

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2023

N° :

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

Présentée et soutenue publiquement le 14 Décembre 2023

Par Céleste, DEWAVRIN

Née le 17 Mai 1993 à Champigny sur Marne – France

**Le maquillage des pièces prothétiques usinées en
CFAO directe**

JURY

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Pofesseur Philippe BOITELLE

Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT

Monsieur le Docteur Corentin DENIS

Membre invité : Monsieur le Docteur Max CORDELETTE

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	:	N. RICHARD
Responsable de la Scolarité	:	G. DUPONT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BOITELLE	Responsable du Département 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
M. BEDEZ	Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
A. BLAIZOT	Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale.
X. COUDEL	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
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

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 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.

Table des abréviations

CFAO : conception et fabrication assistées par ordinateur

CAO : conception assistée par ordinateur

FAO : fabrication assistée par ordinateur

HT : high translucidity

LT : low translucidity

MT : medium translucidity

CAD : computer aided design

LRF : leucite reinforced feldspath

PICN : polymer infiltrated ceramic network

Table des matières

1	Introduction	7
2	Éléments à la base du maquillage	9
2.1	Le contexte de la CFAO	9
2.1.1	CFAO directe	9
2.1.2	CFAO semi-directe et indirecte	11
2.2	Les matériaux constitutifs des restaurations.....	12
2.2.1	Les céramiques	12
2.2.1.1	Définition.....	12
2.2.1.2	Les caractéristiques des matériaux céramiques.....	14
2.2.1.3	Classification des systèmes céramiques.....	15
2.2.1.3.1	Les céramiques feldspathiques	16
2.2.1.3.2	Les vitrocéramiques renforcées en leucite	17
2.2.1.3.3	Les céramiques infiltrées.....	20
2.2.1.3.4	Les céramiques polycristallines	23
2.2.2	Les composites.....	24
2.2.3	Les matériaux hybrides ou céramique à matrice de résine.....	28
2.3	Choix de la couleur.....	30
2.4	Les moyens de mettre en œuvre le maquillage	32
2.4.1	La glaçure	32
2.4.2	Les « stains ».....	33
2.4.3	Les « shades »	34
2.4.4	Les vernis résineux.....	36
2.4.5	Les accessoires.....	37
3	Protocoles du maquillage	38
3.1	Pour les céramiques	38
3.1.1	Préparation de l'état de surface de la prothèse au maquillage.....	38
3.1.2	Maquillage de la pièce prothétique	39
3.1.2.1	Application de la glaçure.....	40
3.1.2.2	Application « shade dentine ».....	41
3.1.2.3	Application de « shade incisal » au niveau des pointes cuspidiennes ou du bord incisal.....	42
3.1.2.4	Application de « stain » blanc au niveau des cuspides et des arrêtes cuspidiennes	42
3.1.2.5	Application de « stain » marron au niveau des sillons.....	42
3.1.3	Cuisson de la céramique	44
3.1.4	La technique du « cut-back »	46
3.2	Pour les composites et pour les matériaux hybrides.....	47
3.2.1	Polissage de la prothèse	47
3.2.2	Dégraissage.....	47
3.2.3	Caractérisation de la pièce prothétique	47
4	Conclusion	49

1 Introduction

L'évolution constante de la dentisterie moderne a été marquée par l'introduction de technologies innovantes visant à améliorer à la fois l'esthétique et la fonction des restaurations dentaires. Parmi ces avancées, la CFAO directe a été introduite, avec celle-ci, le chirurgien-dentiste doit acquérir un nouvel apprentissage, celui du maquillage des restaurations céramiques et ainsi caractériser ses propres restaurations, tâche normalement réservée au laboratoire de prothèse.

Auparavant, l'esthétisme des prothèses dentaires en céramique exigeait une coopération étroite entre le dentiste et le prothésiste. L'avènement de la CFAO directe a révolutionné cette pratique, offrant aux dentistes une méthode plus autonome pour concevoir et produire des restaurations céramiques directement dans leur cabinet. Cela permet ainsi de prendre en charge l'intégralité du processus de conception de certaines prothèses de manière indépendante. Cette voie permet de réduire les délais de traitement, d'améliorer la communication entre le dentiste et le patient, et ainsi offrir des restaurations unitaires ou plurales de grande qualité.

Cette thèse a pour objectif d'approfondir l'étude de la relation entre l'art dentaire traditionnel et la conception assistée par ordinateur (CFAO). Le maquillage des pièces céramiques en CFAO directe s'appuie sur la notion de conception des restaurations dentaires allant au-delà de leur fonction première, cherchant ainsi à atteindre une esthétique harmonieuse et naturelle. En utilisant des outils numériques sophistiqués, cette approche vise à reproduire avec précision les nuances, la translucidité et la texture des dents voisines, permettant ainsi une intégration parfaite. Cette synthèse entre la créativité artistique et la technologie de pointe ouvre de nouvelles perspectives afin de répondre aux attentes esthétiques élevées des patients d'aujourd'hui.

Toutefois, le maquillage des pièces céramiques en CFAO directe ne se limite pas à la simple application de couleurs et de textures. Il nécessite une compréhension profonde des propriétés optiques des matériaux céramiques, des logiciels de conception, ainsi que des compétences artistiques du professionnel dentaire. Ce

mémoire s'attachera à explorer ces aspects techniques et esthétiques, tout en mettant en évidence les défis potentiels et les stratégies pour les surmonter.

En explorant le maquillage des pièces céramiques en CFAO directe, cette thèse aspire à fournir un aperçu approfondi des nouveaux horizons de la dentisterie esthétique. Les résultats de cette recherche pourraient non seulement contribuer à élargir les connaissances académiques dans ce domaine, mais également à guider les praticiens dentaires dans l'application judicieuse de cette technique novatrice afin d'offrir à leurs patients des restaurations qui allient perfection technique et beauté artistique.

2 Éléments à la base du maquillage

2.1 Le contexte de la CFAO

Les systèmes de CFAO permettent la fabrication de dispositifs prothétiques au cabinet ou au laboratoire de prothèse par usinage de bloc de matériaux divers, par impression 3D, par frittage laser. Ils sont structurés sous forme d'une chaîne dont le traitement de chaque maillon introduit des imprécisions dans le processus de fabrication.

2.1.1 CFAO directe

La CFAO directe correspond à une chaîne CFAO entièrement positionnée au sein du cabinet dentaire. Le praticien maîtrise toutes les étapes, de la préparation à la fabrication¹.

Le sigle CFAO est une combinaison de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et la FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur) :

- la CAO permet de concevoir virtuellement sur un support réel le projet prothétique. Elle se substitue aux maquettes en cire réalisées par le prothésiste. Les logiciels modélisent en 3D les futures pièces prothétiques ;
- la FAO permet la matérialisation de la pièce prothétique. C'est une unité de fabrication pilotée par un ordinateur (avec les données enregistrées de la CAO). Il est ainsi plus facile d'usiner la pièce prothétique [14].

Les systèmes intégrés comme le système Cerec®, commercialisé par Dentsply Sirona présente 3 entités physiques :

- une caméra buccale permettant de réaliser l'empreinte optique,
- des logiciels, qui traitent les informations acquises par la caméra optique, permettant la CAO et le pilotage de la machine-outil qui réalise la pièce prothétique par usinage (FAO) de blocs céramiques ou autres matériaux (résines, hybride, entre autres),

¹ [43]

- la machine-outil permettant l'usinage du bloc dans 5 axes différents².



Figure 1 : Composition du système Cerec® complet³.

A : Usineuse Primemill ; B : Four ; C : Unité de numérisation et de conception

² [42]
³ [42]

2.1.2 CFAO semi-directe et indirecte

Pour la CFAO semi-directe, le cabinet possède une caméra optique pour réaliser l'empreinte optique qui sera ensuite transmise au laboratoire. En CFAO semi-directe, l'usinage est effectué au laboratoire.

Pour la CFAO indirecte, l'empreinte est réalisée avec une technique traditionnelle. Le cabinet ne possède pas de caméra optique. L'empreinte est ensuite envoyée au laboratoire qui va à partir du modèle en plâtre réaliser une empreinte numérique.

Ici toutes les étapes de CFAO sont réalisées au laboratoire.

