

Année 2020

N° 3653

**AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SYSTEME CEREC PAR
RAPPORT AUX METHODES CONVENTIONNELLES EN
PROTHESE FIXE UNITAIRE**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par :

Aurélien Balsan

Né le 5 juin 1993

Le 6 mai 2020, devant le jury ci-dessous :

Président : Monsieur le professeur Yves AMOURIQ

Assesseurs : Madame le docteur Bénédicte ENKEL

Directrice de thèse : Madame le docteur Fabienne JORDANA

Co-directeur de thèse : Monsieur le docteur Xavier BOUCHET

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger les Recherches

Département de Prothèses

Chef de Service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

Pour l'honneur que vous me faites en présidant le jury de ma thèse,

Pour votre savoir et votre enseignement passionné.

Soyez assuré de mon profond respect.

A Madame le Docteur Fabienne JORDANA

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Bordeaux

Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques,
Biomatériaux, Biophysique, Radiologie.

Pour l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de diriger ma thèse,

Pour votre passion de la recherche et de l'enseignement,

Pour votre motivation, et votre grande disponibilité.

Vos conseils m'ont toujours apporté énormément dans mon exercice,

Veillez donc trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Xavier Bouchet

Assistant Hospitalier Universitaire des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Département d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique

Pour l'honneur que vous m'avez fait de diriger ma thèse,

Pour votre enseignement théorique et pratique.

J'ai notamment beaucoup apprécié votre plaisir à m'apprendre et me guider lors des vacations cliniques au CSD.

Soyez bien assuré de mes sentiments respectueux.

A Madame le Docteur Bénédicte ENKEL

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche
Dentaires Docteur de l'Université de Nantes

Ancien Interne des Hôpitaux de Nantes

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

Pour l'honneur que vous me faites de participer au jury de ma thèse,

J'ai le regret de ne pas avoir pu travailler à vos côtés en option Douleurs au CSD,

Mais soyez assurée de ma profonde et sincère considération.

TABLE DES MATIERES

1.	APPLICATIONS EN PROTHESE FIXE UNITAIRE	12
1.1.	INLAYS-ONLAYS	12
1.1.1	DEFINITION.....	12
1.1.2	INDICATIONS	12
1.1.3	CONTRE-INDICATIONS	13
1.2.	COURONNES CERAMO-CERAMIQUES	13
1.2.1	DEFINITION.....	13
1.2.2	INDICATIONS	14
1.2.3	CONTRE-INDICATIONS	14
1.3.	FACETTES	14
1.3.1	DEFINITION.....	14
1.3.2	INDICATIONS	15
1.3.3	CONTRE-INDICATIONS	15
1.4.	ENDOCOURONNES	15
1.4.1	DEFINITION.....	15
1.4.2	INDICATIONS	16
1.4.3	CONTRE-INDICATIONS	16
1.5.	INLAY-CORES	16
1.5.1	DEFINITION.....	16
1.5.2	INDICATIONS	16
1.6.	EN IMPLANTOLOGIE	17
1.7.	GRADIENT THERAPEUTIQUE	17
1.8.	PROTOCOLE DE COLLAGE	18
1.8.1	ESSAYAGE DE LA PIECE PROTHETIQUE.....	18
1.8.2	CHAMP OPERATOIRE	18
1.8.3	TRAITEMENT DES SURFACES DENTAIRES.....	20
1.8.3.1	EMAIL	20
1.8.3.2	DENTINE	20
1.8.4	TRAITEMENT DE LA CERAMIQUE.....	20
1.8.5	COLLAGE	21
1.8.5.1	COLLES CONVENTIONNELLES	21
1.8.5.2	COMPOSITES	21
1.8.6	FINITIONS.....	22
2.	COMPARAISON DU CEREC ET DES METHODES CONVENTIONNELLES	23
2.1.	PREPARATIONS	23

2.1.1	PRISE DE TEINTE.....	23
2.1.1.1	TEINTIERS CLASSIQUES	23
2.1.1.2	TECHNIQUES NUMERIQUES	25
2.1.1.2.1	COLORIMETRE	25
2.1.1.2.2	SPECTROPHOTOMETRE	26
2.1.1.2.3	DIGICAMS	26
2.1.1.2.4	APPORTS DU NUMERIQUE AU CABINET DENTAIRE	27
2.1.2	PRINCIPES DES PREPARATIONS POUR LA CFAO	29
2.1.2.1	POSITION DES LIMITES	29
2.1.2.2	ETAT DE SURFACE	30
2.1.2.3	DEPOUILLE	31
2.1.2.4	HAUTEUR	31
2.1.2.5	MORPHOLOGIE	32
2.2.	EMPREINTES	33
2.2.1	RESSENTI DES PATIENTS	35
2.2.2	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'EMPREINTE OPTIQUE	40
2.2.3	LES CAUSES D'ERREURS DES EMPREINTES OPTIQUES	42
2.2.4	TABLEAU COMPARATIF	45
2.3.	ERGONOMIE	48
2.3.1	ORGANISATION DANS LE CABINET DENTAIRE	48
2.3.2	SEANCE UNIQUE	49
2.3.3	RESSENTI DES PATIENTS	51
2.4.	RESULTATS CLINIQUES	52
2.4.1	LES CERAMIQUES PAR CFAO	52
2.4.2	REGLAGE DE L'OCCLUSION	55
2.4.3	ADAPTATION.....	56
2.4.4	BIOLOGIE	57
2.4.5	ESTHETIQUE.....	58
2.4.6	PERENNITE	60
2.5.	COUTS	61
2.5.1	POUR LE PATIENT	61
2.5.2	POUR LE PRATICIEN	62
2.6.	FORMATION AU SYSTEME CEREC	63
	CONCLUSION	64
	BIBLIOGRAPHIE	66

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Inlays-Onlays _____	12
Figure 2 : Couronnes céramo-céramiques _____	13
Figure 3 Facettes dentaires céramiques _____	15
Figure 4 : (A) Préparation, (B) Endocouronne, (C) Pose _____	16
Figure 5 Positionnements de scanposts et scanbodies pour empreinte optique implantaire _____	17
Figure 6 : Le Gradient Thérapeutique _____	18
Figure 7 : Digue sur molaire mandibulaire avec crampon _____	19
Figure 8 : Avant et après mise en place du cordonnet _____	19
Figure 9 : Téflon isolant les dents adjacentes _____	20
Figure 10 Composites micro-hybrides photopolymérisables Ceramage® _____	21
Figure 11 Insert ultrasonique pour pose d'inlay-onlay _____	22
Figure 12 Pierre d'Arkansas pour polissage de la céramique _____	22
Figure 13 Teintier VITA-classical _____	23
Figure 14 Vita 3D-Master _____	24
Figure 15 Vita Bloc Guides 3D Master _____	24
Figure 16 Chromascop® _____	25
Figure 17 Colorimètre Chromatis® de MHC _____	25
Figure 18 Analyse de la teinte dans ses 3 dimensions _____	26
Figure 19 Vita Easy Shade Compact® _____	26
Figure 20 Logiciel ClearMatch _____	27
Figure 21 Normes des préparations pour inlays-onlays _____	32
Figure 22 : CAO avec ajustage de l'occlusion et des marges (lignes bleues) _____	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Scanners intra-oraux et systèmes CFAO pour prise d'empreinte numérique	46
Tableau 2 Avantages et inconvénients du Cerec	47

La pratique dentaire moderne implique une utilisation croissante des technologies de l'information et de la communication. Les avantages sont nombreux d'abord pour faciliter le travail du praticien, mais aussi pour les patients qui sont de plus en plus exigeants en termes d'esthétique, avec le désir clairement exprimé de réduire au minimum les séjours et les retards dans le cabinet dentaire. Par ailleurs, l'ordinateur joue un rôle plus important dans la prothèse en termes de pratique au cabinet dentaire. En effet, lorsqu'il est nécessaire de réaliser une prothèse fixe, l'application de la technologie CFAO (conception et de fabrication assistées par ordinateur) vient au premier plan.

En 1985, le système CEREC a permis la première restauration en céramique au fauteuil utilisant la technologie CFAO. A l'époque, ce concept révolutionnaire a permis de fabriquer au cabinet un matériau céramique de fabrication industrielle à l'aide d'un dispositif de fraisage, tout en bénéficiant des avantages d'une procédure de traitement direct de restauration. Comme pour tout nouveau concept, de nombreuses questions se posaient quant à la fiabilité d'une telle technique de restauration directe et à son acceptation par les dentistes.

Le système CEREC a cependant évolué grâce à une série de mises à jour logicielles et matérielles depuis son introduction sur le marché dentaire. De plus, la multiplication des fabricants de systèmes CFAO au fauteuil a permis de diversifier l'offre et de permettre nombre d'innovations technologiques.

Le système CEREC de 1985 permettait, en une seule visite, de concevoir et d'usiner des restaurations en céramique en quelques heures. De nos jours, la restauration peut être conçue en moins de cinq minutes et usinée en 10-12 minutes, ce qui permet un gain de temps considérable pour le patient et le cabinet dentaire.

En somme, l'approche CFAO de la prothèse a été introduite en Odontologie dans le but d'avoir un outil précis, efficace et sans erreur, afin de produire des restaurations dentaires de haute qualité, par opposition à la méthode traditionnelle de fabrication manuelle, sujette à de nombreuses erreurs subjectives. Plus de 30 ans se sont écoulés depuis la naissance du système CEREC, et l'évolution rapide de la technologie au cours de cette période a rendu les dispositifs, les matériaux et les protocoles de travail plus efficaces et plus fiables.

L'ambition de ce travail est de fournir une description détaillée du système CEREC, en soulignant et en discutant de ses potentialités et de ses limites mais également de procurer un outil de comparaison du système par rapport aux méthodes conventionnelles en prothèse unitaire fixée.

Pour ce faire, nous allons dans un premier temps passer en revue les applications en prothèse fixe unitaire du système CEREC en mettant l'accent sur les indications et les contre-indications, ainsi que sur les protocoles utilisés.

Dans un second temps, nous allons proposer une étude comparative des indications des systèmes CFAO au fauteuil face aux méthodes traditionnelles sur la base de la littérature scientifique. La discussion portera notamment sur les différentes étapes d'une restauration, sur l'ergonomie, les résultats cliniques et les coûts. Les implications de la formation au système CEREC seront également abordées.

1 APPLICATIONS EN PROTHESE FIXE UNITAIRE

1.1 INLAYS-ONLAYS

1.1.1 DEFINITION (1) (2) (3)

Un inlay est une pièce prothétique assemblée par collage ou scellement, destinée à restaurer une perte de substance dentaire ne nécessitant pas de recouvrement de cuspide. Un onlay recouvre une ou plusieurs cuspides. Les overlays recouvrent toutes les cuspides.

Ces restaurations peuvent être réalisées en or, en composite ou en céramique.



Figure 1 : Inlays-Onlays

1.1.2 INDICATIONS (1) (2) (4) (5) (6)

Les inlays-onlays céramiques sont principalement indiqués dans les restaurations cavitaires postérieures de moyenne à grande étendue, pour lesquelles ils présentent certains avantages :

- ✓ Bonne esthétique
- ✓ Excellente biocompatibilité
- ✓ Bonne intégration occlusale

- ✓ Bonne adaptation marginale
- ✓ Sensibilités post-opératoires moindres par rapport aux composites
- ✓ Economie tissulaire par rapport aux couronnes, préservation de la vitalité pulpaire
- ✓ Possibilité de restaurer de façon satisfaisante plusieurs dents sur un même quadrant en comparaison avec les restaurations directes
- ✓ Résultats prévisibles et bons à long terme par procédé CFAO

1.1.3 CONTRE-INDICATIONS (1) (2) (7)

Contre-indications générales :

- Mauvaise hygiène bucco-dentaire
- Risque carieux élevé
- Parafonctions (bruxisme non traité, onychophagie...)
- Occlusion défavorable (pas de guide antérieur)
- Impossibilité de mettre une digue

Contre-indications dentaires :

- Délabrement trop important
- Limites de préparation infra-gingivales (gênant le collage)
- Porte à faux proximal important
- Hauteur insuffisante de la couronne clinique ou de la cavité

1.2 COURONNES CERAMO-CERAMIQUES

1.2.1 DEFINITION

Une couronne est une pièce prothétique assemblée par collage ou scellement, destinée à restaurer la morphologie coronaire complète d'une dent.

Le système Cerec utilise des couronnes céramo-céramiques qui ont une infrastructure céramique de haute ténacité, plus ou moins translucide, recouverte par une céramique cosmétique.



Figure 2 : Couronnes céramo-céramiques (232)

1.2.2 INDICATIONS (8) (9) (10)

La demande esthétique croissante des patients ces dernières années, associée à l'apparition des nouvelles technologies et de nouveaux matériaux biomimétiques ont favorisé le développement des couronnes entièrement céramiques.

D'après la HAS (9), on peut opter pour une couronne céramo-céramique secteur antérieur en première intention, en l'absence de parafonction.

En secteur postérieur, une couronne céramo-céramique à noyau alumine (InCeram ou Procera) ou à noyau zircone peut être proposée pour des motifs esthétiques ou de biocompatibilité.

Ces prothèses présentent des avantages d'esthétisme et de biocompatibilité :

- ✓ l'état de surface des céramiques limite l'adhésion de la plaque bactérienne
- ✓ les limites de la préparation n'ont pas besoin d'être juxta ou infra-gingivales, évitant ainsi l'agression du parodonte

1.2.3 CONTRE-INDICATIONS (11)

Les contre-indications des restaurations tout céramique concernent essentiellement les facteurs de risque de fracture :

- Patients bruxomanes sévères
- Délabrement dentaire trop important ne permettant pas d'aménager un espace suffisant à la céramique lors de la préparation

Dans une moindre mesure, leur coût généralement plus élevé peut contraindre leur utilisation chez certains patients.

1.3 FACETTES

1.3.1 DEFINITION (12)

Les facettes sont des restaurations pelliculaires recouvrant la face vestibulaire des dents antérieures afin d'en modifier la teinte, la forme et le volume.



Figure 3 Facettes dentaires céramiques (23)

1.3.2 INDICATIONS (12) (13) (14) (15)

Les indications des facettes sont :

- ✓ Légère décoloration (prise de tétracycline, fluorose ou décalcification)
- ✓ Reconstruction de plusieurs dents (fractures coronaires, perte amélaire)
- ✓ Présence de restaurations multiples en composite sur les dents antérieures

1.3.3 CONTRE-INDICATIONS (12)

Elles sont les suivantes :

- Fortes décolorations
- Hygiène défavorable

1.4 ENDOCOURONNES (16) (17) (18)

1.4.1 DEFINITION

L'endocouronne est une reconstruction monolithique prenant ancrage dans la chambre pulpaire d'une dent dévitalisée, dont la rétention et la stabilité sont assurées par le collage. Il n'y a ni préparation périphérique, ni reconstitution corono-radiculaire ce qui facilitera l'empreinte (conventionnelle ou par caméra intra-buccale)

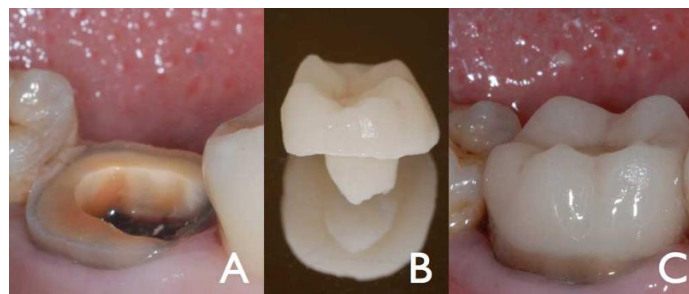


Figure 4 : (A) Préparation, (B) Endocouronne, (C) Pose (24)

1.4.2 INDICATIONS

L'indication majeure des endocouronnes reste les molaires mandibulaires pour la largeur de leur chambre pulpaire et leur forme rectangulaire, lorsqu'il y a une faible hauteur coronaire.

Dans une moindre mesure, les molaires maxillaires sont également une indication avec leurs chambres pulpaires en trapèze.

L'absence d'ancrage radiculaire, source de fragilisation, constitue l'avantage essentiel des endocouronnes par rapport aux couronnes périphériques.

1.4.3 CONTRE-INDICATIONS

Les contre-indications sont les suivantes :

- Prémolaires/dents antérieures (chambre pulpaire trop étroite)
- Adhésion non garantie
- Profondeur de chambre pulpaire inférieure à 3 mm
- Largeur du contour cervical inférieure à 2 mm

1.5 INLAY-CORES

1.5.1 DEFINITION

D'après l'académie nationale de chirurgie-dentaire : les reconstitutions coronoradiculaires « intéressent à la fois les portions coronaires et radiculaires de la dent et s'adressent à des ancrages radiculaires ou dentinaires pour assurer la rétention d'une restauration complexe ». Les inlays-cores peuvent être métalliques, céramiques, composites, ou sous forme de polymères thermoplastiques hautes performances (PEEK).

1.5.2 INDICATIONS (19) (20) (21)

Dans un principe de conservation tissulaire, il faut limiter l'utilisation d'un ancrage radiculaire chaque fois que cela est possible. L'évaluation du nombre et de l'épaisseur des parois résiduelles après préparation périphérique est nécessaire pour poser cette indication.

Les indications d'inlays-cores en zircone doivent être limitées aux traitements prothétiques à forte composante esthétique nécessitant obligatoirement l'utilisation d'un ancrage radiculaire. L'étude de *T. Abduljabbar et al.* (21) démontre en effet que comparé aux inlays-cores métalliques, les inlays-cores céramiques augmentent le risque de fracture radiculaire.

1.6 EN IMPLANTOLOGIE (86) (87) (88) (89)

Pour réaliser une empreinte optique en implantologie, des transferts d'empreinte sont utilisés. Il s'agit de scanposts, eux-mêmes surmontés de scanbodies, qui permettent d'indexer la position tridimensionnelle des implants sur le logiciel, et de contourner l'obstacle à l'empreinte créé par les tissus mous.



Figure 5 Positionnements de scanposts et scanbodies pour empreinte optique implantaire (233)

Il existe plusieurs logiciels (Nobel Clinician, Simplant, Galileos) proposés par le Cerec qui permettent le « matching » des données radiographiques et cliniques du patient après réalisation du Cone Beam et de l'empreinte optique, ainsi que la planification numérique d'un traitement implantaire.

1.7 GRADIENT THERAPEUTIQUE

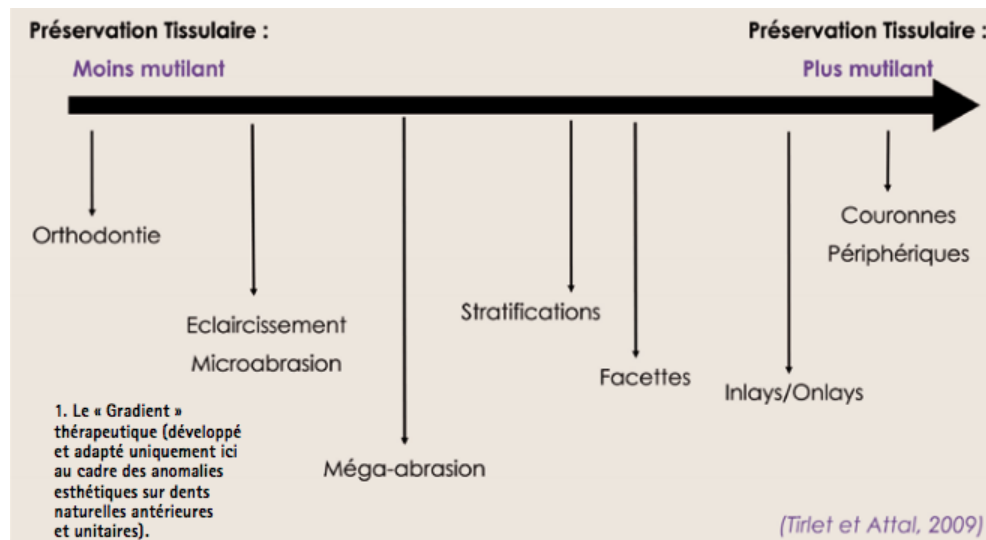


Figure 6 : Le gradient thérapeutique (22)

1.8 PROTOCOLE DE COLLAGE

Le mode d'assemblage influe sur la longévité des restaurations, qui est améliorée par les techniques de collage. (8)

1.8.1 ESSAYAGE DE LA PIECE PROTHETIQUE

Plusieurs paramètres sont à évaluer :

- **Les points de contact** : avec du papier articulé de faible épaisseur, on vérifie que le point de contact n'est ni trop fort (impossibilité de placer la prothèse), ni trop faible (risque de tassements alimentaires).
- **L'adaptation marginale** : indispensable à l'étanchéité et la pérennité de la restauration.
- **L'occlusion** : elle est contrôlée après le collage pour éviter toute fracture.
- **L'esthétique** : vérifiée par le praticien et le patient lui-même.

1.8.2 CHAMP OPERATOIRE

La digue est indispensable pour isoler le champ de travail de la salive et des bactéries intra-buccales.



Figure 7 : Digue sur molaire mandibulaire avec crampon (234)

Des cordonnets peuvent être utilisés lorsque les limites de préparation sont juxta-gingivales, afin d'assurer une rétraction verticale de la gencive et faciliter l'accès au crampon.

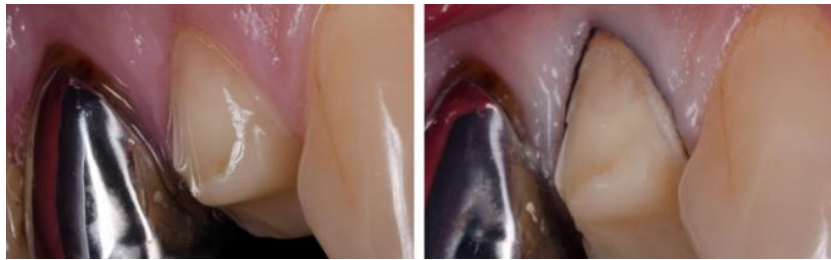


Figure 8 : Avant et après mise en place du cordonnet (25)

L'utilisation de téflon sur les dents adjacentes permet d'éviter à l'adhésif et au composite de coller sur ces dernières.



