

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2017

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 10 OCTOBRE 2017

Par Rémy KABBARA

Né(e) le 15 FEVRIER 1991 à Lille - France

LA CFAO CHEZ L'ENFANT

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pascal BÉHIN

Assesseurs : Monsieur le Docteur François DESCAMP

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Madame le Docteur Fiona PARASCANDOLO

Membre invité : Madame le Docteur Émilie DEHAYNIN

ACADEMIE DE LILLE

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2

~*~*~*~*~*~*~*~*~*

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

PLACE DE VERDUN

59000 LILLE

~*~*~*~*~*~*~*~*~*

Président de l'Université	:	Pr. X. VANDENDRIESSCHE
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyens	:	Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI et Pr. G. PENEL
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	L. LECOCQ

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
E. DEVEAUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie Doyen de la Faculté
G. PENEL	Responsable de la Sous-Section des Sciences Biologiques

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Responsable de la Sous-Section d' Odontologie Conservatrice – Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
F. BOSCHIN	Responsable de la Sous-Section de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable de la Sous- Section d' Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable de la Sous-Section de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. DELCAMBRE	Prothèses
C. DELFOSSE	Odontologie Pédiatrique
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Odontologie Conservatrice - Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Odontologie Conservatrice - Endodontie
J.M. LANGLOIS	Responsable de la Sous-Section de Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Odontologie Conservatrice - Endodontie
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Sciences Biologiques
P. ROCHER	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
L.ROBBERECHT	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable de la Sous-Section des Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable de la Sous-Section de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Aux membres du jury ...

Monsieur le Professeur Pascal BEHIN

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de 3ème cycle en Sciences Odontologiques

Habilité à Diriger des Recherches

Docteur de l'Université Paris DESCARTES (Paris V - mention Odontologique)

Professeur Béhin,

Vous me faites l'honneur de présider le jury de cette thèse je vous en remercie.

Veillez trouver dans cet ouvrage l'expression de mes plus respectueuses salutations.

Monsieur le Docteur François DESCAMP

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-section Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Maîtrise Universitaire de Pédagogie des Sciences de la Santé

Diplôme d'Études Supérieure Spécialisé en Éducation et Santé

Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de l'Éducation

Diplôme d'Université de CFAO Clinique

Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Médaille de Bronze de la Défense Nationale (Agrafe « service de santé »)

Médaille d'Outre-Mer (Agrafe « Tchad »)

Titre de Reconnaissance de la Nation

Croix du Combattant

Docteur Descamp,

Dès le début, vous avez su prendre la main que je vous ai tendue et je vous en remercie.

Merci pour le temps que vous m'avez accordé en tant qu'enseignant, ancien directeur de thèse, et aujourd'hui membre de ce jury.

Veillez trouver ici la marque de ma plus sincère reconnaissance.

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes – Spécialité Ethique et Droit Médical

Certificat d'Etudes Supérieures de Pédodontie – Prévention – Paris Descartes

Diplôme d'Université « Soins Dentaires sous Sédation » – Aix-Marseille II

Formation Certifiante « Concevoir et Evaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient »

Lauréat du prix Jean Bernard de la Société Française et Francophone d'Ethique Médicale

Docteur Trentesaux,

C'est avec un profond respect que je vous remercie de m'avoir accordé votre confiance en me proposant ce sujet de thèse.

Votre implication et vos conseils m'ont été précieux.

Vous avez su être disponible et à l'écoute, aussi pour les moments difficiles, je vous en suis reconnaissant.

Je vous exprime ici toute ma gratitude.

Madame le Docteur Fiona PARASCANDOLO

Assistante Hospitalo-Universitaire des CSERD

Sous-section Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur Parascandolo,

C'est un réel plaisir de vous voir siéger au sein de ce jury et je vous en remercie.

Je vous prie de recevoir mes sincères salutations.

Madame le Docteur Émilie DEHAYNIN – TOULET

Chargée d'enseignement en Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Attestation de formation aux soins dentaires sous inhalation de MEOPA

Ancienne Maître de Conférences des Universités (Associée) – Praticien Hospitalier des CSERD

Ancienne assistante Hospitalo-Universitaire des CSERD

Docteur Dehaynin,

Vous avez spontanément accepté de faire partie de ce jury de thèse, je vous en remercie.

Je vous adresse l'expression de mon plus profond respect.

Table des matières

INTRODUCTION	15
1 LA CFAO	16
1.1 RAPPEL SUR LA CFAO.....	16
1.1.1 <i>Définition</i>	16
1.1.2 <i>Les différents types de CFAO</i>	16
1.1.2.1 La CFAO directe	16
1.1.2.2 La CFAO semi-directe.....	17
1.1.2.3 La CFAO indirecte.....	17
1.2 AVANTAGES ET INTERETS DE L'EMPREINTE OPTIQUE	17
1.2.1 <i>Un travail simplifié</i>	17
1.2.1.1 Pour le patient.....	17
1.2.1.2 Pour le praticien.....	17
1.2.1.2.1 Préparation du matériel.....	18
1.2.1.2.2 L'accès aux limites	18
1.2.1.2.3 La prise de l'empreinte.....	19
1.2.1.3 Pour le prothésiste.....	20
1.2.2 <i>La précision de l'empreinte</i>	20
1.2.3 <i>Choix thérapeutiques étendus en prothèse fixée</i>	21
1.2.4 <i>Communication facilitée avec le patient</i>	22
1.2.5 <i>Stockage et traçabilité des prothèses</i>	22
1.2.6 <i>Enregistrement de la teinte</i>	22
1.2.7 <i>Notion d'écologie</i>	22
1.2.8 <i>Technologie en constante évolution</i>	23
1.3 INCONVENIENTS DE LA CFAO	23
1.3.1 <i>Investissement important et maintenance du matériel</i>	23
1.3.2 <i>Formations conseillées</i>	23
1.3.3 <i>Esthétique de la céramique usinée au cabinet</i>	24
1.3.4 <i>Certains systèmes sont fermés</i>	24
1.3.5 <i>Certains systèmes nécessitent un poudrage</i>	24
1.3.6 <i>Impossibilité d'enregistrer l'occlusion dynamique ou les positions thérapeutiques ?</i>	24
2 LA CFAO CHEZ L'ENFANT.....	27
2.1 LE SOIN CHEZ L'ENFANT	27

2.1.1	<i>Anxiété et coopération</i>	27
2.1.2	<i>Objectif du soin chez l'enfant</i>	27
2.2	INDICATIONS DE LA CFAO CHEZ L'ENFANT.....	27
2.2.1	<i>Traumatologie bucco-dentaire</i>	27
2.2.2	<i>Les anomalies de structure dentaire (18,21–23)</i>	28
2.2.2.1	L'amélogénèse imparfaite.....	28
2.2.2.1.1	L'amélogénèse imparfaite hypoplasique.....	28
2.2.2.1.2	L'amélogénèse imparfaite hypominéralisée.....	29
2.2.2.1.3	L'amélogénèse imparfaite hypomature.....	29
2.2.2.1.4	Traitements et suivi.....	30
2.2.2.2	La dentinogénèse imparfaite.....	30
2.2.2.3	L'hypominéralisation des Molaires et Incisives (MIH).....	32
2.3	LA PLACE DE LA CFAO DANS LE GRADIENT THERAPEUTIQUE.....	33
2.3.1	<i>La notion de gradient thérapeutique</i>	33
2.3.2	<i>Application de la CFAO dans le gradient thérapeutique</i>	34
2.3.2.1	Orthodontie.....	34
2.3.2.2	Eclaircissement, micro-abrasion, méga-abrasion, stratification.....	34
2.3.2.3	Facettes.....	34
2.3.2.4	Inlays-Onlays.....	35
2.3.2.5	Les couronnes.....	36
2.3.2.5.1	Les couronnes préformées.....	37
2.3.2.5.2	Les endocouronnes.....	39
2.4	LES CRITERES D'INCLUSION DES ENFANTS.....	40
2.4.1	<i>Le risque carieux individuel</i>	40
2.4.2	<i>La coopération de l'enfant</i>	41
2.4.3	<i>La coopération de l'entourage</i>	41
2.5	LES MATERIAUX DE RECONSTITUTION.....	42
2.5.1	<i>Les matériaux disponibles</i>	42
2.5.1.1	Les composites.....	42
2.5.1.2	Les céramiques.....	42
2.5.1.2.1	Les céramiques esthétiques.....	43
2.5.1.2.2	Les céramiques hybrides.....	43
2.5.1.2.3	Les nanocéramiques.....	43
2.5.1.2.4	Les full-zircones.....	44
2.5.2	<i>Le choix du matériau</i>	44
2.6	LES MATERIAUX D'ASSEMBLAGE.....	44
2.6.1	<i>Rappel sur les matériaux d'assemblage</i>	44