Pour ces deux techniques, les éléments de la chaîne CFAO sont identiques à ceux de la technique directe.

Pour la CFAO semi-directe et indirecte, les étapes de maquillage sont donc réalisées par le prothésiste au laboratoire et non par le chirurgien-dentiste au cabinet.

Ces deux techniques ne seront pas détaillées.

2.2 Les matériaux constitutifs des restaurations

2.2.1 Les céramiques

2.2.1.1 Définition

Il s'agit d'un solide de synthèse, inorganique non métallique, à liaisons covalentes ou ionocovalentes, obtenu par consolidation à haute température d'un agglomérat pulvérulent préalablement mis en forme.

Il s'agit donc d'un solide qui n'existe pas à l'état naturel, qui est produit par l'homme. Il n'est chimiquement pas basé sur les liaisons carbone/carbone, ni sur des liaisons métalliques. Il est obtenu par frittage à partir d'une poudre.

Il s'agit donc d'un matériau non métallique, non organique, composé de verre et de cristaux, chauffé pour devenir dur [27].

Qu'est-ce que le frittage ?

La montée à haute température d'une poudre à base d'oxyde crée une liaison entre les grains au niveau des zones de contact entre les particules. Le refroidissement s'accompagne d'une rétraction. Le solide obtenu est un solide dense polycristallin. Il s'agit d'un procédé céramique.

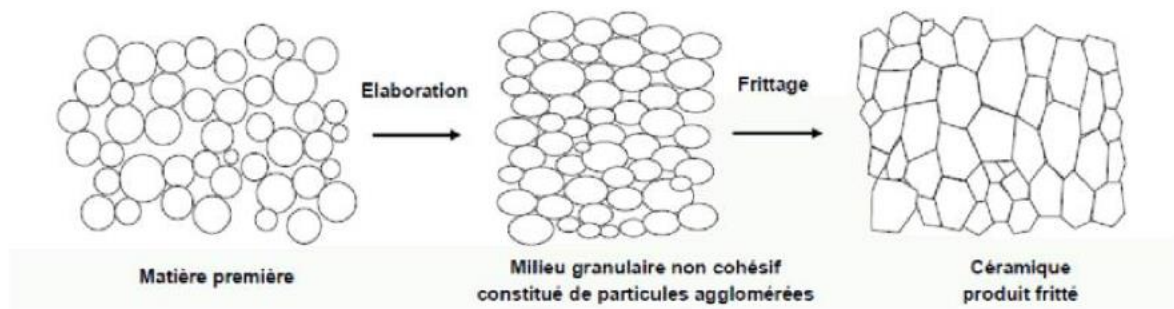


Figure 2 : Schématisation du frittage [38].

Plus la phase vitreuse est en quantité importante par rapport à la phase cristalline, meilleures sont les propriétés optiques et moins bonnes sont les propriétés mécaniques.

Les céramiques dentaires esthétiques sont principalement constituées de matrice de verre

L'esthétique est l'atout majeur de la céramique, la fragilité est son point faible pour les restaurations porteuses [14].

2.2.1.2 Les caractéristiques des matériaux céramiques

Les matériaux possèdent une **triple inertie** :

- inertie électrique,
- inertie thermique,
- inertie chimique.

Ils possèdent également un **comportement mécanique** particulier. Les céramiques présentent un comportement mécanique dit « fragile ». En science, un matériau dit « fragile » ne possède qu'une faible capacité de déformation.

Certaines céramiques peuvent supporter des contraintes très importantes, mais au-delà de leur limite, elles vont se fracturer sans se déformer.

Les céramiques sont donc particulièrement soumises à des phénomènes de fatigue : une charge répétée, mais d'intensité inférieure à la charge de rupture du matériau, va créer de multiples microfissures. Le développement de ces fissures puis leur propagation se traduisent à long terme par une fracture du matériau, appelée rupture par fatigue.

Ces différentes caractéristiques vont jouer sur le choix du matériau par le praticien en fonction des qualités requises.

2.2.1.3 Classification des systèmes céramiques

La classification qui semble la plus pertinente pour l'omnipraticien concerne la microstructure.

Les matériaux sont classés selon leur concentration relative en cristaux au sein de la masse vitreuse.

Les céramiques peuvent donc être classées selon l'ordre suivant :

- feldspathique : à haute teneur en verre,
- vitrocéramique renforcée en leucite : le verre est rempli de particules chargées qui sont ajoutées pour améliorer les propriétés mécaniques,
- infiltrée : le verre est rempli de particules qui sont ajoutées pour améliorer les propriétés mécaniques,
- polycristalline : ne contiennent pas de verre.

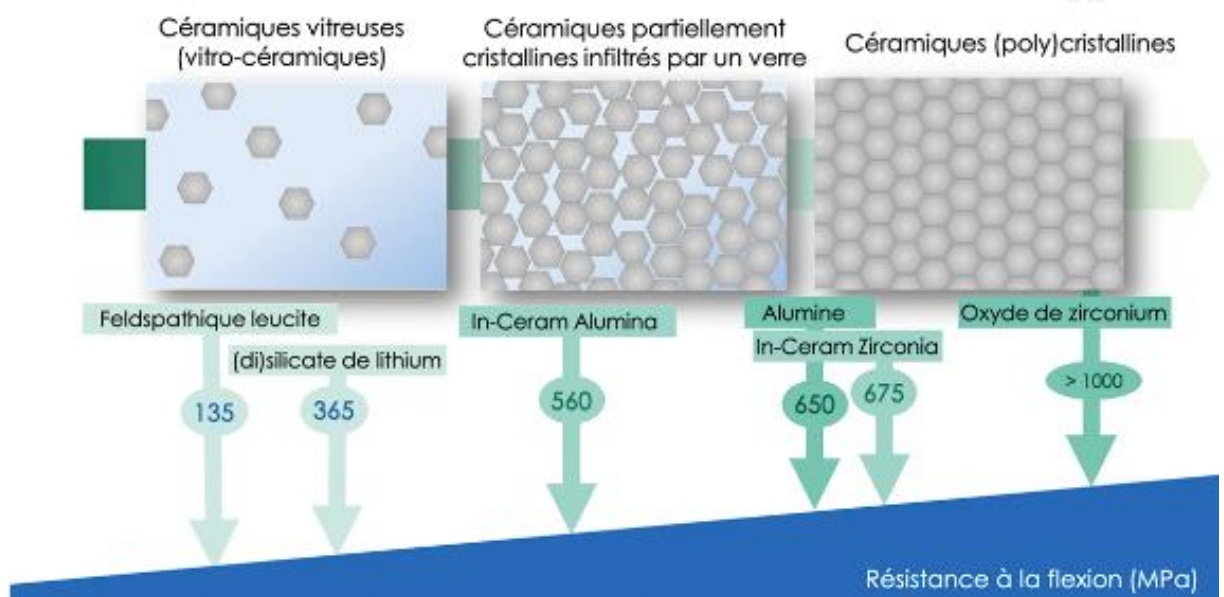


Figure 3 : Image des différents systèmes céramique⁴.

⁴ [41]

2.2.1.3.1 Les céramiques feldspathiques

Elles sont composées majoritairement d'oxyde de silicium, mais également d'oxyde d'alumine, de potassium, de sodium.

La céramique feldspathique est fabriquée à partir de feldspath comme principale matière première. Frittée avec du quartz, du kaolin, de petites quantités de borax et de colorants [27].

La principale feldspath utilisée dans la fabrication de la céramique feldspathique est le plagioclase, un type de cristal gris clair ou blanc [27].

L'utilisation de colorants ajuste la couleur et la brillance de la céramique.

La céramique feldspathique est considérée comme le matériau ayant la plus grande translucidité. Elle possède les meilleures propriétés optiques et constitue le « gold standard » en matière d'esthétique dentaire. La céramique feldspathique est clairement le type de céramique le plus approprié pour répondre aux besoins esthétiques les plus élevés [20,25].

Avec le développement de la technologie mini-invasive et l'accent mis sur l'esthétique, la céramique feldspathique est devenue un matériau de référence pour la réalisation de facette en céramique et en particulier pour les facettes partielles [27].

