cliniques des ciments de scellement.

Plusieurs facteurs influencent l'adaptation marginale : la configuration de la ligne d'arrivée, la valeur de l'espace de scellement, le matériau de restauration et le type de ciment [59].

3.2.1 Influence de la ligne de finition sur l'adaptation marginale et occlusale des restaurations

D'après la littérature, l'adaptation marginale des restaurations sur préparations verticales est supérieure aux autres types de limites, ce qui les rend plus étanches que celles sur préparations horizontales [60–62].

Pour les couronnes céramo-métalliques et métalliques, des tests ont mesuré des écarts marginaux plus petits pour les préparations dentaires verticales que pour les horizontales.

Aucune différence significative n'a été mise en évidence concernant les écarts marginaux verticaux sur les couronnes en zircone scellées par ciment en verre ionomère, entre les préparations verticales et horizontales [60–62].

Pourtant, une étude sur l'intégrité marginale des restaurations céramiques rapporte des résultats excellents pour la totalité des couronnes jugées [60].

Concernant l'espacement occlusal, les résultats montrent que l'adaptation occlusale est insuffisante pour les préparations verticales, l'espace entre la restauration et le sommet du pilier étant trop important [62]. Ces résultats s'expliquent par la géométrie de ces limites qui ne permet pas au ciment de s'échapper facilement car l'angle entre la restauration et la préparation est plus fermé que les autres préparations [63].

Malgré les bons résultats obtenus avec les préparations en bord de plume au niveau marginal, ces préparations présentent l'espace occlusal le plus important. Dans l'étude de Nemanic *et al.*, la valeur moyenne de l'espace de

ciment en occlusal était de 301 microns pour le bord de plume contre 110 microns pour l'épaulement droit à angle interne arrondi par exemple [62].

De plus, a priori, les restaurations verticales poseraient le problème du surcontour. Les contours des restaurations réalisées avec une préparation verticale peuvent sembler excessivement prononcés. Cependant, les auteurs s'accordent sur le fait que cette définition devrait être réinterprétée du fait de l'absence de consensus sur ce que doit être un surcontour acceptable. Sorensen suggère qu'un contour vertical peut aller jusqu'à 45° et être toujours considéré comme correct. De plus, la JEC naturelle crée également un changement d'inclinaison du profil entre la racine et la couronne, ce qui pourrait être assimilé à un surcontour [64]. Il n'y donc pas de réel surcontour mais plutôt de nouveaux contours avec une nouvelle JEC, qui soutiennent les tissus mous [37].

3.2.2 Impact des matériaux de restauration sur l'adaptation des restaurations

Comme évoqué précédemment, la ligne de finition n'est pas le seul facteur influençant l'adaptation marginale et les nano fuites engendrées : le matériau de la restauration joue un rôle clé dans l'adaptation des restaurations sur pilier préparé verticalement. L'introduction des zircons semble avoir permis aux préparations verticales d'augmenter leurs performances en matière d'adaptation marginale car elles sont plus résistantes surtout au niveau cervical ce qui évite les fractures et donc les pertes d'étanchéité.

Les travaux de Fuzzi et Wahsh ont tous deux étudié l'adaptation marginale des restaurations sur préparation verticale selon le matériau utilisé. Les valeurs moyennes d'épaisseur de ciment au niveau cervical sont inférieures pour la zircone que pour tous les autres matériaux ce qui implique une meilleure adaptation cervicale pour les zircons et une meilleure étanchéité [65,66].

A contrario, les couronnes E.max® en disilicate de lithium ont montré les valeurs d'écart marginal les plus élevées [66]. Cela s'explique par le risque majoré de fracture cervicale sur ces restaurations. L'étude de Fuzzi estime le risque de fracture à 39% pour le disilicate de lithium contre 0% pour la zircone. Le disilicate de lithium semble donc être un matériau trop fragile pour les préparations verticales [65,66].

3.2.3 Impact des matériaux d'assemblage sur l'adaptation des restaurations

Le type de ciment influence également l'adaptation interne d'une restauration. Toujours d'après Fuzzi *et al.*, la combinaison disilicate de lithium avec un ciment résine auto-adhésif (G-CEM Automix®) a montré les plus mauvais résultats en termes de nano fuites. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la combinaison zircone Variolink II®. Cela peut s'expliquer par le fait que le mordantage total et le sablage permettent une meilleure adhérence à la dentine qu'une procédure d'auto-mordantage.

La combinaison groupe disilicate de lithium avec Variolink II® a montré les pires résultats en termes d'épaisseur de ciment avec les plus larges écarts marginaux. Les meilleurs résultats en termes d'adaptation marginale ont été obtenus avec la combinaison zircone G-CEM Automix®. Dans tous les groupes, les valeurs d'écarts marginaux se situent dans la plage d'acceptabilité clinique en considérant un écart de 100 micromètres acceptable. Cependant, dans cette étude, au sein des zircons, le groupe avec le score le plus bas de nano fuites (Variolink II®) a présenté le plus mauvais ajustement marginal. Les auteurs en concluent donc qu'il n'existe pas de corrélation directe entre l'ajustement marginal et l'infiltration de nano fuites [65].

En conclusion, d'après de nombreuses études effectuées au cours des 15 dernières années, l'adaptation marginale des restaurations est nettement améliorée grâce aux préparations verticales. La géométrie verticale permet de diminuer l'espace entre la dent et la restauration ce qui induit un meilleur ajustement, une surface de ciment exposée moindre et une plus faible pénétration bactérienne. Ceci conforte également les résultats prouvant que les récessions sont moindres avec les préparations verticales en raison du risque exacerbé de ces dernières en cas de mauvaise adaptation [37].