Figure 9 : Téflon isolant les dents adjacentes (25)

1.8.3 TRAITEMENT DES SURFACES DENTAIRES

1.8.3.1 EMAIL

L'émail est un tissu minéralisé à 96% par des cristaux d'hydroxyapatite formant des prismes. Un mordantage à l'acide phosphorique à 37% pendant 30 secondes est nécessaire à la création de microreliefs à la surface de l'émail, augmentant ainsi l'énergie de surface et la mouillabilité, ce qui assurera une adhésion par microclavetage. (26)

L'acide sera utilisé en gel pour améliorer l'homogénéité de sa répartition, et faciliter son élimination par rinçage à l'eau pendant 30 secondes. L'adhésif pourra ensuite être appliqué sur l'émail, puis photopolymérisé. Il s'agit schématiquement de substituer à l'hydroxyapatite déminéralisée de la résine adhésive. (26)

1.8.3.2 DENTINE (26)

L'interphase dentine-adhésif apparaît souvent imparfaite. La zone de dentine déminéralisée n'est que partiellement infiltrée par les monomères contenus dans l'adhésif (Sano et coll.1994 et 1995 Armstrong et coll., 2001). Ce différentiel entre l'épaisseur de tissu déminéralisé et l'épaisseur de l'infiltration est générateur de défauts à la base de la couche hybride. Il est conseillé de limiter le temps de mordantage à l'acide phosphorique 37% de la dentine à 15 secondes, puis de rincer à l'eau pendant 30 secondes.

1.8.4 TRAITEMENT DE LA CERAMIQUE (27)

Le collage de la céramique permet la création d'un joint assurant la meilleure répartition des contraintes, limitant ainsi les risques de fractures.

Il existe différents types de céramiques dont les traitements avant collage sont différents :

- **Céramiques feldspathiques et vitrocéramiques** : mordantage à l'acide fluorhydrique à 10% pendant 3 min pour créer des rugosités, puis silanisation pour créer des liaisons covalentes et hydrogènes et donner des propriétés hydrophiles à la céramique.
- **Céramiques alumineuses** : sablage à l'alumine

1.8.5 COLLAGE (28) (29)

1.8.5.1 COLLES CONVENTIONNELLES

La colle est placée dans l'intrados de la pièce prothétique, qui est alors insérée sur la préparation sous pression digitale douce, jamais sous pression occlusale. Une photopolymérisation flash d'une seconde facilite l'élimination des excès de colle à la sonde. Les excès sur les points de contacts sont retirés à l'aide de fil dentaire. On place ensuite du gel de glycérine sur la restauration pour limiter l'inhibition de polymérisation par l'oxygène. Enfin, une photopolymérisation de 60 secondes par face est réalisée.

1.8.5.2 COMPOSITES

Les composites micro-hybrides photopolymérisables sont aussi utilisés pour le collage. Ils peuvent être chauffés préalablement avec un réchauffeur spécifique pour diminuer leur viscosité et faciliter leur manipulation.



Figure 10 Composites micro-hybrides photopolymérisables Ceramagic® (235)

Si les restaurations peuvent être maintenues à l'aide d'un insert ultrasonique par exemple, il est préférable d'éliminer les excès de composite avec des microbrossettes avant sa prise.



Figure 11 Insert ultrasonique pour pose d'inlay-onlay (236)

Une photopolymérisation de 60 secondes par face sera réalisée à l'aide d'une lampe puissante (1000 mW/cm²).

1.8.6 FINITIONS (28)

A l'aide d'un papier articulé fin, le contrôle de l'occlusion en statique et dynamique est réalisé après le collage et élimination de tous les excès (les zones proximales sont contrôlées par radiographie). Il existe des fraises spécifiques pour retoucher la céramique, qui sera ensuite polie à la pierre d'oxyde d'aluminium.



Figure 12 Pierre d'Arkansas pour polissage de la céramique (238)

Le polissage des joints se fait avec une pointe en silicone diamantée. Les limites cervicales proximales sont polies avec des strips celluloïdes.

Enfin, un polissage terminal est assuré par une brosse montée sur contre-angle et une pâte à polir de très fine granulométrie. (237)

2 COMPARAISON DU CEREC ET DES METHODES CONVENTIONNELLES

2.1 PREPARATIONS

2.1.1 PRISE DE TEINTE

2.1.1.1 TEINTIERS CLASSIQUES (30) (31) (32)

Il existe différentes marques de teintiers classiques sur le marché. Nous listerons les quatre principaux utilisés par les praticiens.

 Vita® : propose le Classical et le Vita system 3D-Master.

Le Classical comprend 16 échantillons divisés en 4 groupes de tonalités chromatiques, qui se déclinent elles-mêmes en 4 valeurs de saturation : A1 à A4 (brunâtre-rougeâtre), B1 à B4 (jaunâtre-rougeâtre), C1 à C4 (grisâtre) et D2 à D4 (gris-rougeâtre).



Figure 13 Teintier VITA-classical (239)

Le Vita System 3D-Master comprend 28 échantillons. La procédure contient 3 étapes : choix de la luminosité (groupe de 0 à 5), choix de la saturation (1 à 3 échantillons possibles), puis choix de la teinte, à partir du groupe « M » jaune-orangé, on peut s'orienter vers le groupe « L » pour des tonalités plus jaunâtres, ou « R » plus rougeâtres.



Figure 14 Vita 3D-Master (240)

Le Vita Bloc Guides 3D Master a été élaboré pour s'adapter précisément aux blocs du système Cerec.



Figure 15 Vita Bloc Guides 3D Master (241)

- ✚ Ivoclar Vivadent® : le Chromascop® comprend 20 échantillons classés en 5 groupes chromatiques : clair, jaune-orangé, brun, gris, et brun foncé. Chaque groupe est divisé en 4 valeurs de saturation.

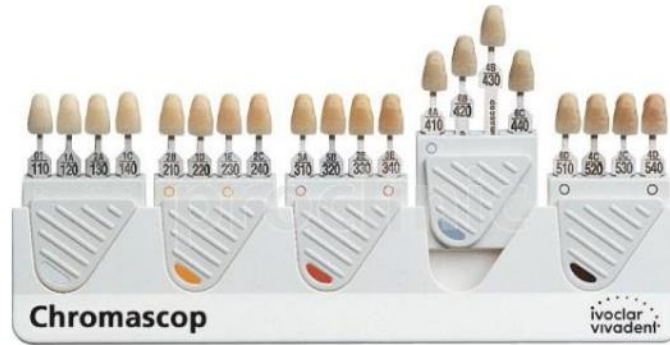


Figure 16 Chromascop® (242)

2.1.1.2 TECHNIQUES NUMERIQUES

2.1.1.2.1 COLORIMETRE (33)

Les colorimètres analysent la couleur par des mesures de réflexion de la lumière source à travers trois filtres : rouge, vert et bleu, définissant ainsi la couleur par ses coordonnées trichromatiques. Ces appareils sont étalonnés sur le blanc avant chaque mesure pour compenser le vieillissement de la lampe source.



Figure 17 Colorimètre Chromatis® de MHC

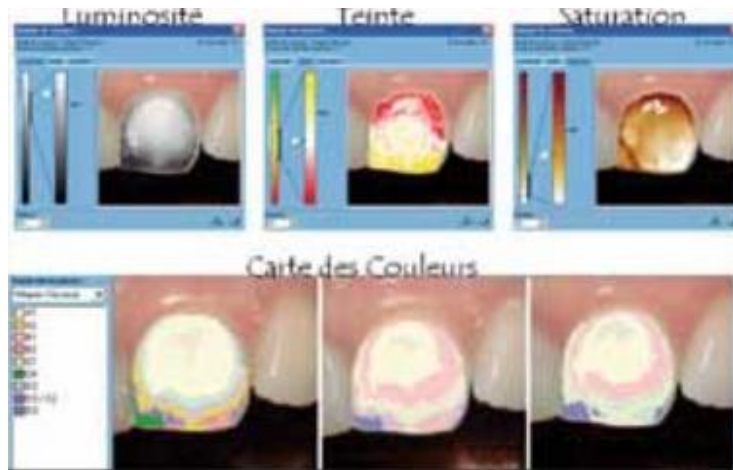


Figure 18 Analyse de la teinte dans ses 3 dimensions

2.1.1.2.2 SPECTROPHOTOMETRE (34)

Les spectrophotomètres permettent d'effectuer une mesure spectrale du flux lumineux, exprimée en 3 valeurs numériques : L, a, b (Luminosité, teinte, saturation). L'appareil scanne la surface à étudier par tranches de longueur d'onde successives. Pour optimiser leurs résultats, ils doivent être étalonnés sur un échantillon de céramique avant chaque mesure (Pignoly et al., 2010)



Figure 19 Vita Easy Shade Compact®

2.1.1.2.3 DIGICAMS

La précision et l'exactitude de ces systèmes dépendent de la qualité de la caméra et de la méthode de traitement de l'image. Plusieurs études ont indiqué que les appareils photo numériques pouvaient être des instruments fiables pour déterminer la couleur des dents et de la gencive lorsqu'ils étaient combinés aux protocoles d'étalonnage appropriés (35, 36, 37, 38).

La plupart des appareils photo numériques grand public génèrent des informations sur les images rouge, verte et bleue utilisées pour créer une image couleur. Le modèle de couleur RVB est un modèle additif dans lequel la lumière rouge, la lumière verte et la lumière bleue sont combinées de différentes manières pour reproduire un large éventail de couleurs. Les appareils photo numériques représentent l'approche la plus élémentaire de la prise de teinte électronique, nécessitant encore un certain degré de sélection subjective de la teinte avec l'œil humain (39).

Diverses approches ont été utilisées pour traduire ces données en informations utiles sur les couleurs dentaires. ClearMatch est un système logiciel qui utilise des images numériques haute résolution et compare les nuances de la dent entière aux nuances de référence connues (40). Semblable au logiciel associé aux dispositifs de mesure de la couleur, ClearMatch contient la base de données de couleurs du guide de teintes standard.

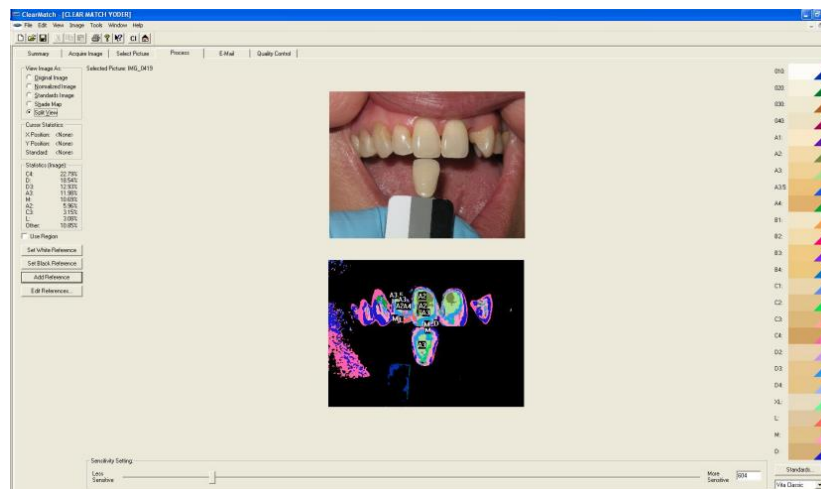


Figure 20 Logiciel ClearMatch

2.1.1.2.4 APPORTS DU NUMERIQUE AU CABINET DENTAIRE

L'introduction du numérique a effectivement révolutionné la prise de teinte avec les différentes techniques évoquées plus haut. Il faut cependant ne pas oublier que ces technologies requièrent des nouvelles compétences et stratégies de la part du clinicien au cabinet afin de lui donner pleinement satisfaction.

Les appareils photo numériques fournissent une approche de base de la sélection électronique des teintes, qui nécessitent cependant un degré de sélection des teintes par l'observateur humain (55, 56). L'utilisation dans le cabinet dentaire d'appareils photo numériques disponibles dans le commerce peut être très attrayante pour le praticien en

raison du coût, de la facilité d'utilisation et de leur disponibilité. Des études ont été réalisées pour déterminer leur correspondance de couleurs avec les modèles d'étalonnage les plus courants.

La précision des couleurs de trois caméras numériques comparée aux mesures spectrophotométriques a été étudiée par Wee et al. en 2006 (35) en utilisant l'espace chromatique CIELAB. Ils ont ainsi déterminé qu'il existe un potentiel d'utilisation en odontologie clinique des appareils photo numériques s'ils sont combinés avec des protocoles de calibration appropriés.

Plus récemment, Carney et Johnston (57) ont utilisé des modèles de régression afin d'établir une relation entre les données RVB d'une caméra et la luminosité pour les guides de teintes. Leurs modèles de régression permettaient de traduire l'information sur la couleur des dents à partir d'images numériques en guide de teintes précis pour la correspondance des couleurs. Les auteurs ont conclu que cela améliorerait la suppression du côté subjectif dans la correspondance des couleurs.

Les scanners numériques tels que ceux utilisés dans les systèmes CFAO sont en développement continu et offrent des capacités de sélection de teintes de dents. Cette évolution ne pourrait être que bénéfique, car les techniques d'Odontologie numérique sont de plus en plus intégrées à la pratique dentaire.

Dans ces systèmes, les instructions du fabricant doivent toujours être suivies lors de l'utilisation d'instruments de correspondance des couleurs. En général, il n'y a pas autant d'impact de la lumière ambiante sur ces appareils comme dans l'utilisation de guide de teintes manuel. Cependant, les dents à analyser doivent être nettoyées avant d'être numérisées (58).

Les systèmes visuels et numériques se sont énormément améliorés au cours des vingt dernières années. Pourtant, les systèmes visuels manuels de guidage de la couleur continuent d'être le moyen le plus courant de sélection de la couleur en Odontologie, car beaucoup moins chers à obtenir. Cependant, le choix des teintes reste très subjectif et fortement influencé par les conditions ambiantes. Avec l'ajout de la technologie de colorimétrie avancée, la fiabilité qualitative et quantitative a plus que doublé pour atteindre environ 70% de la gamme de couleurs vraies de la dentition naturelle. De meilleurs résultats ont été ainsi rapportés avec un spectrophotomètre dentaire par rapport à la méthode visuelle (56, 59).

Pour autant, lors de la comparaison des appareils numériques pour la précision, il y avait une variabilité prononcée entre eux (60). Il est ainsi recommandé, dans la pratique dentaire contemporaine et dans la mesure du possible, d'utiliser les systèmes de correspondance des couleurs tant visuelle que numérique. Les deux méthodes se complètent mutuellement et peuvent conduire à un résultat esthétique prévisible (35, 56, 58).

2.1.2 PRINCIPES DES PREPARATIONS POUR LA CFAO

Les systèmes de technologie de conception / fabrication assistée par ordinateur (CFAO) collectent des informations pour concevoir et fabriquer une large gamme de produits. Les pièces et composants peuvent être conçus et usinés avec précision à l'aide d'un ordinateur doté d'un logiciel intégré, associé à un dispositif de fraisage.

La première tentative d'application de la technologie de CFAO à l'Odontologie a commencé dans les années 1970 avec Bruce Altschuler, François Duret, Werner Mormann et Marco Brandestini. Le Professeur Duret a été le premier à s'investir dans le domaine du développement de la CFAO dentaire (41).

La technologie CFAO est utilisée pour aider le praticien à fabriquer des formes et des tailles précises pour les restaurations dentaires (inlays-onlays, couronnes, bridges...). Cette technologie offre aux patients des restaurations dentaires durables, esthétiques et bien ajustées de manière plus efficace. La préparation des dents est la première étape de l'utilisation de la technologie CFAO. Puis, une empreinte numérique est prise pour envoyer les dimensions exactes de la dent préparée dans un ordinateur. Ensuite, le logiciel crée une pièce de rechange de restauration virtuelle pour les zones manquantes de la dent. Le logiciel envoie alors les données de restauration virtuelle à une fraiseuse, où la pièce de remplacement est taillée dans un bloc solide de résine céramique ou composite. La restauration est ajustée dans la bouche du patient, puis scellée ou collée.

Le système Cerec3 est l'un des systèmes de CFAO actuellement utilisés et servira de référence sauf mention contraire. À l'aide de ce système, les inlays, les onlays, les facettes et les couronnes peuvent être fabriqués au cabinet au cours d'un unique rendez-vous (42, 43, 45).

L'importance de la préservation du tissu dentaire a conduit au développement d'une dentisterie minimale invasive / ultraconservatrice. Ce concept a été étayé par l'introduction continue de nouveaux matériaux adhésifs sans métal, qui offrent une fiabilité clinique en raison de l'amélioration des propriétés physiques et mécaniques (46). L'importance de la réduction dentaire dépend de la bonne épaisseur du matériau prothétique (47). L'esthétique et la durabilité structurelle sont obtenues avec une épaisseur minimale, car ces matériaux ne nécessitent pas la présence d'une sous-structure métallique (48).

Une bonne préparation de la dent reste la meilleure solution pour réaliser des restaurations de qualité supérieure avec le CFAO, idéale pour produire une dentisterie adhésive conservatrice. Il est très important de maîtriser les directives de préparation, car correctement exécutées, elles peuvent être utilisées pour maximiser la longévité de la restauration.

2.1.2.1 POSITION DES LIMITES (49) (50) (51) (52) (53) (54)

D'après Sannino et al (49), le praticien n'est pas obligé de réaliser une marge sous-gingivale en raison de la correspondance de couleur parfaite entre la dent et le matériau de restauration et de l'absence d'arêtes métalliques. Une marge supra ou juxta-gingivale est recommandée afin de faciliter l'exposition de la dent et l'isolement du champ de travail lors de la prise d'empreinte optique et de la procédure de collage. L'utilisation de la colle adhésive modifie la forme de résistance (hauteur et largeur) ainsi que la forme de rétention (dépouille) des guides de préparation traditionnels, en évitant d'affaiblir inutilement la dent.

Les fonctions de préparation doivent correspondre principalement au potentiel du scanner optique ainsi qu'aux capacités de la fraiseuse, qui sont liées à la forme et aux dimensions des instruments de fraisage. Les angles arrondis doivent être préférés aux angles étroits afin d'améliorer la répartition de la charge dans le matériau et d'éviter les pics de contrainte. Les zones sous-évidées ainsi que les petites pointes ou les surfaces irrégulières sur le bord de la préparation doivent être évitées.

Pour une bonne adéquation avec le matériel et une diminution des risques de fracture, il faut s'assurer que les limites de la préparation ne se placent ni sur le point de contact proximal, ni sur les contacts occlusaux.

2.1.2.2 ETAT DE SURFACE (49) (54) (61)

Selon Sannino et al. (49), les parois axiales doivent être droites sans marches ni rebords. L'expérience de l'auteur montre que les marches sur les parois axiales entraînent des marches dans la restauration, ce qui entraîne une restauration faible et une défaillance prématurée.

Il est très important que ces préparations ne soient pas endommagées pour les rendre faciles à visualiser et pour éviter toute interférence avec l'insertion ou le retrait de la restauration. Il faut éviter de trop effiler les parois, qui affaiblirait la céramique à la surface de la cavité.

Les parois proximales des dents adjacentes doivent être lisses sans contre-dépouilles. S'il y a une ancienne restauration sur la dent adjacente qui est débordante ou rugueuse, le praticien doit lisser la surface à la fraise diamantée fine pour créer un contact lisse. Cela permettra au scanner d'imager la marge de la restauration ainsi que la paroi de la dent adjacente, ce qui aidera à créer un point de contact idéal.

Lors de la préparation des inlays et des onlays, les angles de sortie doivent être parfaitement alignés les uns avec les autres et doivent avoir des courbes gracieuses. Les angles internes et externes doivent être bien arrondis pour éviter les concentrations de contraintes dans la restauration et la dent, réduisant ainsi le risque de fracture.

Les tissus gingivaux et dentaires doivent être correctement gérés afin de pouvoir facilement visualiser toutes les marges, et assurer un champ sec pour éviter toute contamination par du sang ou de la salive.

2.1.2.3 DEPOUILLE (62) (63) (64) (65) (66)

Dans le cadre d'un système CFAO, la plupart des fabricants fournissent des instructions générales de préparation. Cette préparation ne diffère pas beaucoup pour chaque constructeur mais permet d'optimiser le résultat final à la fin du processus.

Pour le Cerec de Sirona, la préparation peut être un chanfrein ou un épaulement à angle interne arrondi. Une profondeur de coupe circulaire d'un millimètre doit être calculée. L'angle de préparation vertical doit être d'au moins 3°. Toutes les transitions des zones proximales aux zones occlusales doivent être arrondies. Selon des travaux utilisant le Cerec3 pour la fabrication de couronnes céramiques, l'écart marginal obtenu entre la restauration et la dent n'a pas été influencé par l'angle de dépouille.

Beuer et al ont cependant conduit des travaux traitant de l'influence de l'angle de préparation sur la précision (63, 64) et sur l'ajustement marginal (65, 66) des couronnes en zircone fabriquées sur un système CFAO. Ils ont utilisé des angles de préparation de 4, 8 et 12 degrés. Les auteurs ont conclu qu'un angle de préparation de 12 degrés permettait d'obtenir la meilleure précision globale pour les couronnes simples à base de zircone. Par ailleurs, une augmentation de l'angle de préparation améliorerait l'ajustement marginal. De l'avis de Beuer et al, la numérisation peut avoir une certaine influence sur la précision globale, car des angles de préparation plus grands permettraient d'obtenir davantage de données à partir de la paroi axiale. Par conséquent, cela pourrait améliorer la qualité des données pour le processus de CFAO.

2.1.2.4 HAUTEUR (54) (61)

Lors d'une préparation pour une couronne, il est impératif d'obtenir une réduction de 1,5 mm en occlusal, voire de 2 mm à l'endroit des cuspides, et de 1 mm en proximal. Cette réduction occlusale et axiale fournira un volume de matériau suffisant pour les restaurations tout en céramique. Cela dit, plusieurs fabricants proposent des blocs qui vont aller vers une moindre réduction grâce à l'amélioration de leurs propriétés physiques.

Lors d'une préparation pour un inlay-onlay, une réduction de la rainure centrale et une largeur d'isthme minimale sont essentielles. La principale raison de l'échec des restaurations entièrement en céramique est une réduction inadéquate. En général, le fabricant du matériel CFAO (Cerec Omnicam, Sirona Dental) recommande une réduction de 1,5 mm, car cela fournit une épaisseur de céramique suffisante pour résister aux forces occlusales et éviter la rupture de la restauration pendant le processus de fraisage.