Le polissage et le glaçage des céramiques feldspathiques peuvent modifier la rugosité de la surface, réduire la netteté et la profondeur des pores de la surface de la restauration, améliorer l'aptitude de la restauration à résister à la fracture [23,35].

L'étude de Asai et coll. a montré que la charge de rupture des restaurations à base de vitrocéramique renforcée en leucite était plus élevée que celle des restaurations en céramique feldspathique, mais plus faible que celle des restaurations à base de céramique en disilicate de lithium [35].

En raison du risque de fracture et d'une usure excessive de ces restaurations lorsqu'elles sont utilisées dans la zone postérieure de la cavité orale, il est recommandé d'utiliser la céramique feldspathique en zone antérieure [25].

Bien que la céramique feldspathique présente des défauts, elle est esthétiquement très intéressante et reste fortement indiquée pour les facettes, les inlays et les couronnes [33].

De nombreuses marques déclinent les blocs de céramique feldspathique en différentes teintes.

Le bloc Vita Mark II par exemple est monochromatique mais disponible en plusieurs teintes.

Les blocs Vitablocs TriLuxe®, TriLuxe Forte® et RealLife® contiennent des couches à plusieurs nuances et offrent un dégradé de saturations et de translucidités.

Différents fabricants proposent ce matériau décliné en un gradient de teinte au sein d'un même bloc. Ainsi, un bloc de teinte tridimensionnel avec une « nuance noyau de dentine » et « émail » qui l'entoure est également disponible. La restauration est usinée dans la couleur de gradient curviligne grâce au logiciel de CAO. Ce type de bloc a été spécialement développé pour les restaurations antérieures esthétiques.

Il existe différentes méthodes de finition des reconstructions en céramique usinée tel que : le polissage mécanique, le maquillage ou le « cut-back », développés dans le chapitre 4.



Figure 4 : Bloc en feldspathique [contribution personnelle].

2.2.1.3.2 Les vitrocéramiques renforcées en leucite

La vitrocéramique renforcée en leucite est un type de vitrocéramique développé dans les années 60. L'ajout de cristaux de leucites augmente la teneur en cristaux dans la céramique ce qui permet d'absorber l'énergie de fracture et de réduire la génération et la propagation de fissures [29,33].

Ceci améliore la résistance à la fracture des céramiques en maintenant une bonne translucidité [13].

La contrainte thermique joue un rôle essentiel sur les propriétés mécaniques des vitrocéramiques. Les propriétés mécaniques des vitrocéramiques sont déterminées

par leur composition, leur microstructure, et le type de contrainte (tension ou compression) ainsi que l'intensité de la contrainte [26].

En ce qui concerne l'esthétique, bien que la céramique feldspathique soit le gold standard, les vitrocéramiques enrichies en leucites ont également une très bonne translucidité et donnent d'excellents résultats. Elles conviennent donc pour les cas cliniques exigeant des résultats esthétiques élevés à faibles contraintes [4,29,33].

La durée de vie et le taux de résistance des céramiques enrichies en leucites en zone postérieure de la cavité buccale sont plus élevés que celles des céramiques feldspathiques [10].

Les technologies de traitement de surfaces peuvent améliorer les propriétés des vitrocéramiques enrichies en leucites. Un glaçage permet d'augmenter la résistance à la flexion des vitrocéramiques, qui plus est l'état de surface peut être amélioré à l'aide d'un polissage mécanique.

Ces deux techniques peuvent réduire le taux d'apparition des fissures ou la profondeur de celle-ci sur la surface de la céramique [13,22].

La haute biocompatibilité, la résistance élevée à la flexion et l'esthétisme de la vitrocéramique enrichie en leucite font donc d'elle une céramique très utilisée dans le domaine dentaire [13,22].

L'étude de Zürcher et coll. montre que les couronnes en vitrocéramiques enrichies en leucite avaient un taux de survie de 79,6% après 13 à 15 ans ce qui indique que les couronnes en vitrocéramiques peuvent être utilisées comme une option de traitement pour la restauration des dents antérieures et postérieures [39].

Cependant en raison de la nature, de leurs propriétés mécaniques inférieures à celles des autres vitrocéramiques et de l'usinabilité de la vitrocéramique renforcée en leucite, certaines études ne recommandent toujours pas son utilisation pour les couronnes dentaires postérieures [11,21,29].

Les vitrocéramiques enrichies en leucite sont donc largement utilisées en dentisterie pour les facettes ainsi que les onlays [7].

Concernant leur utilisation, plusieurs blocs sont disponibles en fonction de leur teinte et de leur translucidité : bloc HT (haute translucidité), LT (basse translucidité), ou le bloc multi (dégradé de couleurs sans ligne de transition) chez Ivoclar Vivadent, les blocs Empress® CAD ou encore chez GC les blocs Initial LRF.

Le bloc permet d'imiter de près les propriétés optiques des dents naturelles.



Figure 5 : Bloc de vitrocéramique enrichie en leucite [contribution personnelle].

2.2.1.3.3 Les céramiques infiltrées

- *Disilicate de lithium*

Les céramiques en disilicate de lithium sont composées de cristaux de disilicate de lithium et d'une matrice de verre.

Lors de la production du disilicate de lithium, la céramique est en premier lieu sous forme d'orthosilicate de lithium dans un lingot de verre (Li_4SiO_4) puis le cristallin de métasilicate de lithium (Li_2SiO_3) est incorporé dans la phase vitreuse. À ce stade, le bloc formé est facile à fraiser et présente une résistance à la flexion de 130 ± 30 MPa.

Les restaurations usinées sont ensuite chauffées à 850°C pour former des cristaux de disilicate de lithium ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$).

La résistance à la flexion des céramiques de disilicate de lithium peut atteindre 360 ± 60 MPa, et des cristaux denses de disilicate de lithium peuvent être observés après l'utilisation de l'acide fluorhydrique à la surface des céramiques pour dissoudre la matrice de verre [4].

La phase cristalline de cette céramique est représentée en majorité alors que la teneur en phase vitreuse est relativement faible, ce qui lui confère d'excellentes propriétés mécaniques et une très bonne résistance à la fracture.

Elle présente également un esthétisme élevé et une bonne aptitude au collage, c'est l'un des matériaux non métalliques les plus utilisés [13,37].

L'un des avantages de la céramique en disilicate de lithium réside dans sa capacité à maintenir une résistance élevée même lorsqu'elle est réduite à une faible épaisseur. La combinaison de l'épaisseur de la céramique, de la géométrie de la restauration et de la technologie de collage joue un rôle crucial dans la détermination de ses propriétés, notamment son opacité et son épaisseur [34,36]. De plus, elle peut être maquillée pour obtenir un aspect naturel.

Bien que la céramique à base de disilicate de lithium soit légèrement moins esthétique que la céramique feldspathique, elle constitue un substitut intéressant au métal en raison de leur résistance à la flexion et de leur résistance à la rupture.

En outre, dans les cas où l'utilisation de la céramique feldspathique dans la zone postérieure de la bouche n'est pas recommandée, les céramiques à base de disilicate de lithium ont montré d'excellents résultats à long terme [16]. Par conséquent, les excellentes propriétés mécaniques, la grande résistance à la flexion et les propriétés

esthétiques des céramiques en disilicate de lithium font d'elles un premier choix pour toutes les restaurations en zone postérieure de la cavité buccale : les couronnes postérieures, les bridges et les prothèses partielles fixes de courte portée.

Cette céramique est progressivement devenue l'un des matériaux des restaurations tout céramique les plus utilisées [13,21,25,29].

Dans l'ensemble, les perspectives des céramiques silicatées restent vastes, avec de nombreux avantages tels qu'une couleur stable, une faible conductivité thermique, une bonne résistance à l'usure et une biocompatibilité élevée. Ces céramiques sont donc des indispensables pour les restaurations orales. Les applications de ces matériaux sont très étendues. Elles permettent la réalisation d'inlays, onlays, couronnes antérieures et postérieures, couronnes sur implant. Elles peuvent être utilisées pour des bridges de petite étendue [7,11,29,33].

Ces céramiques ont considérablement évolué ces dernières années, notamment au niveau des propriétés optiques. Il existe de nos jours une gamme d'opacité/translucidité très large pour simuler l'émail.