3.3 Résistance mécanique

3.3.1 En fonction du type de préparation

Relativement à la résistance mécanique, certains auteurs rapportent des résultats favorables pour les préparations verticales quant à la répartition des contraintes pendant le chargement [60]. Les préparations horizontales, elles, créent un point de concentration des contraintes au niveau de la limite de préparation. Alors qu'un phénomène de glissement des restaurations le long des parois axiales est observé pour les préparations verticales en cas de charge importante, sans être limité par la limite marginale [67]. Ainsi la ligne de finition aurait une influence sur la résistance mécanique des restaurations.

Certains auteurs mettent en évidence une influence positive des restaurations avec limite horizontale notamment l'épaulement, comme dans l'étude de Beuer *et al.* en 2008. Après comparaison de la résistance à la rupture de restaurations en zircone apposées sur cinq types de lignes de finition (sans épaulement, congé quart d'ovale, congé quart de rond, épaulement biseauté et épaulement non biseauté), elle conclut que l'épaulement obtient les meilleurs résultats de résistance mécanique (2286 N), suivi par l'approche sans ligne de finition qui obtient des résultats très favorables (2041 N), bien au-dessus de la limite acceptable de 1000 N pour la zircone [30].

De même, selon Findakly *et al.* les restaurations conçues avec des préparations à épaulement présentent une résistance à la fracture plus élevée par rapport au bord de plume [67].

D'autres auteurs mettent également en évidence une influence du type de limite de préparation sur la résistance à la compression des restaurations. Cette fois en faveur des préparations verticales, comme Reich *et al.* en 2008, qui compare une préparation en lame de couteau et une préparation congé pour des restaurations en zircone (figure 23) [68].

Les valeurs de rupture sur préparation verticale seraient plus élevées que celles sur préparation horizontale. Le type de limite de préparation et la méthode de vieillissement artificielle auraient donc une influence significative sur la résistance à la rupture des couronnes en zircone monolithique en faveur des préparations sans épaulement [69].

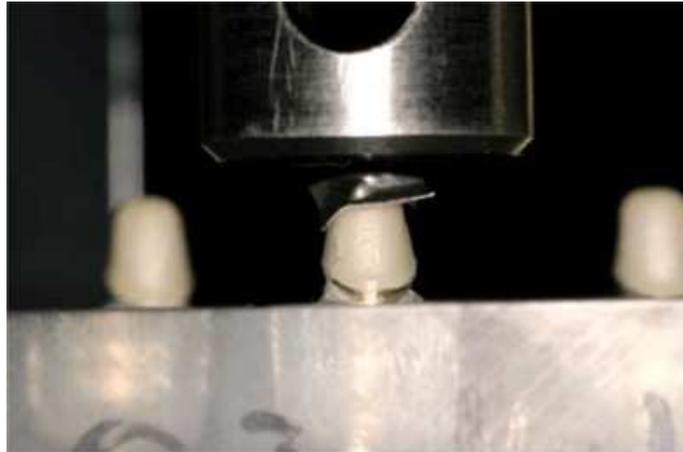


Figure 23 : essai de compression par charge uni-axiale de chape en zircone [68].

De manière tout à fait contradictoire mais sans nuire aux préparations verticales, d'autres études arrivent à la conclusion que la ligne de finition n'influence pas la résistance à la rupture. Ainsi, ce critère ne permettrait pas de choisir entre les préparations verticales et les préparations horizontales. En particulier pour les céramiques pressée, plusieurs études in vitro ont prouvé que la ligne de finition n'avait pas d'influence sur la résistance à la fracture [70].

3.3.2 En fonction de l'épaisseur du matériau

Concernant l'influence de l'épaisseur du matériau sur la résistance mécanique des restaurations, les avis s'opposent.

D'un côté, il est prouvé, in vitro, que l'augmentation de l'épaisseur du matériau n'a pas d'impact positif sur la capacité de chargement. Il est donc préférable de choisir la préparation la moins invasive. Elle est influencée par divers autres facteurs comme le type d'assemblage, les conditions de chargement et le module d'élasticité du matériau support de la céramique cosmétique [30].

D'un autre côté, Reich *et al.* objectivent une influence de l'épaisseur de la céramique sur la charge de rupture. La réduction de l'épaisseur du matériau de reconstitution d'une couronne de 5 à 3 millimètres a entraîné une réduction de

35% des valeurs de rupture indépendamment de la ligne de finition. Cependant, au vu des propriétés mécaniques supérieures de la zircone, la réduction de l'épaisseur de la restauration est envisageable ainsi qu'une modification de la ligne d'arrivée au profit d'une préparation verticale permettant une économie tissulaire importante [68].

En conclusion, les préparations verticales ne semblent pas affecter négativement la résistance mécanique des restaurations. Même pour Beuer et Findakly qui prouvent la supériorité de la préparation avec épaulement pour ce critère, les résultats pour les préparations verticales sont très satisfaisants et bien au-dessus des valeurs de forces masticatoires maximales [30,67].

3.4 Économie tissulaire

Les préparations verticales surpassent incontestablement les préparations horizontales en terme d'économie tissulaire puisque la limite de préparation, dans les préparations horizontales se situe sur la dent préparée alors que dans les préparations verticales, la limite de préparation est la marge de la couronne elle-même [37]. En effet, la combinaison du disilicate de lithium et d'une préparation verticale serait l'approche la plus conservatrice possible en dentisterie prothétique [71]. Vigolo *et al.* confirment l'avantage de la préservation tissulaire des préparations verticales et étendent ses indications qui autrefois étaient limitées aux maladies parodontales. Elles pourraient maintenant être utilisées sur des dents ayant subi un traitement endodontique, sur des dents vitales chez des patients jeunes ou encore sur des dents cariées au tiers cervical de la couronne clinique [61].

Cette approche permet de limiter l'irritation pulpaire car la quantité de dentine résiduelle est bien supérieure en particulier dans la zone cervicale qui est la zone la plus sensible pour la pulpe [64]. Dans le cas des préparations horizontales, notamment de l'épaulement, la faible quantité de dentine résiduelle au niveau de la zone inter-proximale peut compromettre l'intégrité structurelle et biologique de la dent comme le prouve Borelli *et al.* en 2013 [36].