2.6.2	<i>Comment coller une céramique ?</i>	46
2.6.3	<i>Le matériau idéal pour les céramiques</i>	46
2.6.4	<i>Critères de choix</i>	48
2.6.4.1	Situation de la limite prothétique	48
2.6.4.2	La situation de la préparation	48
3	MISE EN PRATIQUE DE LA CFAO CHEZ L'ENFANT	49
3.1	LE MATERIEL UTILISE	49
3.1.1	<i>Matériel d'acquisition : La caméra CEREC® Omnicam</i>	49
3.1.2	<i>Le logiciel</i>	49
3.1.3	<i>L'usineuse</i>	50
3.2	CAS CLINIQUES	50
3.2.1	<i>Coiffe sur 85</i>	51
3.2.1.1	Présentation du cas	51
3.2.1.2	Préparation de la 85	52
3.2.1.3	Empreinte optique et usinage de la coiffe	53
3.2.1.4	Essayage et assemblage de la coiffe	57
3.2.2	<i>Onlay sur 16</i>	58
3.2.2.1	Présentation du cas	58
3.2.2.2	Préparation de la 16	59
3.2.2.3	Empreinte optique, usinage et assemblage de l'onlay	60
3.2.3	<i>Couronne sur 21</i>	63
3.2.3.1	Présentation du cas	63
3.2.3.2	Préparation de la 21	66
3.2.3.3	Empreinte optique, usinage de la couronne	67
3.2.3.4	Essayage, cuisson et assemblage de la couronne	70
4	DISCUSSION	72
4.1	L'EMPREINTE EN CFAO	72
4.1.1	<i>Les causes possibles d'imprécision lors de l'empreinte</i>	72
4.1.1.1	Mauvaise préparation des dents	72
4.1.1.2	Poudrage en couches inégales	72
4.1.1.3	Mauvaise manipulation de la caméra	72
4.1.1.3.1	Instabilité de la caméra en bouche	72
4.1.1.3.2	Angulation et distance de la caméra	72
4.1.2	<i>L'usage de la CFAO chez l'enfant</i>	72
4.1.3	<i>Le traitement des empreintes</i>	73
4.1.4	<i>L'intervention du praticien est-elle vraiment nécessaire pour ce qui est du design</i>	

<i>des éléments prothétiques ?</i>	74
4.1.4.1 La détermination de la limite cervicale	74
4.1.4.2 Le design de la dent.....	75
4.1.5 <i>Le choix du bloc à usiner</i>	78
4.1.5.1 Le matériau.....	78
4.1.5.2 La teinte.....	78
4.2 LA CFAO PEUT-ELLE SE SUBSTITUER AUX TECHNIQUES CONVENTIONNELLES DE PROTHESE CHEZ L'ENFANT ?	78
4.2.1 <i>L'intégration d'outils adaptés à l'enfant</i>	78
4.2.2 <i>Le codage des actes médicaux</i>	79
CONCLUSION	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81
TABLE DES ILLUSTRATIONS	86
TABLE DES TABLEAUX	88

Introduction

La prévention et les soins en odontologie pédiatrique sont primordiaux, ils vont permettre de maintenir ou de restituer un bon état bucco-dentaire de l'enfant, et donc de l'adulte en devenir. Cela a un impact direct sur sa santé générale.

Les politiques de santé menées ont permis de diminuer l'indice CAO (dents cariées, absentes ou obturées). Une étude de l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) montre que pour les enfants de 12 ans, cet indice est passé de 4,20 en 1987 à 1,23 en 2006. Ce résultat est similaire en ce qui concerne la proportion d'enfants de 12 ans indemne de caries, il était de 12% en 1987 et de 56% en 2006 (1).

Dans le même temps, la médecine bucco-dentaire a grandement évolué, notamment grâce aux développements technologiques qui ont créé de nouveaux outils et matériaux qui aujourd'hui sont indispensables dans nos plateaux techniques. Avec l'arrivée de l'informatique et son expansion dans tous les domaines, la pratique de la prothèse fixée se retrouve transformée par la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur), c'est une avancée dans le confort et la qualité de nos soins.

Grâce aux outils actuels, est-il possible d'utiliser la CFAO chez l'enfant ? Nous verrons dans un premier temps les généralités sur la CFAO, dans un second temps son application chez l'enfant, et enfin trois cas cliniques illustrant la réflexion menée.

1 La CFAO

1.1 Rappel sur la CFAO

1.1.1 Définition

La CFAO dentaire est inventée en 1971 par François Duret. Elle est caractérisée par deux éléments : la CAO, conception assistée par ordinateur, et la FAO, fabrication assistée par ordinateur.

La CAO se définit par la réalisation d'une empreinte numérique qui sera réalisée à l'aide d'une caméra. Traitée informatiquement grâce à un logiciel, elle nous donnera un modèle clinique et la construction d'un projet prothétique virtuel.

Dans un second temps, les données seront transmises à une machine-outil qui réalisera la commande. Nous aurons généralement une impression en trois dimensions par stéréolithographie, la réalisation d'une maquette en cire projetée par un prototypage, ou la réalisation d'éléments dont l'utilisateur définira le matériau (céramique, métal, composite...) par un usinage. Ceci définit la FAO.

Nous comprenons rapidement que CAO et FAO vont de pair, c'est pourquoi nous parlons de CFAO.

La CFAO peut être directe, indirecte, ou semi directe.

1.1.2 Les différents types de CFAO

1.1.2.1 La CFAO directe

C'est le cas le plus simple. En effet, tout se fait au cabinet dentaire. Le praticien réalise l'empreinte optique au fauteuil, qui sera numérisée et traitée informatiquement. La conception et les réglages apportés se feront directement par le praticien, ainsi que la fabrication grâce à l'usineuse qui se trouve aussi sur place.

La prothèse dans ce cas peut être posée dans la même séance, c'est le grand avantage de cette technique. Néanmoins, le maquillage de la céramique est une étape importante dans l'esthétique de la prothèse. Elle nécessite une certaine expérience que la plupart des chirurgiens-dentistes n'ont pas mais qui peut bien sûr s'acquérir avec le temps.

1.1.2.2 La CFAO semi-directe

Les étapes restent les mêmes que pour la CFAO directe, mais nous distinguerons la CAO qui se fera au cabinet dentaire, et la FAO qui sera réalisée au laboratoire de prothèse ou dans un cabinet de FAO externalisé.

L'inconvénient de cette technique est la nécessité d'avoir au moins deux rendez-vous avec le patient pour la pose de sa prothèse fixée. De ce fait, il sera nécessaire et fondamental d'avoir une dent provisoire entre les deux rendez-vous. Par contre, le maquillage de la céramique sera réalisé par le laboratoire de prothèse.

1.1.2.3 La CFAO indirecte

Contrairement aux deux autres types de CFAO, l'empreinte initiale est dite « classique » et est réalisée à l'aide d'un matériau d'empreinte. Elle sera désinfectée, transportée, souvent conservée, traitée avant d'être coulée. Une fois coulée, c'est cette empreinte qui sera scannée puis traitée.

1.2 Avantages et intérêts de l'empreinte optique

1.2.1 Un travail simplifié

1.2.1.1 Pour le patient

Le patient, lors d'une empreinte classique, est dans une posture désagréable, il doit recevoir un porte-empreinte chargé d'un matériau à cet effet. L'insertion du porte-empreinte peut provoquer un réflexe nauséux, particulièrement lors de l'empreinte maxillaire. Aujourd'hui, les têtes de lecture des caméras de CFAO sont de plus en plus petites. Par exemple la récente caméra Condor inventée par François Duret se présente comme une turbine au niveau des dimensions, ce qui est mieux accepté par les patients.

1.2.1.2 Pour le praticien

La prise d'empreinte classique est technique, souvent chronophage et se déroule en plusieurs étapes. Dans cette partie, l'empreinte classique et l'empreinte par CFAO vont être comparées dans le cas d'une couronne unitaire.

1.2.1.2.1 Préparation du matériel

Lors d'une empreinte classique, le praticien doit choisir le porte-empreinte le plus adapté qui parfois peut être modifié pour être intégré à la bouche du patient. Cela doit être fait au niveau de l'arcade maxillaire et de l'arcade mandibulaire.

Pour certaines caméras optiques comme la Bluecam® de chez Sirona, il est parfois nécessaire d'effectuer un poudrage des zones à enregistrer au préalable (Figure 1). Sinon seul le logiciel est à lancer pour pouvoir faire l'empreinte.



Figure 1 : Image représentant les dents 15 et 16 poudrées (2)

1.2.1.2.2 L'accès aux limites

Si les limites de préparation sont juxta, voire infragingivales, une déflexion gingivale doit être faite au préalable afin de visualiser le profil d'émergence. Voici les techniques les plus utilisées :

- La déflexion peut être mécanique, cela se fait à l'aide de cordonnets simples ou doubles qui seront insérés dans le sulcus. Afin de supprimer les saignements lors du retrait des cordonnets, une solution astringente peut être appliquée afin d'obtenir un effet hémostatique et vasoconstricteur.
- Il existe des techniques moins chronophages et moins traumatiques comme l'utilisation de pâtes de déflexion gingivale. Elles sont injectées dans le sulcus et permettent de refouler la gencive tout en assurant

l'hémostase, la technique de choix en CFAO est celle utilisant l'Expasyl® (3). Il diminue fortement la quantité d'artefacts lors de la prise d'empreinte.