Les blocs de disilicate de lithium sont disponibles chez Ivoclar Vivadent : Bloc Emax® CAD



Figure 6 : Blocs de disilicate de lithium [contribution personnelle].

- *Silicate de lithium et zircone* (Celtra®, Dentsply Sirona ; Suprinity®, Vita Zahnfabrik).

Ces céramiques sont disponibles pré cristallisées (facile à usiner mais de couleur intermédiaire) ou entièrement cristallisées (usinage plus difficile mais avec la teinte finale).

Ce type de céramique a des propriétés optiques élevées, avec de multiples niveaux de teintes et de transparences selon les fabricants, réalisant des reconstitutions esthétiques postérieures.

Ces céramiques peuvent être utilisées pour réaliser des restaurations monolithiques telles que les facettes, les inlays, les onlays, les endocouronnes, les couronnes antérieures et postérieures.

Selon l'étape de cristallisation du bloc usiné, la pièce peut nécessiter une phase de cristallisation après usinage.

Le maquillage et le glaçage peuvent être réalisés avant le traitement thermique mais cela semble compliqué au vu de la couleur du bloc.

Avec un bloc pré cristallisé, la restauration peut être collée directement après l'usinage, après une étape de polissage mécanique. Si le maquillage est fait, la cristallisation est nécessaire malgré l'étape de pré-cristallisation.

Deux marques proposent ces blocs :

- Celtra®, Dentsply Sirona
- Suprinity®, Vita Zahnfabrik



Figure 7 : Blocs de silicate de lithium et zircon [contribution personnelle].

2.2.1.3.4 Les céramiques polycristallines

Les céramiques polycristallines sont fabriquées par frittage et sont généralement appelées céramiques frittées.

Parmi les matériaux utilisés en CFAO, les céramiques polycristallines sont plus résistantes mécaniquement que les vitrocéramiques. Ces matériaux sont largement répandus et couramment utilisés dans le domaine de la CFAO.

Dans les céramiques polycristallines, il n'y a pas de phase vitreuse et tous les cristaux sont disposés dans une matrice. Cette disposition limite l'extension des fissures initiées ce qui confère des propriétés mécaniques supérieures à ces matériaux [15].

Les céramiques polycristallines qui ont généralement une faible transparence en raison de l'absence de phase vitreuse, sont principalement utilisées pour la fabrication de couronnes et de bridges, et sont ensuite recouvertes de céramique de recouvrement pour améliorer l'esthétique [14].

Actuellement, les céramiques polycristallines fréquemment utilisées pour les restaurations dentaires comprennent les céramiques d'alumine et les céramiques de zircone.



Figure 8 : Bloc en Zircone [contribution personnelle].

2.2.2 Les composites

Un matériau composite est un assemblage d'au moins deux composants dont les propriétés physiques ou chimiques diffèrent significativement et qui, combinés, donnent lieu à un matériau aux caractéristiques très différentes de celles de ces composants pris individuellement [5].

Les résines composites dentaires sont composées :

- d'une matrice polymère,
- de charge (typiquement verres silicates radio-opaques),
- d'un silane qui sert d'agent de couplage entre la matrice et les charges,
- de molécules modulant la réaction de polymérisation de la matrice (initiateurs, inhibiteurs, entre autres).

La composition chimique et la structure influencent beaucoup ses propriétés, en particulier :

- la quantité et le type de charges incorporées dans le composite,
- les monomères constituant la matrice du composite et leur degré de polymérisation dans la restauration finale.

Les composites présentent des propriétés mécaniques intéressantes mais surtout une excellente usinabilité permettant des restaurations très fines. Ils existent en deux gammes de translucidité : MT et HT.

Ces matériaux sont très intéressants pour les restaurations provisoires. Leur longévité est soumise à discussion, due à une usure rapide.

Il est également possible de mettre en place une caractérisation et un polissage.



Figure 9 : Bloc en résine [contribution personnelle].



Figure 10 : Bloc résine composite [contribution personnelle].

- *3M™ Lava™ Ultimate : résine nanocéramique*

Le développement des empreintes optiques, de fraiseuses plus rapides et plus puissantes, et de matériaux CFAO plus résistants a conduit au développement de la prothèse directe. Par conséquent, la technologie CFAO est de plus en plus répandue [3]. Mais elle a également créé un besoin de nouveaux matériaux pour combler les lacunes de la fabrication des pièces prothétiques au fauteuil. C'est ainsi que les nanocéramiques en résine ont vu le jour.

Il s'agit d'un mélange de résine et de matériaux composites, qui présente les avantages des deux, mais qui est principalement composé de céramique. Non seulement il n'est pas fragile et il résiste aux fractures comme les matériaux composites, mais il présente également les avantages de la vitrocéramique, notamment une excellente rétention, de la brillance et une beauté durable [4].

Ce nouveau matériau est durci à haute température grâce à un processus de fabrication exclusif et contrôlable, qui élimine l'étape de cuisson après le fraisage. Elles sont donc facilement utilisables en technique directe. Elles peuvent également être rapidement polies pour obtenir une surface esthétiquement agréable et peuvent être ajustées à l'aide d'un restaurateur photopolymérisable si nécessaire.

3M™ Lava™ Ultimate est reconnue comme une nanocéramique à base de résine (RNC) couramment utilisée [31].

Elle ne nécessite pas de cuisson après usinage, elle permet le meulage, le polissage et l'ajustement pour améliorer la qualité du matériau, les caractéristiques de durabilité et d'absorption des chocs [24].

En comparaison aux matériaux composites (« nanoclusters »), ces nano-céramiques ont une résistance à la flexion plus élevée (200 MPa) que les céramiques feldspathiques CAD/CAM et les résines composites simples.

Elles présentent également une meilleure résistance à la fracture et à l'usure, et améliorent considérablement la capacité à être poli ainsi que les propriétés optiques [30].

Cependant, bien que la teneur en céramique soit élevée, ce matériau n'est pas conseillé pour les couronnes, mais uniquement pour les inlays, les overlays et les facettes. Lorsqu'il est utilisé comme couronne, la restauration est susceptible de se briser.



Figure 11 : Bloc composite [contribution personnelle].

- *Cerasmart™ GC : nano-céramiques flexibles*

Les nano-céramiques flexibles sont des matériaux en résine de type céramique contenant une nanocharge, tels qu'ils ont été introduits par la société japonaise GC. Elles ont une résistance à la flexion de 231 MPa [2]. Cette céramique est composée de petites particules de silicate d'aluminium et de baryum uniformément réparties dans une matrice polymère. Cette conception spécifique de la nanomatrice céramique la rend idéale pour les restaurations à haute résistance et absorbantes pour toutes les indications, en particulier pour les couronnes implanto-portées.

Grâce à sa matrice nano-céramique dynamique brevetée et à son homogénéité totale, Cerasmart™ est un matériau véritablement autopolissant. Non seulement il reste poli plus longtemps, mais il est également prouvé qu'il conserve son éclat même après usure [2].

Comparé à d'autres matériaux, Cerasmart™ peut protéger plus facilement le moignon dentaire grâce à une meilleure dispersion des contraintes.

Ce matériau présente un effet d'opalescence et de fluorescence très proche du tissu dentaire naturel.

Les indications de ce matériau comprennent les facettes, les inlays, les overlays, les couronnes simples, les superstructures implantaire.



Figure 12 : Bloc composite [contribution personnelle].

2.2.3 Les matériaux hybrides ou céramique à matrice de résine

Ces dernières années, grâce à une technologie de traitement des céramiques à base de résine de plus en plus mature et à l'amélioration continue de leurs performances, l'application de ces céramiques dans le domaine de la dentisterie est devenue de plus en plus importante [1].

Les céramiques à matrice de résine sont un nouveau type de matériau céramique qui combine les avantages de la céramique et des matériaux polymères. Ce matériau hybride se compose d'une matrice de résine à base de céramique inorganique.

Les céramiques à base de résine constituent un nouveau type de matériau composite, bien qu'elles ne soient pas techniquement des céramiques. Toutefois, elles présentent des propriétés similaires à celles des matériaux céramiques, notamment une esthétique, une solidité, une adhérence, une résistance à l'usure et d'autres caractéristiques très proches de celles de la céramique [12].