Pourtant, les fabricants des restaurations céramiques monolithiques recommandent le plus souvent des préparations horizontales comme l'épaulement et le congé quart d'ovale. Ils admettent tout de même que la préparation verticale peut être une alternative prometteuse notamment dans les régions antérieures en raison de son économie tissulaire, mais ils restent persuadés que la présence d'une limite est indispensable pour permettre une bonne santé parodontale, une adaptation des contours et une précision lors des étapes de préparation et d'empreinte [36]. Cependant, la dentisterie moderne tend de plus en plus vers une politique de conservation, appelée dentisterie mini-invasive, ce qui rend l'épaulement obsolète sur ce point, il n'est donc plus indiqué pour les restaurations tout céramique puisqu'il n'est plus nécessaire de préparer l'espace pour l'armature métallique et la couche de céramique [36].

3.5 Esthétique et satisfaction du patient

A propos de l'**esthétisme**, une marge métallique était autrefois nécessaire dans les préparations verticales pour garantir une précision et une résistance suffisante. A l'inverse, avec les préparations horizontales il était possible d'utiliser n'importe quel type de matériau. C'est pourquoi, en particulier dans le cas d'un biotype gingival fin, les préparations horizontales surpassaient esthétiquement les préparations verticales où l'on pouvait parfois observer une décoloration gingivale à cause du métal en transparence. Cependant, l'évolution des biomatériaux étant rapide, il est aujourd'hui possible de réaliser des restaurations tout céramique sur des préparations verticales avec la zircone [49]. Ce critère ne peut donc plus rentrer en compte dans les inconvénients des préparations verticales.

La plupart des articles qui évaluent l'esthétique et la satisfaction des patients utilisent le protocole modifié de la California Dental Association (CDA) qui est un système de classement fiable permettant de comparer, entre elles, les différentes études [72]. Les paramètres cliniques évalués sont : la correspondance des couleurs, la qualité de la surface céramique, l'intégrité marginale et l'anatomie des restaurations. Les résultats possibles selon chaque critère sont : excellentes, acceptables, récupérables ou non acceptables [73].

Dans l'ensemble, les résultats sont satisfaisants et correspondent à ceux obtenus avec des préparations horizontales. La correspondance des couleurs est souvent le paramètre qui obtient les moins bons résultats car dans le cas d'un pilier dyschromié la fine épaisseur de matériau dans les restaurations sur préparations verticales ne permet pas de masquer totalement le pilier. Effectivement, Schmitz *et al.*, dans leur étude de 2017 avec un suivi moyen de 48,17 mois, 81 restaurations en disilicate de lithium sur 627 ont été jugées acceptables et 2 ont été jugées insuffisantes à cause de la transparence du matériau cependant ces deux couronnes ont tout de même été jugées satisfaisantes par les patients [74].

Concernant les restaurations en disilicate de lithium avec des préparations verticales, plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que les résultats en terme d'esthétisme sont comparables à ceux retrouvés avec d'autres types de limites de préparations et d'autres matériaux [50,71,74,75].

Par exemple, Beani et Schmitz ont réalisé une étude en 2015 sur 257 restaurations sur préparations verticales et obtiennent une correspondance des couleurs jugée excellente sur 230 couronnes ; une surface et forme anatomique jugées excellentes sur 248 couronnes ; et seulement 6 couronnes présentaient une usure minime et un aspect terne qui ont nécessité un polissage au fauteuil. En ce qui concerne la décoloration marginale, elle a été jugée excellente dans 245 couronnes et 252 pour l'intégrité marginale. Aucun écaillage de surface n'a été noté. La note la plus basse a été enregistrée pour la correspondance des couleurs mais elle restait très correcte [50].

Les restaurations sur préparations verticales ont donc obtenu de très bons résultats dans tous ces paramètres d'esthétisme qui sont comparables aux résultats d'autres études [76–78] qui ont étudié le taux de survie des restaurations avec céramique cosmétique sur des préparations horizontales. L'avantage est qu'elles permettent des préparations très conservatrices tout en obtenant de très bons résultats esthétiques. Néanmoins, des études à long terme sont nécessaires pour confirmer les capacités du disilicate de lithium [75].

Concernant les restaurations en zircone stratifiée d'une céramique feldspathique sur préparations verticales, une étude de 2011 rapporte également de très bons résultats pour ce critère d'esthétisme. 99 couronnes sur 102 ont été

jugées excellentes pour la forme de surface et l'anatomie. Une seule couronne a subi un chipping de la céramique cosmétique qui a entraîné une baisse du niveau de satisfaction (figure 24). 93 couronnes ont été jugées excellentes et 8 acceptables pour la couleur. La satisfaction des patients à l'égard des couronnes était élevée [60].



Figure 24 : chipping d'une couronne sur une première molaire maxillaire sur la cuspide disto-vestibulaire [71].

A l'inverse, une étude utilisant un protocole en double aveugle avec une évaluation par les patients puis par les praticiens, conclut que les restaurations sur préparations congés quart de rond seraient plus esthétiques que les restaurations sur préparations en bord de plume. Les différences se trouvaient dans la perception par le patient du résultat esthétique et de la fonction avec des valeurs médianes de l'échelle visuelle analogique (EVA) plus élevées pour les patients groupe congé quart d'ovale. Ainsi, les patients ne semblent pas ressentir les bénéfices supposés de la modification du profil d'émergence à savoir des résultats esthétiques améliorés et une meilleure stabilité des tissus mous. Ceci pourrait s'expliquer par la possibilité que le chanfrein suive de plus près le profil d'émergence de la dent sans trop interférer avec le parodonte, alors que les préparations de bord en plume sous gingivale sont plus liées à un profil d'émergence nouvellement développé [26].