- Elle peut aussi se faire à l'aide de fraises diamantées montées sur turbine en effectuant l'éviction de l'épithélium interne de la gencive marginale. Cette méthode permet aussi la finition de la préparation de la dent support. Les fraises cylindro coniques, légèrement évasées, fines et à faible granulométrie sont préconisées par TOUATI en 1976 (4)
- Enfin, la déflexion peut se faire à l'aide d'un laser CO₂ ou Erbium Chromium afin d'éliminer la gencive tout en assurant l'hémostase (5).

1.2.1.2.3 La prise de l'empreinte

Une fois le porte-empreinte choisi, le matériau d'empreinte doit être mélangé dans le but de le charger. Cette étape peut nécessiter un travail à quatre mains, dans le cas par exemple d'une technique double mélange avec deux silicones de fluidité différente. Le matériau doit être préparé, mesuré qualitativement et quantitativement. Dans le cas contraire non seulement le réflexe nauséux s'intensifie, mais les propriétés intrinsèques des matériaux sont modifiées.

Une fois chargé, le praticien doit l'insérer en bouche en prenant garde à l'axe du porte-empreinte, et à la profondeur d'insertion. Cela demande une certaine technique qui s'acquiert avec le temps.

Le temps de prise des différents matériaux doit aussi être respecté pour éviter les déformations et le tirage de l'empreinte.

Lors de la désinsertion, il y a un risque d'arrachement du matériau, par exemple si le patient présente des embrasures volumineuses qui n'ont pas été comblées par de la cire au préalable.

La prise d'empreinte est un geste technique demandant de la rigueur, chaque étape est importante et peut finir en échec si elle n'est pas assurée correctement.

L’empreinte en CFAO se résume à l’enregistrement de la dent à restaurer et d’au moins une dent adjacente de part et d’autre de celle-ci, des dents antagonistes, et pour terminer l’enregistrement de l’occlusion en position d’intercuspitation maximale (ICM). S’il y a un flou ou un manque à un endroit, le praticien n’a juste qu’à y repasser, les logiciels sont capables de resynchroniser les images afin de ne réaliser qu’une seule acquisition. En plus d’un gain de temps certain, le protocole est grandement simplifié, et comme le dit l’inventeur de la CFAO dentaire : « l’empreinte optique est une étape fondamentale de la CFAO dentaire, puisqu’elle seule permet de casser la chaîne des imprécisions » (6).

1.2.1.3 Pour le prothésiste

Avant d’être transmise au prothésiste dentaire, l’empreinte classique doit être rincée et désinfectée par le professionnel de santé. En effet, le contact avec le sang et la salive du patient provoque des risques de contaminations croisées qui sont à éviter.

La coulée de l’empreinte nécessite un deuxième traitement de celle-ci au préalable avec un agent tensio-actif afin de diminuer le risque de bulles. Ces traitements ne dégradent pas l’état de surface des élastomères (7).

Une fois coulée, le modèle doit être transformé en modèle positif unitaire (MPU) et c’est sur ce dernier que la prothèse sera effectuée.

L’avantage en CFAO est qu’après l’enregistrement, il est possible de définir informatiquement la limite cervicale sur laquelle sera réalisée la prothèse. L’empreinte ne sera jamais altérée, de par le praticien ou le prothésiste, et sera réutilisable. De plus, si nécessaire, il est possible de produire un MPU à partir de l’empreinte numérique.

1.2.2 La précision de l’empreinte

L’empreinte optique assure une précision allant de 15 à 30µm (6). Des études montrent que les silicones, matériaux élastomères très utilisés en prothèse fixée, peuvent avoir une précision de 20µm (8), mais si l’on ajoute à cela toutes les déformations possibles par le praticien et par les propriétés intrinsèques du matériau, la fiabilité de l’empreinte conventionnelle est inférieure à l’empreinte optique.

1.2.3 Choix thérapeutiques étendus en prothèse fixée

Concernant la prothèse fixée sur dent naturelle, la CAO peut substituer l’empreinte conventionnelle pour les reconstitutions coronaires. Quant à la fabrication des prothèses, elle pourra être réalisée par une usineuse ou par le prothésiste lui-même.

Pour les reconstitutions corono-radiculaires nécessitant un inlaycore, certains fabricants comme 3Shape® produisent des tenons spéciaux, appelés « scan posts » chez eux, qui ont une tête destinée à être numérisées (Figure 2). En effet, ils donneront leur position exacte dans l’espace et seront transposés dans l’empreinte numérique.



Figure 2 : Deux scan posts de diamètres différents (9)

Ce système de tête fonctionne aussi pour les implants avec les « scan body » qui seront enregistrés et qui donneront la position exacte des implants (Figure 3).



Figure 3 : Arcade maxillaire avec 6 implants sur lesquels 6 « scan body » ont été placés (10)

1.2.4 Communication facilitée avec le patient

Les patients ont souvent peu conscience des traitements qui leur sont réalisés, notamment en prothèse. Souvent les mots ne suffisent pas, et il existe différentes façons de leur expliquer les choses, par exemple avec un MPU sur lequel est réalisée une couronne ou encore avec une vidéo explicative. Ces cas sont souvent similaires à ceux du patient et peuvent être présentés avant le traitement en complémentarité de la CFAO.

Pendant l’empreinte optique, le patient voit en direct ses propres dents apparaître au fur et à mesure. Une fois le modèle virtuel obtenu, le praticien peut réaliser en direct la conception de la future prothèse qui sera produite.

La communication est un élément fondamental et une des clés dans la relation de confiance avec le patient.

1.2.5 Stockage et traçabilité des prothèses

Le chirurgien-dentiste peut facilement stocker les empreintes sur des supports numériques tels qu’un serveur ou tout simplement une carte SD.

Cela libère de la place dans le cabinet, tout en supprimant le risque de fracture des modèles en plâtre.

De plus, ce stockage a un intérêt médico-légal car c’est un document inaltérable et il est daté.

1.2.6 Enregistrement de la teinte

L’enregistrement de la teinte est classiquement fait par le praticien. Elle dépend de l’expérience du praticien et est donc en parti subjective.

Afin d’y remédier il est possible de réaliser un schéma de teinte ou encore de réaliser des photos pour le prothésiste.

Certaines caméras possèdent des capteurs pouvant enregistrer les couleurs des dents, ce qui est moins chronophage et évite l’utilisation de matériel multiple.

1.2.7 Notion d’écologie

Il n’y a pas de déchets éventuels de l’empreinte, recyclables ou non, ni de produits polluants. De plus, vu que la communication avec le prothésiste se fait via internet, aucun transport par coursier ayant besoin d’un véhicule n’est nécessaire.(11)

1.2.8 Technologie en constante évolution

Plusieurs technologies sont en développement et nous sommes loin d'avoir atteint un plateau de stagnation. Aujourd'hui, 3 éléments définissent le type de caméra utilisé (11), la source de lumière qui peut être une LED ou un laser, la technologie d'acquisition par triangulation, stéréoscopie ou encore confocale parallèle, la capture en « point and click » ou full motion.

Parmi les pistes développées, il y a le scanner intra-oral à ultrasons. Il est développé depuis 2009 et se résume à une échographie permettant de numériser une zone tout en ignorant la présence de fluides. Le système n'est pas encore au point mais peut-être que dans les années à venir nous retrouverons une caméra ayant cette technologie dans nos cabinets ! (12)

1.3 Inconvénients de la CFAO

1.3.1 Investissement important et maintenance du matériel

Les prix d'une caméra optique ainsi que son logiciel coûtent en moyenne 30000€. La chaîne entière de CFAO nécessite un investissement d'environ 120000€, sans compter les frais de maintenance et des consommables, cela justifie la réticence d'une majorité de praticiens à accéder à cette technologie. C'est souvent dans des cabinets de groupe où les charges sont divisées que l'investissement est fait.

1.3.2 Formations conseillées

La pratique de la CFAO requiert des compétences évidentes en informatique, une personne voulant exploiter au maximum les performances du système aura besoin de se former.

De plus, certaines céramiques nécessitent un maquillage et une cuisson. C'est une étape prothétique qui est faite au cabinet dans le cas de la CFAO directe. Même si cette étape n'est pas forcément difficile, tous les chirurgiens-dentistes ne sont pas formés à cela, de l'expérience est nécessaire pour obtenir une esthétique satisfaisante des prothèses.

Il existe un Diplôme Universitaire de conception et fabrication assistée par ordinateur à Montpellier offrant une formation théorique et pratique sur les bases fondamentales de la CFAO (13).

1.3.3 Esthétique de la céramique usinée au cabinet

Les matériaux à usiner au cabinet ont une gamme de teintes assez variées avec différentes translucidités. Néanmoins, sur une reconstitution antérieure, le résultat était souvent plus proche d'une jolie dent provisoire que d'une céramique réalisée au laboratoire de prothèse. Aujourd'hui, avec les nouveaux matériaux cela est de moins en moins vrai, de plus, dans la version 4.2 du CEREC®, nous pouvons trouver le Smile Design qui tient compte de la bouche et du visage du patient ce qui augmente le réalisme et donc le résultat esthétique (14). Il faut toujours rester vigilant avec le discours des fabricants, mais l'évolution des systèmes et des matériaux est réelle.