Les céramiques à base de résine possèdent à la fois des caractéristiques de céramique et de résine, et leur module d'élasticité est faible, semblable à celui de la dentine.

Le plus grand avantage des céramiques à matrice de résine est qu'elles offrent une force de rétention fantastique pour la paroi latérale associée à une bonne stabilité dans le temps lorsqu'elles sont utilisées comme inlays et onlays.

- *Vita Enamic® Ceramic : PICN (Polymer Infiltrated Ceramic Network)*

Ces dernières années, Vita a produit un nouveau type de céramique pour les restaurations buccales. Ce nouveau matériau est une maille céramique perméable aux polymères, développée à partir de la technologie de la céramique perméable au verre.

Les PICN ont l'avantage d'avoir un module d'élasticité inférieur d'environ 50 % à celui des céramiques feldspathiques (plus proches de la dentine).

Ils sont donc plus faciles à fraiser et à utiliser. Le nouveau matériau a un module d'élasticité plus faible et une plus grande résistance aux dommages que les céramiques dentaires traditionnelles [18].

Le PICN possède les propriétés positives des céramiques et des composites. Le composite présente un équilibre intéressant entre flexibilité et intensité, ce qui le rend approprié pour les couronnes individuelles, les inlays, les overlays et les facettes.

La simulation clinique montre que les PICN ont une grande valeur pratique dans les applications antifatigue. Les résultats d'une simulation de mastication sur cinq ans ont montré que les couronnes entièrement en céramique fabriquées à partir d'Enamic® ne se fissurent pas. L'Enamic® se comporte comme les vitrocéramiques à base de disilicate de lithium après 500 000 essais de fatigue [28].

En raison de ses caractéristiques optiques médiocres, le PICN convient mieux à la région molaire qu'à la région des dents antérieures [32].

L'Enamic®, en tant que nouveau type de matériau céramique pour les restaurations orales, répond aux problèmes de faible résistance à l'usure, de faible sensibilité au vieillissement, de petites fuites et de stabilité à long terme des matériaux composites. Les propriétés mécaniques montrent que l'Enamic® est un meilleur matériau de réparation que les vitrocéramiques ou les composites.

Néanmoins, le matériau de restauration souhaité doit avoir d'excellentes propriétés mécaniques, ainsi qu'un taux d'usure similaire à celui de l'émail de la dent [17].

Bien que sa résistance à l'usure soit inférieure à celle de l'émail dentaire, elle reste supérieure à de nombreux autres matériaux [28].



Figure 13 : Photo d'un bloc hybride [contribution personnelle].

2.3 Choix de la couleur

Le choix de la couleur du bloc est primordial pour la réussite du maquillage et pour une bonne intégration dans la bouche du patient.

C'est également une étape délicate car celle-ci dépend de nombreuses variables telles que la luminosité dans la pièce, la tenue du patient, son maquillage qu'il faudra prendre en compte lors de la détermination de la couleur.

La couleur se définit par 3 dimensions :

- la luminosité : quantité de blanc contenu dans une couleur ou plus simplement la quantité de lumière réfléchie. Son appréciation s'effectue mieux dans une ambiance lumineuse de faible intensité ;
- la saturation : densité de couleur ou intensité de couleur. C'est la quantité de teinte contenue dans une couleur ;
- la teinte ou tonalité chromatique : la teinte caractérise la longueur d'onde dominante de la lumière réfléchie par l'objet.

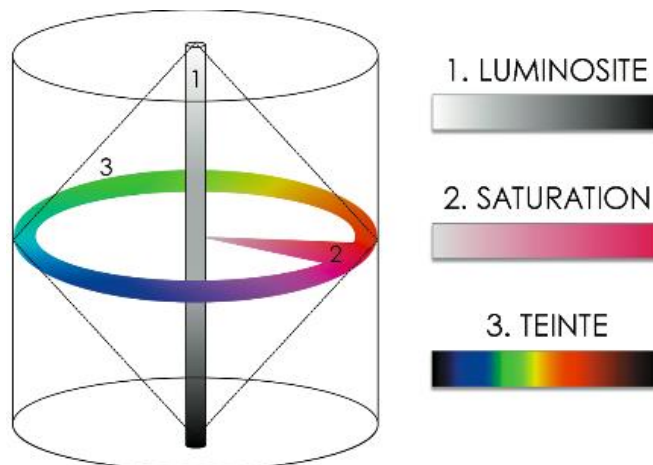


Figure 14 : Cylindre de Munsell [8].

Généralement, il faut prendre en compte lors du choix de la teinte finale de la dent la teinte du moignon, la teinte du bloc céramique et la teinte du composite de collage.

Lors du choix de la couleur, il faut également prendre en compte :

- l'opacité et la translucidité sont 2 propriétés qui déterminent la capacité d'un corps à laisser passer la lumière ;
- la fluorescence est la capacité d'un matériau à absorber l'énergie lumineuse (UV) et la restituer rapidement sous forme d'un rayonnement visible. Au niveau des céramiques, l'ajout de terres rares permet d'obtenir cet effet ;
- l'opalescence est la propriété optique d'un matériau transparent ou translucide qui lui donne un aspect ou une teinte laiteuse, avec des reflets irisés rappelant ceux de l'opale.

Pour déterminer la couleur, plusieurs techniques sont possibles, avec chacune ses avantages et ses inconvénients :

- relevé visuel avec l'utilisation de teintiers plus ou moins complexes,
- relevé visuel assisté d'outils (lampes calibrées),
- relevé instrumental (colorimètres et spectrophotomètre, caméra optique intra-orale ou logiciel d'analyse photographique) [8].

2.4 Les moyens de mettre en œuvre le maquillage

2.4.1 La glaçure

La glaçure est une pâte de glaçage, elle apporte une brillance naturelle, bien supérieure à un simple polissage mécanique. En colmatant les microfissures causées par l'usinage et grâce à la cristallisation, elle améliore les propriétés mécaniques de la pièce prothétique.



Figure 15 : Glaçure poudre-liquide [contribution personnelle].



Figure 16 : Mélange de glaçure poudre liquide [contribution personnelle].

2.4.2 Les « stains »

Les « stains » sont des maquillants intensifs à base de d'oxydes métalliques opaques permettant de créer des effets ponctuels (fonds de sillons, fêlures, tâches blanchâtres, entre autres) [6].

Ce sont des colorants pour la caractérisation de toutes les restaurations en céramique dentaire (céramique feldspathique, vitreuse et monolithique en zirconium).

Avantages :

- surface de restauration brillantes et homogènes,
- modification de la couleur d'une grande simplicité,
- large spectre d'utilisation,
- large spectre de couleurs,
- consistance adaptable.

Chez GC : Initial spectrum stains®

Chez Vita : Vita Akzent® Plus

2.4.3 Les « shades »

Les « shades » sont utilisés pour rehausser une teinte. Ce sont des maquillants à base de colorants de terres rares. Ils permettent de modifier la teinte de la céramique sous-jacente [6].

Les colorants tels que les « shades » et les « stains » permettent de caractériser les faces occlusales, les zones cervicales, les rebords incisaux, et de recréer fêlures ou hypominéralisations de l'émail.



Figure 17 : Coffret de maquillage E-max® CAD Ivoclar [contribution personnelle].



Figure 18 : Coffret de maquillage pour céramiques Empress® Ivoclar [contribution personnelle].



Figure 19 : Coffret de maquillage Dentsply, Sirona pour céramique [contribution personnelle].



Figure 20 : Coffret de maquillage céramique VITA Akzent® [contribution personnelle].

2.4.4 Les vernis résineux

Ce type de produit est utilisé pour la caractérisation des céramiques hybrides usinables ou des matériaux composites. Ils sont destinés aux modifications chromatiques de la surface de ces restaurations et reposent sur un principe de mélange poudre/liquide ou un pré-mélange.

Les poudres colorées, constituées de pigments (oxydes métalliques mélangés à des ions silicates) vont être mélangées à un liquide résineux (majoritairement à base de méthacrylate de méthyle) présentant un photo-initiateur permettant un durcissement du mélange lorsque celui-ci est exposé à la bonne longueur d'onde (350-500 nm) ou à la chaleur. Il n'y aura donc pas de phase de cristallisation pour les céramiques hybrides et pour les composites après la caractérisation.