3.6 Mise en œuvre et conception

La plupart des auteurs s'accordent sur le fait que la mise en œuvre et le protocole des préparations verticales en particulier le BOPT est plus complexe et

nécessite plus d'expérience clinique. Premièrement, la préparation peut sembler plus simple puisque la quantité de tissu dentaire à éliminer est moindre mais la limite reste moins lisible par le praticien ainsi que par le prothésiste dans l'empreinte. En effet, l'étude de Paniz *et al.* affirme que les procédures cliniques comme la préparation, l'empreinte et l'élimination des excès du matériau d'assemblage sont plus difficiles pour les lignes d'arrivées verticales que pour les limites horizontales. Ceci est probablement dû aux difficultés techniques qui peuvent être rencontrées pendant la fabrication des restaurations comme une possible émergence incorrecte de la prothèse provisoire, l'incapacité du praticien et du prothésiste à visualiser la position exacte de la limite, la communication difficile entre le praticien et le prothésiste ainsi qu'au surcontour de la restauration [25].

Pourtant, quelques auteurs comme Schmitz et Beani vantent les avantages procéduraux des préparations verticales avec une prise d'empreinte plus facile, même pour les piliers multiples et une amélioration de l'adaptation marginale après cimentation [50].

Au vu de l'évolution croissante des technologies, il est important de savoir si les préparations verticales peuvent suivre cette avancée. L'empreinte optique a été le fruit le plus représentatif de cette évolution. Plusieurs auteurs ont comparé la précision de l'adaptation des restaurations avec empreinte optique à celle avec empreinte conventionnelle sur les préparations verticales et n'ont pas mis en évidence de différence significative. En revanche, ils objectivent une différence significative concernant la limite de finition choisie. La limite en lame de couteau et celle en quart d'ovale présentent une meilleure adaptation avec l'empreinte optique que la limite d'épaulement ce qui peut être expliqué par le fait que la caméra rencontre des difficultés à lire les angles droits [53,79]. Une étude très récente a étudié les résultats de couronnes en zircone avec une flux de travail entièrement numérique et a obtenu un taux d'échec faible comparable à ceux des restaurations avec d'autres limites de préparation et différents matériaux. De plus, les étapes de fabrication sont réduites donc les erreurs également et le cout de production est moindre malgré une meilleure efficacité [80].

L'empreinte physique serait préférable pour fabriquer des restaurations céramo-métalliques, en revanche, pour les restaurations en zircone, l'empreinte numérique serait une alternative viable [79].

3.7 Longévité

3.7.1 Les déterminants de la durée de vie des restaurations

La durée de vie des restaurations est déterminée par le matériau de reconstitution, la localisation de la restauration et la méthode d'assemblage.

3.7.1.1 Le matériau de restauration

Les études rapportent, le plus souvent, de très bons taux de survie notamment avec le disilicate de lithium et la zircone qui sont les matériaux les plus étudiés dans ce domaine. Ces résultats sont comparables à ceux des préparations horizontales [19,71,74]. Pour le disilicate de lithium par exemple, les complications mécaniques et biologiques seraient très faibles ce qui permettrait son utilisation avec des préparations en lame de couteau [81].

3.7.1.2 La localisation de la restauration

Concernant la localisation, les couronnes en disilicate de lithium sur deuxième molaire ont un taux de survie plus faible que les restaurations sur les autres dents postérieures en particulier à cause de fractures des restaurations. Ceci inciterait à utiliser un matériau plus résistant tel que la zircone pour cette localisation. Le disilicate de lithium serait sensible aux surcharges mécaniques et seraient donc à éviter chez les patients bruxomanes dans la région postérieure terminale (figure 25) [74].



Figure 25 : fracture d'une couronne en disilicate de lithium sur une deuxième prémolaire maxillaire préparée verticalement [74].

3.7.1.3 Le matériau d'assemblage

Concernant la méthode d'assemblage, une étude émet l'hypothèse de l'influence du ciment en résine utilisé ainsi que du traitement de l'intrados des prothèses avec de l'acide fluorhydrique et du silane, sur le taux de réussite des restaurations [71].

De plus, en implantologie, il semble évident que les complications biologiques comme l'inflammation gingivale péri-implantaire, touchent plus les restaurations cimentées que les restaurations vissées, en particulier à cause des excès de ciment non éliminés. Ces complications biologiques peuvent donc affecter négativement la durée de vie des restaurations [39].

3.7.2 Les causes d'échecs

La durée de vie d'une restauration est estimée en fonction de son taux d'échec. Les causes d'échec peuvent être :

- mécaniques : fracture du matériau de reconstitution, chipping, descellement de la restauration ;
- biologiques : inflammation pulpaire, nécrose, complication endodontique, reprise carieuse, fracture de la dent support.

Ces causes d'échec ne semblent pas être les mêmes selon le type de préparation.

Étant donné l'épaisseur plus faible du matériau dans les préparations verticales, elles seraient plus sujettes aux complications mécaniques en particulier la fracture du matériau. Néanmoins, Valenti affirme que, même si la longévité est effectivement compromise par la résistance mécanique et le risque d'écaillage pour les préparations verticales, les résultats en termes de complications mécaniques sont comparables à ceux sur préparations horizontales [71].

Au contraire, les complications biologiques, notamment celles concernant la pulpe, seraient moins fréquentes que pour les préparations horizontales car la quantité de tissus résiduels est plus importante. Effectivement, Borelli et al. rapportent des complications biologiques sur des préparations d'épaulement pouvant aller jusqu'à 57,1% pendant des périodes d'observations de 25 ans [36]. De même, une étude a montré que les complications biologiques pour des couronnes en zircone sur dent préparée BOPT étaient faibles, à hauteur de 2% dont 2 cas de pulpite et 1 fracture radiculaire, bien que le faible recul clinique de 2 ans oblige à pondérer ces résultats [51].

Malheureusement, les données cliniques sont limitées concernant la survie à moyen et long terme des restaurations sur préparations verticales ce qui nécessiterait plus d'études [50].