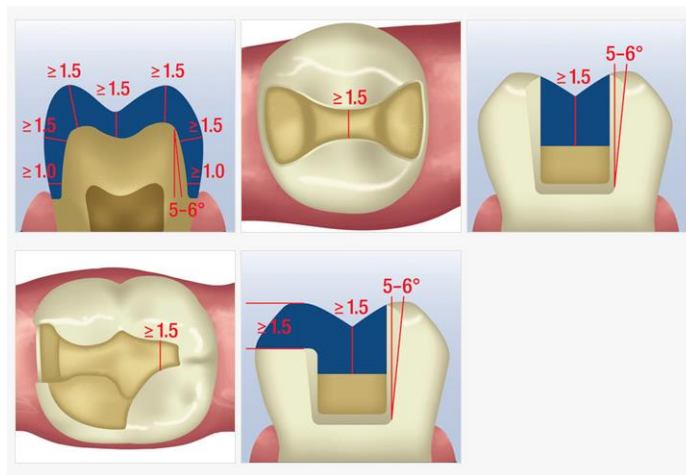


Figure 21 Normes des préparations pour inlays-onlays (67)

Les marges vestibulaire et linguale proximales doivent être étendues de manière à dégager au moins 1 mm, ce qui permet un accès adéquat à la numérisation, ainsi qu'à la finition et au polissage des restaurations.

2.1.2.5 MORPHOLOGIE (68) (69) (70) (71)

Lors de la restauration des surfaces occlusales des dents notamment postérieures, il est généralement admis que la conception occlusale des restaurations doit rester harmonieuse par rapport aux dents adjacentes. Des contacts occlusaux sans interférences doivent être établis et une morphologie d'aspect naturel de la surface occlusale doit être prévue. Pour la fabrication de restaurations classiques en céramique ou en métal, la réalisation de ces objectifs est du domaine du prothésiste dentaire, alors que la conception occlusale des restaurations par CFAO est générée par des systèmes logiciels.

Dans le cadre d'une utilisation du Cerec, Sannino et al (49) expliquent encore que, du point de vue morphologique, le logiciel guide le praticien pas à pas pendant le projet. Il permet de choisir entre trois options pour la conception de la restauration : bioréférence, biocopie ou biogénérique.

Dans le projet de bioréférence, la conception de la restauration intègre les caractéristiques anatomiques de la dent controlatérale correspondante, si celle-ci est présente. Le projet de biocopie reproduit la morphologie de la dent avant la préparation, afin de conserver une esthétique et une fonction inchangées. Dans le projet biogénérique, le logiciel lit la morphologie de la denture du patient afin de prédire une forme et une fonction correctes.

L'empreinte optique fournit des données sur les deux arcades et sur leur occlusion. Une fois le modèle virtuel développé, le praticien peut sélectionner l'axe d'insertion et marquer les marges. Plusieurs outils permettent d'effectuer tous les changements nécessaires (position, forme, points de contacts...).



Figure 22 : CAO avec ajustage de l'occlusion et des marges (lignes bleues) (72)

L'objectif clinique est de parvenir à une restauration intégrée de manière optimale au système stomatognathique, biologiquement compatible, esthétique, et nécessitant une réduction du temps de pose sans ajustements en bouche. Par conséquent, les logiciels de CFAO devraient permettre de concevoir une restauration présentant une morphologie occlusale naturelle et de reproduire avec précision les contacts occlusaux.

2.2 EMPREINTES

L'introduction de la technologie de conception et de fabrication assistées par ordinateur en Odontologie a permis une fabrication plus précise des structures prothétiques et des restaurations dentaires. La technologie s'est améliorée depuis les années 1980 (73,74). La stratégie de développement des techniques de CFAO consistait à automatiser le processus de production et à optimiser la qualité des restaurations en utilisant de nouveaux matériaux biocompatibles, notamment des céramiques à hautes performances, telles que la zircone et le disilicate de lithium (75). Plusieurs articles ont démontré le potentiel de restaurations précises en utilisant la technologie CFAO (76, 77, 78, 79).

Avec autant de nouveaux progrès dans la technologie dentaire, il est difficile aux praticiens de se demander si les nouvelles méthodes sont vraiment plus efficaces que les méthodes traditionnelles qui les ont bien servis pendant des décennies. Les professionnels dentaires d'aujourd'hui sont beaucoup plus susceptibles d'adopter des empreintes numériques que les empreintes traditionnelles utilisées dans la plupart des parcours dentaires.

Pour le patient, l'empreinte conventionnelle peut être assez désagréable. Le patient doit attendre en effet plusieurs minutes pendant le temps de prise de l'alginat.

Les patients présentant un réflexe nauséux important, ou ayant des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire peuvent avoir des difficultés avec l'ensemble de la procédure. Même si le matériau à empreinte peut ne pas être fortement aromatisé, il peut s'avérer excessif pour certains patients. Les praticiens peuvent ainsi être confrontés à des patients qui vomissent pendant la prise d'empreinte.

Des problèmes de nausées sont rencontrés dans la pratique dentaire quotidienne (80). La survenue de nausées lors de la réalisation de procédures dentaires est un problème majeur quand il s'agit de fournir un traitement dentaire de bonne qualité, en particulier lorsqu'il est nécessaire de prendre des empreintes des arcades dentaires (81).

De plus, le plan de traitement pourrait être compromis et limité par la nécessité de limiter l'impact du réflexe nauséux. En outre, certains patients peuvent nécessiter des niveaux d'intervention plus invasifs tels qu'une anesthésie (locale ou générale) ou une sédation consciente (81). Les données sur la prévalence exacte du réflexe nauséux dans la population générale ne sont pas disponibles, mais elles touchent sans aucun doute de nombreux patients (82).

En général, un réflexe nauséux prononcé peut être un problème potentiel pour l'acceptation et la réalisation des traitements dentaires. Même si différentes stratégies de gestion des problèmes sont possibles, certains patients n'acceptent même pas les procédures dentaires simples. Les problèmes de bâillement ne sont pas rares dans la pratique dentaire quotidienne mais la prévalence exacte est également inconnue. Tous ces embarras peuvent avoir un impact important sur le plan de traitement et les résultats du traitement dentaire (83).

Les systèmes de scanner intra-oral ont été introduits en Odontologie au milieu des années 1980. Il était prévu que la majeure partie des dentistes américains et européens utiliseraient des scanners intra-oraux pour prendre des empreintes au cours des prochaines décennies (84).

L'utilisation de scanners intra-oraux pour les modèles d'étude a considérablement augmenté chez les orthodontistes. Les scanners numériques sont capables d'obtenir des

empreintes de haute qualité et de réduire plusieurs problèmes tels que le réflexe nauséeux (85).

Les empreintes numériques sont en train de devenir le choix de prédilection des praticiens et des patients. Ils éliminent le matériau d'empreinte et permettent une meilleure restauration finale.

Il existe actuellement deux types de solutions technologiques d'empreinte numérique que les professionnels des soins dentaires peuvent intégrer aux soins des patients. L'un capture les images sous forme de photographies numériques et l'autre sous forme de vidéo numérique. Chacune des images peut être obtenue en utilisant un balayage numérique ou des lasers. Le balayage laser est précis et sûr. Il utilise une lumière concentrée capable de capturer chaque détail des gencives et des dents du patient.

Les scanners numériques sont également précis et sûrs, mais ils peuvent nécessiter l'utilisation d'une poudre inoffensive à pulvériser sur les dents afin d'enregistrer chaque zone avec précision.

Les empreintes numériques peuvent augmenter considérablement la productivité, l'efficacité et la précision. Le traitement du patient peut être accéléré, le système Cerec permettant d'obtenir une restauration complète en une seule séance. Cela peut également contribuer à l'amélioration de l'expérience des patients, qui reste une des priorités sur lesquelles les praticiens se focalisent, car de nombreux patients redoutent d'être assis dans leur fauteuil.

Prendre des empreintes numériques élimine une grande partie du travail manuel et parfois des problèmes souvent associés aux empreintes traditionnelles. (83, 84, 85)

2.2.1 RESENTI DES PATIENTS

Comme vu précédemment, quasiment tous les praticiens ont connu durant leur exercice les embarras que peut causer la prise d'empreintes chez certains patients. Pour autant, peu d'études comparatives ont été réalisées concernant le ressenti des patients durant cette procédure en mettant face à face la technique conventionnelle et la technique numérique. Sans vouloir être exhaustif, ce chapitre va passer en revue quelques articles ayant déjà abordé le sujet. Toutes ces recherches sont basées sur l'analyse de questionnaires remises aux patients.

En 2014, Wismeijer et al (90) ont basé leur étude sur trente patients en évaluant la perception de la différence entre une approche par empreinte analogique (matériau polyéther) d'une part et un scan intra-oral (scanner IO, IntraOral Scan ou IOS) d'autre part, lors de la restauration d'implants dans la zone non esthétique. Le système Cadent Itero a été utilisé pour la partie numérique. La technique IOS pour le travail sur les couronnes et les bridges a prouvé ses possibilités comme alternative à la technique de prise d'empreinte analogique. L'utilisation de scanners IO est récemment devenue une

alternative à la technique de prise d'empreinte analogique pour les implants dentaires (91). Plusieurs sociétés d'implants ont mis au point des piliers de numérisation pour leur système d'implant. La question se pose alors si les patients perçoivent la technique de prise d'empreinte analogique comme plus lourde que la technique numérique ou non.

L'étude a montré que les patients ne perçoivent pas l'IOS comme plus négatif à subir que les empreintes analogiques mais ont, au contraire, une préférence globale pour le scan IO. Les auteurs ont cependant noté qu'en ce qui concerne la préparation, le temps associé à la procédure et les préférences générales, les résultats sont modestes mais significatifs.

Pour le réflexe nauséeux, la préférence du patient pour le scan IO n'était pas significative et il en est de même pour le bâillement provoqué. Cela a été mis en relation apparemment avec l'échantillon de patients relativement petit, pris dans l'étude.

Les questions concernant le goût du matériau à empreinte ont toutes deux montré une préférence significative pour l'approche numérique ; en particulier, le goût du matériau d'empreinte traditionnelle a été perçu par les patients comme étant plus négatif. Ceci est compréhensible puisque, de toute évidence, il n'existe aucun composant de goût discernable dans la procédure de scan IO.

Quant à la procédure de préparation (pose des coiffes d'empreinte sur les implants, adaptation et réglage du porte-empreinte), elle est perçue par les patients comme moins favorable que l'insertion des piliers de numérisation numérique. L'explication avancée par les auteurs était la pression supplémentaire exercée sur les tissus mous impliqués dans l'ajustement et l'insertion du porte-empreinte, mais en précisant que leur explication était purement spéculative, vu que les raisons pour lesquelles les patients considéraient cela comme négatif n'étaient pas comprises dans le questionnaire.

Enfin, contre toute attente, les réponses des patients à travers les questionnaires pour la durée d'utilisation du scan IO étaient relativement négatives avec une préférence significative pour subir l'empreinte analogique.

Yuzbasioglu et al. (93) ont pour leur part choisi vingt-quatre patients, dans le but de comparer deux techniques d'empreinte, conventionnelle et numérique, du point de vue des préférences du patient et du confort du traitement. Pour ce faire, l'empreinte traditionnelle a été effectuée à l'aide d'un matériau polyéther et d'un matériau d'enregistrement des morsures en polysiloxane, tandis que l'empreinte numérique a utilisé un scanner intra oral Cerec Omniscan.

D'après les auteurs, le principal avantage des empreintes numériques est la réduction du temps passé en fauteuil. Le temps total moyen de traitement et les scores d'évaluation des sujets concernant les techniques de prise d'empreinte étaient significativement différents. L'amélioration du niveau de confort et de l'acceptation du traitement

constituaient d'autres avantages perçus par les patients, pour les techniques de prise d'empreintes numériques.

Les résultats de l'étude indiquent que les résultats en termes d'efficacité de la technique d'empreinte numérique étaient supérieurs à ceux de la technique d'empreinte conventionnelle, en ce qui concerne le temps de traitement et les perceptions des sujets. L'efficacité et les résultats cliniques des deux techniques d'empreinte ont été évalués en enregistrant le temps de traitement de chaque étape en secondes et étaient significativement différents les uns des autres. Les scores des critères d'évaluation concernant les deux techniques d'empreinte affectant la perception des sujets différaient les uns des autres d'une manière significative avec une empreinte plus positive pour le processus numérique.

Les différences dans le niveau de confort de traitement évalué par les sujets, y compris les difficultés respiratoires, les nausées, l'inconfort de l'ATM et l'inconfort lorsque la bouche était maintenue ouverte étaient significatives. Ainsi, la technique d'empreinte numérique est perçue comme plus conviviale pour le patient que la technique d'empreinte conventionnelle. Globalement, les résultats de l'étude présentaient les principales raisons pour lesquelles les sujets préféraient la technique d'empreinte numérique à la technique d'empreinte conventionnelle.

Au cours de l'année 2016, Burhardt et al (94) ont réalisé une étude croisée afin d'évaluer les perceptions et les préférences des techniques d'empreinte chez trente-huit jeunes patients orthodontiques avec de l'alginate et deux empreintes numériques différentes. Les techniques numériques utilisées sont des scanners intra-oraux Cerec Omnicam et Lava COS.

Si on se réfère aux auteurs, l'étude a démontré que les scanners intra-oraux sont la méthode d'empreinte privilégiée. Les sujets préféraient les scanners intra-buccaux (51%) aux empreintes d'alginate (29%), principalement en raison de la sensation de confort et de moins de nausées.

Durant la procédure, les 2 systèmes de scanner intra-oral populaires utilisés nécessitaient tous les deux une poudre d'analyse pour obtenir le temps de balayage intra-oral le plus court possible. Selon les résultats, la plupart des patients ont remarqué la poudre, mais seulement 18% et 14% l'ont perçue comme agaçante lors des empreintes prises respectivement par les systèmes Cerec Omnicam et Lava COS.

Lorsque les scores de perception totaux pour le réflexe nauséeux, les nausées, les difficultés respiratoires et les sensations d'inconfort ont été additionnés, les scores lors d'empreinte à l'alginate étaient plutôt élevés par rapport à ceux avec le Cerec Omnicam et le Lava COS. Cependant, l'utilisation du Cerec Omnicam a considérablement réduit les nausées et l'inconfort par rapport aux empreintes à l'alginate, uniquement pour le maxillaire supérieur.

Dans le cadre de cette étude, les jeunes patients orthodontiques ont préféré les techniques d'empreinte numérique aux méthodes conventionnelles, bien que les empreintes d'alginat aient nécessité un temps plus court au fauteuil.

Plus récemment, Mangano et al. (95) ont conduit un essai clinique dans le but de comparer l'acceptabilité, le confort et le stress de trente jeunes patients, avec les empreintes conventionnelles et numériques. Les techniques mises en comparaison concernent la méthode conventionnelle utilisant un matériau d'empreinte à l'alginat et la prise d'empreinte numérique réalisée avec un scanner intra-oral CS 3600.

Selon les auteurs, l'échantillonnage de l'étude a été normalisé et homogénéisé, en incluant uniquement des sujets qui n'avaient aucune expérience préalable avec des techniques d'empreinte afin d'optimiser l'objectivité et de minimiser les biais. Cette approche était importante pour indiquer objectivement l'acceptabilité globale et les perceptions du stress des patients en évitant d'annoncer les biais des patients qui auraient déjà utilisé les techniques de prise d'empreintes dentaires.

Les résultats ont révélé qu'il existait des différences significatives en termes de réflexe nauséeux et de difficulté respiratoire. Selon les données, cette étude laisserait supposer que les systèmes IOS pourraient facilement résoudre ces problèmes. Néanmoins, en termes de stress en se basant sur le State Anxiety Scale, aucune différence significative n'a été constatée entre les deux techniques.

Les auteurs ont toutefois pointé certaines limites à leur étude. L'une d'elle est qu'elle a été réalisée avec un seul système de scanner intra-oral, d'autres systèmes numériques et leurs flux de travail pouvant conduire à des résultats différents. En conséquence, il ne pouvait pas être conclu de manière généralisée que tous les systèmes d'empreinte numérique sont capables de donner les mêmes résultats.

Une autre limite évoquée était le nombre restreint d'études disponibles dans la littérature actuelle, ne permettant pas aux auteurs de trancher s'il existe des différences liées à l'âge en termes d'acceptabilité des patients et de stress avec différents types d'empreintes. Mangano et al. (95) ont ainsi souhaité que des études complémentaires analysant des différences liées à l'âge entre les perceptions des patients ainsi que des études supplémentaires avec un échantillon plus large soit effectuée, en comparant différents groupes d'âge afin d'étudier en profondeur ces aspects.

En conclusion, toutes ces études ont le mérite de donner un aperçu du ressenti des patients vis-à-vis des différentes techniques d'empreinte. Il peut être ainsi dégagé une tendance vers une meilleure acceptabilité des techniques numériques.

Dans cette acceptabilité, la sensation de goût revêt une importance décisive. Comme décrit dans l'essai clinique de Wismeijer et al (90), la conclusion générale est que la préférence des patients pour le scanner IO est statistiquement significative ; ceci est

principalement dû à la perception de l'effet de goût de l'empreinte analogique et aux activités préparatoires associées.

L'acceptabilité est également perçue en termes de préférences et confort du traitement. Dans les travaux de Yuzbasioglu et al (93), en fonction de la perception du sujet, comparée à la technique d'empreinte conventionnelle, la technique d'empreinte numérique a été acceptée comme technique privilégiée et efficace. Les auteurs ont par ailleurs expliqué que le confort de traitement de la technique d'empreinte numérique était jugé supérieur à celui de la technique d'empreinte conventionnelle lorsqu'elle était réalisée par un opérateur expérimenté.

L'essai clinique de Mangano et al. (95) semble confirmer ces résultats : l'acceptabilité globale des techniques d'empreinte numérique par les patients était nettement supérieure à celle des techniques d'empreinte conventionnelles, le scanner intra-oral ayant eu une meilleure valeur en termes de confort. Leurs résultats ont montré que 100% de l'échantillon préféraient l'empreinte numérique.

En ce qui concerne le réflexe nauséeux, les nausées et les difficultés respiratoires, les perceptions semblent plus nuancées. Il a été remarqué que pour le groupe étudié par Wismeijer et al (90), les sensations nauséuses ne constituaient pas un problème ; à ce sujet, les patients ne faisaient aucune différence entre les techniques utilisées.

A contrario, dans l'étude menée par Yuzbasioglu et al (93), la totalité des sujets ont préféré l'empreinte numérique. Cette préférence est également rapportée par Burhardt et al (94) ; ces derniers mentionnant que leurs résultats pourraient impliquer que les scanners intra-oraux provoquent moins de haut-le-cœur lors d'empreintes. Mangano et al. (95) ont récemment conforté cette assertion en concluant dans leur essai clinique que le scanner intra-oral présente une meilleure valeur en termes de réflexe nauséeux et de difficultés à respirer.

Les résultats sont plus contrastés en se rapportant à la durée de la procédure :

- ✓ Les sujets de l'essai clinique de Wismeijer et al (90) ont perçu la durée du scanner IO de manière plus négative que la procédure analogique.
- ✓ Les patients questionnés par Yuzbasioglu et al (93) ont estimé que le temps de traitement global de la technique d'empreinte conventionnelle était plus long que celui de la technique d'empreinte numérique et ont conclu que cette dernière était plus efficace.

L'étude de Burhardt et al (94) semble confirmer cette tendance puisque les auteurs expliquent que leurs résultats démontrent la rapidité et le confort des empreintes numériques. De plus, ces conclusions seraient conformes à celles d'autres études (96, 97), utilisant des empreintes polyéthers conventionnelles avec un temps de prise plus long mais une précision supérieure à celles des empreintes alginate requises pour la

prothèse (98). Ces mêmes auteurs remarquent cependant la possibilité d'un effet de report dans ces études, toutes les empreintes ayant été prises en une seule visite (96, 97).

2.2.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'EMPREINTE OPTIQUE

Dans le précédent chapitre, nous avons vu que les techniques d'empreinte optique semblent avoir les faveurs des patients lorsque l'on se réfère à la littérature. En revanche dans la pratique, les avantages et les désavantages sont diversement perçus par les praticiens selon leur expérience et leurs compétences, certains faisant toujours plus confiance aux techniques conventionnelles.

En effet, les compétences cliniques, l'expérience et la situation clinique particulière peuvent influencer considérablement sur la qualité de l'empreinte finale. Une étude a révélé que plus de 89% des empreintes envoyées au laboratoire pour la fabrication de prothèses étaient inadéquates, avec une ou plusieurs erreurs observables (99). Une autre étude clinique a montré que les saignements étaient le plus souvent associés à des empreintes inadéquates (100).

Les empreintes précises dépendent de la technique et des matériaux appropriés. Les matériaux d'empreinte de types élastomères (polyéthers, polyvinyl siloxanes et hybrides) sont populaires en raison de leurs excellentes propriétés physiques et mécaniques, notamment de reproduction précise des détails, de recouvrement élastique élevé et de stabilité dimensionnelle (101). La décision d'utiliser l'un ou l'autre varie en fonction des praticiens selon leurs préférences personnelles. S'il est clair que les matériaux élastomères se sont améliorés au fil des ans, leur utilisation continue de présenter certains défis. Les techniques traditionnelles d'empreinte comportent plusieurs étapes, ce qui rend les erreurs plus fréquentes entre les mains des praticiens et des prothésistes de laboratoire (102).

Certaines limitations matérielles et techniques trouvées dans les méthodes traditionnelles de prise d'empreintes ont été réunies lors de l'introduction des empreintes optiques dans les années 1980. Les empreintes numériques éliminent bon nombre des étapes requises avec les empreintes traditionnelles telles que la sélection du porte-empreinte, la désinfection et l'expédition de l'empreinte, le coulage du modèle en plâtre, ou les étapes de mise sur articulateur des modèles.

L'introduction de la technologie de CFAO au cabinet dentaire et au laboratoire a radicalement changé la façon dont les praticiens abordent le processus de restauration. Au fur et à mesure de l'évolution du secteur CFAO, de nouveaux scanners, logiciels de conception, fraiseuses et imprimantes sont régulièrement introduits. De nouveaux matériaux sont en cours de développement et les logiciels existants continuent d'être mis à jour.