1.3.4 Certains systèmes sont fermés

Comme dit précédemment, l'avantage avec la CFAO est que l'empreinte peut être envoyée directement au prothésiste sous la forme d'un fichier. Les données que l'on retrouve dans ce fichier sont en partie un nuage de points dans l'espace, le logiciel permet de l'interpréter en affichant l'empreinte. Si le système est dit « fermé », ce fichier ne peut parfois être lu ou être partiellement lu. Toute faille dans les données ou interprétation du logiciel peut compromettre la future prothèse. Aujourd'hui, ces formats existent de moins en moins, presque tous les systèmes utilisent le format .STL qui représente le système « ouvert ». Même d'anciens fabricants comme Sirona qui avaient leur propre format .SI peuvent actuellement produire des fichiers .STL.

1.3.5 Certains systèmes nécessitent un poudrage

La caméra Bluecam® développée par Sirona nécessite que les surfaces enregistrées soient poudrées avant. Ce poudrage doit être homogène en une fine couche uniforme, sur toutes les surfaces visant à être scannées. C'est un geste qui peut être une source d'erreurs pour les nouveaux utilisateurs mais qui tend à disparaître.

1.3.6 Impossibilité d'enregistrer l'occlusion dynamique ou les positions thérapeutiques ?

Aujourd'hui la réponse est « non », ceci grâce aux avancées technologiques et informatiques.

Les articulateurs permettent de reproduire grâce à des modèles physiques la cinétique mandibulaire. Ils sont adaptables, semi-adaptables ou non adaptables. La reproduction de ces articulateurs physiques dans un environnement informatique a provoqué la création des articulateurs mathématiques (15). Sur la version 4.4 du CEREC® il est possible de programmer une table de montage personnalisée en rentrant différentes valeurs :

- Le bras correspondant aux côtés du triangle de Bonwill, c'est la distance entre les condyles et le point inter-incisif mandibulaire.
- La base du triangle de Bonwill représentant la distance inter-condylienne.
- L'angle de Balkwill étant l'angle formé entre le triangle de Bonwill et le plan d'occlusion (Figure 4).

Ces informations peuvent être retrouvées grâce à un arc facial et le report sur un articulateur semi adaptable.

- L'angle sagittal qui est l'angle de la pente condylienne.
- L'angle de Bennett droit et gauche.
- Le déplacement latéral immédiat droit et gauche.

Ces dernières ont besoin d'une mesure axiographique.

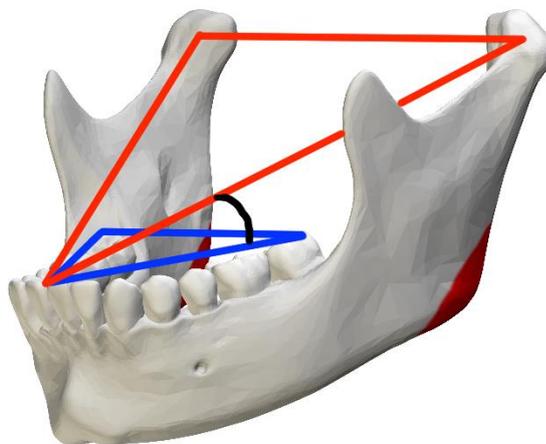


Figure 4 : Représentation de l'angle de Balkwill (16)

Pour les reconstitutions allant de 1 à 3 éléments, et si le patient possède des protections antérieure et postérieure fonctionnelles, le fait de ne pas avoir d'arc facial et d'axiographie n'est pas réellement problématique. Il est possible d'utiliser une table de montage arbitraire. Les retouches seront minimales voire inexistantes.

2 La CFAO chez l'enfant

2.1 Le soin chez l'enfant

2.1.1 Anxiété et coopération

La gestion de l'anxiété lors de la prise en charge est très importante car elle influence la qualité du soin et sa pérennité (17). Cela passe avant tout par une approche globale de l'enfant, d'une communication verbale et non-verbale. La CFAO donne à la fois un côté pédagogique au soin, mais aussi un côté ludique car tout se construit devant ses yeux.

2.1.2 Objectif du soin chez l'enfant

L'objectif du soin chez l'enfant ne diffère pas avec la CFAO.

La prise en charge doit être effectuée le plus précocement possible afin de prévenir les douleurs, protéger les dents présentes en assurant le maintien de la dimension verticale, la fonction et l'esthétique, faciliter l'hygiène bucco-dentaire, intercepter les anomalies de la croissance cranio-faciale (18).

Les dents temporaires vont avoir un rôle de guide dans la croissance des os maxillaires et futures dents définitives. L'avulsion en chirurgie dentaire, hors cas orthodontique ou malposition importante, est souvent considérée comme un échec. Le but est donc de conserver dans la mesure du possible et du raisonnable les dents temporaires jusqu'à leur chute.

Au niveau des dents définitives, celles qui viennent d'apparaître sur arcade sont immatures avec une chambre pulpaire large et un apex ouvert. La minéralisation des tissus étant incomplète, elles sont en plus sensibles à la carie et aux pathologies pulpaires. Notre but sera de préserver la vitalité afin de permettre l'édification radiculaire et l'apexogenèse (19), et dans le cas contraire effectuer une apexification tout en protégeant les tissus résiduels.

L'intérêt de la CFAO réside dans la prise en charge des traumatismes dentaires, des anomalies de structures dentaires, et des reconstitutions carieuses importantes.

2.2 Indications de la CFAO chez l'enfant

2.2.1 Traumatologie bucco-dentaire

Différentes études dans le monde ont montré que 7 à 50 % de la population infantile mondiale a déjà eu un traumatisme bucco-dentaire avant l'âge de 15 ans. En effet la

zone oro-faciale est la plus atteinte à l'âge préscolaire, et la 4^{ème} zone de tout le corps pour les personnes entre 7 et 30 ans (20), le chirurgien-dentiste est régulièrement confronté aux traumatismes des dents antérieures.

Les fractures dentaires de grande dimension et les formes complexes intéressants le complexe pulpaire sont des cas difficiles à prendre en charge chez l'enfant. Dans l'urgence il n'est pas toujours possible de recoller un fragment dans de bonnes conditions et la pérennité du soin en est altéré.

Il est possible dans un second temps de reconstruire le fragment manquant grâce à la CFAO en créant une pièce esthétique, adaptée, et respectant le guidage antérieur.

2.2.2 Les anomalies de structure dentaire (18,21–23)

2.2.2.1 L'amélogénèse imparfaite

L'amélogénèse imparfaite est une maladie héréditaire dont tous les modes de transmission sont possibles (autosomique dominant, récessif, lié au chromosome X). Plusieurs gènes connus peuvent être impliqués dans la maladie : AMELX, ENAM, MMP20, KLK4 , WRD72, FAM83H, FAM20A, DLX3. Elle se caractérise par l'altération de la structure et de l'apparence de l'émail touchant toutes les dents. Ce défaut peut être qualitatif et/ou quantitatif. Elle affecte la denture temporaire et la denture permanente avec une sévérité comparable, peut être isolée ou associée à un syndrome. Sa prévalence va de 1/4000 à 1/14000 selon les populations.

Il existe plusieurs formes cliniques, les typologies les plus fréquentes sont l'amélogénèse hypoplasique, hypominéralisée et hypomature.

2.2.2.1.1 L'amélogénèse imparfaite hypoplasique

Dans cette forme, le défaut est quantitatif, nous pouvons trouver des zones où l'émail est sain, d'autres où il est très fin avec la présence de rugosités, de stries, de puits, et il peut être aussi inexistant (Figure 5). Cependant, la dureté au sondage et la translucidité de l'émail présent est normal, il n'est pas prédisposé à l'usure. A la radiographie sa radio-opacité est la même que l'émail sain.



Figure 5 : Amélogénèse imparfaite hypoplasique chez un enfant de 3 ans (T. Trentesaux)

2.2.2.1.2 L'amélogénèse imparfaite hypominéralisée

Dans sa forme hypominéralisée, comme l'indique son nom le défaut est qualitatif, l'épaisseur de la couche d'émail est souvent normale. Nous nous retrouvons avec un émail jaune-orangé présentant une surface rugueuse et des zones d'usures (Figure 6). Il est moins dur au sondage et est associé à des sensibilités. A la radiographie il est plus radio-claire, proche de celle de la dentine.



Figure 6 : Amélogénèse imparfaite hypominéralisée (24)

2.2.2.1.3 L'amélogénèse imparfaite hypomature

La forme hypomature montre une atteinte qualitative de l'émail. Il est d'épaisseur normale et sa dureté est sensiblement inférieure à la normale. Il est opaque et présente des colorations allant du blanc crayeux au jaune brun (Figure 7). Il n'y a pas de sensibilité associée, ni d'altération de la morphologie.



Figure 7 : Amélogénèse imparfaite hypomature (25)

2.2.2.1.4 Traitements et suivi

Le traitement a pour objectif de corriger l'anatomie dentaire, de protéger les tissus sous-jacents, de diminuer les sensibilités associées, et de rétablir l'esthétique. Il peut être réalisé à l'aide de coiffe pédiatrique, de composite, de ciment verre ionomère, par technique directe ou indirecte. Pour les dents définitives antérieures, des facettes peuvent être mises en place. En cas d'avulsion, tout espace nécessite d'être compensé par un mainteneur d'espace ou d'une prothèse pédiatrique.