Conclusion

En prothèse fixée, le choix de la limite de préparation s'offre au praticien. Qu'elle soit horizontale ou verticale, chacune d'elles possède des avantages et des inconvénients qui rendent ce choix complexe. Il y a quelques années, les céramiques ne permettaient pas des épaisseurs suffisamment fines pour les préparations verticales. Depuis, l'apparition de la zircone a autorisé de plus faibles épaisseurs tout en conservant une bonne résistance mécanique. Néanmoins, les reproches concernant l'harmonie entre la restauration et le parodonte persistaient. C'est pour répondre à cette problématique qu'a été créé le BOPT.

Le BOPT a permis de concilier une préparation verticale économe et une intégration des restaurations dans l'environnement parodontal. La politique de conservation tissulaire est donc respectée avec cette technique. Néanmoins, elle nécessite un protocole particulier avec un apprentissage difficile et une communication praticien-prothésiste indispensable.

D'après la littérature, les préparations horizontales sont préférées lorsque que la couronne anatomique coïncide avec la couronne clinique, c'est-à-dire que la limite de préparation est située près de la JEC, et que la santé parodontale est bonne. A l'inverse, lorsque la couronne anatomique et la couronne clinique ne coïncident pas, par exemple dans le cas d'une maladie parodontale, les préparations sans lignes d'arrivées sont préférées et sont placées au niveau de la zone radulaire [37].

Les préparations verticales seraient donc à réaliser uniquement en cas de maladie parodontale. Or, les résultats issus des études présentées ci-dessus ont démontré que les performances de ces préparations n'étaient pas inférieures à celles des préparations horizontales. Cependant, des études cliniques et biologiques supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats et avoir plus de recul sur cette technique.

Pour conclure, les préparations verticales semblent être une alternative prometteuse et économe aux préparations horizontales. Toutefois, le choix de la limite est généralement basé sur l'expérience et les préférences personnelles du

praticien en collaboration avec le savoir-faire du prothésiste. Des revues systématiques et méta-analyses sont donc nécessaires pour fournir des recommandations fondées sur des preuves et permettre un choix plus évident [25].

Références bibliographiques

1. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Liger F. Bases fondamentales en prothèse fixée. Vélizy-Villacoublay, France: Editions CdP; 1998. 572 p.
2. Massironi D, Pascetta R, Romeo G. Precision in dental esthetics: clinical and laboratory procedures. Milan, Italie: Quintessenza Edizioni Srl; 2007. 464 p.
3. Loi I, Scutellà F, Galli F. Tecnica di preparazione orientata biologicamente (BOPT). Un nuovo approccio nella preparazione protesica in odontostomatologia. Quint Int. 2008; 24(5):69-76.
4. Walter B, Darteville P. Préparations coronaires périphériques et préparations corono-radiculaires. Vélizy-Villacoublay, France: Editions CdP; 2014. 110 p.
5. Archien C, Begin M, Thépin JC, Unger F, De Cooman J, De Rouffignac M. Dictionnaire de prothèse odontologique. Paris, France: SNPMD; 2004. 94 p.
6. Perelmuter S, De Cooman J, Degrange M, Lelièvre F, Lecardonnell A, Pompignoli M, et al. Les céramo-céramiques. Paris, France: Association dentaire française; 2011. 62 p.
7. Davarpanah A. Les matériaux CAD-CAM de type PICN (Polymer-infiltrated Ceramic Network): revue bibliographique de la littérature et applications cliniques. [Thèse d'exercice : chirurgie-dentaire]. [Paris]: Université Paris Descartes - Paris 5. UFR d'Odontologie; 2019.
8. Hämmerle C, Sailer I, Ferry J. Les céramiques dentaires: en pratique clinique. Paris, France: Quintessence International; 2009. 127 p.
9. Godfroy J. Céramo-métalliques ou céramo-céramiques: influence sur le taux de fractures. [Thèse d'exercice : chirurgie-dentaire]. [Rennes]: Université de Rennes 1. UFR d'Odontologie; 2018.
10. Zuhr O, Hürzeler M, Dada K, Parienté L. Chirurgie plastique et esthétique en parodontie et implantologie: une approche microchirurgicale. Paris, France : Quintessence International; 2013. 858 p.
11. Dridi SM, Ejeil AL, Gaultier F, Meyer J. La gencive pathologique de l'enfant à l'adulte: diagnostics et thérapeutiques. Paris, France: Espace ID; 2013. 240 p. (Médecine buccale).
12. Borghetti A, Monnet-Corti V, Azzi RR, Bouchard P, Cairo F. Chirurgie plastique parodontale. RUEIL-MALMAISON, France: Editions CdP; 2003. 498 p.
13. Vigouroux F, Da Costa-Noble R, Verdalle PM, Colomb R. Guide pratique de chirurgie parodontale. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier-Masson; 2011. 183 p.