En 2014, Keim et al. (103) ont constaté que les modèles numériques étaient utilisés comme dossiers de diagnostic par 41% des dentistes américains, alors que, sur une période de 6 ans, il a été enregistré une tendance à la baisse des moulages réalisés à partir d'empreintes conventionnelles. Maintenant plus que jamais, il est important de comprendre ce que chaque système a à offrir et lequel répond le mieux aux besoins d'une pratique individuelle. Ce chapitre va aborder les avantages et les inconvénients des systèmes d'empreinte numériques et, par ailleurs, va comparer leur précision et leur efficacité, face aux matériaux d'empreinte traditionnels.

Il ne fait aucun doute que les empreintes optiques offrent des avantages au praticien. En effet, elles peuvent être revues instantanément, puisque l'image des dents préparées sur l'ordinateur peut être agrandie, à un niveau supérieur à celui disponible avec des loupes ou même des microscopes ; cela améliore la qualité de la préparation et minimise les éventuelles modifications de laboratoire. En cas de problème d'analyse (défauts, réduction insuffisante de la préparation, etc.), le praticien peut apporter des modifications et effectuer une nouvelle analyse si nécessaire alors que refaire une empreinte complète est exigé pour les techniques conventionnelles (104).

De plus, les dispositifs numériques sont capables de mesurer le jeu occlusal entre la dent préparée et la dent opposée, et permettent au praticien de faire, le cas échéant, des modifications avant d'envoyer l'empreinte à la machine de fabrication du cabinet.

La technique d'empreinte optique propose une solution plus écologique contribuant à l'efficacité des systèmes de fichiers et à la prise en charge des environnements de bureau sans papier ainsi qu'à l'élimination du besoin de bacs en plastique et des matériaux utilisés pour les empreintes conventionnelles.

Un autre avantage majeur des systèmes d'empreinte numérique est leur capacité à arrêter le processus d'imagerie à tout moment et à continuer. Ceci permet par exemple au praticien d'enlever du sang et de la salive puis de poursuivre la numérisation.

Les systèmes d'empreinte numériques présentent néanmoins certains inconvénients. Les empreintes numériques nécessitent que toute la marge soit exposée avec 0,5 mm de structure dentaire apicale à la marge pour assurer un profil d'émergence favorable (105).

Dans un autre registre, la taille de la sonde du scanner peut poser un problème pour les patients dont l'ouverture de la bouche est restreinte (106). Effectivement, des auteurs ont observé que les patients préféraient la technique d'empreinte conventionnelle à cause de la dimension de la tête du scanner (85). Ces résultats sont toutefois en contraste avec ceux d'Ender et Mehl (92) lesquels ont constaté que ce problème a été résolu grâce à la réduction des têtes des scanners intra-oraux. Des études plus récentes ont confirmé ce dernier résultat grâce à une conception de scanner plus fin (107, 95). Cet inconvénient est ainsi devenu un avantage au fil des améliorations techniques des systèmes numériques.

Dans le même ordre d'idée, l'application préalable de poudre avant la numérisation peut aussi présenter un inconvénient tant pour le praticien que pour le patient. En 2014, Bunek et al. (108) ont remarqué que presque la moitié des dispositifs numériques de prise d'empreinte sur le marché nécessitaient un poudrage préalable. Néanmoins, les travaux de Burhardt et al. (94) semblent contredire l'affirmation des fabricants selon laquelle le balayage sans poudre est supérieur au principe fondé sur l'hypothèse arbitraire d'une expérience désagréable causée par la poudre.

L'idée que la prise d'empreinte numérique peut être plus rapide reste controversée. En général, le processus de numérisation de 3 à 5 minutes nécessite à peu près le même temps que celui de prise des matériaux d'empreinte traditionnels (106). Lee et Gallucci (109) ont indiqué que la durée totale du traitement des empreintes numériques par iTero lors de restaurations à un seul implant était environ la moitié de celle d'une empreinte traditionnelle. Givan et al (110) ont en revanche retrouvé une durée d'empreinte nettement supérieure avec les empreintes numériques produites par iTero par rapport aux empreintes traditionnelles à prise rapide. Toutefois, dans cette dernière étude, le temps d'installation et de nettoyage des empreintes conventionnelles n'a pas été pris en compte.

2.2.3 LES CAUSES D'ERREURS DES EMPREINTES OPTIQUES

Les technologies modernes offrent un éventail d'avantages et améliorent considérablement les procédures thérapeutiques spécifiques en dentisterie. Cependant, malgré l'expérience et la formation, des erreurs subsistent durant leur mise en œuvre. Le but de ce chapitre est de décrire les erreurs les plus courantes lors de la numérisation intra-orale dans le cadre des systèmes CFAO pour la production de restaurations dentaires. En effet, il est communément admis que l'empreinte optique est une procédure plus rapide que l'empreinte conventionnelle, mais sensible sur le plan technologique. Bien que les procédures aient été considérablement améliorées et simplifiées, il n'existe aucun matériel et logiciel, ni « intelligence artificielle », qui puisse réparer automatiquement l'erreur des praticiens.

Le système Cerec CFAO dentaire est généralement constitué de trois parties: un module de numérisation, un module central de traitement, de calcul mathématique et numérique des données enregistrées, et un module de contrôle informatisé des machines de traitement des matériaux (111). Le fait est que chaque action, quelle que soit sa complexité, comporte des erreurs. Par conséquent, l'erreur totale de l'ensemble du système correspond à celle cumulée de chaque module. Il est prévisible que si l'erreur se produit plus tôt dans la chaîne de production, l'erreur totale sera plus grande (112). D'où l'importance d'éviter autant que faire se peut celles qui pourraient se produire au cours de l'étape initiale, en l'occurrence de la prise d'empreinte numérique.

Les erreurs les plus communes rencontrées sont : une mauvaise manipulation du scanner, un positionnement inapproprié du scanner, une mauvaise préparation des dents (préparation de la cavité non conforme ou démarcation irrégulière du sulcus gingivo-dentaire), une application irrégulière de poudre et des données numérisées insuffisantes.

Une mauvaise manipulation de l'appareil est l'une des erreurs les moins dommageables en prise d'empreinte numérique intra-orale, car la procédure de numérisation peut être répétée plusieurs fois sans conséquence. Cependant, toute la procédure doit être effectuée dans un délai raisonnable afin d'éviter toute gêne au patient, telle que la fatigue des muscles qui maintiennent la position de la mandibule et provoque un réflexe de déglutition. Pour obtenir une impression optique correcte et applicable pour une procédure de traitement d'image ultérieure, la main de l'opérateur tenant l'appareil dans la bouche du patient doit être suffisamment stable (113).

De telles erreurs résultent de la fatigue du patient ou du praticien, conduisant à des tremblements involontaires et à un flou ultérieur de la mise au point. Ceci affecte surtout la technologie Cerec 3D alors que le système Cerec AC de génération ultérieure dispose de méthodes permettant d'y remédier, notamment l'incorporation d'une lumière ultraviolette permettant d'ajuster les tremblements, au moyen d'un mécanisme de mise au point automatique (114). De plus, ce système inclut une nouvelle caméra « Blue Cam » offrant une résolution accrue et une automatisation complète de la collecte de données numériques. En plus de la réduction du temps, il accélère et facilite la procédure de numérisation elle-même et augmente considérablement la précision du modèle virtuel.

Un positionnement inapproprié du scanner par le praticien inclut l'instabilité du scanner dans la bouche du patient, une position et un angle incorrects du scanner par rapport à l'objet numérisé (115). Le rayon doit être dirigé parallèlement au grand axe des dents au moment de la création de l'empreinte, sans toucher la paroi de la cavité. Si l'angle est trop grand, les composants des parois de la cavité ne pourront être réfléchis par le rayon, ce qui entraînera une perte partielle de l'empreinte (116, 92).

D'autres erreurs sont liées à une mauvaise préparation des dents. La préparation dentaire correcte inclut la préservation des parties saines et accentuées de la dent, le fait qu'il n'y ait pas de zones de contre-dépouilles, une transition délicate entre les parois, et l'absence de bords biseautés. Le scanner ne peut pas enregistrer les surfaces en contre-dépouille, et si elles existent après le scellement de la restauration, elles constitueront des espaces favorables aux caries récurrentes, entraînant un probable échec thérapeutique. (117). Compte-tenu de la direction directe du faisceau, les angles des bords de la cavité préparée doivent être compris entre 80 et 90° afin d'assurer une empreinte précise (118).

Dans la mesure où la visibilité de la démarcation constitue la base de l'empreinte optique, il est nécessaire d'accorder une attention particulière à la préparation sulculaire. Lorsque la limite de la préparation est supragingivale, un simple rinçage à l'eau et un séchage

suffisent. Afin d'être visible, la démarcation gingivale ou sous-gingivale doit être préparée. De nombreux praticiens utilisent des liquides et des fils pour la rétraction gingivale. Cette méthode est tolérée pour l'empreinte optique, mais nécessite l'élimination de tous les artefacts éventuellement provoqués par les fils de rétraction gingivale (119).

L'application de la poudre est un composant nécessaire du processus d'empreinte numérique et doit être réalisée de façon uniforme, bien qu'il peut y avoir une contamination salivaire, ou la présence d'autres obstacles, comme la langue ou la gêne ressentie par le patient. L'expérience et les compétences de l'opérateur sont de ce fait indispensables (45). Afin de pallier à un tel problème, de nouvelles générations de scanners intra-oraux sans poudre ont été développés par les industriels.

Le modèle E4D repose sur une caméra incluant un faisceau laser conique. Il n'est pas indispensable de procéder à l'enrobage avec une poudre, mais compte-tenu du faisceau divergent, un minimum de trois balayages combinés ultérieurement par ordinateur est nécessaire pour une préparation (120). Les systèmes iTero ou CEREC Omnicam présentent l'avantage de scanner l'état naturel de la structure intra-orale, lorsqu'il n'y a pas de matériau de recouvrement dentaire (poudre de dioxyde de titane) comme agent réfléchissant. Ces deux systèmes rendent même possible la prévention des effets négatifs sur l'ajustement marginal et interne des restaurations dentaires développées par le biais d'une empreinte numérique qui manque de précision, due à un usage excessif de poudre (121).

Par ailleurs, les erreurs peuvent être causées par l'insuffisance des informations au moment de la conception sur ordinateur. Afin que celle-ci soit la plus précise possible, il faut suffisamment de données concernant à la fois le pilier et les dents adjacentes. Lorsque les informations ne sont pas suffisantes pour les deux régions, ceci est à l'origine d'une reconstruction incomplète. Selon Kim et al (122), les erreurs concernant les molaires étaient plus courantes que celles sur les prémolaires. En effet, le scanner a moins d'accès aux dents les plus postérieures ; il est donc difficile d'obtenir leur emplacement exact. Selon les auteurs, la fréquence des erreurs est plus élevée au maxillaire qu'à la mandibule. Ceci s'expliquerait par le fait que le patient soit allongé pendant l'obtention de l'empreinte numérique, ce qui rend plus difficile la correspondance entre le scanner et le maxillaire.

En somme, les empreintes numériques ont l'avantage de faire gagner du temps tout en réduisant le risque de restaurations manquant d'ajustement, dans la mesure où il est possible pour le praticien de procéder immédiatement à l'évaluation et l'élimination des erreurs de préparation (117). Toutefois, il arrive souvent que la préparation dentaire ne soit pas appropriée, que l'agent de recouvrement ne soit pas appliqué de manière appropriée, ou que l'opérateur commette des erreurs en milieu clinique (75).

En tant que tel, le processus d'obtention d'impressions numériques a fait l'objet d'innovations par rapport au système CEREC en phase initiale. Cependant, pour garantir la précision d'une empreinte numérique, il est nécessaire de prendre en compte l'influence de la courbe d'apprentissage. Un omnipraticien peu expérimenté en empreinte numérique peut être confronté à des problèmes cliniques de reproductibilité des empreintes (123). Plus encore, selon Batson et al. (124), pour les parties nécessitant de l'expérience pour obtenir des impressions numériques, les compétences d'un expert seraient indispensables.

2.2.4 TABLEAU COMPARATIF

Lors de la mise sur le marché du CEREC 1 par Sirona, le système était limité aux restaurations des inlays en céramique (125). En 2014, le fabricant proposait deux caméras, un dispositif d'empreinte numérique autonome et 3 autres unités de fabrication, proposant une solution numérique pour chaque type de matériau disponible sur le marché.

Sirona est souvent vu comme le précurseur de la technologie CFAO. Toutefois, un certain nombre de technologies concurrentes sont entrées sur le marché au cours des dix dernières années. L'introduction de ces concurrents a entraîné non seulement plus de choix, mais aussi plus d'embarras et d'hésitation pour le praticien, qui doit faire face à de nombreuses options différentes.

En guise de comparaison, est donné ci-dessous un aperçu de quelques offres avec les options les plus évoquées par les fabricants.

Tableau 1 Scanners intra-oraux et systèmes CFAO pour prise d'empreinte numérique
(224)

Scanner (fabricant)	Type de capture	Usage poudre	Option usinage au cabinet	Fabrication laboratoire
Apollo DI (Sirona)	Capture continue	Oui	Non	Sirona Connect
CEREC® AC (Sirona)	Image laser : pointe et clique	Oui	MC, MC X, ou MCXL	Sirona Connect
CEREC® AC with Omnicam (Sirona)	Capture continue	Non	MC, MC X, ou MCXL	Sirona Connect
CS 3500 (Carestream Dental)	Image laser : pointe et clique Guidage lumineux	Non	CS3000	CS Connect
E4D® NEVO™ (E4D Technologies)	Capture continue	Non	E4D® Design Center and Mill	Laboratoire associé
IOS FastScan® (IOS Technologies)	Laser : scanne et clique	Oui	TS150™ In-Office Milling Solution	E4D Sky Laboratoire associé
iTerm® (Align Technologies)	Image laser : pointe et clique	Non	Non	Tous les laboratoires
TRIOS® (3Shape)	Capture continue	Non	Biolase GALAXY BioMill™	Laboratoire associé
True Definition Scanner 3M™ (3M ESPE)	Capture vidéo	Oui	E4D Design Center and Mill TS150™ In-Office Milling Solution	Laboratoire associé

Il existe deux marchés de systèmes numériques pour les cabinets dentaires : les systèmes autonomes d'empreinte numérique et les systèmes CFAO en cabinet. Dans les deux cas, le début du travail commence par la capture d'une empreinte numérique. Pour attirer les praticiens qui souhaitent uniquement utiliser l'empreinte numérique sans usinage, souvent, les dentistes ont la possibilité d'acquérir le scanner sans la fraiseuse, ce qui leur offre des options supplémentaires en matière de matériaux et réduit l'investissement initial.

Il existe deux catégories importantes de systèmes numériques en termes de fichiers de données créés lors de la numérisation : architecture ouverte et architecture fermée. Les fichiers à architecture ouverte, appelés fichiers STL, ne dépendent pas du fabricant « et peuvent être utilisés dans pratiquement tout logiciel de conception pour fabriquer une restauration finale » (126). Ainsi, les informations obtenues par un scanner « ouvert » peuvent être conçues et fabriquées (CFAO) avec de nombreux systèmes différents, quel que soit leur fabricant.

Ainsi, un laboratoire doté d'un système d'empreinte numérique à architecture ouverte peut devenir un partenaire d'externalisation pour d'autres laboratoires. Il est également possible d'intégrer de nouvelles interfaces avec les plates-formes logicielles de CAO émergentes (195). Les systèmes à architecture ouverte permettent aux dentistes individuels de travailler avec plusieurs laboratoires et d'optimiser le potentiel de leur investissement grâce à des options telles que la restauration d'implants et l'orthodontie.

Avec un système informatique fermé, une société unique contrôle à la fois les configurations CAO et FAO, connaît les spécifications et les performances de l'unité d'usinage, et est en mesure d'adapter le logiciel de CAO et de FAO en conséquence (127). Chaque compagnie peut ainsi avoir son propre écosystème pour l'ensemble du travail de restauration, de la prise d'empreinte à l'usinage. Cela peut être rassurant pour le praticien, puisque tous les systèmes du même fabricant sont supposés être totalement compatibles entre eux et devraient faciliter la maintenance au cabinet.

Les systèmes de CFAO au cabinet permettent de nombreux avantages, bien que leurs coûts soient beaucoup plus élevés qu'un scanner seul. Le tableau suivant rassemble de manière brute leurs avantages et leurs inconvénients face aux systèmes d'empreinte optiques seuls.

Tableau 2 Avantages et inconvénients du Cerec

	Avantages	Inconvénients
Systèmes d'empreinte optique	○ Coût initial réduit ○ Possibilité de tous types de restaurations ○ Gain de temps au rendez-vous car moins de réglages nécessaires ○ Absence d'inventaire à maintenir	○ Second rendez-vous nécessaire ○ Frais de modèle / frais de numérisation au laboratoire sauf si aucun modèle n'est requis ○ Mise en place de couronne temporaire obligatoire ○ Facture de laboratoire inévitable
Systèmes CFAO en cabinet	▪ Restauration le jour même du rendez-vous ▪ Réduction des coûts sur les inlays, les onlays, les couronnes et les facettes grâce à la fabrication en cabinet ▪ Absence de couronne temporaire donc sensibilité réduite	▪ Investissement initial plus élevé ▪ Durée plus longue du rendez-vous ▪ Fournitures supplémentaires nécessaires ▪ Limitation aux matériaux de bloc de restauration

2.3 ERGONOMIE

Depuis son introduction, le système CEREC CFAO s'est étendu lentement, mais de manière continue à travers les cabinets du monde entier. Certes, avec cette nouvelle technologie et sa courbe d'apprentissage, les coûts, le nombre limité de matériaux, la diversité des utilisations et l'absence de suivi à long terme, il a d'abord rendu les dentistes sceptiques et méfiants.

Cependant, les praticiens ont dû faire face à la demande croissante des patients pour des traitements rapides, hautement esthétiques et peu invasifs. Grâce aux développements technologiques des dernières décennies, les limites initiales du système de dentisterie CFAO ont été dépassées. À ce jour, il est plus rapide, plus intuitif et convivial (128).

D'autre part, la gamme de solutions de restauration s'est étendue et couvre aujourd'hui la plupart des besoins cliniques. De nouveaux matériaux sont quotidiennement développés et mis sur le marché par les fabricants. Ces derniers ont intensifié leurs recherches car ils ont constaté un potentiel de profit, depuis que le nombre d'utilisateurs de CEREC a augmenté (129).

2.3.1 ORGANISATION DANS LE CABINET DENTAIRE (45, 130,131,132,133)

Le concept de CFAO en cabinet dentaire fonctionne généralement bien et peut être réalisable financièrement dans un cabinet de restauration ou de prothèse très actif. Après une bonne expérience du système, il peut être utilisé pour des sextants et même des restaurations complètes d'arcade ou des implants. Effectivement, de nombreuses études ont appuyé l'utilisation de systèmes de CFAO au cabinet dentaire (45, 130, 131, 132). Néanmoins, la mise en œuvre du système nécessite du temps, de la planification, du travail d'équipe, de la volonté et principalement de la patience pour apprendre.

Les praticiens peuvent obtenir d'autres avantages intangibles à long terme, en introduisant la technologie de CFAO dans leurs pratiques dentaires parfois déjà bien actives. Grâce à cette technologie, ils conservent le contrôle total et artistique des restaurations à fabriquer et à poser. Le système CFAO permet aux cliniciens de passer la majorité de leur temps à la préparation des dents et à la pose de la restauration finale. Les processus de conception informatique et d'usinage réduisent les potentielles imprécisions résultant d'un processus de fabrication à la main ou en laboratoire, et permettent de fournir une restauration correspondant aux normes établies (133).

Malgré tout, l'intégration de la technologie de CFAO dans les cabinets dentaires doit prendre en compte certains défis : coût, taille du dispositif de capture d'images et de la

fraiseuse, nécessité de modifier les modes de pratique stables depuis longtemps, manque de volonté de déléguer des procédures cliniques.

De nombreux cabinets, en particulier les plus anciens, ne disposent pas d'un espace suffisant pour loger de nouveaux appareils sans compromettre leurs locaux déjà encombrés. Il est parfois malaisé de trouver un espace important pour mettre le dispositif de fraisage, qui est souvent grand et lourd. Néanmoins, les fabricants tendent à rendre le plus compact possible les modules composant leurs systèmes. De nos jours, de nombreux appareils de technologie CFAO dentaire ont considérablement réduit leur taille et la plupart d'entre eux sont mobiles ; ils peuvent être installés n'importe où dans le cabinet dentaire. Néanmoins, la gestion de l'espace requis pour ces appareils devrait être réfléchi dès la phase initiale du projet.

Lorsqu'une pratique dentaire est organisée, fonctionne bien et génère des revenus suffisants, certains praticiens ont tendance à rejeter tout ce qui pourrait nuire à la stabilité de la routine. D'autres ne délèguent pas beaucoup de procédures cliniques et les font presque toutes eux-mêmes alors qu'en moyenne, les dentistes disposent d'une ou deux assistantes. L'intégration du système CFAO en cabinet implique généralement d'enseigner aux praticiens de déléguer une partie de la procédure à des membres qualifiés de son équipe. Un cabinet bien organisé dans lequel cette délégation est bien définie peut rendre le concept d'usinage en bureau très efficace.

Dans un tel scénario, des assistantes sont incluses dans une formation d'initiation au Cerec et peuvent ainsi améliorer leurs compétences en suivant des cours de formation supplémentaires spécialement conçus pour les assistants. En pratique, l'approche d'équipe serait la suivante : le dentiste prépare la dent, met éventuellement la poudre et prend l'empreinte optique. L'assistante s'occupe ensuite de la conception, de l'usinage, du polissage et de la préparation au collage. Enfin, le dentiste pose la restauration.

Le praticien envisageant l'acquisition d'un Cerec au cabinet devra planifier son intégration et la formation de son personnel. En tant qu'utilisateur averti d'une technologie dentaire, il doit en recueillir les informations de base. Il doit en outre évaluer et remettre en question, non seulement son engagement envers cette technologie, mais surtout ses effets sur les membres de l'équipe dentaire et les patients du cabinet. Plus précisément, le dentiste doit prendre en considération :

- la volonté de s'engager dans la formation (tant pour le praticien que pour les membres son équipe)
- le principe de la restauration en rendez-vous unique
- la nécessité d'évaluer si cette technologie apporte une dentisterie de meilleure qualité pour le patient
- la résolution d'accepter avec patience des bénéfices dans un délai raisonnable.