Figure 21 : Coffret de caractérisation résine [contribution personnelle].

2.4.5 Les accessoires

- Pinceaux à poils fins et à pointe élancée
- Limes endodontiques
- Précélles embouts diamantés (Ivoclar 200599)
- Pièce à main
- Fraise diamantée
- Pâte réfractaire (IPS Object Fix Putty®)
- Plateau en nid d'abeille avec des supports métalliques pour les céramiques feldspathiques
- Plateau en nitrure de silicium pour les vitrocéramiques enrichies en disilicate de lithium
- La glaçure
- Les shades
- Les stains
- Support maquillage
- Un four à céramique adapté aux céramiques utilisées
- Écarteur de lèvres (OptraGate®, Ivoclar Vivadent)

3 Protocoles du maquillage

3.1 Pour les céramiques

3.1.1 Préparation de l'état de surface de la prothèse au maquillage

La préparation au maquillage commence dès la CAO. Il est possible de créer des micros et des macros-géographies sur la prothèse à l'aide des logiciels pour se rapprocher au plus près du relief naturel des dents du patient et nous guider pour le maquillage.

Cette micro et macro-géographie va permettre d'apporter des effets de lumière et de reflets.



*Figure 22 : Réalisation de la macro-géographie à l'aide du logiciel Cerec
[contribution personnelle].*



Figure 23 : Couronnes en E-max® avec les guides pour le maquillage puis après le maquillage avec les effets de lumière [contribution personnelle].

A la sortie de la chambre d'usinage, la pièce prothétique est séparée très précautionneusement du bloc d'usinage afin d'éviter l'écaillage de celle-ci. Il est utilisé pour cela une fraise diamantée montée sur pièce à main afin d'éviter l'échauffement, les fêlures et les éclats. L'utilisation d'instruments haute vitesse est à proscrire.

Sur les couronnes ou les onlays, il sera possible d'affiner la surface occlusale manuellement afin d'obtenir une esthétique optimale. Effectivement, quelle que soit l'unité d'usinage utilisée, le diamètre des fraises est trop important pour se passer de cette étape. Celle-ci permet de sculpter plus finement les sillons (guides pour le maquillage), de recréer une micro géographie sur les faces vestibulaires. Cependant, il faudra toujours rester vigilant quant à l'épaisseur de la restauration.

La couronne est ensuite nettoyée de tout résidus de fraisages, trace d'impureté et graisse par un passage à la vapeur ou (et) au bac à ultrasons.

3.1.2 Maquillage de la pièce prothétique

La systématisation des protocoles de maquillage permet un gain de temps considérable ainsi qu'une reproductibilité des résultats.

L'application de la glaçure et des maquillants se fait en un seul temps, permettant ainsi de ne faire qu'une seule cuisson.

Plusieurs techniques de maquillage sont décrites en fonction de la nécessité de réaliser ou non une cristallisation, de l'application de la glaçure en un ou deux temps.

Pour certaines céramiques cela semble plus compliqué étant donné la couleur du substrat de base avant cristallisation (blocs IPS e-max® de couleur violacée). Dans ce

cas, le protocole de maquillage est suivi ou bien une cuisson de cristallisation est réalisée au préalable, le temps nécessaire s'en trouvant de fait rallongé.

3.1.2.1 Application de la glaçure

La glaçure est appliquée de manière homogène sur l'extrados de la prothèse, en prenant soin de ne pas saturer la face occlusale. Elle est étalée en technique de croix, c'est-à-dire de manière horizontale puis verticale pour permettre sa bonne intégration.

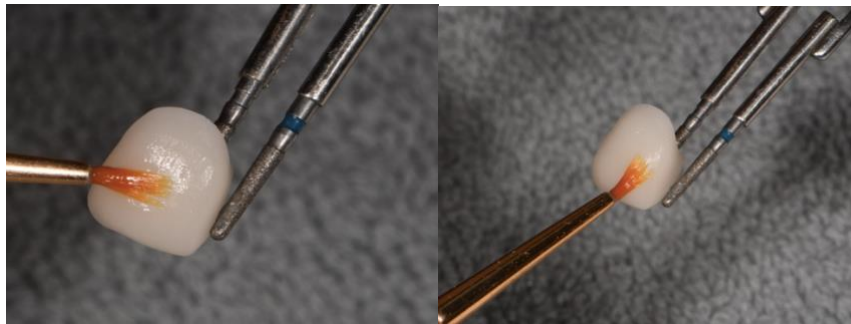


Figure 24 : Application de la glaçure en technique de croix [contribution personnelle].

La quantité appliquée et la texture sont primordiales : une trop faible quantité donnera un brillant insuffisant, un excès entraîne une dilution des « shades » et « stains », une perte de l'état de surface, une surbrillance et une suroclusion.

Dans le cas du disilicate de lithium, les blocs peuvent être sous forme pré-cristallisé avec une couleur bleue violette, très caractéristique (IPS e-max®). Il est possible de faire une cuisson au four en mode rapide. Ce mode rapide ne peut être utilisé que pour 2 couronnes simultanément, et exclut les couronnes sur implants et les bridges.

La couronne est fixée à son support de cuisson avec la pâte réfractaire, qui permet une bonne répartition de la chaleur afin d'éviter d'éventuelles variations dimensionnelles des matériaux. Cela permet également de stabiliser et fixer la couronne.



Figure 25 : Support en nitrure de silicate (cuisson rapide) [contribution personnelle].

3.1.2.2 Application « shade dentine »

- Au collet : l'application de « shade » dans cette zone va permettre de réchauffer la couleur du collet et de créer un dégradé de la zone cervicale vers la zone occlusale. Il peut être utilisé des « shades » de couleur marron, orange ou jaune miel.



Figure 26 : Application d'un « shade » couleur jaune miel au collet [contribution personnelle].

- Sur la face occlusale : les « shades » sont ici appliqués sur les versants internes des cuspides de façon à donner un effet de profondeur aux sillons. Les excès peuvent être ensuite enlevés à l'aide d'un pinceau sec.

3.1.2.3 Application de « shade incisal » au niveau des pointes cuspidiennes ou du bord incisal

Le « shade incisal » est appliqué sur le versant externe des cuspides et des crêtes marginales. Cela contribue à donner un effet de transparence identique à celui de l'émail. Il crée un effet de contraste et de profondeur.

Il peut être utilisé des « shades » violet, gris, blanc et bleu.



Figure 27 : Application d'un « shade » bleu sur le bord incisal [contribution personnelle].

3.1.2.4 Application de « stain » blanc au niveau des cuspides et des arrêtes cuspidiennes

Sur les dents de patients jeunes, un apport de « stain » blanc sur les pointes cuspidiennes et sur la ligne de crête des versants cuspidiennes internes donne un effet de transparence identique à celui de l'émail. Toutefois, l'utilisation de stains doit, en règle générale être parcimonieuse et maîtrisée.

De la même façon dans l'éventualité de marbrures ou de rainures blanchâtres sur les faces vestibulaires, des stains blanc ou vanille peuvent être déposés pour copier les dents adjacentes.

3.1.2.5 Application de « stain » marron au niveau des sillons

En fonction de l'état des dents adjacentes et de leur âge, il est possible de recréer l'aspect infiltré des sillons principaux.

Il est primordial de ne pas avoir trop de glasure au fond des sillons sous peine de dilution des « stains », un rendu inesthétique et une suroccclusion.

Les « stains » sont des colorants très opaques et très puissants, ils sont donc appliqués en un seul point du sillon principal puis étiré sur celui-ci à l'aide d'une lime endodontique ou de la pointe d'un bistouri.

3.1.3 Cuisson de la céramique

Pour fixer les maquillants, améliorer la résistance et l'esthétique, une cuisson va être nécessaire.

Pour chaque céramique, les schémas de cuisson et les fours seront spécifiques et le programme du four doit être adapté.



Figure 28 : Four Vita Smart.fire avec son unité de commande⁵.