14. Harris RJ, Harris AW. The coronally positioned pedicle graft with inlaid margins: a predictable method of obtaining root coverage of shallow defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994;14(3):228-41.
15. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol.* 1961;32(3):261-7.
16. Serra-Pastor B, Loi I, Fons-Font A, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R. Periodontal and prosthetic outcomes on teeth prepared with biologically oriented preparation technique: a 4-year follow-up prospective clinical study. *J Prosthodont Res.* 2019;63(4):415-20.
17. Ishikawa I, McGuire MK, Mealey B, Blieden TM, Douglass GL, Nevins M, et al. Consensus report: mucogingival deformities and conditions around teeth. *Ann Periodontol.* 1999;4(1):101.
18. Bouchard P, Frémont M, Sanz M. *Parodontologie & dentisterie implantaire.* Paris, France: Lavoisier Médecine Sciences; 2014. 682 p. (Odontologie; vol. 1).
19. Cagidiaco EF, Discepoli N, Goracci C, Carboncini F, Vigolo P, Ferrari M. Randomized clinical trial on single zirconia crowns with feather-edge vs chamfer finish lines: four-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2019;39(6):817-26.
20. Exbrayat J, Schittly J, Borel JC. *Manuel de prothèse fixée unitaire.* Paris, France: Masson; 1992. 221 p. (Manuels d'odontostomatologie).
21. Larato DC. The effect of crown margin extension on gingival inflammation. *J South Calif Dent Assoc.* 1969;37(11):476-8.
22. Silness J. Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. The influence of full and partial crowns on plaque accumulation, development of gingivitis and pocket formation. *J Periodontal Res.* 1970;5(3):219-24.
23. Newcomb GM. The relationship between the location of subgingival crown margins and gingival inflammation. *J Periodontol.* 1974;45(3):151-4.
24. Weisgold AS. Contours of the full crown restoration. *Alpha Omegan.* 1977;70(3):77-89.
25. Paniz G, Nart J, Gobbato L, Chierico A, Lops D, Michalakis K. Periodontal response to two different subgingival restorative margin designs: a 12-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016;20(6):1243-52.
26. Paniz G, Nart J, Gobbato L, Mazzocco F, Stellini E, De Simone G, et al. Clinical periodontal response to anterior all-ceramic crowns with either chamfer or feather-edge subgingival tooth preparations: six-month results and patient perception. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017;37(1):61-8.
27. Kielty P. Perception: esthetics in metal-free prosthesis of natural teeth and implants. *Br Dent J.* Vol. 209. 2010. 147 p.

28. Vallata A. Les limites cervicales en prothèse fixée : concepts et préceptes. [Thèse d'exercice : chirurgie-dentaire]. [Nancy]: Université Henri Poincaré; 2011.
29. Pardo GI. A full cast restoration design offering superior marginal characteristics. *J Prosthet Dent.* 1982;48(5):539-43.
30. Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W. Effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings. *Dent Mater J.* 2008;27(3):362-7.
31. Savadi A, Rangarajan V, Savadi RC, Satheesh P. Biologic perspectives in restorative treatment. *J Indian Prosthodont Soc.* 2011;11(3):143-8.
32. Magallanes Ramos R, Clark D, Mazza M, Venuti P, Maiolino M, Kopanja S, et al. The shoulderless approach a new rationale in prosthetic dentistry [Internet]. 2020 [consulté le 3 nov 2020]. Disponible sur: <https://elearning.zeroinon.it/en/articles/the-shoulderless-approach-a-new-rationale-in-prosthetic-dentistry-brsmallmagallanes-ramos-dclark-mmazza-pvenuti-mmaiolino-skopanja-vcirimpei-aatawfik-dbordonali-bacatrinei-jcsutradhar-mczerwinski-asienkiewicz-jkhademi>
33. León-Martínez R, Montiel-Company JM, Bellot-Arcís C, Solá-Ruíz MF, Selva-Otaolaurruchi E, Agustín-Panadero R. Periodontal behavior around teeth prepared with finishing line for restoration with fixed prostheses. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2020;9(1):249.
34. Mohamed A. Vertical preparation [Internet]. *Santé & Médecine.* 2019 [consulté le 26 janv 2021]. Disponible sur: <https://fr.slideshare.net/MohamedAliTefa/vertical-preparation>
35. Yu H, Zhao Y, Li J, Luo T, Gao J, Liu H, et al. Minimal invasive microscopic tooth preparation in esthetic restoration: a specialist consensus. *Int J Oral Sci.* 2019;11(3):31.
36. Borelli B, Sorrentino R, Goracci C, Zarone F, Ferrari M. In vitro analysis of residual tooth structure of maxillary anterior teeth after different prosthetic finish line preparations for full-coverage single crowns. *J Oral Sci.* 2013;55(1):79-84.
37. 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.
38. Agustín-Panadero R, Ausina-Escrihuela D, Fernández-Estevan L, Román-Rodríguez JL, Faus-López J, Solá-Ruíz MF. Dental-gingival remodeling with BOPT no-prep veneers. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(12):1496-500.
39. Agustín-Panadero R, Bustamante-Hernández N, Labaig-Rueda C, Fons-Font A, Fernández-Estevan L, Solá-Ruíz MF. Influence of Biologically oriented preparation technique on peri-implant tissues; prospective randomized clinical trial with three-year follow-up. Part II: soft tissues. *J Clin Med.* 2019;8(12):2223.
40. Limkangwalmongkol P, Chiche GJ, Blatz MB. Precision of fit of two margin designs for metal-ceramic crowns. *J Prosthodont.* 2007;16(4):233-7.

41. Cocchetto R, Canullo L. The « hybrid abutment »: a new design for implant cemented restorations in the esthetic zones. *J. Esthet. Dent.* 2015;10(2):186-208.
42. Shillingburg H, Jacobi R, Brackett S, Liger F. *Les Préparations en prothèse fixée: principes et applications cliniques.* Paris, France: Editions CDP; 1988. 391 p.
43. Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics [Internet]. 1999 [consulté le 17 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/contemporary-fixed-prosthodontics/rosenstiel/978-0-323-09240-1>
44. Peris H, Godoy L, Cogolludo PG, Ferreiroa A. Ceramic veneers on central incisors without finish line using bopt in a case with gingival asymmetry. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(6):577-81.
45. 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.* 2020;12(6):597-602.
46. Agustín-Panadero R, Solá-Ruíz MF. Vertical preparation for fixed prosthesis rehabilitation in the anterior sector. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):474-8.
47. Rubén, Solá-Ruíz MF, Chust C, Ferreiroa A. Fixed dental prostheses with vertical tooth preparations without finish lines: a report of two patients. *J Proth Dent.* 2016;115(5):520-6.
48. Galli F, Deflorian M, Testori T. Simplified protocol for relining provisional prosthesis on natural abutments: a technical note. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(2):25-8.
49. Patroni S, Chiodera G, Caliceti C, Ferrari P. CAD/CAM technology and zirconium oxide with feather-edge marginal preparation. *Eur J Esthet Dent.* 2010;5(1):1-24.
50. Schmitz JH, Beani M. Effect of different cement types on monolithic lithium disilicate complete crowns with feather-edge preparation design in the posterior region. *J Prosthet Dent.* 2015;115(6):678-83.
51. Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Fons-Font A, Solá-Ruíz MF. 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. *Oper Dent.* 2018;43(5):482-7.
52. Abiad M. Parodontie Repentigny [Internet]. Clinique de Parodontie et d'Implantologie à Repentigny. 2022 [cité 17 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.parodontierepentigny.com/nos-realizations/>
53. Cetik S, Bahrami B, Fossoyeux I, Atash R. Adaptation of zirconia crowns created by conventional versus optical impression: in vitro study. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(3):208-16.