2.3.2 SEANCE UNIQUE

La dentisterie CFAO a évolué depuis ses débuts rudimentaires vers une technologie viable au cabinet permettant aux praticiens de traiter les patients en une seule séance, sans la nécessité d'un deuxième rendez-vous (134).

Il est admis qu'une reconstruction prothétique correcte commence toujours par un diagnostic correct. Le succès du processus en séance unique Cerec vient du fait qu'il regroupe tous les aspects d'une bonne dentisterie clinique : sélection des cas, préparation, contrôle de l'environnement buccal, application correcte du système de CFAO, intégration et finition esthétiques, et enfin pose. Le concept selon lequel un dentiste peut en un seul rendez-vous administrer un analgésique pour la préparation, l'empreinte, la conception et la pose, est attrayant pour de nombreux praticiens ou patients.

Grâce à la séance unique, il n'est pas nécessaire de réaliser une restauration provisoire risquant de se desceller, de se fracturer, de produire une sensibilité ou de contaminer les tubuli dentinaires (136). Les restaurations temporaires peuvent être difficiles à nettoyer et à entretenir pendant le délai de temporisation, ce qui peut être à l'origine d'une irritation gingivale. En outre, des réactions pulpaires peuvent aussi survenir lors de la dépose de la restauration provisoire, en raison d'un nettoyage excessif, d'un séchage ou d'un traumatisme (137).

L'autre avantage d'une séance unique est qu'aucun frais de laboratoire n'est associé. En fin de compte, ces facteurs permettent de réduire le nombre d'instruments devant être stérilisés et de réduire le temps total de travail nécessaire.

La pose de la restauration au cours d'un seul et même rendez-vous une éventuelle contamination des dents pendant la phase de temporisation. De plus, les restaurations Cerec seraient associées à une sensibilité postopératoire minimale. L'étude de Fasbinder et al (138) démontre que l'utilisation d'une digue garantit une surface propre et isolée de la dent, propice à l'efficacité optimale du collage. Selon cette même étude, l'utilisation de blocs de céramique usinés a minimisé le rétrécissement par polymérisation, en le limitant à l'interface résine-ciment. Enfin, le praticien a un contrôle maximum sur le résultat final et l'esthétique, puisque le logiciel fournit une restauration qui ne devrait nécessiter qu'une coloration ou un polissage pour finitions (137).

Du point de vue de la productivité, le dentiste utilisant le système CFAO doit créer un emploi du temps prenant en charge les traitements sur rendez-vous unique. Sous Cerec, les praticiens peuvent compléter la plupart des couronnes unitaires en une heure et demie. Avec ce type de prise en charge, le second rendez-vous « libéré » peut être redéfini pour une séance productive supplémentaire.

Par rapport à une procédure traditionnelle à deux rendez-vous avec une répartition du travail sur le temps, cette approche de traitement en rendez-vous unique devient de plus en plus adaptée. Par ailleurs, un dentiste expérimenté dans l'utilisation du Cerec peut

réaliser des procédures supplémentaires pendant la fabrication de la restauration, améliorant encore la productivité de sa pratique.

Fournir une excellente restauration de la dent dans la bonne teinte en un seul rendez-vous est l'objectif principal du concept de CFAO en cabinet dentaire, et donc du Cerec.

2.3.3 RESSENTI DES PATIENTS

Outre les progrès technologiques et l'amélioration continue des protocoles de traitement, le développement de la dentisterie numérique crée également une nouvelle transparence globale pour la communauté des patients. Les résultats centrés sur le patient présentent un intérêt immense dans la pratique quotidienne et sont devenus un paramètre central pour définir le succès du traitement (210). Les patients présupposent une qualité élevée associée à un traitement pratique. En particulier, cela comprend des séquences de temps de fauteuil raccourcis avec un nombre réduit de rendez-vous, donnant des résultats esthétiquement agréables (211).

Il est primordial de mener en permanence des recherches et des analyses sur les commentaires des patients. Ils concerneront avant tout la rapidité de la prestation, la douleur éventuellement ressentie, l'impact esthétique et le coût (212).

La demande des patients est passée des concepts de restauration fonctionnelle aux modalités de traitement moins invasives et moins longues (229). En général, les patients s'attendent à un résultat clinique réussi. Leur intérêt se porte vers des protocoles de traitement plus axés sur la commodité. Celles-ci comprennent des séances de traitement rationalisées combinées à une thérapie globale raccourcie ainsi que des rendez-vous pratiques sans affecter leur emploi du temps personnel (230).

Un essai clinique a été mené, portant sur huit patients porteurs de dix couronnes complètes incisives maxillaires. Deux approches de traitement ont été appliquées : d'une part, un flux de travail numérique complet Cerec avec scanner intra-oral et fabrication en cabinet de couronnes monolithiques en vitrocéramique ; d'autre part, une procédure classique avec prise d'empreinte conventionnelle, moulage en plâtre et technique à la cire perdue pour des couronnes céramo-métalliques. Tous les patients inclus ont reçu les deux restaurations.

Après une semaine, chaque patient et deux praticiens ont évalué la première couronne pour la morphologie, la couleur, la caractérisation, l'état de surface, l'intégration parodontale et l'occlusion. En ce qui concerne l'évaluation des patients, le score du Cerec était supérieur au score conventionnel, quels que soient les critères. En ce qui concerne la préférence du type de couronne, 8 patients ont choisi les couronnes Cerec, tandis que deux autres ont choisi les couronnes céramo-métalliques. De manière globale, les couronnes monolithiques en vitrocéramique avaient un avantage esthétique d'après les patients et les dentistes (207).

Fiquet (213) a évalué pour sa part l'utilisation d'un système CFAO durant une année à l'aide d'un questionnaire fourni aux patients. Malgré un temps clinique considéré comme long, les patients ont choisi une séance unique pour leur restauration, plutôt qu'une succession de rendez-vous plus courts. La prise d'empreinte optique s'est déroulée avec 100% de satisfaction, avec la possibilité de suivre le déroulement du procédé de fabrication sur un écran. Malgré cela, certains rapportent une douleur quand la caméra touchait une muqueuse. 90% des interrogés étaient également satisfaits de l'aspect esthétique et à l'unanimité, ils recommandaient cette technique à leurs amis. L'auteur a conclu que durant cette étude, les patients étaient généralement très satisfaits des soins prothétiques réalisés avec le système CFAO.

Susic et al (212) ont utilisé également un questionnaire afin d'examiner le niveau de satisfaction de 100 patients traités par CFAO. Pour les auteurs, l'utilisation de cette technologie réduit considérablement le temps de création d'un travail prothétique, et les systèmes sont faciles à utiliser. Au terme de leur étude, ils ont conclu que l'utilisation de cette technologie assurait un développement de la qualité, du professionnalisme et des bénéfices, mais également une augmentation constante de « nouveaux » patients satisfaits.

Il semble que ce ne soit qu'une question de temps avant que les systèmes CFAO ne deviennent un élément standard de la pratique dentaire. La satisfaction des patients pour ces systèmes au fauteuil vient de la suppression du besoin de temporisation, d'un deuxième rendez-vous et d'anesthésiques supplémentaires. De nombreux patients apprécient le fait qu'ils reçoivent le traitement et la restauration finale le même jour, leur permettant d'économiser beaucoup de temps, de déplacements et d'attente (214).

La curiosité humaine à l'égard des nouvelles méthodes, en particulier des supports 3D animés lors des impressions optiques, est un facteur important qui signe l'acceptation sociale progressive de la technologie numérique (221).

2.4 RESULTATS CLINIQUES

2.4.1 LES CERAMIQUES PAR CFAO

Les céramiques utilisées en Odontologie sont principalement à base de silicium, généralement sous forme de silice (dioxyde de silicium), ou de divers silicates. L'utilisation de prothèses tout en céramique dans les traitements de restauration est devenue habituelle puisque bon nombre de ces restaurations peuvent être fabriquées à la fois par les méthodes de laboratoire traditionnelles et par un système CFAO (139, 140, 141, 142).

Cependant, les méthodes traditionnelles de fabrication de la céramique ont été décrites comme prenant beaucoup de temps, sensibles aux techniques utilisées et imprévisibles en raison de nombreuses variables ; la CFAO est ainsi devenue une bonne alternative

aussi bien pour les dentistes que pour les laboratoires (141). La CFAO peut également réduire jusqu'à 90% le temps de fabrication de céramiques à haute résistance telles que l'InCeram (140). De plus, les blocs fabriqués industriellement sont plus homogènes avec un minimum de défauts et les restaurations par CFAO se sont révélées comparativement plus favorables aux autres options de restauration (143, 144).

Les progrès de la technologie CFAO jouent un rôle déterminant dans la recherche et le développement de céramiques polycristallines à haute résistance telles que le dioxyde de zirconium stabilisé (145, 146) ; ce type de céramique n'aurait quasiment pas pu être traité par les méthodes de laboratoire traditionnelles (147, 148). Or, ces matériaux ont rendu possible l'utilisation du tout en céramique pour les couronnes de courte portée dans les secteurs postérieurs (141, 149, 150).

Les matériaux de restauration pour les systèmes CFAO au fauteuil ont plusieurs caractéristiques uniques. Les industriels fabriquent le matériau sous forme de bloc solide, prêt pour le processus de fraisage. Un procédé de meulage humide ou sec est utilisé pour façonner ou fraiser la restauration à partir des blocs préformés. Dans le but d'éviter une défaillance prématurée, l'unité d'usinage doit pouvoir réaliser la restauration sans endommager le matériau. Ce dernier doit pouvoir être usiné efficacement, d'ordinaire en moins de 20 minutes ; cela permet à la restauration finale d'être posée durant le même rendez-vous en un temps raisonnable. De manière optimale, le traitement post-usinage (polissage, glaçage, etc.) devrait également nécessiter un temps minimal.

Plusieurs catégories de matériaux de restauration sont disponibles pour les restaurations CFAO au fauteuil. Les céramiques esthétiques contiennent une phase vitreuse permettant à la restauration d'être collée de manière efficace. Les céramiques à haute résistance offrent une augmentation substantielle de la résistance à la flexion par rapport aux céramiques esthétiques, mais pas au même niveau que les céramiques polycristallines (comme la zircone). Bien que certains auteurs estiment que les matériaux composites à base de résine aient les propriétés idéales pour les applications CFAO, les blocs de céramique sont les principaux matériaux utilisés en séance unique (151).

Les matériaux céramiques peuvent être catégorisés selon leur résistance et leur qualité esthétique : vitrocéramique pour l'esthétique, polycristalline alumine et zircone pour la résistance. A l'heure actuelle, ces catégories deviennent arbitraires puisque la qualité des biomatériaux céramiques évolue constamment grâce à la recherche, ainsi qu'au développement d'unités de FAO toujours plus sophistiquées.

Les restaurations en céramique en séance unique sont devenues une option de traitement avec l'introduction en 1985 du premier système de CFAO chairside (128). Le premier inlay produit par CFAO en 1985 a été fabriqué à l'aide d'un bloc en céramique comprenant de la céramique feldspathique à grain fin, le VitaMark I (152). Les céramiques feldspathiques ont évolué avec l'arrivée des VitaMark II puis des CEREC Blocks durant

les années 1990, introduits spécifiquement pour le système Cerec. Elles présentaient de meilleures propriétés mécaniques (140) avec une résistance à la flexion rapportée d'environ 100 MPa (15) à 160 MPa après glaçage (153).

Ces matériaux en céramiques feldspathiques possèdent d'excellentes propriétés esthétiques (153) et ont été recommandés pour la fabrication de facettes (154), d'inlays / onlays (155, 78, 156) et de couronnes simples antérieures (157) et postérieures (158). Néanmoins, le matériau n'est pas considéré comme suffisamment résistant pour les zones postérieures (159).

Un autre type de matériau à visée esthétique est la céramique enrichie à la leucite Empress ProCAD, introduite en 1998 pour être utilisée avec le Cerec. Sa structure est semblable à celle de la céramique traditionnelle pressée à chaud. Son successeur, EmpressCAD, a été développé pour les restaurations unitaires au fauteuil et présente une résistance à la flexion d'environ 160 MPa (49). Pour autant, les céramiques enrichies en leucite ont les mêmes indications que les feldspathiques. Les restaurations en vitrocéramique peuvent en post-usinage bénéficier d'une finition par polissage, glaçage et/ou maquillage (160, 228).

Des vitrocéramiques renforcées sont apparues sur le marché, contenant une phase vitreuse réduite associée à une phase cristalline considérablement augmentée (161). Une céramique avec du disilicate de lithium comme charge de renforcement, e.max CAD, est introduite en 2006 en CFAO. Il s'agit d'un matériau de restauration monolithique au fauteuil (chairside). Les céramiques au disilicate de lithium ont une résistance à la flexion comprise entre 350 et 450 MPa. Cela est supérieur à celle des céramiques dentaires renforcées de leucite (158, 162). Le matériau en céramique renforcé au disilicate au lithium est recommandé pour la fabrication d'inlays, d'onlays, de facettes, de couronnes antérieure et postérieure et de couronnes sur implants (163).

Procera, la première céramique polycristalline dentaire haute densité (38) a été introduite en 1993 (164). Le matériau central contient plus de 99,9% d'alumine et présente une résistance à la flexion d'environ 600 MPa (Zeng et al, 1996 ; Brunton et al, 1999). Selon le constructeur, le matériau est indiqué pour la fabrication d'infrastructure pour couronnes unitaires antérieures, bridges de faible étendues et couronnes postérieures.

La translucidité de la zircone diminue avec l'augmentation de la teneur cristalline, et son opacité devient comparable à celle du métal. Dans cet aspect, elle s'avère utile pour masquer les dents décolorées ou les infrastructures métalliques (165). Toutefois, son utilisation dans la zone esthétique se limite à la fabrication de structures. Pour autant, il existe maintenant des structures colorées en zircone qui pourraient produire une correspondance de teinte plus acceptable esthétiquement (166).

Dans le cadre de restaurations CFAO en fauteuil, la zircone polycristalline monobloc est indiquée pour des couronnes de courte portée ; les matériaux usinés devront ensuite être scellés et non collés, devant l'impossibilité de mordantage.

Les progrès de la technologie CFAO ont servi de catalyseur pour le développement de restaurations esthétiques en céramique dotées de propriétés biomécaniques supérieures. Bien qu'aucun de ces matériaux ne présente des propriétés cliniques idéales pour des applications universelles, des efforts de recherche intenses sont toujours d'actualité afin promouvoir la résistance, l'esthétique, la précision et la capacité de fixation fiable sur des substrats dentaires.

2.4.2 REGLAGE DE L'OCCLUSION

L'occlusion et son effet sur l'apparition de troubles temporo-mandibulaires constituent l'un des problèmes les plus controversés en Odontologie. En dépit des points de vue divergents concernant le concept d'occlusion, le fait est que chaque dent avec ses caractéristiques anatomiques doit s'inscrire dans la chaîne du système stomatognathique (167, 168). Lors de la reconstruction d'au moins une surface occlusale au sein de l'arcade dentaire, tous les détails anatomiques occlusaux doivent être en accord avec le reste des dents, et doivent correspondre à la morphologie de la dent naturelle (169).

L'établissement d'un contact occlusal approprié est un critère de réussite de la réhabilitation prothétique, son emplacement et sa précision étant déterminants pour la stabilité des prothèses (170). Par conséquent, un enregistrement occlusal adéquat est essentiel afin de déterminer l'intégration des restaurations dans le système masticatoire du patient (171).

Durant des décennies, la conception de la surface occlusale des restaurations prothétiques incombait aux prothésistes dentaires, mais ces dernières années, avec le développement de systèmes de CFAO, cette partie de la fabrication des restaurations prothétiques sont de plus en plus axées sur la dentisterie informatisée (172). Avec l'évolution des systèmes de CFAO, les techniques de conception des surfaces occlusales de la dent manquante sont passées de la morphologie dentaire standard à la possibilité d'utiliser des algorithmes pour ajuster la morphologie occlusale à la dent antagoniste (173, 174).

Afin d'évaluer le caractère naturel des reconstructions CFAO classiques, Ender et al (175) ont utilisé des questionnaires subjectifs. Selon leur enquête, les restaurations obtenues avec le modèle de dent biogénétique avaient plus de succès.

Une autre étude a été menée sur la comparaison de la morphologie occlusale des couronnes conçues par CFAO, et des couronnes fabriquées par un prothésiste par rapport aux dents naturelles. Selon cette étude, la morphologie occlusale d'une prothèse

partielle fixe conçue par CFAO peut être aussi réussie que celle fabriquée par la méthode conventionnelle. Les déviations des couronnes conçues avec les méthodes conventionnelles étaient de $310,2 \pm 78,8 \mu\text{m}$, quand celles des couronnes conçues avec la CFAO étaient de $222,0 \pm 47,7 \mu\text{m}$ (176).

Des méthodes similaires ont été utilisées en comparant la morphologie originale des dents et le nombre de contacts occlusaux entre les couronnes réalisées par CFAO et les couronnes en céramique conventionnelles. Les auteurs ont expliqué que l'utilisation des systèmes CFAO nécessitent par la suite moins d'ajustements occlusaux (177).

Dans la plupart des études antérieures, les évaluations de la morphologie occlusale ont été effectuées sur des couronnes simples ou partielles. Dans des travaux plus récents, Muric et al ont utilisé la même méthode mathématique pour obtenir des comparaisons morphologiques normalisées et reproductibles concernant des bridges d'au moins trois éléments. Les auteurs n'ont pas retrouvé de différence significative entre la morphologie occlusale conçue par CFAO et celle produite par modélisation traditionnelle, par rapport à la dent naturelle. Ils ont conclu que le système CFAO utilisé a produit des surfaces occlusales suffisamment précises et comparables aux techniques conventionnelles (178).

L'évolution constante des systèmes CFAO a conduit à une meilleure reproductibilité de la morphologie occlusale des prothèses, avec une qualité au moins similaire aux techniques conventionnelles.

2.4.3 ADAPTATION

Plusieurs études rapportent que l'adaptation des restaurations est améliorée en combinant balayage intra-oral et fraisage numérique (179, 180,181). Effectivement, le fraisage de la restauration à partir d'un bloc de céramique fritté industriel à structure très homogène augmente la qualité du matériau par rapport aux techniques classiques de traitement de la céramique. De plus, la CFAO permet l'utilisation d'une large gamme de matériaux dentaires esthétiques pour la restauration des dents antérieures et postérieures (179, 182, 183, 184).

L'adaptation d'une restauration est déterminée par les mesures de ses écarts marginaux et internes, qui sont des facteurs importants pour le succès clinique à long terme des restaurations. Une bonne adaptation marginale assure la santé gingivale. Elle entraîne moins de dissolution du ciment et raréfie les cas de carie et de décoloration (185, 186). Une adaptation interne idéale améliore les propriétés mécaniques, telles que la rétention et la résistance (187).

Il existe également des facteurs inhérents à l'adaptation des restaurations usinées : la précision du scanner, la conception du logiciel, la précision de l'unité de fraisage, et les propriétés des matériaux de fraisage en technologie CFAO (188, 189). Cependant, les

systèmes de CFAO plus récents utilisent des scanners très précis, des logiciels avancés et des dispositifs de fraisage précis dotés d'une technologie plus développée (190).

Bien que les adaptations internes et marginales soient des facteurs fondamentaux du succès clinique des prothèses dentaires partielles, l'écart idéal pour les couronnes en céramique demeure un sujet controversé. Plusieurs études ont montré que des valeurs d'écart marginal allant de 100 à 200 μm et d'écart interne allant de 200 à 300 μm sont cliniquement acceptables pour les restaurations scellées (43, 191, 192, 193,).

En ce qui concerne les restaurations fabriquées par CFAO, de nombreuses études ont porté sur les adaptations marginales des chapes en zircone et des couronnes en disilicate de lithium ; les deux matériaux ont donné des résultats cliniquement acceptables (180, 181, 187).

Des chercheurs ont retrouvé que les valeurs d'adaptation interne étaient significativement affectées par la technique d'empreinte ; les couronnes tout céramique usinées à partir d'empreintes optiques intraorales ont démontré un meilleur ajustement interne que celles fabriquées à partir d'empreintes de silicone (181). D'autres études cliniques ont également montré que les restaurations indirectes s'adaptent mieux lorsqu'une empreinte numérique est prise par opposition à une empreinte traditionnelle (96, 194).

Au fil du développement technologique des différentes composantes du procédé CFAO, les restaurations résultantes tendent à se rapprocher du « *gold standard* » en matière d'adaptation. Dans les matériaux les plus utilisés en chairside, les adaptations marginales et interne sont cliniquement comparables et parfois meilleures que dans le procédé conventionnel (243).

2.4.4 BIOLOGIE

Un certain nombre de dentistes ont exprimé des questionnements concernant les restaurations conçues par le Cerec depuis son introduction. Dans ce contexte, des recherches cliniques ont été publiées documentant l'efficacité du système Cerec. Les complications biologiques à court et à long terme peuvent concerner plusieurs aspects : hypersensibilité, problèmes endodontiques et parodontaux, fracture radiculaire, contamination, etc...).

Les premières études cliniques sur les restaurations générées par Cerec ont révélé des niveaux importants de sensibilité postopératoire. Dans une étude portant sur 301 inlays, Magnuson et al (196) ont signalé une sensibilité postopératoire immédiate de 9%. Bien que la plupart des douleurs aient disparus en un mois, trois cas ont persisté pendant six mois nécessitant un traitement endodontique pour les résoudre. Sjögren et al (197) ont rapporté que 10 patients sur 72 (13,8%) présentaient une sensibilité postopératoire.

Comme les matériaux adhésifs et les techniques de collage se sont améliorés, des études cliniques plus récentes ont rapporté moins de sensibilité postopératoire. Molin et Karlsson

(198) n'ont signalé aucune sensibilité à aucune période de rappel pour 20 inlays Vitablocs Mark I sur une durée de cinq ans. Dans un essai clinique randomisé de 80 inlays Vitablocs Mark II, Fasbinder et al (138) ont rapporté une restauration sensible résolue dès la deuxième semaine. Aucune autre sensibilité n'a été signalée sur la période d'étude de trois ans.