Par exemple, le four Vita Smart.fire peut être utilisé pour les céramiques Celtra Duo[®], IPS e-max[®] et IPS Empress[®] CAD. La couronne est placée sur son support à l'aide de la pâte réfractaire, au centre du four. Les paramètres de cuisson doivent être adaptés en fonction du type de matériau utilisé et le four régulièrement étalonné.

⁵ [41]



Figure 29 : Courbe de cuisson pour la céramique feldspathique Vitablocs mode glaçage brillant [contribution personnelle].

3.1.4 La technique du « cut-back »

La technique du « cut-back » ou de stratification partielle permet de répondre à une demande esthétique très élevée et à des schémas de couleurs, de translucidité et d'opalescence plus complexes.

Cette technique consiste, grâce à des logiciels de CFAO, à remplacer un faible volume de la couronne monolithique au niveau du bord libre ou de la face vestibulaire pour ensuite faire un ajout de céramique cosmétique [19].

Le matériau cosmétique va donner à la dent des effets de profondeur, de transparence identique à la dent naturelle du patient.

Cette méthode est possible au fauteuil en une séance mais reste assez complexe et demande une formation particulière. Elle reste donc dans la plupart des cas réservée aux prothésistes [9].

3.2 Pour les composites et pour les matériaux hybrides

Pour les matériaux hybrides et les composites, le terme de caractérisation sera utilisé plutôt que celui de maquillage. Contrairement aux céramiques, il n'y aura pas de passage au four mais une photopolymérisation.

Les matériaux utilisés pour la caractérisation des prothèses hybrides et résineuses sont identiques. Il existe de très nombreux produits mais les étapes restent sensiblement les mêmes. Il faut toujours respecter les recommandations du fabricant.

3.2.1 Polissage de la prothèse

Le polissage avec une fraise en carbure ou une pointe silicone grossière permet de donner un aspect plus naturel et se rapprochant au maximum de l'aspect des dents du patient.

Pour chaque céramique hybride ou composite il existe un kit de polissage adapté

3.2.2 Dégraissage

Après le polissage de la prothèse, un nettoyage est nécessaire. Il se réalise à la vapeur d'eau ou à l'alcool. S'en suit un sablage à l'alumine 25-50 μm suivi d'un nouveau rinçage.

3.2.3 Caractérisation de la pièce prothétique

En fonction des produits, il est nécessaire d'appliquer un agent de liaison au préalable qui va assurer une liaison optimale entre la prothèse et les matériaux cosmétiques photopolymérisables. Par exemple avec le coffret Optiglaze™ color, il faut traiter la surface avec le Ceramic primer II qui sert donc de « primer ».

- Photopolymérisation avec une lampe à photopolymérisation à 350-500 nm pendant 60 secondes.
- Application des composites de colorations :
 - au niveau de la partie cervicale et du collet en dégradant vers la partie incisale, il faut appliquer des colorants de couleurs marron, jaune miel ou orange pour foncer cette partie ;
 - application de ces mêmes colorants au niveau des surfaces proximales, de manière plus saturée ;

- caractérisation du bord libre des incisives et des pointes cuspidiennes en appliquant des colorants bleu, gris, violet ou blanc. Cela permet de donner un effet de contraste et de transparence identique à celui de l'email ;
- caractérisation des sillons avec des « stains » marron, jaune miel ou orange. L'utilisation d'une lime endodontique peut permettre d'étaler le colorant plus finement qu'avec un pinceau ;
- modification de la face vestibulaire en créant des dyschromies, des simulations de fêlures, ou toutes autres spécificités.
- Photopolymérisation.
- Application d'un composite fluide transparent sur la totalité de la surface avec un pinceau afin de protéger les colorants de l'usure et de la dégradation.
- Photopolymérisation.
- Polissage et brillantage.

La caractérisation des prothèses permet d'améliorer et d'enrichir l'anatomie de la dent. Elle transforme une prothèse monochrome et basique en une dent totalement personnalisée et unique.

4 Conclusion

Le maquillage des pièces céramiques en CFAO directe constitue une avancée majeure dans le domaine de la dentisterie moderne. La combinaison de la conception assistée par ordinateur et de la technique du maquillage permet aux chirurgiens-dentistes de créer des restaurations céramiques hautement personnalisées, esthétiques et fonctionnelles, répondant aux attentes des patients.

La diversité des marques de maquillage et la multiplication des matériaux disponibles facilite le travail du chirurgien-dentiste mais demande d'autres compétences ; la connaissance des différentes céramiques, de leurs propriétés, de leurs caractéristiques permet aux chirurgiens-dentistes de s'adapter avec précision à la dent à restaurer, assurant ainsi une meilleure intégration fonctionnelle et esthétique.

Cette profusion de blocs céramiques disponibles sur le marché peut rendre plus difficile l'accès à la CFAO directe et demande aux chirurgiens-dentistes de faire les bons choix de matériaux et d'acquérir une bonne technique de maquillage.

La communication ouverte avec les patients est aussi primordiale pour garantir des résultats qui correspondent à leurs attentes esthétiques et fonctionnelles tout en respectant les considérations de santé bucco-dentaire.

En conclusion, la maîtrise du maquillage des pièces céramiques en CFAO directe est une approche prometteuse qui fusionne habilement la technologie et l'art dentaire.

Elle ouvre de nouvelles perspectives pour les dentistes en matière de créativité et de personnalisation. Cependant il importe de souligner que le succès de cette méthode repose sur une solide compréhension des matériaux et de la technologie utilisée, de la compétence du praticien et de son expérience.

Références bibliographiques

1. Alves De Lucena M et al. Resin matrix ceramics – mechanical, aesthetic and biological properties. *RGO, Rev. Gaúch. Odontol.* 2021;69:e20210018.
2. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J. Prosth. Dent.* 2015;114(4):587-93.
3. Bagheri H, Hooshmand T, Aghajani F. Effect of Ceramic Surface Treatments After Machine Grinding on the Biaxial Flexural Strength of Different CAD/CAM Dental Ceramics. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(9):621-9.
4. Bajraktarova-Valjakova E et al. Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. *Open Access Maced J. Med. Sci.* 2018;6(9):1742-55.
5. Benoit A, Moussally C, Fron-Chabouis H, Issaoui H, Goff SL. CFAO : les matériaux accessibles. *L'Information Dentaire*. 2019;(2):28-38.
6. Brousseau J, Levitte B. Technique de maquillage en CFAO directe. *Le fil dentaire*. 2015;(103):24-6.
7. Cantner F et al. Clinical performance of tooth- or implant-supported veneered zirconia single crowns: 42-month results. *Clin Oral Invest.* 2019;23(12):4301-9.
8. D'incau E, Pia JP, Pivet J. Couleur et choix de la teinte en Odontologie. In 2014. p. 23-37.
9. Elhami A, Harti M. Cut-back direct : optimisation de l'esthétique des blocs céramiques destinés à la CFAO directe. *Les cahiers de prothèse*. 2018;(182).
10. Felberg RV et al. Restorative Possibilities Using Zirconia Ceramics for Single Crowns. *Braz. Dent. J.* 2019;30:446-52.
11. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass–Ceramics in Dentistry: A Review. *Materials (Basel)*. 2020;13(5):1049.
12. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosth.* 2015;28(3):227-35.
13. Ho GW, Matinlinna JP. Insights on Ceramics as Dental Materials. Part I: Ceramic Material Types in Dentistry. *Silicon*. 2011;3(3):109-15.
14. Kelly J, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice: Ceramic materials in dentistry. *Australian Dental Journal*. 2011;56:84-96.
15. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dental Materials*. 1998;14(1):64-71.