Le suivi doit être fréquent, tous les 6 mois.

Grâce à la CFAO, des couronnes préformées peuvent être réalisées dans les secteurs postérieurs, ainsi que des onlays. Les secteurs antérieurs peuvent être traités avec des chapes et des facettes.

2.2.2.2 La dentinogenèse imparfaite

La dentinogenèse imparfaite est une maladie génétique autosomique se caractérisant par des anomalies de la structure dentinaire. Son expression est variable, elle peut atteindre la denture lactéale, ou les deux dentures. Elle peut être associée à l'ostéogenèse imparfaite. Son incidence se situe entre 1/6000 et 1/8000. Cliniquement, les dents sont translucides avec des dyschromies allant du gris au brun ambré (Figure 8). L'émail sus-jacent est normal mais se fragmente assez facilement, à l'origine d'une exposition dentinaire qui subit une abrasion importante.



Figure 8 : Dentinogènèse imparfaite chez un enfant de 30 mois (T. Trentesaux)

Radiologiquement, la pulpe est oblitérée avec souvent l'absence de visibilité de la pulpe camérale et radiculaire. La présence d'images apicales est fréquente avec une difficulté évidente des traitements endodontiques initiaux (Figure 9).



Figure 9 : Radiographie panoramique d'un enfant de 6 ans atteint de dentinogènèse imparfaite (T. Trentesaux)

Les conséquences de cette maladie sont des infections à répétition, une diminution de la dimension verticale d'occlusion et une mauvaise esthétique.

Le traitement de ces dents se fera principalement par leur recouvrement complet afin de les protéger, de rétablir les fonctions ainsi que l'esthétique, et cela sur du long terme, par des couronnes préformées au niveau des secteurs postérieurs et des chapes en antérieur chez l'enfant, des couronnes et facettes chez l'adulte.

L'amélogènèse imparfaite et la dentinogènèse imparfaites vont toucher au moins l'une des deux dentures, de manière généralisée.

2.2.2.3 L'hypominéralisation des Molaire et Incisives (MIH)

Le MIH est une hypominéralisation de l'émail qui atteint au moins une des quatre premières molaires permanentes. Elle peut être associée à l'atteinte d'une ou plusieurs incisives permanentes. L'étiologie est encore inconnue, il y a une part génétique et surtout une part environnementale qui surviendrait pendant les premières années de la vie. Les facteurs environnementaux les plus incriminés sont la dioxine et le bisphénol A.

Sur les dents antérieures, les atteintes ne sont pas symétriques. Elles sont marquées par des opacités allant du blanc au brun plus ou moins prononcé n'entraînant qu'un problème esthétique (Figure 10). Il peut être géré selon la profondeur de l'atteinte par du vernis fluoré, de la microabrasion, de l'érosion-infiltration (technique ICON), du composite, ou une facette.



Figure 10 : Dents antérieure atteintes d'un MIH (T. Trentesaux)

Au niveau des dents postérieures, l'émail se retrouve mou, poreux, crayeux. Les cuspides se fracturent en pans et la susceptibilité à la carie est accrue (Figure 11). Contrairement aux dents antérieures, il peut y avoir des sensibilités dentaires et une perte de fonction. De plus, ces dents sont plus difficiles à anesthésier. Il est possible d'utiliser des anesthésies tronculaires afin d'en optimiser l'efficacité, néanmoins la prise de cette dernière est longue et la zone anesthésiée est vaste. Il est recommandé d'utiliser des techniques d'anesthésie ostéocentrales qui vont

localement agir sur le système nerveux périphérique de la dent. Des outils comme le Quicksleeper® peuvent forer la corticale osseuse et faciliter l'injection.

Selon l'atteinte de la dent, les traitements peuvent être l'application d'un vernis fluoré, de résine composite, de verre ionomère, ou la pose d'une couronne préformée.



Figure 11 : 1ère molaires mandibulaires atteintes de MIH (T. Trentesaux)

2.3 La place de la CFAO dans le gradient thérapeutique

2.3.1 La notion de gradient thérapeutique

Le gradient thérapeutique est une notion développée en 2009 par Gil Tirlet et Jean Pierre Attal (26) (Figure 12).

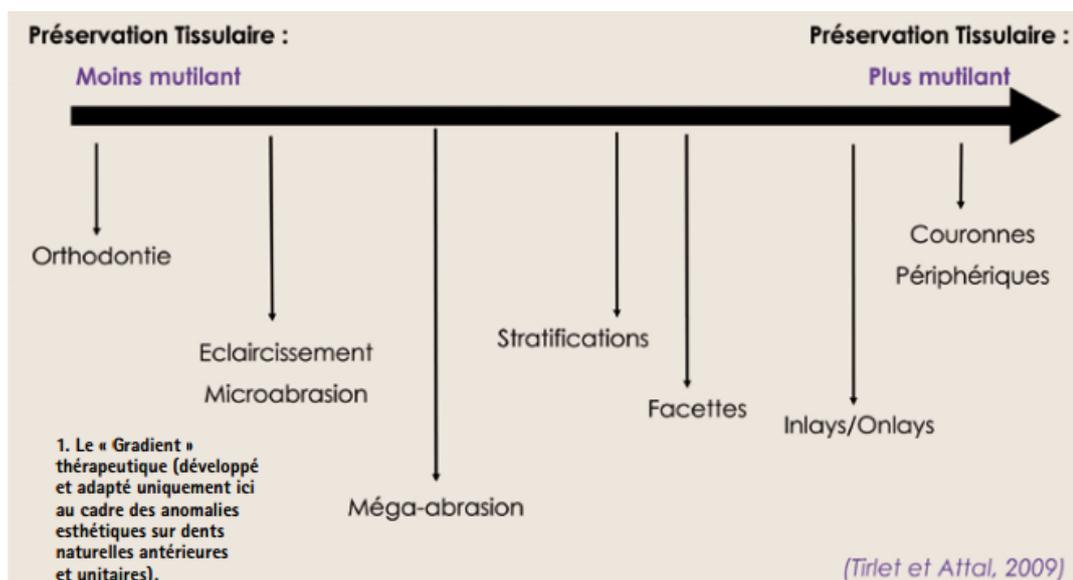


Figure 12 : Le gradient thérapeutique de Tirlet et Attal (26)

C'est un concept médical qui distingue les préparations tissulaires des plus économes en tissu aux plus délabrantes dans le cadre des anomalies esthétiques sur dents naturelles antérieures et unitaires. Au niveau des secteurs postérieurs l'esthétique n'est pas la priorité même si les matériaux disponibles en CFAO répondent à ce critère, mais la notion d'économie tissulaire nous permet grâce à ce concept un délabrement minimum des tissus dentaires.

En effet, le praticien en curetant à minima respecte les tissus environnant la carie. Par ce procédé, il pourra évaluer selon les tissus disponibles la faisabilité des soins et leur durabilité, tout en gardant la priorité aux traitements les moins mutilants.

L'écoute des parents et de l'enfant est aussi fondamentale, le but est de trouver un traitement qui soit cohérent entre leur demande et ce qui est possible.

2.3.2 Application de la CFAO dans le gradient thérapeutique

Nous allons voir les différents traitements proposés par le gradient thérapeutique, et si une application est possible par la CFAO.

2.3.2.1 Orthodontie

Certains systèmes de CFAO permettent la planification de traitements orthodontiques, la conception des dispositifs ainsi que la fabrication de ces derniers. Les traitements sont non-délabrants.

2.3.2.2 Eclaircissement, micro-abrasion, méga-abrasion, stratification

Ces traitements sont des plus économes en tissus, la préparation pour un traitement par un système de CFAO n'est pas adaptée.

2.3.2.3 Facettes

Les facettes sont des dispositifs visant à recouvrir la face vestibulaire d'une dent antérieure, qui seront collés sur l'émail des dents.

Elles sont utilisées pour corriger un défaut de structure de l'émail de la dent provoquant une dyschromie réfractaire aux techniques d'éclaircissement (ex : hypoplasie, fluorose, tétracycline...) ou pour corriger certaines malpositions dentaires si refus de l'orthodontie (ex : fermeture de diastème, allongement coronaire...).

Les facettes doivent être collées sur de l'émail. La préparation dans les cas d'anomalie de structures entraînant une perte tissulaire comme l'amélogénèse imparfaite hypoplasique peut ne pas être nécessaire (Figure 13).

Ce traitement aura à la fois un objectif esthétique, mais aussi de protection des tissus sous-jacents.

De manière générale, un enfant en denture lactéale a une occlusion en bout à bout incisif, les reconstitutions qui seront réalisées sur les dents antérieures ne seront pas gênées par les forces de flexion.



Figure 13 : Préparation pour facettes sur 11 12 21 (27)

2.3.2.4 Inlays-Onlays

Les inlays et onlays peuvent être mis en place dans le cas d'une perte importante de tissus dentaires d'origine carieuse ou non. Au niveau de la dent définitive, ils permettent une meilleure répartition des charges occlusales et augmentera la résistance à la fracture des dents dévitalisées, elle sera après traitement au moins aussi importante que sur dent saine (28).