L'absence significative de sensibilité postopératoire dans les restaurations CFAO au fauteuil peut s'expliquer par plusieurs raisons. Une isolation minutieuse est nécessaire pour réaliser l'imagerie optique de la préparation, ce qui garantit que la cavité peut être isolée pour le collage. La possibilité de réaliser la restauration en un seul rendez-vous peut également minimiser la sensibilité post-opératoire, car elle évite le risque de contamination des dents pendant la phase de temporisation. La contamination peut être due à une rupture ou une perte de la restauration temporaire, ou encore en raison d'une fuite et d'une contamination sous le ciment provisoire.

Otto et Schneider (199) ont conduit une étude de suivi de 187 inlays et onlays produits par un système CEREC I, en termes de qualité clinique sur une période fonctionnelle de 15 ans. Durant cette période, 21 inlays et onlays ont été classés comme des échecs dont sept étaient des complications biologiques : deux fractures dentaires, une fracture dentaire associée à des problèmes odontologiques, une complication odontologique, deux nouvelles caries et une carie secondaire marginale.

Certains auteurs ont montré des taux de survie significativement plus faibles des inlays fabriqués par Cerec en raison de fractures dentaires survenant sur des dents non vitales. Dans la plupart des cas, la fracture se produit dans la région probablement la plus fine de l'inlay (l'isthme) ou dans la crête marginale (200).

Par ailleurs, d'autres auteurs ont découvert que le changement de l'espace du ciment de scellement des restaurations par le Cerec ne s'accompagnait pas de l'apparition de lésions carieuses secondaires sur une longue période (200, 201).

Les systèmes de CFAO au fauteuil permettent de concevoir et de produire automatiquement des restaurations tout en céramique en un seul rendez-vous. La production de restaurations au fauteuil élimine le besoin de restaurations provisoires et diminue le risque de fracture de la structure de la dent.

2.4.5 ESTHETIQUE

L'esthétique est devenue une question clé dans la pratique contemporaine. La production scientifique reflète ce phénomène puisque la majorité des articles sur les aspects des différents tissus en Odontologie ont été publiés au cours de la dernière décennie. L'Odontologie esthétique est dédiée à imiter la nature en maintenant la taille, la forme, la couleur et la symétrie des dents. La technologie a mis au point des matériaux céramiques sans métal capables de reproduire un aspect naturel, remplaçant ainsi progressivement

les matériaux traditionnels. Ainsi, les matériaux de CFAO sont disponibles en différentes couleurs, avec des dégradés permettant de simuler l'aspect naturel d'une dent (202).

Cependant, les restaurations monolithiques sans traitement supplémentaire ne répondent pas aux exigences esthétiques élevées et sont donc plus fréquemment utilisées dans les secteurs postérieurs non esthétiques. Les fabricants de matériaux CFAO en résine-céramique proposent donc des kits de coloration répondant aux exigences esthétiques les plus élevées. En règle générale, le processus d'application implique un conditionnement chimique de la surface et une photopolymérisation du matériau de coloration. La procédure peut être exécutée au fauteuil et ne nécessite pas l'intervention d'un prothésiste ni d'équipements supplémentaires. Il reste que les informations sur l'effet de la coloration sur la rugosité de la surface sont inconnues. La rugosité de la surface est un facteur important pour les restaurations dentaires en termes de réussite esthétique, technique et biologique, ce qui pourrait également affecter négativement la translucidité d'une restauration (203).

Cvar et Ryge (204) ont conçu un outil permettant d'évaluer le matériau de restauration dentaire. Ces auteurs ont évalué les qualités esthétiques de différents types de restaurations sur la base de critères prédéfinis. Cet outil a été utilisé par Herrguth et al (205), qui ont constaté que les blocs usinés par Cerec pouvaient atteindre des résultats esthétiquement satisfaisants. Les valeurs moyennes des critères ne différaient pas significativement entre les restaurations par technique classique et les restaurations usinées. Cependant, les couronnes ne peuvent être comparées qu'en prenant en compte une appréciation globale plutôt que chacune de leurs différentes composantes esthétiques.

Roggendorf et al (206) ont étudié l'évolution sur 7 années des restaurations tout céramique fabriquées par Cerec-2 placées sur des dents fortement endommagées. Ils ont constaté qu'après ce délai, 96,4% des restaurations présentaient toujours des valeurs suffisantes pour les critères esthétiques telles que la forme anatomique, la correspondance de couleurs, et l'intégrité marginale.

Afin de valider la performance du Cerec dans les restaurations en zone esthétique, Batisse et al (207) ont mené une étude afin de savoir si toutes les couronnes céramiques dérivées de Cerec ont des qualités esthétiques suffisantes pour constituer une véritable alternative aux couronnes céramo-métalliques traditionnelles, notamment en ce qui concerne la restauration des incisives maxillaires. L'évaluation en double aveugle a été réalisée par deux praticiens : un étudiant en dernière année d'Odontologie et un chirurgien-dentiste expérimenté. Quel que soit le praticien, le score d'évaluation Cerec était supérieur au score d'évaluation des couronnes céramo-métalliques réalisées par les techniques conventionnelles.

Par ailleurs, selon les travaux de Brisman (208), il existe une différence statistique entre les évaluations des patients et des praticiens ; les évaluations esthétiques effectuées par des étudiants en Odontologie correspondent souvent à celles des patients. Cela démontre assez bien que la perception esthétique est unique pour chaque individu (209).

Si la plupart des études mettent en avant des résultats esthétiques au moins comparables entre les restaurations Cerec et les techniques conventionnelles, une certaine subjectivité demeure, quel que soit l'outil d'évaluation utilisé. La beauté d'un sourire est donc très différente d'un individu à l'autre. Les praticiens doivent prendre en considération ces notions pour satisfaire pleinement leurs patients.

2.4.6 PERENNITE

La question cruciale de la précision et de l'efficacité prédomine dès la phase de prise d'empreinte. En étudiant la perception en tant qu'opérateur entre des étudiants et des praticiens expérimentés lors de la prise d'empreintes, Lee et al (216) ont constaté que le groupe d'étudiants considérait l'empreinte numérique en tant que technique d'impression plus efficace ; le groupe de praticiens mettait à égalité les techniques conventionnelles et numériques.

Tsitrou et al (46) ont comparé l'intégrité structurelle et l'état de fracture des dents préparées traditionnellement et des couronnes fabriquées par CFAO puis collées : la résistance à la fracture et le motif de fracture se sont montrés similaires. D'autres chercheurs ont évalué la résistance à la fracture des onlays au disilicate de lithium fabriqués manuellement et avec une technique de CFAO, pour conclure que les deux méthodes peuvent constituer une option de traitement viable (217).

Fasbinder (45) a rapporté que la fracture de la restauration était le principal mode d'échec pour les restaurations générées par Cerec ; ceci est similaire à d'autres restaurations en céramique. Néanmoins, la survie des restaurations Cerec serait d'environ 97% sur 5 ans et de 90% sur 10 ans. Selon l'auteur, le faible taux de fracture des restaurations et la capacité de survie clinique à long terme fournissent les preuves de l'efficacité du système Cerec en tant qu'option fiable et esthétique de restauration pour les patients. Fasbinder et al (48) ont également constaté que les couronnes en disilicate de lithium fabriquées par Cerec restent bien fonctionnelles après deux ans de service clinique. Wiedhahn et al (77) ont étudié les résultats à long terme du traitement des facettes en porcelaine laminée produites par Cerec. Après 9 ans, ils ont retrouvé un taux de survie de 94%.

Reich et al. (218) ont aussi évalué les résultats cliniques des couronnes usinées en CFAO au fauteuil au cours d'une période de 46 mois, et ont enregistré un taux sans défaillance de 93%.

Les taux de survie à très long terme pour les restaurations CFAO semblent être similaires au taux des restaurations traditionnelles (149). Otto et Schneider (76) ont retrouvé un taux

de survie de 88,7% pour les restaurations CEREC après 17 années de service clinique. Les échecs étaient imputables à des fractures de céramique, des fractures dentaires, des caries et des problèmes endodontiques. Les auteurs ont considéré les résultats cliniques comme très respectables. Les travaux de Sjögren et al (78) ont retrouvé des taux de réussite des inlays produits par CFAO de 90% après 10 ans et de 85% après 12 et 16 ans.

En utilisant le procédé CEREC 3 et du matériau en céramique feldspathique, Otto et Mörmann (231) ont évalué qu'au bout de 12 ans, le taux de survie pour les couronnes simples était de 95% sur les molaires et de 94,7% sur les prémolaires ; pour les endocouronnes, il était de 90,5% sur les molaires et 75% sur les prémolaires. Les auteurs ont conclu à un résultat très acceptable pour la longévité des couronnes simples sur les molaires et les prémolaires, ainsi que des endocouronnes sur les molaires. Toutefois, ils ont estimé que les endocouronnes prémolaires avaient tendance à montrer un risque plus élevé d'échec.

Aziz et al (219) ont demandé à des étudiants d'Odontologie d'utiliser le procédé CFAO au fauteuil pour fabriquer et mettre en place des couronnes postérieures en vitrocéramique au disilicate de lithium. Les restaurations ont été évaluées au bout de 4 ans et les taux cumulés de survie étaient de 95%. Selon les auteurs, le taux de survie élevé des couronnes Cerec dans cette étude suggère des résultats prévisibles lors de son utilisation par des étudiants en chirurgie dentaire.

Bien que la littérature rapporte un retour largement positif sur la longévité et les résultats cliniques des restaurations réalisées par CFAO au fauteuil, il appartient au praticien de poser le bon diagnostic initial permettant une indication fiable.

2.5 COUTS

2.5.1 POUR LE PATIENT

Les patients se soucient rarement de savoir si un cabinet dispose des technologies les plus récentes et les plus performantes. Les patients cherchent, avant tout, à établir une relation à long terme avec un dentiste ; ils veulent trouver quelqu'un en qui ils peuvent avoir confiance et qui a leur intérêt à l'esprit.

Pour autant, les patients sont de plus en plus avisés en matière de santé et de traitement dentaire, principalement à cause d'un marketing esthétique ciblé sur l'image. Grâce à la connaissance croissante des patients sur les derniers produits, leurs attentes vont croître et ils sont capables de placer la dentisterie en séance unique au premier plan, pour des raisons de commodité et d'esthétique (137).

Néanmoins, la question se pose sur l'impact réel de la mise en place du procédé CFAO en fauteuil sur le coût de la prestation à payer par le patient et sur son acceptation de ce surcoût. Selon une étude de Uribe et al (220), 250 patients et 200 parents de patients

étaient disposés à payer jusqu'à 20% d'augmentation de leurs frais de traitement pour l'utilisation de technologies permettant de réduire le temps de traitement.

Initialement, comme toute nouvelle technologie, le coût global du système CFAO au fauteuil se reflétait sur le bénéficiaire final avec un supplément conséquent de frais de traitement pour la commodité du procédé. Au fil des années, avec la réduction des coûts relative à l'économie d'échelle, le coût du traitement d'une restauration par CEREC tend à se mettre au même niveau voire plus bas que celle réalisée par les méthodes conventionnelles et ce, même pour les reconstructions complexes.

Joda et Bragger (221) ont effectué une analyse coût/temps pour des couronnes implanto-portées unitaires, en comparant la méthode par CFAO et la méthode conventionnelle. Ils ont retrouvé un coût de traitement global moins cher pour le procédé CFAO avec un taux de productivité légèrement plus élevé. Dans l'ensemble, l'analyse de minimisation des coûts a montré une réduction des coûts de 18% dans le processus numérique.

Le système Cerec diminue les frais et le temps de traitement grâce à la réalisation des soins en une seule visite, valeurs très appréciées par la patientèle.

2.5.2 POUR LE PRATICIEN (137) (222)

Lorsqu'ils envisagent un achat technologique majeur pour un cabinet dentaire, les dentistes doivent réfléchir à leur retour sur investissement potentiel. Pour les praticiens souhaitant approfondir leurs connaissances des restaurations tout en céramique, il s'avère incontournable qu'ils doivent acquérir une formation clinique, comprendre les matériaux dentaires concernés et s'engager pour la technologie avant de faire un achat important avec la promesse d'un retour financier souvent variable.

Il n'existe pas de solution miracle afin de diminuer le coût engendré par l'intégration. Malgré des loyers relativement acceptables, l'investissement global nécessaire pour introduire ce concept dans la pratique suscite des inquiétudes chez la plupart des praticiens typiques. La vraie solution qui se dessine est de réduire le coût de fabrication des systèmes et de répercuter ces économies d'échelle sur les praticiens. D'autres technologies « coûteuses » similaires ont connu une croissance rapide en raison de la réduction des coûts, telles que les lasers à diodes et l'imagerie par tomographie à faisceau conique.

Le seuil de rentabilité minimum serait de 15 à 20 restaurations par praticien, en prenant en considération le coût d'équipement pour un matériel complet CEREC. D'après lui, l'investissement consenti peut sembler lourd, mais la prise en main devient beaucoup plus rapide que par le passé en raison des nouvelles performances et possibilités proposées. Néanmoins, le praticien doit d'abord évaluer si une telle production de restaurations est possible dans sa pratique.

Cet investissement pourrait être justifiable pour un praticien déjà ancré dans la pratique, jouissant d'une bonne interaction avec une clientèle quasi-permanente. Il peut s'agir aussi pour lui d'une évolution dans la diversification de la pratique. En effet, on assiste à une multiplication des indications de la CFAO touchant plusieurs disciplines de la dentisterie : prothèse conjointe ou adjointe, orthodontie, implantologie. De plus, dans l'exercice de la profession, le CFAO dentaire qu'elle soit directe, indirecte ou semi-directe devient de plus en plus incontournable.

Pour un jeune dentiste s'installant à son compte, le coût initial pourrait être problématique pour une chaîne CFAO complète. Une solution possible serait d'abord d'investir dans un système d'empreinte numérique, moins lourd économiquement et plus confortable pour le patient. Il a par la suite le loisir de compléter son équipement selon ses possibilités financières et le développement de sa patientèle. Une seconde solution s'offrant à lui serait de s'associer avec d'autres praticiens pour alléger l'investissement. Dans ce schéma, chaque partie prenante doit être consciente de sa responsabilité quant aux implications financières et professionnelles d'un tel achat comme déjà évoqué plus haut. Les associés doivent en accepter les contraintes jusqu'au retour sur investissement.

2.6 FORMATION AU SYSTEME CEREC

Garder une longueur d'avance sur la technologie constitue un défi permanent pour tous les dentistes. Ignorer les avancées technologiques et les améliorations connexes en matière de diagnostic et de fourniture de soins, ainsi que l'impact potentiel de la technologie sur la productivité, n'est tout simplement pas une option pour le clinicien moderne qui souhaite maintenir une pratique contemporaine réussie.

Un facteur souvent négligé lors de l'achat de systèmes de CFAO, notamment le Cerec, est le temps et le coût de la formation des membres de l'équipe. Bien que la plupart des systèmes incluent une formation incluse dans le prix d'achat et offrent tous un support technique, il est important de noter que la maîtrise prendra du temps. Un assistant dentaire hautement qualifié peut traiter efficacement un dossier en cabinet, mais uniquement avec une formation adéquate, laquelle peut être longue et prendre beaucoup de temps. Toutefois, une fois le niveau d'expertise souhaité atteint, les assistants peuvent terminer la conception et la fabrication de la restauration, libérant ainsi du temps au praticien (108).

L'une des étapes les plus importantes pour obtenir l'acceptation des membres d'une équipe, et leur donner un sentiment de responsabilité et d'autonomisation, consiste à les faire participer pleinement à la formation initiale, souvent importante, et à une formation continue périodique allant de pair avec des nouvelles technologies complexes (224). Si un dentiste peut atteindre un niveau de compétence initial après une session de formation de deux jours, il aura besoin de plus d'enseignement pour devenir suffisamment expérimenté afin d'utiliser pleinement le logiciel. La plupart des praticiens et des

assistantes qui utilisent le Cerec peuvent améliorer leurs compétences en suivant une formation continue, et en étudiant avec des formateurs expérimentés (137).

Dans un investissement pour un scanner intra-oral équipé d'un logiciel de conception, il s'ajoute une période de découverte des outils informatiques de conception en plus de la phase d'apprentissage de l'empreinte. Dans le cas où le cabinet préfère s'équiper d'un système Cerec complet du scanner jusqu'à l'unité d'usinage, l'apprentissage est encore rallongé par la technique du maquillage de la prothèse à assimiler (225).

La prise d'empreinte optique est généralement associée à un investissement initial conséquent, à une courbe d'apprentissage rapidement opérationnelle et à un coût moindre de traitement de l'empreinte numérique. D'un autre côté, pour le dentiste, la réduction du temps passé par le patient dans son fauteuil se traduira par la possibilité de traiter plus de patients. La courbe d'apprentissage est totalement subjective mais semble être plus rapide pour les praticiens dont l'expérience en prise d'empreinte traditionnelle est faible.

Bon nombre d'études récentes se sont centrées sur l'acceptation de l'intégration de la formation au Cerec dans le cursus universitaire d'Odontologie. En général, la technologie CFAO a été très bien accueillie par les étudiants, et a été introduite avec succès dans les cours d'étudiants en clinique. (226, 227).

Il ne faut pas oublier que l'introduction du Cerec en cabinet est réglementée en France. Si l'utilisation d'un scanner intra-oral associé à un logiciel de conception ne requiert aucune autorisation, il en va autrement de l'usinage en interne. Dans cette configuration, le praticien doit se déclarer en tant que fabricant de dispositifs médicaux et doit, pour chaque prothèse fabriquée, établir lui-même une déclaration de conformité de la prothèse dentaire. Dans le cas contraire, il s'expose à des sanctions financières et pénales (223).

CONCLUSION

Les protocoles numériques influencent de plus en plus les concepts de traitement en Odontologie, et particulièrement pour les restaurations prothétiques. Le flux de travail pour des restaurations dento ou implanto-portées est l'un des principaux bénéficiaires de la tendance numérique actuelle. Les praticiens ont ainsi de plus en plus de considération pour les prothèses fixées fabriquées par CFAO issues de scan intra-oral, suivies d'une conception et d'une production virtuelles sans nécessité de moulage physique, et cela par rapport aux méthodes de fabrication conventionnelles.

Le but de cette thèse était de montrer les avantages et les inconvénients du CEREC face aux techniques conventionnelles en prothèse fixée unitaire. Sur la base de la littérature actuelle, le système CEREC a fait ses preuves depuis son avènement dans les années

1980. Il ne se présente plus comme une tendance mais comme une alternative presque incontournable alliant rapidité, diminution des coûts et performances cliniques.

La recherche scientifique a montré que la prise d'empreinte optique mais également l'ensemble de la chaîne de traitement numérique sont, à de nombreux égards, déjà supérieurs aux techniques conventionnelles quant à la précision, l'esthétique et la longévité. Ces résultats cliniques sont validés par de nombreux travaux sur les inlays, onlays, couronnes, endocouronnes voire des réhabilitations plus complexes. Par ailleurs, la réception du procédé Cerec par le patient est généralement positive en raison de sa commodité et de la baisse des frais de traitement. Malgré tout, les avantages évidents du système CFAO en fauteuil ne doit pas faire oublier des facteurs de blocage que peuvent être l'investissement initial assez important, la courbe d'apprentissage variable suivant le praticien et le type d'équipement ou le changement d'organisation au sein du cabinet.

Comme la qualité des scanners intra-oraux s'améliore constamment, on peut supposer que de nouvelles avancées ne manqueront pas dans l'ensemble des systèmes de CFAO en fauteuil. Les améliorations logicielles rendent également cet équipement de plus en plus facile à utiliser pour le dentiste désireux de fabriquer des restaurations dans son propre cabinet et en un seul rendez-vous.

Il faudra s'attendre à une nouvelle augmentation de la gamme des indications pour la technologie Cerec en raison de la plus grande intégration des systèmes numériques dans les stratégies diagnostiques et thérapeutiques. De plus, son introduction croissante dans les cursus de formation académique ne ferait qu'augmenter la vulgarisation du procédé. Il est donc très probable que les systèmes CFAO au fauteuil soient encore plus répandus dans les années à venir ; cette évolution n'en sera que plus profitable au praticien et au patient.

BIBLIOGRAPHIE

(1) HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

Reconstitution d'une dent par matériau incrusté (inlay-onlay). Disponible sur https://www.hassante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-10/rapport_inlay_onlay.pdf.

(2) GREGOIRE G, DELANNEE M, LACOMBLET MP, SHARROCK P.

Place de l'inlay-onlay composite dans le choix des restaurations postérieures. Clinics 2013 ; 34 : 303-309.

(3) SOUALHI H, ZAGHBA A, EL OUALI R ET COLL.

Restauration partielle en céramique : inlay-onlay. Clinics 2010;31:25-30.

(4) ETIENNE O, TOLEDANO C, PALADINO F, SERFATY R.

Restaurations tout-céramique sur dents vitales. Rueil Malmaison : Edition CdP, 2011.

(5) DAHAN L, RAUX F.

Les inlays-onlays esthétiques. 2011. Disponible sur http://addaidf.free.fr/wa_files/onlay2-1.pdf.

(6) BORGIA BOTTO E, BARO R, BORGIA BOTTO JL.

Clinical performance of bonded ceramic inlays/onlays: A 5- to 18-year retrospective longitudinal study. Am J Dent. août 2016;29(4):187-92.

(7) HOPP CD, LAND MF.

Considerations for ceramic inlays in posterior teeth: a review. Clin Cosmet Investig Dent. 2013;5:21-32.

(8) HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

Place des prothèses dentaires à infrastructure céramique. Disponible sur https://webzine.hassante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/bat_fbtm_dents_ceramique_cv_2008.pdf

(9) HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

Prothèses dentaires à infrastructure céramique. Disponible sur https://odonte.com/wp-content/uploads/2016/02/protheses_infrastructure_ceramique_decembre_2007.pdf

(10) MARGOSSIAN P, LABORDE G.

Restaurations céramo-céramiques. Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-272-C-15, 2007. Médecine Buccale, 28-740-V-10, 2008.

(11) AL-HIYASAT AS, SAUNDERS WP, SHARKEY SW, SMITH GM, GILMOUR WH.