54. Paniz G, Zarow M, Nart J, Peña M, Coltro G, Tomasi C, et al. Dual-center cross-sectional analysis of periodontal stability around anterior all-ceramic crowns with a feather-edge or chamfer subgingival preparation. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2020;40(4):499-507.
55. Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Loi I, Suárez MJ, Pelaez J, Solá-Ruiz F. Clinical behavior of posterior fixed partial dentures with a biologically oriented preparation technique: a 5-year randomized controlled clinical trial. *J Prosthet Dent*. 2020;125(6):870-6.
56. Cabanes-Gumbau G, Pascual-Moscardó A, Peñarrocha-Oltra D, García-Mira B, Aizcorbe-Vicente J, Peñarrocha-Diago MA. Volumetric variation of peri-implant soft tissues in convergent collar implants and crowns using the biologically oriented preparation technique (BOPT). *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019;24(5):643-51.
57. Agustín-Panadero R, Bustamante-Hernández N, Solá-Ruiz MF, Zubizarreta-Macho Á, Fons-Font A, Fernández-Estevan L. Influence of biologically oriented preparation technique on peri-Implant tissues; prospective randomized clinical trial with three-year follow-Up. Part I: hard tissues. *J Clin Med*. 2019;8(12):2183.
58. Galli F, Deflorian M, Parenti A, Testori T, Fabbro MD. Implant rehabilitation according to the biologically oriented preparation technique (BOPT): a medium-term retrospective study. *Restor Dent*. 2020;40(5):710-21.
59. Yu H, Chen YH, Cheng H, Sawase T. Finish-line designs for ceramic crowns: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2019;122(1):22-30.
60. Poggio CE, Dosoli R, Ercoli C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. *J Prosthet Dent*. 2011;107(5):316-21.
61. Vigolo P, Mutinelli S, Biscaro L, Stellini E. An in vivo evaluation of the fit of zirconium-oxide based, ceramic single crowns with vertical and horizontal finish line preparations. *J Prosthodont*. 2015;24(8):603-9.
62. Neman V, Akulwar RS, Meshram S. The effect of various finish line configurations on the marginal seal and occlusal discrepancy of cast full crowns after cementation - an in-vitro study. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(8):18-21.
63. Canullo L, Cocchetto R, Marinotti F, Oltra DP, Diago MP, Loi I. Clinical evaluation of an improved cementation technique for implant-supported restorations: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(12):1492-9.
64. Cortellini D, Canale A. Bonding lithium disilicate ceramic to feather-edge tooth preparations: a minimally invasive treatment concept. *J Adhes Dent*. 2012;14(1):7-10.

65. Fuzzi M, Tricarico MG, Cagidiaco EF, Bonadeo G, Sorrentino R, Ferrari M. Nanoleakage and internal adaptation of zirconia and lithium disilicate single crowns with feather edge preparation. *J Osseointegration*. 2017;9(2):250-62.
66. Wahsh MM, Taha DTS. In vitro evaluation of the marginal integrity of monolithic ceramic crowns utilizing different machinable blocks fabricated for minimally invasive vertical preparation designs. *Egypt Dent J*. 2020;66(4):2597-606.
67. Findakly MB, Jasim HH. Influence of preparation design on fracture resistance of different monolithic zirconia crowns: a comparative study. *J Adv Prosthodont*. 2019;11(6):324-30.
68. Reich S, Petschelt A, Lohbauer U. The effect of finish line preparation and layer thickness on the failure load and fractography of ZrO₂ copings. *J Prosthet Dent*. 2008;99(5):369-76.
69. Mitov G, Anastassova-Yoshida Y, Nothdurft FP, von See C, Pospiech P. Influence of the preparation design and artificial aging on the fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(1):30-6.
70. Cortellini D, Canale A, Souza ROA, Campos F, Lima JC, Özcan M. Durability and weibull characteristics of lithium disilicate crowns bonded on abutments with knife-edge and large chamfer finish lines after cyclic loading. *J Prosthodont*. 2015;24(8):615-9.
71. Valenti M, Valenti A. Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation. *J Esthet Dent*. 2015;10(2):246-57.
72. Gardell E, Larsson C, Vult von Steyern P. Translucent zirconium dioxide and lithium disilicate: a 3-year follow-up of a prospective, practice-based randomized controlled trial on posterior monolithic crowns. *Int J Prosthodont*. 2021;34(2):163-72.
73. Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J*. 1980;30(4):347-58.
74. Schmitz JH, Cortellini D, Granata S, Valenti M. Monolithic lithium disilicate complete single crowns with feather-edge preparation design in the posterior region: a multicentric retrospective study up to 12 years. *Quintessence Int*. 2017;48(8):601-8.
75. Imburgia M, Cortellini D, Valenti M. Minimally invasive vertical preparation design for ceramic veneers: a multicenter retrospective follow-up clinical study of 265 lithium disilicate veneers. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(3):286-98.
76. Guess PC, Stappert CFJ. Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dent Mater*. 2008;24(6):804-13.
77. Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. *Oper Dent*. 2009;34(5):516-23.

78. Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation--a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005;25(1):9-17.
79. García-Gil I, Perez de la Calle C, Lopez-Suarez C, Pontevedra P, Suarez MJ. Comparative analysis of trueness between conventional and digital impression in dental-supported fixed dental prosthesis with vertical preparation. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(9):896-901.
80. Valenti M, Valenti A, Schmitz JH, Cortellini D, Canale A. Survival analysis up to 7 years of 621 zirconia monolithic single crowns with feather-edge margins fabricated with a cast-free workflow starting from intraoral scans: a multicentric retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2022;S0022-3913(22)00358-4.
81. Scutella F, Weinstein T, Redaelli S, Cerutti A, Testori T, Özcan M. Reliability of chair-side monolithic cad-cam generated lithium disilicate single crowns with knife- edge finish line: up to 5-year retrospective analysis of clinical performance. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2020;28(2):94-7.

Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1 : schéma du parodonte [13]. | 22 |
| Figure 2 : schéma illustrant l'espace biologique [15]. | 23 |
| Figure 3 : schéma illustrant les différentes situations de la limite en fonction du sommet gingival [20]. | 26 |
| Figure 4 : schéma illustrant l'épaulement à 135° [25]. | 27 |
| Figure 5 : schéma illustrant l'épaulement à 90° [25]. | 28 |
| Figure 6 : schéma illustrant l'épaulement à angle interne arrondi [25]. | 29 |
| Figure 7 : schéma illustrant le congé quart d'ovale [25]. | 30 |
| | 30 |
| Figure 8 : schéma illustrant le congé quart de rond [25]. | 30 |
| Figure 9 : schéma illustrant la finition angulaire biseautée – profil plan [25]. | 31 |
| Figure 10 : schéma illustrant la finition angulaire chanfreinée – profil concave [25]. | 32 |
| | 32 |
| Figure 11 : photographie d'un bridge CCM avec bandeau métallique permettant une épaisseur minimale au niveau de la ligne de finition (https://dentisis.fr). ... | 35 |
| Figure 12 : schéma d'une préparation hybride sur une dent antérieure : préparation verticale en vestibulaire et préparation horizontale en buccal [41]. | 36 |
| Figure 13 : schéma illustrant la finition en bord de plume [25]. | 37 |
| Figure 14 : schéma illustrant la finition en lame de couteau [25]. | 38 |
| Figure 15 : schéma illustrant le protocole simplifié de la préparation BOPT [47]. | 40 |
| | 40 |
| Figure 16 : photographie d'un exemple de préparation d'une incisive avec la technique BOPT [37]. | 42 |
| Figure 17 : les deux limites de la prothèse provisoire après rebasage [37]. | 43 |
| Figure 18 : photographie mettant en évidence le comblement de l'espace entre les deux limites de la prothèse provisoire avec de la résine fluide [37]. | 44 |
| Figure 19 : photographie mettant en évidence le retrait des excès permettant de relier les deux limites de la provisoire [37]. | 44 |
| Figure 20 : photographie illustrant le résultat de la restauration provisoire dans la technique BOPT [37]. | 45 |
| Figure 21 : photographie mettant en évidence la procédure de laboratoire pour le positionnement de la limite de restauration sur un modèle en plâtre [37]. | 47 |

| | |
|--|----|
| Figure 22 : photographie illustrant des récessions gingivales sur des dents couronnées [52]. | 50 |
| Figure 23 : essai de compression par charge uni-axiale de chape en zircone [68]. | 58 |
| Figure 24 : chipping d'une couronne sur une première molaire maxillaire sur la cuspide disto-vestibulaire [71]. | 62 |
| Figure 25 : fracture d'une couronne en disilicate de lithium sur une deuxième prémolaire maxillaire préparée verticalement [74]. | 65 |

Les limites de préparation verticale : données actuelles / **Charline FRUITIER**. p.77; fig (25) ; réf. (81).

Domaines : Prothèse fixée

Mots clés Libres : Restauration prothétique, limite de préparation verticale, limite de préparation horizontale, BOPT, environnement parodontal, récession, économie tissulaire

La préparation dentaire en prothèse fixée, permettant d'accueillir une restauration prothétique, nécessite la conception d'une limite cervicale de préparation. Cette limite détermine la qualité et l'emplacement du joint dento-prothétique. Le choix de cette limite est donc décisif. Il existe une multitude de limites qui ont chacune leurs avantages, leurs inconvénients et leurs indications. Elles sont regroupées en deux grandes catégories : les limites de préparations verticales et les limites de préparations horizontales. Pendant longtemps, les limites de préparations horizontales ont été majoritairement utilisés et admises comme plus favorable dans la littérature. Néanmoins, les matériaux et les techniques sont en constante évolution et oblige à reconsidérer les préparations verticales.

Ce travail a pour objectif de savoir si les préparations verticales peuvent être une alternative prometteuse aux préparations horizontales puisqu'elles respectent une volonté d'économie tissulaire.

La première partie sera consacrée à la présentation des notions essentielles relatives aux restaurations en prothèse fixée aussi bien en ce qui concerne la préparation dentaire que le matériau utilisé. L'environnement parodontal sera ensuite défini dans ces différents composants et l'impact des limites cervicales sur le parodonte sera abordé.

Dans une seconde partie, les limites cervicales seront détaillées : les différentes limites horizontales dans un premier temps puis les limites cervicales verticales. Parmi ces dernières, une attention particulière sera consacrée à la technique BOPT.

Enfin, une présentation des données actuelles retrouvées dans la littérature sur les préparations verticales sera réalisée. Plusieurs critères d'évaluation des restaurations seront étudiés en comparaison avec les préparations horizontales.

JURY :

Président : Pr Pascal BEHIN

Assesseurs : Dr Philippe BOITELLE

Dr Marion DEHURTEVENT

Dr Corentin DENIS