L'inlay ou l'onlay sur dent temporaire se fera principalement sur les deuxièmes molaires temporaires car leur dimension est plus importante. Il sera préconisé lors du stade labile constructif, stable, aux débuts du stade labile destructif. Il est indiqué en cas de lésion carieuse précoce étendue, de lésions supra gingivales, de caries proximales intéressant les faces vestibulaires et linguales. Il est contre-indiquée si la

reconstitution est infra gingivale, si le risque carieux est toujours élevé, s'il n'y a pas de coopération ni avec l'enfant ni avec les parents ou accompagnants, s'il y a plus de 2/3 de résorption des racines.

Le prérequis sera en fonction de la taille de la lésion carieuse, du statut pulpaire, et d'un examen complémentaire à l'aide d'une radiographie rétro alvéolaire.

L'intérêt de cette reconstitution est d'être durable et étanche. En comparaison à une reconstitution directe qui a une durée de vie moyenne de 5 ans (29), et cela sans compter les conditions de mise en œuvre plus difficile chez l'enfant, cela permettra d'avoir une meilleure adaptation marginale et une meilleure esthétique.

Selon la classification ICDAS, l'onlay et l'inlay pourront avoir leur intérêt à partir de ICDAS 4, c'est-à-dire à partir du moment où la carie est établie au niveau dentinaire (30). Il sera donc impératif que la carie n'ait pas atteint la pulpe et qu'il n'y ait pas de symptomatologie pulpaire irréversible.

La préparation étant périphérique partielle, cela permet la conservation des tissus aux alentours (Figure 14).



Figure 14: Préparation pour onlay sur 46 (31)

2.3.2.5 Les couronnes

Au niveau de la dent temporaire, le but de la couronne est de renforcer une dent qui a été fortement délabrée, de rétablir son anatomie et de recréer les points de contacts proximaux et occlusaux. Elles sont actuellement majoritairement représentées par les couronnes préformées.

La couronne sur la denture permanente chez l'enfant ne peut jamais être définitive, elle sera toujours temporaire à cause de l'égression secondaire des dents (32). D'une part, les limites cervicales s'élèveront ce qui handicape l'esthétique au niveau du joint circonférentiel, d'autre part, la rétention pourra être améliorée par la suite avec une plus grande hauteur de préparation.

Cette dernière est périphérique totale, ce qui ne respecte pas forcément la notion d'économie tissulaire.

2.3.2.5.1 Les couronnes préformées

2.3.2.5.1.1 La couronne préformée métallique

Les couronnes préformées métalliques sont des coiffes composées de 65-74% de fer, 17-19% de chrome et 3-9% de nickel (33).



Figure 15 : Photographie d'une 85 soignée par une couronne préformée métallique (T. Trentesaux)

Les couronnes préformées ont de nombreuses indications :

- les dents touchées par des caries moyennes à sévères, très endommagées et fragilisées après curetage carieux,
- les caries proximales intéressant les faces vestibulaires et linguales au-delà des embrasures,
- les déminéralisations cervicales importantes,
- après une pulpotomie ou une pulpectomie,

- dans le cas d'infraclusion des molaires temporaires,
- permettre un appui pour un mainteneur d'espace,
- dans des cas d'anomalies de développement locales ou générales des dents temporaires,
- si échec des autres reconstitutions,
- si le risque carieux est élevé (33–35).

Une simple reconstitution ayant de grandes proportions entraînerait une moins bonne gestion des forces occlusales (35).

Le taux de réussite grâce la protection de la reprise carieuse qu'elle procure est bien au-dessus des reconstitutions classiques comme l'amalgame ou le composite (36). Elles seront contre indiquées si 2/3 des racines sont résorbées. Nous éviterons les couronnes préformées métalliques si le patient présente une allergie ou une hypersensibilité au nickel. De plus, ces couronnes préformées « classiques » apportent peu si la demande est esthétique. Au niveau des dents temporaires, la préparation requiert un slice des faces proximales ainsi qu'une réduction occlusale. Ce n'est pas forcément le cas pour les dents définitives.

2.3.2.5.1.2 La couronne pédodontique zircone

Nous pouvons retrouver des chapes en zircone chez Nu-smile® ou Sprig-U® (anciennement Ez pedo®) par exemple. En plus d'être plus esthétique, le matériau résiste plus à la fracture, est biocompatible, permet moins d'accumulation de plaque, est stérilisable, diminue considérablement le risque de carie secondaire (37,38) (Figure 16). Elles sont utilisées dans le secteur postérieur comme pour le secteur antérieur.



Figure 16 : Photographie d'une arcade en occlusion montrant les dents 52 à 62 reconstituées par des couronnes Nusmile (39)

Néanmoins, c'est un matériau qui n'est pas malléable ce qui oblige une préparation plus importante. Il a aussi un coût plus élevé.

2.3.2.5.1.3 La couronne pédodontique par CFAO

Actuellement, il est possible de faire des couronnes grâce à la CFAO.

Les intérêts sont multiples : l'adaptation marginale est meilleure ainsi que l'intégrité de la dent au sein de l'arcade, la procédure est moins longue, la gestion de l'esthétique est plus facile et les matériaux employés de meilleure qualité (40).

Un mauvais sertissage cervical peut favoriser l'accumulation de ciment de scellement au niveau du sulcus, ce qui provoquerait une inflammation parodontale.

De ce fait, nous pourrions entreprendre des couronnes préformées au niveau des dents postérieures, mais aussi au niveau des dents antérieures.

2.3.2.5.2 Les endocouronnes

Si la carie atteint la pulpe lors du curetage ou si la dent présente une inflammation irréversible de la pulpe camérale, il sera nécessaire de réaliser une biopulpotomie de la dent. Si la dent est nécrosée et conservable, le traitement endodontique sera fait. Dans ce cas, nous réaliserons une endocouronne.

Elle est indiquée pour les molaires ou prémolaires fortement endommagées ayant subi un traitement endodontique. La préparation est destinée au collage et est caractérisée par un trottoir cervical (Figure 17). Le but est d'éviter de réaliser un traditionnel ancrage radiculaire, cela augmentera la résistance à la compression, à la

fracture, et donc augmentera la durée de vie de la dent (41,42) Une préparation alternative appelée « Endo V-prep » proposée par J. Raynal augmente la surface de collage en réduisant de manière homothétique l'anatomie occlusale (43).

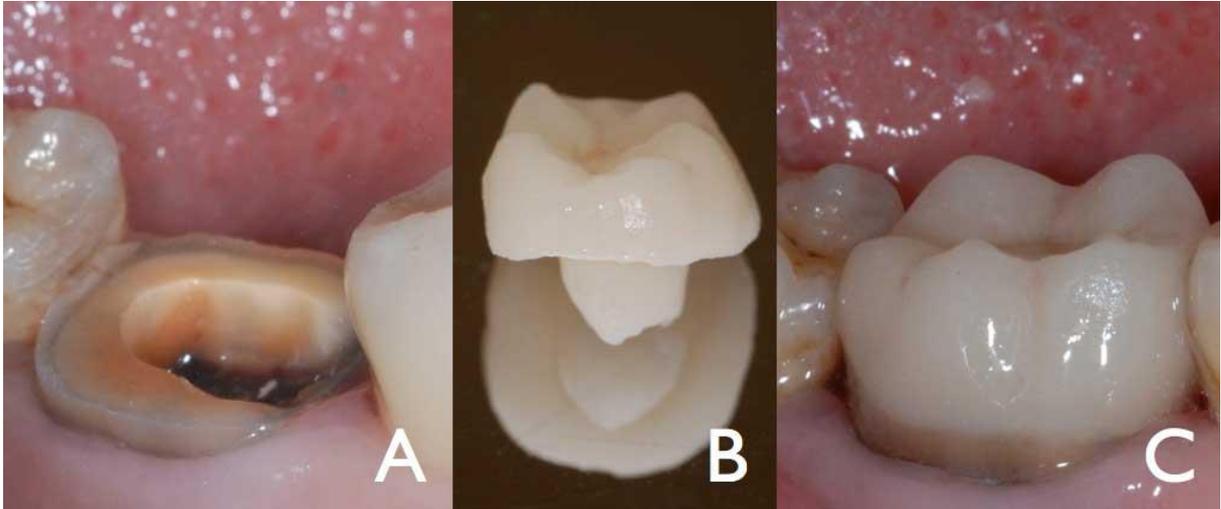


Figure 17 : Illustration de la préparation pour endocouronne (A), de l'endocouronne (B) et de la pose de l'endocouronne (C) (44)

Ce type de reconstitution est classiquement réalisé sur les dents définitives, mais étant donné que la chambre pulpaire des deuxièmes molaires lactéales est importante et que ces préparations ne nécessitent pas de préparation périphérique totale fragilisant les parois, nous pouvons imaginer ce genre de reconstitution sur les dents temporaires.