The abrasive effect of glazed, unglazed, and polished porcelain on the wear of human enamel, and the influence of carbonated soft drinks on the rate of wear. Int J Prosthodont. juin 1997;10(3):269-82.

(12) DR. A. DEVIGUS.

Facettes en VITABLOCS® for CEREC®/inLab®, Guide clinique et prothétique. Edition 06-06.

(13) FRENAY C.

Restauration esthétique antérieure : de la résine composite à la facette céramique, comparaison et critère de choix. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, Université Claude Bernard - Lyon 1, 2013.

(14) MAGNE P, BELSER U.

Restaurations adhésives en céramiques sur dents antérieures : approche biomimétique. Paris : Quintessence International 2003.

(15) TIRLET G.

Erosions et usures extrêmes chez le senior : une approche contemporaine, conservatrice et adhésive. Inf Dent. 2014 ; 96 (31):2-13.

(16) FAGES M, BENNASAR B.

L'endocouronne : un type différent de reconstruction tout céramique pour les molaires. J Assoc Dent Can. 29 oct 2013. Disponible sur <https://jcda.ca/fr/article/d140>

(17) LE CORRE K.

L'endocouronne, de nouvelles perspectives grâce à l'évolution des techniques adhésives et de la CFAO. [Mémoire] [France] Université de Bretagne Occidentale, U.F.R odontologie, 2013.

(18) ZIELINSKI A.

Les restaurations adhésives en céramique du secteur postérieur : vers une prothèse plus conservatrice ? [Thèse de doctorat] [France] Université de Nancy, U.F.R odontologie, 2009.

(19) SOENEN A, LE GAC O, SIREIX C.

L'empreinte optique intra-buccale au service de la CFAO semi-directe en clinique. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2014 [cité 29 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/empreinte-optique-intra-buccale-au-service-de-la-cfao-semi-directe-en-clinique/>

(20) BNEXT

Prise d'empreinte, une solution qui vous rapproche de votre prothésiste. Disponible sur: <http://www.bnext-online.com/uploads/documentation/BNEXT-catalogue-01-2014.pdf>

(21) ABDULJABBAR T, SHERFUDHIN H, ALSALEH SA, AL-HELAL AA, AL-ORINI SS, AL-AQL NA.

Fracture resistance of three post and core systems in endodontically treated teeth restored with all-ceramic crowns. King Saud University Journal of Dental Sciences Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210815711000205>

(22) TIRLET G, ATTAL JP.

Le gradient thérapeutique. Disponible sur : leolasfargues.com/docs/pdf/articles/article_id_16.pdf

(23) MANHART J.

Esthétique antérieure parfaite grâce aux facettes céramiques collées. Disponible sur https://www.sso.ch/fileadmin/upload_sso/2_Zahnaerzte/2_SDJ/SMfZ_2011/SMfZ_01_2011/f-smfz-01_2011-praxis1.pdf.

(24) FAGES M, BENNASAR B.

L'endocouronne : un type différent de reconstruction tout-céramique pour les molaires | jcda [Internet]. [cité 30 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.jcda.ca/fr/article/d140>

(25) LANOISELEE E.

Trucs et astuces pour améliorer vos collages. Dentalespace. [cité 30 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.dentalespace.com/praticien/formationcontinue/trucs-et-astuces-pour-ameliorer-vos-collages/>

(26) DEGRANGE M, POURREYRON L.

Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires. 2009-2010 Disponible sur <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap12/site/html/cours.pdf>

(27) FILHO AM, VIEIRA LCC, ARAUJO E, MONTEIRO JUNIOR S.

Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength. J Prosthodont. mars 2004;13(1):28-35.

(28) HAJTO J, MARINESCU C, AHLERS O.

Inlays et onlays en céramique : critères de succès. Réalités Cliniques. Volume 24 page 9. 2013.

(29) DAHAN L, RAUX F.

Les inlays-onlays esthétiques. 2012;10. Disponible sur http://addaidf.free.fr/wa_files/ADDABAT3.pdf

(30) VITA 3D MASTER

Guide d'utilisation du Vita 3D Master. [cité 19 juill 2019]. Disponible sur: https://www.dt-shop.com/fileadmin/media/ga/00963_ga_fra.pdf

(31) VITA CLASSICAL

VITA (laboratoire). [cité 19 juill 2019]. Disponible sur: <https://www.vita-zahnfabrik.com/fr/Teintier-VITA-classical-A1-D4-39700.html>

(32) LASSERRE J-F.

Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles. 2007 ; 28:14. Disponible sur <http://www.jf-lasserre.fr/wp-content/uploads/article-5-LES-7-DIMENSIONS-DE-LA-COULEUR-DES-DENTS-NATURELLES.pdf>

(33) PIGNOLY C, LASSERRE J-F.

Prise de teintes : des techniques conventionnelles aux techniques électroniques. ADF 2010 Paris. Disponible sur <https://docplayer.fr/19830135-Prise-de-teintes-des-techniques-conventionnelles-aux-techniques-electroniques.html>

(34) GUAN YH, LATH DL et AL.

The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. J Oral Rehabil 2005 Jan;32(1):7-15.

(35) WEE AG, LINDSEY DT, KUO S, JOHNSTON WM.

Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry, Dent Mater 2006;22:n°553–9.

(36) SAGEL PA, GERLACH RW.

Application of digital imaging in tooth whitening randomized controlled trials, Am J Dent 2007;20:7A–14A

(37) LATH DL, SMITH RN, GUAN YH, KARMO M, BROOK AH.

Measurement of stain on extracted teeth using spectrophotometry and digital image analysis, Int J Dent Hygiene 2007;5:174–9

(38) SMITH RN, COLLINS LZ, NAEENI M, JOINER A, PHILPOTTS CJ, HOPKINSON I.

The in vitro and in vivo validation of a mobile non-contact camera-based digital imaging system for tooth color measurement, J Dent 2008;36:n°15–20

(39) BLAES J.

Today's technology improves the shade-matching problems of yesterday, J Indian Dent Assoc 2002–2003;81:n°17–9

(40) RISTIC I., PARAVINA RD.

Color measuring instruments, Acta Stomato Naissi 2009;25:n°925–32

(41) UZUN G.

An Overview of Dental CAD/CAM Systems Biotechno & Biotechno Equipment 2008 ; 22 : n°1.

(42) JEDYNAKIEWICZ NM, MARTIN N.

CEREC: science, research, and clinical application. Compend Contin Educ Dent 2001 ; 22(6 Suppl): 7-13.

(43) MOU SH, CHAI T, WANG JS, SHIAU YY.

Influence of different convergence angles and tooth preparation heights on the internal adaptation of Cerec crowns, J Prosthet Dent 2002 ; 87(3): 248-255.

(44) ALLEN KL, SCHENKEL AB, ESTAFAN D.

An overview of the CEREC 3D CAD/CAM system, General dentistry 2004 ;52(3): 234-235.

(45) FASBINDER DJ.

Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations, J Am Dent Assoc 2006 ; 137(suppl_1): 22S.

(46) TSITROU EA, HELVATJOGLU-ANTONIADES M, VAN NOORT R.

A preliminary evaluation of the structural integrity and fracture mode of minimally prepared resin bonded CAD/CAM crowns. J Dent, 2010;38(1):16-22.

(47) SCHMITTER M, SEYDLER BB.

Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/CAM: a clinical report. J Prosthet Dent 2012;107(2):71-4.

(48) FASBINDER DJ, DENNISON JB, HEYS D, NEIVA G.

A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report, J Am Dent Assoc, 2010;141 (Suppl 2):10S-4S.

(49) SANNINO G, GERMANO F, ARCURI L, BIGELLI E, ARCURI C, BARLATTANI A.

CEREC CAD/CAM Chairside System. Oral Implants 2014 Jul-Sep; 7(3): 57–70.

(50) AYAD MF, JOHNSTON WM, ROSENSTIEL SF.

Influence of tooth preparation taper and cement type on recementation strength of complete metal crowns. J Prosthet Dent 2009;102(6):354-61.

(51) OHLMANN B, GRUBER R, EICKEMEYER G, RAMMELSBERG P.

Optimizing preparation design for metal-free composite resin crowns. J Prosthet Dent, 2008;100:n°211-9.

(52) SANNINO G, GLORIA F, OTTRIA L, BARLATTANI A.

Influence of finish line in the distribution of stress trough an all ce-ramic implant-supported crown. A 3D Finite Element Analysis. Oral Implanto, 2009;2(2):14-27.

(53) GUESS PC, ZAVANELLI RA, SILVA NR, BONFANTE EA, COELHO PG, THOMPSON VP.

Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure models and reliability after fatigue. Int J Prosthodont, 2010;23(5):434-442.

(54) PATEL D.

Conservative preparation guidelines for CAD/CAM restorations, Compend Contin Educ Dent 2013 Jun;34(6):472-5.

(55) BLAES J.

Today's technology improves the shade-matching problems of yesterday, J Ind Dent Assoc 2002–2003;81:n°17–9.

(56) YUAN JC, BREWER JD, MONACO EA, DAVIS EL.

Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. J Prosthet Dent. 2007;98(2):110–119.

(57) CARNEY MN, JOHNSTON WM.

A novel regression model from RGB image data to spectroradiometric correlates optimized for tooth colored shades. J Dent. 2016;51:45–8.

(58) RAGAIN JC.

A review of color science in dentistry: shade matching in the contemporary dental practice. J Dent, Oral Dis Ther 2016;4(2): 1-5.

(59) DA SILVA JD, PARK SE, WEBER H-P, ISHIKAWA-NAGAI S.

Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. J Prosthet Dent. mai 2008;99(5):361-8.

(60) KIM-PUSATERI S, BREWER JD, DAVIS EL, WEE AG.

Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. J Prosthet Dent. 2009;101(3):193-199.

(61) HEYMAN HO, STURDEVANT JR, ROBERTSON TM, SOCKWELL CL.

Tooth-colored restorations for classes I, II, and IV cavity preparations, In: Sturdevant CM, Robertson TM, Heymann HO, Sturdevant JR, eds. The Art and Science of Operative Dentistry. 3rd ed. St. Louis : Mosby ; 1995.

(62) NAKAMURA T, DEI N, KOJIMA T, ET AL.

Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns, Int J Prosthodont, 2003;16(3):244-248.

(63) BEUER F, AGGSTALLER H, EDELHOFF D, GERNET W.

Effect of preparation design on the fracture resistance of zirconia crown copings. Dental Materials Journal 2008;27:n°362–367.

(64) BEUER F, EDELHOFF D, GERNET W, NAUMANN M.

Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. Dent Mater J 2008;27(6): 814 – 820.

(65) BEUER F, AGGSTALLER H, EDELHOFF D, GERNET W, SORENSEN J.

Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. Dent Mater J 2009;25(1):94-102.

(66) BEUER F, AGGSTALLER H, RICHTER J, EDELHOFF D, GERNET W

Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. Quintessence Int 2009 Mar;40(3):243-50.

(67) LABO CAST LAVA ULTIMATE

Lava Ultimate : résine nanocéramique 3M ESPE. Disponible sur <https://www.labocast.org/dentaires/lava-ultimate.htm>

(68) ENDER A, MÖRMANN WH, MEHL A.

Efficiency of a mathematical model in generating CAD/CAM-partial crowns with natural tooth morphology. Clin Oral Investig. 2011;15:283-9.

(69) KOLLMUSS M, JAKOB F-M, KIRCHNER H-G, ILIE N, HICKEL R, HUTH KC.

Comparison of biogenetically reconstructed and waxed-up complete occlusal surfaces with respect to the original tooth morphology. Clin Oral Investig. 2013;17(3):851-857.

(70) LITZENBURGER AP, HICKEL R, RICHTER MJ, MEHL AC, PROBST FA.

Fully automatic CAD design of the occlusal morphology of partial crowns compared to dental technicians' design. Clin Oral Investig. 2013;17(2):491-496.

(71) ARSLAN Y, NEMLI SK, GÜNGÖR M, TAMAM E, YILMAZ H.

Evaluation of biogeneric design techniques with CEREC CAD/CAM system. J Adv Prosthodont. 2015 Dec; 7(6): 431–436.

(72) DENTSPLY SIRONA CEREC

Le Logiciel CEREC de Dentsply Sirona. <https://www.dentsplysirona.com/fr-fr/decouvrez-nos-produits/cerec/conception-avec-cerec.html>

(73) DE LA CRUZ JE, FUNKENBUSCH PD, ERCOLI C, MOSS ME, GRASER GN, TALLENTS RH.

Verification jig for implant supported prosthesis: a comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials, J Prosthet Dent, 2002;88:n°329–336.

(74) MORMANN WH, BRANDESTINI M, LUTZ F.

The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. Quintessence Int 1987;38:457–470.

(75) LUTHARDT R, WEBER A, RUDOLPH H, SCHONE C, QUAAS S, WALTER M.

Design and production of dental prosthetic restorations: basic research on dental CAD/CAM technology, Int J Comput Dent 2002;5:165–176.

(76) OTTO T, SCHNEIDER D.

Long-term clinical results of chairside CEREC CAD/CAM inlays and onlays: a case series. Int J Prosthodont, 2008;21(1):53–59.

(77) WIEDHAHN K, KERSCHBAUM T, FASBINDER DF.

Clinical long-term results with 617 CEREC veneers: a nine-year report, Int J Comput Dent 2005;8:233–246.

(78) SJÖGREN G, MOLIN M, VAN DIJKEN JW.

A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. Int J Prosthodont 2004;17(2):241–246.

(79) POSSELT A, KERSCHBAUM T.

Longevity of 2328 chairside CEREC inlays and onlays, Int J Comput Dent 2003;6:231–248.

(80) KAAKKO T, HORN MT, WEINSTEIN P, KAUFMAN E, LEGGOTT P, COLDWELL SE.

The influence of sequence of impressions on children's anxiety and discomfort. Pediat Dent 2003; 25(4): 357-64.

(81) DICKINSON CM, FISKE J.

A review of gagging problems in dentistry: I. Aetiology and classification. Dent Update. 2005; 32(1): 26-28, 31-32.

(82) RAMSAY DS, WEINSTEIN P, MILGROM P, GETZ T.

Problematic gagging: Principles of treatment, J Am Dent Assoc 1987; 114(2): 178-83.

(83) ZOTELLI VL, GRILLO CM, DE SOUSA MD. L.

Nausea control by needling at acupuncture point Neiguan (PC6) during an intraoral impression-taking procedure. J Acupunct Meridian Studies. 2014;7(6):318–323.

(84) IMBURGIA M, LOGOZZO S, HAUSCHILD U, VERONESI G, MANGANO C, MANGANO FG.

Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017;17(1):92.

(85) GRÜNHEID T, MCCARTHY SD, LARSON BE.

Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance, Am J Orthod and Dentofac Orthop 2014;146(5):673–682.

(86) BARNOUIN V.

Intérêts du Cerec guide 2 dans l'implantologie numérique unitaire ou de petite étendue au cabinet dentaire. [Thèse de doctorat] [France] Université de Toulouse, U.F.R odontologie, 2018.

(87) BNEXT

Prise d'empreinte, une solution qui vous rapproche de votre prothésiste. Disponible sur: <http://www.bnnext-online.com/uploads/documentation/BNEXT-catalogue-01-2014.pdf>

(88) PASCUAL D, VAYSSE J.

Guided and computer-assisted implant surgery and prosthetic: The continuous digital workflow. Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale. févr 2016;117(1):28-35.

(89) VERCRUYSEN M, LALEMAN I, JACOBS R, QUIRYNEN M.

Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. Clin Oral Implants Res. sept 2015;26 (Suppl 11):69-76.

(90) WISMEIJER D, MANS R, VAN GENUCHTEN M, REIJERS HA.

Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. Clinical Oral Implants Res, 2014; 25(10): 1113-8.

(91) ENDER A, MEHL A.

Full arch scans: conventional versus digital impressions- an in vitro study. Int J Comput Dent 2011;14:n°11-21.

(92) ENDER A, MEHL A.

Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. Int J Comput Dent. 2013; 16(1):11-21.

(93) YUZBASIOGLU E, KURT H, TURUNC R, BILIR H.

Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. BMC Oral Health 2014; 14: 10.

(94) BURHARDT L, LIVAS C, KERDIJK W, VAN DER MEER WJ, REN Y.

Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients, Am J Orthod and Dentofac Orthop 2016; 150(2): 261-7.

(95) MANGANO A, BERETTA M, LUONGO G, MANGANO C, MANGANO F.

Conventional Vs Digital Impressions: Acceptability, Treatment Comfort and Stress Among Young Orthodontic Patients. Open Dent J 2018 ; 12 (Suppl-1, M8) 118-124.

(96) FARAH JW, BROWN L.

Comparison of the fit of crowns based on digital impressions with 3M ESPE Lava Chairsides Oral Scanner C.O.S. vs. traditional impressions. Dental Advisor Res Report 2009;(22):1-3.

(97) SCHEPKE U, MEIJER HJ, KERDIJK W, CUNE MS.

Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: operating time and patient preference. J Prosthet Dent 2015;114:403-6.e1.

(98) FERRACANE JL.

Materials in dentistry: principles and applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.

(99) SAMET N, SHOHAT M, LIVNY A, WEISS EI.

A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. J Prosthet Dent 2005; 94(2):112-117.

(100) CAKIR D, ANABTAWI M, O'NEAL S, ET AL.

Clinical comparison of two impression materials: effectiveness for inexperienced operators. Presented at: AADR Annual Meeting, Washington, DC, 4 mars 2010.

(101) BURGESS JO.

Impression material basics. Inside Dent. 2005;1(1):30-33.

(102) POWERS JM, WATAHA JC.

Dental materials: properties and manipulation. 10th ed. St. Louis, Mosby Elsevier; 2013.

(103) KEIM RG, GOTTLIEB EL, VOGELS DS 3RD, VOGELS PB.

2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. J Clin Orthod. 2014;48:n°607-30.

(104) WESTON J.

Managing complex cases with digital impressions. Inside Dent. 2013;9(9):78-82.

(105) LOWE RA.

CAD/CAM dentistry and chairside digital impression making. Acad Dent Ther Stomato. 2012 ; p6

(106) BURGESS JO, LAWSON NC, ROBLES A.

Comparing digital and conventional impressions materials. Inside Dent. 2013; 11 (9) : Is 11.

(107) VAN DER MEER WJ, VISSINK A, REN Y.

Full 3-dimensional digital workflow for multicomponent dental appliances: A proof of concept. J Am Dent Assoc. 2016; 147(4): 288-91.

(108) BUNEK SS, BROWN C, YAKAS ME.

The evolving impressions of digital dentistry. Inside Dent. 2014;1(1):35-39.

(109) LEE SJ, GALLUCCI GO.

Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. Clin Oral Implants Res. 2013,24(1):111–115.

(110) GIVAN DA, BURGESS JO, O'NEAL SJ, APONTE AA.

Prospective evaluation of ceramic crowns by digital and conventional impressions. J Dent Res. 2011;90(Spec Iss A):380.

(111) ROULET JF, JANDA R.

Future ceramic systems. Oper Dent. 2001; 26:n°211-28.

(112) MÖRMANN WH, BRANDESTINI M.

The fundamental inventive principles of CEREC CAD/CAM. In: Mörmann WH, ed. State of the Art of CAD/CAM Restorations: 20 Years of CEREC. London: Quintessence Publishing 2006 : p.1-8.

(113) RUDOLPH H, LUTHARDT RG, WALTER MH.

Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. Computers Biol Med. 2007; 37:n°579-87.

(114) LUTHARDT RG, LOOS R, QUAAS S.

Accuracy of intraoral data acquisition in comparison to the conventional impression. Int J Comput Dent 2005,8:n°283–294.

(115) SU XY, ZHANG QC.

Dynamic 3-D shape measurement method: a review. Optics Lasers Engineer. 2010; 48:n°191-204.

(116) WIEDHAHN K.

The optical Cerec impression-electronic model production. *Int J Comput Dent* 1998;1:41–54.

(117) LUTHARDT RG, BORNEMANN G, LEMELSON S, WALTER MH, HULS A

An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. *Int J Prosthodont*. 2004; 17:n°680-5.

(118) MEHL A, ENDER A, MÖRMANN W, ATTIN T.

Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent* 2009;12:n°11–28.

(119) TODOROVIC A, LISJAK D, LAZIC V, ŠPADIJER-GOSTOVIC A.

Possible errors during the optical impression procedure. *Serbian Dental Journal* 2010;57:30–37.

(120) CHRISTENSEN GJ.

In-office CAD/CAM milling of restorations – the future? *J Am Dent Assoc*. 2008; 139:n°83-5.

(121) KIM SY, KIM MJ, HAN JS, YEO IS, LIM YJ, KWON HB.

Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging. *The International Journal of Prosthodontics* 2013;26:161–163.

(122) KIM JH, KIM KB, KIM SH, KIM WC, KIM HY, KIM JH.

Quantitative evaluation of common errors in digital impression obtained by using an LED blue light in-office CAD/CAM system. *Quintessence Int*. 2015 May;46(5):401-7.

(123) GIMENEZ B, OZCAN M, MARTINEZ-RUS F, PRADIES G.

Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent and Relat Res*. 2015 Jan;17 (Suppl 1):e54-64.

(124) BATSON ER, COOPER LF, DUQUM I, MENDONÇA G.

Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2014;112:n°770–777.

(125) DURET F, PRESTON JD.

CAD/CAM imaging in dentistry. Curr Opin Dent. 1991;1(2):150-154.

(126) FASBINDER DJ.

CAD/CAM. Inside Dentistry. 2011; 7(7):82.

(127) FEUERSTEIN P.

An overview of CAD/CAM and digital impressions. In : Feuerstein P, Puri, S. CAD/CAM and digital impressions. PennWell, 2009. Revue disponible sur https://pdfs.semanticscholar.org/4347/7921286ad779a244d43f5f4fac70530cee21.pdf?_ga=2.159390077.1112650557.1583168365-1754066734.1583168365

(128) MÖRMANN WH.

The evolution of the CEREC system. J Am Dent Assoc. 2006;137 (Supl):7S-13S.

(129) VICH A, SEDDA M, DEL SIENA F, LOUCA C, FERRARI M.

Flexural resistance of Cerec CAD/CAM system ceramic blocks. Part 1: Chairside materials. Am J Dent. 2013 Oct;26(5):255-9.