16. Krump M, Krumpova Z. Esthetic Rehabilitation of Anterior Dentition with Different Types of Ceramic Restorations: Two Case Reports. *Eur J Dent.* 2022;16(1):234-9.
17. Labban N et al. Influence of toothbrush abrasion and surface treatments on the color and translucency of resin infiltrated hybrid ceramics. *J. Adv. Prosth.* 2021;13(1):1-11.
18. Lu T et al. A 3-year clinical evaluation of endodontically treated posterior teeth restored with two different materials using the CEREC AC chair-side system. *J. Prosth. Dent.* 2018;119(3):363-8.
19. Nadal F, Bacco GD, Chesnot J. Restaurations esthétiques grâce à la technique du cut-back. *L'Information Dentaire.* 2019;(23):28-9.
20. Pop-Ciutrla IS et al. Color compatibility between dental structures and three different types of ceramic systems. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):75.
21. Porto TS et al. Brittleness index and its relationship with materials mechanical properties: Influence on the machinability of CAD/CAM materials. *Braz. Oral Res.* 2019;33:0026.
22. Pradiés G, Godoy-Ruiz L, Özcan M, Moreno-Hay I, Martínez-Rus F. Analysis of Surface Roughness, Fracture Toughness, and Weibull Characteristics of Different Framework-Veneer Dental Ceramic Assemblies after Grinding, Polishing, and Glazing. *J. Prosth.* 2019;28(1):e216-21.
23. Rashid H. Evaluation of the surface roughness of a standard abraded dental porcelain following different polishing techniques. *J. Dent. Sc.* 2012;7(2):184-9.
24. Ruggiero MM et al. Resin-matrix ceramics for occlusal veneers: Effect of thickness on reliability and stress distribution. *Dent. Mat.* 2021;37(3):131-9.
25. Schwindling FS, Waldecker M, Rammelsberg P, Rues S, Bömicke W. Tooth substance removal for ceramic single crown materials—an in vitro comparison. *Clin. Oral. Invest.* 2019;23(8):3359-66.
26. Serbena FC, Zanotto ED. Internal residual stresses in glass-ceramics: A review. *J. Non-Cryst. Sol.* 2012;358(6):975-84.
27. Shi HY et al. Overview of Several Typical Ceramic Materials for Restorative Dentistry. *BioMed. Res. Int.* 2022;2022:1-18.
28. Silva LH da et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz. oral. res.* 2017;31:e58.
29. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. Review on Polymer, Ceramic and Composite Materials for CAD/CAM Indirect Restorations in Dentistry—Application, Mechanical Characteristics and Comparison. *Materials (Basel).* 2021;14(7):1592.
30. Sonmez N et al. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2018;18:5.

31. Stawarczyk B, Krawczuk A, Ilie N. Tensile bond strength of resin composite repair in vitro using different surface preparation conditionings to an aged CAD/CAM resin nanoceramic. *Clin. Oral. Invest.* 2015;19(2):299-308.
32. Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Güth JF. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J. Mech. Biomed. Mat.* 2016;55:1-11.
33. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry. *J. Esth. Rest. Dent.* 2020;32(2):171-81.
34. Tribst JPM et al. Influence of ceramic material, thickness of restoration and cement layer on stress distribution of occlusal veneers. *Braz. Oral. Res.* 2018;32:0118.
35. Tuncdemir AR, Dilber E, Kara HB, Ozturk AN. The Effects of Porcelain Polishing Techniques on the Color and Surface Texture of Different Porcelain Systems. *Mat. Sci. Ap.* 2012;3(5):294-300.
36. Vianna ALS de V et al. Effect of cavity preparation design and ceramic type on the stress distribution, strain and fracture resistance of CAD/CAM onlays in molars. *J Appl. Oral. Sci.* 2018;26:e20180004.
37. Yanakiev SS, Marinova-Takorova MB. Silane Heat Treatment Could Eliminate the Hydrofluoric Acid Etching of Lithium Disilicate Overlays: A Four-Year Follow-Up. *Case. Rep. Dent.* 2021;2021:9961621.
38. Younes DR. Propriétés Physiques et Mécaniques des Céramiques et leur comportement Tribologique. *Fac. sci. eco.* 2019.
39. Zürcher AN, Hjerpe J, Studer S, Lehner C, Sailer I, Jung RE. Clinical outcomes of tooth-supported leucite-reinforced glass-ceramic crowns after a follow-up time of 13–15 years. *J. Dent.* 2021;111:103721.

Références internet

40. Alternative Dentaire. Four vita smart fire [Internet]. Alternative Dentaire. [cité 6 nov 2023]. Disponible sur: <https://alternativedentaire.fr/product/four-vita-smart-fire>
41. Dejou jacques. Le point sur les matériaux. 2020 [cité 7 juin 2023]; Disponible sur: <https://www.sop.asso.fr/les-journees/comptes-rendus/83-retour-sur-la-journee-les-ceramiques-mode-d-emploi/1>
42. Dentsply S. Caméra Primescan | Dentsply Sirona France [Internet]. [cité 5 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.dentsplysirona.com/content/dentsply-sirona/fr-fr/decouvrez-nos-produits/impression-numerique/primescan.html>
43. Fron H, Chabreron O. Place de la CFAO directe dans la dentisterie moderne. *Le fil dentaire magazine dentaire* [Internet]. 2010 [cité 28 sept 2022]; Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/place-de-la-cfao-directe-dans-la-dentisterie-moderne/>

Table des illustrations

Figure 1 : Composition du système Cerec® complet.	10
Figure 2 : Schématisation du frittage [38].	12
Figure 3 : Image des différents systèmes céramique.	15
Figure 4 : Bloc en feldspathique [contribution personnelle].	17
Figure 5 : Bloc de vitrocéramique enrichie en leucite [contribution personnelle]. .	19
Figure 6 : Blocs de disilicate de lithium [contribution personnelle].	21
Figure 7 : Blocs de silicate de lithium et zirconie [contribution personnelle].	22
Figure 8 : Bloc en Zirconie [contribution personnelle].	23
Figure 9 : Bloc en résine [contribution personnelle].	24
Figure 10 : Bloc résine composite [contribution personnelle].	25
Figure 11 : Bloc composite [contribution personnelle].	26
Figure 12 : Bloc composite [contribution personnelle].	27
Figure 13 : Photo d'un bloc hybride [contribution personnelle].	29
Figure 14 : Cylindre de Munsell [8].	30
Figure 15 : Glaçure poudre-liquide [contribution personnelle].	32
Figure 16 : Mélange de glaçure poudre liquide [contribution personnelle].	32
Figure 17 : Coffret de maquillage E-max® CAD Ivoclar [contribution personnelle].	34
Figure 18 : Coffret de maquillage pour céramiques Empress® Ivoclar [contribution personnelle].	34
Figure 19 : Coffret de maquillage Dentsply, Sirona pour céramique [contribution personnelle].	35
Figure 20 : Coffret de maquillage céramique VITA Akzent® [contribution personnelle].	35
Figure 21 : Coffret de caractérisation résine [contribution personnelle].	36
Figure 24 : Réalisation de la macro-géographie à l'aide du logiciel Cerec [contribution personnelle].	38

Figure 25 : Couronnes en E-max [®] avec les guides pour le maquillage puis après le maquillage avec les effets de lumière [contribution personnelle].....	39
Figure 26 : Application de la glaçure en technique de croix [contribution personnelle].....	40
Figure 27 : Support en nitrure de silicate (cuisson rapide) [contribution personnelle].	41
Figure 28 : Application d'un « shade » couleur jaune miel au collet [contribution personnelle].....	41
Figure 29 : Application d'un « shade » bleu sur le bord incisal [contribution personnelle].....	42
Figure 30 : Four Vita Smart.fire avec son unité de commande.....	44
Figure 31 : Courbe de cuisson pour la céramique feldspathique Vitablocs mode glaçage brillant [contribution personnelle].....	45

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année [2023] –

LE MAQUILLAGE DES PIÈCES PROTHÉTIQUE USINÉES EN CFAO DIRECTE / Céleste DEWAVRIN. - p. (nombre de pages) : ill. (*si illustrations*) ; réf. (41).

Domaines : Esthétique – Céramique - Prothèse

Mots clés Libres : maquillage, chirurgiens-dentistes, prothésistes, céramiques, CFAO directe

Résumé de la thèse en français

La maîtrise du maquillage des pièces céramiques en CFAO directe représente une fusion réussie entre la technologie et l'art dentaire, offrant de nouvelles opportunités aux chirurgiens-dentistes en matière de créativité et de personnalisation.

Pendant, il est essentiel de souligner que le succès de cette méthode repose sur une solide compréhension des matériaux et de la technologie, ainsi que sur la compétence et l'expérience du praticien.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Professeur Philippe BOITELLE

Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT

Monsieur Le Docteur Corentin DENIS

Membre invité : Monsieur le Docteur Max CORDELETTE