2.4 Les critères d'inclusion des enfants

2.4.1 Le risque carieux individuel

La plupart des reconstitutions ne pourront être réalisées que si le risque carieux individuel est faible. Selon la Haute Autorité de Santé (45), il est considéré comme élevé si au moins un des critères suivants est présent :

- Absence de brossage quotidien avec du dentifrice fluoré
- Ingestions sucrées régulières en dehors des repas ou du goûter (aliments sucrés, boissons sucrées, bonbons)
- Prise au long cours de médicaments sucrés ou générant une hyposialie
- Sillons anfractueux au niveau des molaires
- Présence de plaque visible à l'œil nu sans révélation

- Présence de caries (atteinte de la dentine) et/ou de lésions initiales réversibles (atteinte de l'émail)

La coopération de l'enfant est fondamentale car le praticien ne pourra pas seul éliminer tous les risques carieux individuels. Ses habitudes de vie vont directement avoir un impact sur la pérennité des soins qui lui seront faits.

2.4.2 La coopération de l'enfant

Pour qu'un soin soit réalisé dans les meilleures conditions, l'enfant se devra d'être à l'écoute et conciliant. Si les protocoles ne sont pas faits dans les bonnes conditions, cela entrave l'étanchéité entre le matériau et les tissus dentaires.

La présence de plaque visible à l'œil nu et l'absence de brossage sont intimement liées. Cela entre dans une phase d'éducation où l'enfant apprend et comprend les risques. Des séances de prophylaxie pourront être mises en place afin de l'éduquer pour ce qui est de l'hygiène bucco-dentaire et l'alimentation.

Sur ce dernier point, si l'enfant a en plus une autre pathologie telle que le diabète pour laquelle l'alimentation conditionne sa santé, de la prévention tertiaire et des séances d'Education Thérapeutique du Patient (ETP) peuvent être mises en place.

2.4.3 La coopération de l'entourage

Par entourage, il est entendu les personnes qui accompagnent l'enfant dans la vie de tous les jours, là où il réside. Ce sont souvent ses parents, ses frères et sœurs, sinon son éducateur, son responsable légal.

Ils vont créer un cadre de vie dans lequel l'enfant sera éduqué, avec plus ou moins de contraintes. Dans ce cadre, nous trouverons l'alimentation qui est évaluée de manière qualitative et quantitative.

Concernant la qualité, un apport trop sucré, non-équilibré, augmentera à la fois le risque carieux, mais aussi le risque d'obésité avec une malnutrition.

D'un point de vue quantitatif, la fréquence des prises alimentaires est importante. Les repas doivent être pris à heure fixe sans qu'il n'y ait de grignotage entre deux.

La santé de l'enfant dépend principalement de son cadre, et s'il n'y a pas de coopération avec l'entourage, encore une fois la pérennité des soins sera mise en cause.

2.5 Les matériaux de reconstitution

2.5.1 Les matériaux disponibles

Les matériaux principalement utilisés en CFAO directe sont les composites, les céramiques, et les matériaux dits hybrides qui seront inclus dans les céramiques. Nous trouverons une grande variété de produits qui pourront répondre à une multitude de situations cliniques. Le choix sera fait en fonction des propriétés mécaniques, du type de restauration souhaité, de l'importance de la préparation.

2.5.1.1 Les composites

Les composites directs, c'est-à-dire réalisés directement en bouche ont une durée de vie de moins de 5 ans. Un article de synthèse regroupant 88 études sur ce sujet sur une durée d'observation entre 1 an et 17 ans a été réalisé. Dans la majorité des cas des fractures, des caries secondaires ou une perte d'étanchéité ont été observés (29). Cela est dû aux conditions de mise en œuvre qui ne sont pas toujours respectées (pose de digue), à l'adaptation parfois approximative, à la contraction lors de la prise du matériau.

Les composites indirects ont l'avantage de palier à ces problèmes. Il n'y a pas d'effet néfaste sur la dent antagoniste, il y a toujours possibilité de réparation voire de réintervention, le protocole de collage est facile à mettre en œuvre. Son module d'élasticité diminue le risque de fracture du matériau en optimisant la répartition des charges, ce qui protège les tissus sous-jacents (46). Les composites, qu'ils soient directs ou indirects conservent leurs défauts majeurs qui sont l'usure rapide et le changement de teinte dans le temps. Ceci dit, ils restent des matériaux de très bonne qualité qui peuvent s'adapter aux besoins de l'enfant.

2.5.1.2 Les céramiques

Le taux de survie d'une couronne unitaire céramique est plus important qu'une couronne en composite, la teinte est plus stable dans le temps et sa résistance à l'usure est meilleure. La céramique a des propriétés optiques qui sont de grande qualité, avec une meilleure stabilité de la teinte. L'état de surface est lisse, ce qui

augmente la dureté, le module d'élasticité et la résistance à la flexion (47). Néanmoins, la préparation des tissus dentaires pour ce genre de préparation est plus importante et le protocole de pose (collage ou scellement) est plus sensible.

2.5.1.2.1 Les céramiques esthétiques

Dans cette catégorie nous trouverons les céramiques feldspathiques renforcées, les vitrocéramiques renforcées, les disilicates de lithium.

Pour chacune de ces céramiques il existe différentes teintes, et pour chaque teinte différentes nuances de translucidité.

Elles pourront être maquillées et glacées, soit au cabinet dans le cadre de la CFAO directe, ou au laboratoire de prothèse pour la CFAO semi-directe ou indirecte.

Ces céramiques esthétiques sont principalement utilisées pour les dents antérieures sous la forme de facettes ou de couronnes.

2.5.1.2.2 Les céramiques hybrides

Ces céramiques sont dites hybrides car leur structure est mixte. Nous trouverons des céramiques telles que la vitrocéramique renforcée à 10% d'oxyde de zirconium, du silicate renforcé à la zircone. L'ajout de zircone dans ces différentes structures va augmenter les performances au dépend de l'esthétique.

2.5.1.2.3 Les nanocéramiques

Ces nanocéramiques sont composées de nanocéramique et de résine composite. Différentes organisations peuvent être retrouvées. Dans le cas du Lava Ultimate la matrice est résineuse représentant 14% du poids avec des charges composées de nanoparticules de zircons et de silices qui représentent 86% du poids (48), à l'inverse, le Vita-Enamic est constitué d'une matrice de céramique renforcée par un réseau de polymères (49).

L'intérêt de ce type de matériau est qu'il sera plus facilement usinable que la céramique, il n'a pas besoin de cuisson. De plus, le composite augmente la résistance à la flexion et le module d'élasticité du matériau (50), Il est moins abrasif sur l'émail des dents antagonistes, mais a pour inconvénient d'avoir une usure assez rapide, ce qui diminue sa durée de vie.

2.5.1.2.4 Les full-zircones

La zircone est une céramique poly-cristalline, c'est-à-dire que, contrairement aux autres, elle n'a pas de phase vitreuse dans sa structure et la conséquence directe est que le collage sans traitement spécifique est inefficace pour ce type de matériau. Il est fabriqué par frittage et, par sa densité importante, cela en fait un matériau très dur et très résistant mécaniquement. La zircone Y-TZP est un matériau pré-fritté conçu pour la CFAO car plus facile à usiner.

Chez l'adulte, il est critiqué car sa dureté étant plus importante que celle de l'émail, il est à l'origine de l'abrasion des dents antagonistes. De plus des phénomènes d'hydrolyse modifieraient les propriétés de la zircone avec le temps, mais l'ajout d'additifs les diminuerait.

2.5.2 Le choix du matériau

Comme nous l'avons vu précédemment, la plupart des reconstitutions chez l'enfant sont temporaires, la courbe d'occlusion se modifie avec l'arrivée des dents définitives, une égression secondaire se produit. Le fait d'avoir un matériau pouvant s'adapter aux différents changements par son usure tout en respectant les tissus alentours en fait un matériau de choix pour l'enfant dans le cadre de la CFAO.

Les nanocéramiques et les composites indirects répondent à cette problématique. Ils nécessitent 0,5 mm de préparation minimale dans le secteur postérieur ce qui répond à l'impératif d'économie tissulaire. Ils respectent les tissus environnants et sont esthétiques.

La préférence entre les deux se fera surtout au niveau de la durée de vie de la reconstitution, le composite vieillissant moins bien que les nanocéramiques. Par contre, les composites directs ont un prix bien plus abordable ne nécessitant pas le travail d'un laboratoire.

2.6 Les matériaux d'assemblage

2.6.1 Rappel sur les matériaux d'assemblage

Les matériaux d'assemblage servent d'interface entre les tissus dentaires et la pièce prothétique.

Nous distinguons deux types d'assemblage :

- Le scellement

Il est défini par le durcissement d'un matériau permettant le calage de la pièce tout en assurant l'herméticité du joint dento-prothétique. Le maintien de l'élément dépend principalement de la géométrie de la préparation, c'est à dire de sa hauteur, du parallélisme des parois, de l'utilisation de rétentions secondaires.