(130) ISENBERG BP, ESSIG ME, LEINFELDER KF.

Three-year clinical evaluation of CAD/CAM restorations. J Esthet Restor Dent. 1992 ; 4 (5): 173-176.

(131) REICH S, WICHMANN M, NKENKE E, PROESCHEL P.

Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. Eur J Oral Sci. 2005;113(2):174-179.

(132) BINDL A. MORMANN WH.

Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. J Oral Rehabil. 2005 June; 32 (6): 441-7.

(133) ESTEFAN D, DUSSETSCHLEGER F, AGOSTA C, REICH S.

Scanning electron microscope evaluation of CEREC II and CEREC III inlays. Gen Dent. 2003;51(5):450-4.

(134) SANTOS GC JR, SANTOS MJ JR, RIZKALLA AS, MADANI DA, EL-MOWAFY O.

Overview of CEREC CAD/CAM chair-side system. Gen Dent. 2013;61(1):36-40; quiz 41.

(135) MORIN M.

CEREC: the power of technology. *Compend Contin Educ Dent*. 2001 Jun;22(6 suppl):27-9.

(136) CHRISTENSEN GJ.

Computerized restorative dentistry. State of the art. *J Am Dent Assoc*. 2001;132(9):1301-1303.

(137) TROST L, STINES S, BURT L.

Making informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(suppl):32S-36S.

(138) FASBINDER DJ, DENNISON JB, HEYS DR, LAMPE K.

The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *J Am Dent Assoc* 2005;136(12):1714-1723.

(139) CHRISTENSEN RP, GALAN AD, MOSHER TA.

Clinical status of eleven CAD/CAM materials after one to twelve years of service. In: Mormann WH, editor. *State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC*. Surrey: Berlin, Quintessence Publishing; 2006.

(140) LIU PR, ESSIG ME.

Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:n°482–8.

(141) MIYAZAKI T, NAKAMURA T, MATSUMURA H, BAN S, KOBAYASHI T.

Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res* 2013;57:n°236–61.

(142) TAKABA M, TANAKA S, ISHIURA I, BABA K.

Implant-supported fixed dental prostheses with CAD/CAM-fabricated porcelain crown and zirconia-based framework. *J Prosthodont* 2013;22:n°402–7.

(143) HICKEL R, MANART J.

Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *J Adhes Dent* 2001;3:n°45–64.

(144) MANHART J, CHEN H, HAMM G, HICKEL R.

Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:n°481–508.

(145) HOLAND W, SCHWEIGER M, RHEINBERGER VM, KAPPERT H.

Bioceramics and their applications for dental restoration. *Adv Appl Ceram* 2009;108:373–80.

(146) LIU D, MATINLINNA JP, POW EHN.

Insights into porcelain zirconia bonding. *J Adhes Sci Technol* 2012;26:n°1249–65.

(147) ABDUO J, LYONS K, SWAIN M.

Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010;37:n°866–76.

(148) KELLY JR, BENETTI P.

Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011;56(Suppl. 1):84–96.

(149) WITTNEBEN JG, WRIGHT RF, WEBER HP, GALLUCCI GO.

A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. *Int J Prosthodont* 2009;22:466–71.

(150) BEUER F, STIMMELMAYR M, GERNET W, EDELHOFF D, GUH JF, NAUMANN M.

Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessence Int* 2010;41:n°631–7.

(151) FASBINDER DJ.

Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2010 Nov-Dec;31(9):702-4, 706, 708-9.

(152) MÖRMANN WH, BINDL A.

All-ceramic, chair-side computer aided design/computer aided machining restorations. *Dent Clin North Am* 2002;46:n°405–26.

(153) GIORDANO R.

Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc* 2006;137(Suppl.):14S–21S.

(154) WIEDHAHN K.

CEREC veneers: esthetics and longevity. In: Mormann WH, ed. State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC. Surrey: Berlin Quintessence Publishing; 2006.

(155) OTTO T, DE NISCO S.

Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. Int J Prosthodont 2002;15:n°122–8.

(156) ZIMMER S, GOHLICH O, RUTTERMANN S, LANG H, RAAB WH, BARTHEL CR.

Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study. Oper Dent 2008;33:484–7.

(157) BINDL A, MORMANN WH.

Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2–5 years. Eur J Oral Sci 2004;112:197–204.

(158) DELLA BONA A.

Bonding to ceramics: scientific evidence for clinical dentistry. São Paulo: Editoria Artes Medica, 2009.

(159) LAMPE K, LUTHY H, MORMANN WH.

Fracture load of all ceramic computer crowns. In: Mormann WH, ed. CAD/CAM in aesthetic dentistry: CEREC 10 year anniversary symposium. Chicago : Quintessence, 1996.

(160) BENNASAR B, RAYNAL J, FAGES M.

Approche de l'esthétique en CFAO directe, Fil Dent, 2015 ; vol. 103 : 18–22.

(161) PERELMUTER S, DE COOMAN J, DEGRANGE M, LELIEVRE F, LECARDONNEL A, POMPIGNOLI M, ROCHER P, DEJOU J.

Les céramo-céramiques, Dossiers ADF. 2ème édition, Paris: Asso.Dent.Fr ;2011 : 62.

(162) HO GW, MATINLINNA JP.

Insights on porcelain as a dental material. Part II: chemical surface treatments. Silicon 2011;3:117–23.

(163) TYSOWSKY GW.

The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. *Dent Today* 2009;28:112–3.

(164) ANDERSSON M, ODEN A.

A new all-ceramic crown. A dense-sintered, high-purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand* 1993;51:n°59–64.

(165) HEFFERNAN MJ, AQUILINO SA, DIAZ-ARNOLD AM, HASELTON DR, STANFORD CM, VARGAS MA.

Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent* 2002;88:n°4–9.

(166) ABOUSHELIB MN, DOZIC A, LIEM JK.

Influence of framework color and layering technique on the final color of zirconia veneered restorations. *Quintessence Int* 2010;41:n°e84–9.

(167) SHILLINGBURG HT, HOBO S, WHITSETT LD.

3rd ed. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, vol. 213. Quintessence Publishing; 1997 p. 427.

(168) OKESON JP.

Management of temporomandibular disorders and occlusion, volume 3. St. Louis : Elsevier, 2013 : 1–38.

(169) PETER DE.

Functional occlusion — from TMJ to smile design. St. Louis : Mosby Elsevier Health Sciences, 2006 : 33–56.

(170) FASBINDER DJ, POCTINY DJ.

Accuracy of occlusal contacts for crowns with chairside CAD-CAM techniques. *Int J Comput Dent* 2010;13:303–16.

(171) FARIAS-NETO A, DIAS A.

Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil* 2013;40(9):686–92.

(172) MARUYAMA T, NAKAMURA Y, HAYASHI T, KATO K.

Computer-aided interference-free design of occlusal surface for dental 3-D CAD. *Trans Jpn Soc Med Biol Eng* 2006;44:n°713–21.

(173) REICH S, BRUNGSBERG B, TESCHNER H, FRANKENBERGER R.

The occlusal precision of laboratory versus CAD/CAM processed all-ceramic crowns. Am J Dent 2010;23:n°53–6.

(174) MIYAZAKI T, HOTTA Y.

CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. Aust Dent J 2011;56(Suppl. 1):97–106.

(175) ENDER A, MÖRMANN WH, MEHL A.

Efficiency of a mathematical model in generating CAD/CAM-partial crowns with natural tooth morphology. Clin Oral Investig 2011;15:n°283–9.

(176) LITZENBURGER AP, HICKEL R, RICHTER MJ, MEHL AC, PROBST FA.

Fully automatic CAD design of the occlusal morphology of partial crowns compared to dental technicians' design. Clinical Oral Investigations. 2013;17(2):491-496.

(177) KOLLMUSS M, KIST S, GOEKE JE, HICKEL R, HUTH KC.

Comparison of chairside and laboratory CAD/CAM to conventional produced all-ceramic crowns regarding morphology, occlusion, and aesthetics. Clin Oral Investig 2016;20:n°791–7.

(178) MURIC A, GOKCEN RÖHLIG B, ONGUL D2, EVLIOGLU G.

Comparing the precision of reproducibility of computer-aided occlusal design to conventional methods. J Prosthodont Res. 2019 Jan;63(1):110-114.

(179) MARTINS LM, LORENZONI FC, MELO AO, SILVA LM, OLIVEIRA JL, OLIVEIRA PC, ET AL.

Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. J Appl Oral Sci 2012;20:n°235-40.

(180) LINS L, BEMFICA V, QUEIROZ C, CANABARRO A.

In vitro evaluation of the internal and marginal misfit of CAD/CAM zirconia copings. J Prosthet Dent 2015;113:n°205-11.

(181) PRADIES G, ZARAUZ C, VALVERDE A, FERREIROA A, MARTINEZ-RUS F.

Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. J Dent 2015;43:n°201-8.

(182) CONTREPOIS M, SOENEN A, BARTALA M, LAVIOLE O.

Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. J Prosthet Dent 2013;110:n°447-54.

(183) KOKUBO Y, TSUMITA M, KANO T, SAKURAI S, FUKUSHIMA S.

Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. J Prosthodont Res 2011;55:n°40-3.

(184) GRACIS S, THOMPSON VP, FERENCZ JL, SILVA NR, BONFENTE EA.

A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. Int J Prosthodont 2015;28:n°227-35.

(185) YILDIZ C, VANLIOGLU BA, EVREN B, ULUDAMAR A, OZKAN YK.

Marginal-internal adaptation and fracture resistance of CAD/CAM crown restorations. Dent Mater J 2013;32:n°42-7.

(186) TAMAC E, TOKSAVUL S, TOMAN M.

Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. J Prosthet Dent 2014;112:n°909-13.

(187) ANADIOTI E, AQUILINO SA, GRATTON DG, HOLLOWAY JA, DENRY IL, THOMAS GW, ET AL.

Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. J Prosthet Dent 2015;113:n°304-9.

(188) NG J, RUSE D, WYATT C.

A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. J Prosthet Dent 2014;112:555-60.

(189) AWADA A, NATHANSON D.

Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. J Prosthet Dent 2015;114:587-93.

(190) BEUER F, SCHWEIGER J, EDELHOFF D.

Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Br Dent J 2008;204:n°505-11.

(191) RENNE W, MCGILL ST, FORSHEE KV, DEFEE MR, MENNITO AS.

Predicting marginal fit of CAD/CAM crowns based on the presence or absence of common preparation errors. J Prosthet Dent 2012;108:n°310-5.

(192) YEO IS, YANG JH, LEE JB.

In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2003;90:n°459-64.

(193) SOUZA RO, OZCAN M, PAVANELLI CA, BUSO L, LOMBARDO GH, MICHIDA SM, ET AL.

Marginal and internal discrepancies related to margin design of ceramic crowns fabricated by a CAD/CAM system. J Prosthodont 2012;21:94-100.

(194) HIRAYAMA H, CHANG Y.

Fit of zirconia copings generated from a digital impression technique and a conventional impression technique. [Thèse de Doctorat] [Etats-Unis] Tufts University of Dental Medicine; 2010.

(195) BROWN C.

Major factors to consider before making a CAM milling machine purchase. Inside Dental Technol. 2011;2(2):52-54.

(196) MAGNUSON D, ODEN A, KRYSTEK I.

Clinical evaluation of CEREC restorations. In: Mörmann WH, ed. International Symposium on Computer Restorations: State of the art of the CEREC method. Chicago: Quintessence; 1991:339.

(197) SJÖGREN G, BERGMAN M, MOLIN M, BESSING C.

A clinical examination of ceramic (CEREC) inlays. Acta Odontol Scand 1992;50(3):171-8.

(198) MOLIN MK, KARLSSON SL.

A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. Int J Prosthodont 2000;13(3):194-200.

(199) OTTO T, SCHNEIDER D.

Long-term clinical results of chairside CEREC CAD/CAM inlays and onlays: a case series. Int J Prosthodont. 2008;21(1):53–59.

(200) REISS B.

Clinical results of Cerec inlays in a dental practice over a period of 18 years. Int J Comput Dent 2006;9:11-22

(201) REISS B, WALTHER W.

Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. Int J Comput Dent 2000;3:9-23

(202) REICH S, HORNBERGER H.

The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. J Prosthet Dent. 2002;88(1):44-49.

(203) AWAD D, STAWARCZYK B, LIEBERMANN A, ET AL.

Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. J Prosthet Dent. 2015;113:n°534-540.

(204) CVAR JF, RYGE G.

Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. Clin Oral Investig. 2005;9(4):215-232.

(205) HERRGUTH M, WICHMANN M, REICH S.

The esthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. J Oral Rehabil. 2005;32(10):747-752.

(206) ROGGENDORF MJ, KUNZI B, EBERT J, ROGGENDORF HC, FRANKENBERGER R, REICH SM.

Seven-year clinical performance of CEREC-2 all-ceramic CAD/CAM restorations placed within deeply destroyed teeth. Clin Oral Investig 2012;16(5):1413-24.

(207) BATISSE C, BESSADET M, DECERLE M, NICOLAS E, VEYRUNE JL.

Ceramo-metal crown or cad-cam rehabilitation : patient and practitioner appraisal. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2014 ; 22 : 1-7.

(208) BRISMAN AS.

Esthetics: a comparison of dentists' and patients' concepts. J Am Dent Assoc. 1980;100(3):345-352.

(209) BASTING RT, DA TRINDADE R DE CS, FLORIO FM.

Comparative study of smile analysis by subjective and computerized methods. Oper Dent. déc 2006;31(6):652-659.

(210) FAVA, J, LIN, M, ZAHRAN, M, JOKSTAD, A.

Single implant-supported crowns in the aesthetic zone: patient satisfaction with aesthetic appearance compared with appraisals by laypeople and dentists. Clin Oral Implants Res. 2015 ; 26n° 1113– 1120.

(211) LAYTON D, WALTON T.

Patient-evaluated dentistry: development and validation of a patient satisfaction questionnaire for fixed prosthodontic treatment. Int J Prosthodont. 2011 Jul-Aug;24(4):332-41.

(212) SUSIC I, TRAVAR M, SUSIC M.

The application of CAD/CAM technology in Dentistry. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2017;200 012020

(213) FIQUET J.

Evaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy. [Thèse de doctorat] [France]. Université de Lorraine, U.F.R odontologie, 2016.

(214) ZARUBA M, MEHL.

Chairside systems: a current review. International Journal of Computerized Dentistry. 2017;20(2):123–149.

(215) JODA T, BRAGGER U.

Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. Clin Oral Implants Res. 2016 Dec;27(12):e185-e189.

(216) LEE SJ, MACARTHUR RX 4TH, GALLUCCI GO.

An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. J Prosthet Dent. 2013; 110: n°420- 423.

(217) YILDIZ C, VANLIOGLU BA, EVREN B, ULUDAMAR A, KULAK-OZKAN Y.

Fracture resistance of manually and CAD/CAM manufactured ceramic onlays. J Prosthodont 2013;22(7):537-42.

(218) REICH S, ENDRES L, WEBER C, WIEDHAHN K, NEUMANN P, SCHNEIDER O, ET AL.

Three-unit CAD/CAM-generated lithium disilicate FDPs after a mean observation time of 46 months. Clin Oral Investig 2014;18(9):2171-8

(219) AZIZ, A, EL MOWAFY, O, TENENBAUM, HC, LAWRENCE, HP, SHOKATI, B.

Clinical performance of chairside monolithic lithium disilicate glass-ceramic CAD-CAM crowns. J Esthet Restor Dent. 2019; vol n° 1– 7.

(220) URIBE F, PADALA S, ALLAREDDY V, NANDA R.

Patients', parents, and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2014 Apr;145(4 Suppl):S65-73.

(221) JODA T, BRAGGER U.

Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. Clin Oral Implants Res. 2015;26(12):1430–5.

(222) LANDWERLIN O.

Apports de la CFAO dentaire. Fil Dent 2015;100:40-41.

(223) ORDRE NATIONAL DES CHIRURGIENS-DENTISTES

Se déclarer en tant que fabricant : mode d'emploi, http://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/actualites/anneeencours/actualites.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=478&cHash=fbc9257f89cacc1837f44c1c34cea8e6

(224) CHILCUTT AS.

Exploring leadership and team communication within the organizational environment of a dental practice. J Am Dent Assoc. 2009 Oct;140(10):1252-8.

(225) DELAUNAY B.

Comparaison des systèmes d'empreintes optiques accessibles aux chirurgiens-dentistes dans leurs cabinets en 2015. [Thèse de doctorat] [France]. Université de Lorraine, U.F.R odontologie, 2016.

(226) SCHWEYEN R, BEUER F, BOCHSKANL M, HEY J.

Implementing a new curriculum for computer-assisted restorations in prosthetic dentistry. Eur J Dent Educ. 2018 May;22(2):e237-e247.

(227) ZIMMERMANN M, MÖRMANN W, MEHL A, HICKEL R.

Teaching dental undergraduate students restorative CAD/CAM technology: evaluation of a new concept. Int J Comput Dent. 2019;22(3):263-271.

(228) BROUSSEAU J, LEVITTE B.

Technique de maquillage en CFAO directe. Fil Dent. 2015 ; 32(103) : 24-26.

(229) KAPTEIN ML, HOOGSTRATEN J, DE PUTTER C, DE LANGE GL, BLIJNDORP PA.

Dental implants in the atrophic maxilla: measurements of patients' satisfaction and treatment experience. J Clin Oral Implants Res.. 1998 ; 9:n°321–326.

(230) NKENKE E, EITNER S, RADESPIEL-TROGER M, VAIRAKTARIS E, NEUKAM FW, FENNER M.

Patient-centred outcomes comparing transmucosal implant placement with an open approach in the maxilla: a prospective, non-randomized pilot study. Journal of Clinical Oral Implants Research. 2007 ; 18: n°197–203.

(231) OTTO T, MÖRMANN WH.

Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. International Journal of Computerized Dentistry. 2015;18(2): 147–161.

(232) AMERICAN BIODENTAL (Laboratoire)

American Biodental Center. Disponible sur <https://americanbiodental.com/metal-free-crowns/>

(233) BARNOUIN V.

Intérêts du Cerec guide 2 dans l'implantologie numérique unitaire ou de petite étendue au cabinet dentaire. [Thèse de doctorat] [France] Université de Toulouse, U.F.R odontologie, 2018.

(234) DOCTEURS COMTE ET MORTELIER

Les restaurations collées à Belleville sur Saône - Dr Herschendorfer [Internet]. [cité 4 janvier 2020]. Disponible sur: <https://www.cabinetdentairebellevillebeaujolais.fr/esthetique-dentaire-belleville-sur-saone/les-restaurations-collees/>

(235) CERAMAGE (Laboratoire)

Composite micro-hybride photopolymérisable Disponible sur:
<https://www.shofu.de/fr/produkt/ceramage-fr/>, cité 4 janvier 2020].

(236) HENRY SCHEIN (Laboratoire)

Fournitures dentaires, fournitures médicales [cité 4 janvier 2020]. Disponible sur:
<https://www.henryschein.fr/fr-fr/Global.aspx>

(237) AUZEVILLE T.

Les restaurations indirectes postérieures par matériaux esthétiques : étude comparative du système Cerec(r) et des techniques conventionnelles. [Thèse de doctorat] [France] Université de Toulouse, U.F.R. odontologie, 2015

(238) DENTAL ADDICT.

Fraise Arkansas Komet[cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.dental-addict.be/fr/polissage/16112389-fraise-arkansas-komet-le-lot-de-10-fraises-turbine.html>

(239) VITAPAN (Laboratoire)

Teintier Vitapan Classique Disponible sur
https://www.promodentaire.com/divers/laboratoire/resines-et-accessoires/teintiervitapanclassique.html?gclid=EAIaIQobChMIhs2RwcHq5glViLbtCh3g-Ak2EAQYASABEgJcBfD_BwE

(240) VITA (Laboratoire)

Vita Toothguide 3D Master [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.vita-zahnfabrik.com/fr/VITA-Toothguide-3D-MASTER-26231,27568.html>

(241) ZAHNFABRIK V.

VITA Zahnfabrik [Internet]. VITA Zahnfabrik. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur:
<https://www.vita-zahnfabrik.com/fr/VITABLOCS-Guide-3D-MASTER-36745.html>

(242) IVOCCLAR VIVADENT (Laboratoire)

Chromascop guide de couleurs [cité 4 janv 2020]. Disponible sur:
<https://www.dentaltix.com/fr/ivoclar-vivadent/chromascop-guide-de-couleurs>

(243) NEJATIDANESH F, SHAKIBAMEHR AH, SAVABI O.

Comparison of marginal and internal adaptation of cad/cam and conventional cement retained implant-supported single crowns. Implant Dent. 2016 feb;25(1):103-8.

(244) ARCAUTE B, NASR K.

CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/cfao-au-cabinet-dentaire-le-materiel-disponible-en-2017/>

BALSAN (Aurélien) : Avantages et inconvénients du système CEREC par rapport aux méthodes conventionnelles en prothèse fixe unitaire. - 24 f. ; ill. ; tabl. ; 243 ref. ; (Thèse : Chir. Dent ; Nantes ; 2020)

RESUME

Apparu dans les années 1980, le système CEREC utilisant la technique CFAO permet depuis lors des restaurations dentaires en une seule séance au fauteuil avec des résultats au moins comparables aux techniques conventionnelles. Après presque 35 années d'existence et une efficacité de plus en plus éprouvée, le système reste toutefois moins répandu qu'il ne devrait. Pour cette raison, notre travail commence par un état des lieux des indications du système CEREC en prothèse fixée. Une étude comparative basée sur la littérature scientifique est ensuite effectuée. Cette étude a pour objectif de mettre en lumière les avantages et les inconvénients du système CEREC par rapport aux méthodes conventionnelles concernant la prothèse fixée unitaire.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie – Prothèse conjointe

MOTS-CLES MESH :

Prosthodontie - Prosthodontics

Conception d'appareil de prothèse dentaire – Denture Design

Prothèse dentaires - Dental Prosthesis

Couronnes dentaires- Tooth crown

Inlays-Onlays

JURY :

Président : Professeur Yves AMOURIQ

Directrice de thèse : Docteur Fabienne JORDANA

Co-directeur de thèse : Docteur Xavier BOUCHET

ADRESSE DE L'AUTEUR : 22 rue Saint Dominique 75007 Paris

youtbalsan@hotmail.com