Nous trouverons les ciments aux phosphates, aux phénolates et les polyalkénoates (51). Cette dernière catégorie est généralement représentée par le CVI-MAR (ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine), qui est l'un des matériaux les plus utilisés pour plusieurs raisons : il permet un joint avec une bonne étanchéité, sa qualité adhésive par la présence de résine permet une bien meilleure rétention que les autres ciments, il résiste bien à la solubilité, est esthétique, très facilement manipulable, et biocompatible. De plus, son temps de prise est assez court (2min30 pour le FujiCem® GC) (52). Néanmoins, sa résistance à l'usure est faible.

- Le collage

Le collage, contrairement au scellement, permet l'adhésion de deux éléments grâce à des procédés physico-chimiques, c'est-à-dire à travers des forces de liaison mécaniques, physiques et chimiques. Il dépend directement des propriétés intrinsèques des interfaces de collage. Plus la surface de liaison est importante, meilleure en sera la qualité. Les différents protocoles demandent des traitements de surface, et la colle étant hydrophobe, un champ opératoire étanche est requis car toute présence d'eau peut entraver le collage.

Les indications du collage sont pour les préparations unitaires partielles, les préparations unitaires périphériques si la hauteur coronaire est faible, les bridges collés, les préparations périphériques en céramiques. Il sera à éviter si la limite est infra-gingivale car il y a un risque de pollution important, et en cas de bruxomanie la contre-indication est partielle (51).

Il est représenté par les colles et composites de collage, et les colles auto-adhésives. Les composites ont naturellement une interface qui se prête au collage, mais ce n'est pas le cas des céramiques.

A travers ces simples définitions plusieurs questions se posent :

Comment coller une céramique ? Quel est le matériau idéal pour les céramiques ?

Quel procédé utiliser pour quelle situation clinique ?

2.6.2 Comment coller une céramique ?

Le choix de la colle se fait en fonction de la phase dominante de la structure de la céramique. Elle peut être vitreuse ou cristalline. La figure ci-dessous résume les différentes possibilités de protocole de collage (Figure 18).

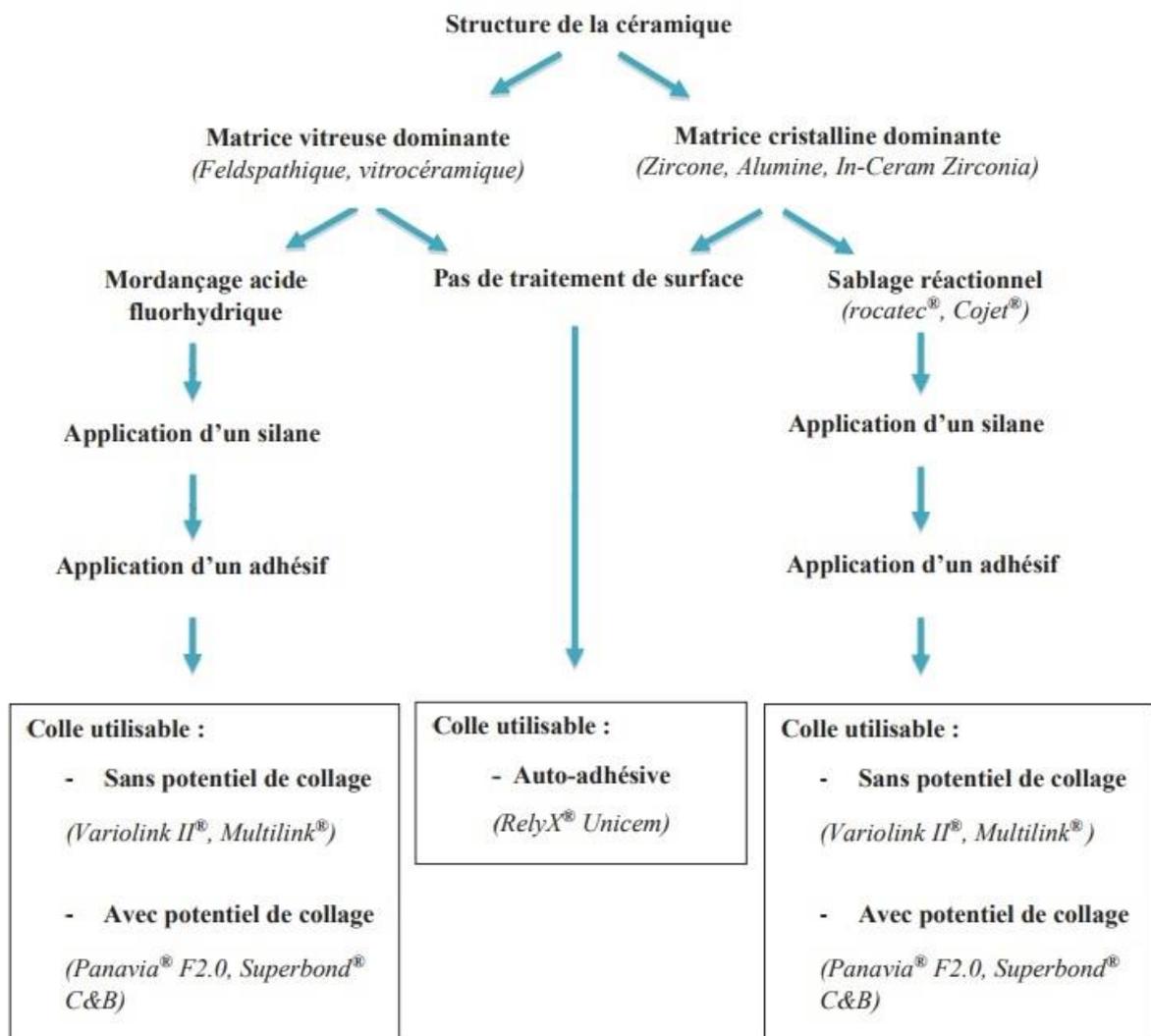


Figure 18 : Choix du protocole de collage d'une céramique en fonction de la nature de la colle et de la structure de la céramique (53)

2.6.3 Le matériau idéal pour les céramiques

Le matériau idéal pour assembler une céramique est défini selon plusieurs propriétés : le temps de travail, le temps de prise, la sensibilité de la technique,

l'épaisseur du film, la résistance à la compression, l'adhésion à la dentine, l'adhésion à l'émail, le relargage de fluor, l'élimination des excès, la polyvalence des indications. Nous retrouverons tous ces critères dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Tableau 1: Tableau récapitulatif des différents matériaux d'assemblage pour la céramique

Propriétés	<i>IDEAL</i>	<i>CVI-MAR</i>	<i>RESINE ET COMPOSITE</i>	<i>COLLES AUTO-ADHESIVES</i>
Temps de travail	MOYEN	MOYEN	LONG (SAUF POUR LE SUPERBOND®)	MOYEN
Temps de prise	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE (SAUF SI CHÉMOPOLYMÉRISABLE)	FAIBLE
Sensibilité de la technique	NON	NON	OUI PROTOCOLE RIGOREUX	NON
Épaisseur du film (microns)	25	15 À 20	20 À 30	16 À 18
Résistance à la compression (MPA)	70	130 À 150	180 À 320	250
Adhésion à la dentine	12 MPA	14 MPA	12 MPA	13 MPA
Adhésion à l'émail	15 MPA	17 MPA	30 MPA	17 MPA
Relargage de fluor	OUI	OUI	+/-	OUI
Élimination des excès	FACILE	MODÉRÉE	DIFFICILE	FACILE
Indications	TOUTES LES RESTAURATIONS CÉRAMIQUES	TOUTES LES RESTAURATIONS CÉRAMIQUES SAUF PARTIELLES	TOUTES LES RESTAURATIONS CÉRAMIQUES (+/- SILANISATION PRÉALABLE)	TOUTES LES RESTAURATIONS CÉRAMIQUES SAUF FACETTES

L'adhésion à l'émail des résines et composites de collage est presque deux fois plus important que les autres, par contre les protocoles sont plus difficiles à mettre en œuvre ce qui augmente le risque d'échec. Il n'y a donc pas un matériau idéal, le choix va se faire en fonction de différents critères.

2.6.4 Critères de choix

2.6.4.1 Situation de la limite prothétique

Le scellement peut être indiqué peu importe la limite prothétique. En revanche, le collage est très sensible à l'humidité et il est plus difficile d'assurer un assèchement quand la limite est infra-gingivale.

2.6.4.2 La situation de la préparation

La situation de la préparation et des parois résiduelles sont un facteur de stabilisation prothétique. Les parois en opposition sont le premier facteur de stabilisation d'un élément prothétique (54). Si en revanche la hauteur coronaire est faible, que l'angle de dépouille est trop important, les parois ne peuvent pas assurer la rétention de la prothèse, le collage sera indiqué.

3 Mise en pratique de la CFAO chez l'enfant

3.1 Le matériel utilisé

3.1.1 Matériel d'acquisition : La caméra CEREC® Omnicam

Présentée en 2012, la caméra CEREC® Omnicam est une référence dans le monde de la CFAO.

Sa longueur totale est de 228 mm incluant un embout pour la caméra de 107mm. La hauteur et la largeur de l'embout font 16 mm. Son poids est de 313 g (55) (Figure 19).



Figure 19: Photographie de la caméra Omnicam

Elle permet, grâce à un flux direct, une prise dynamique en temps réel, c'est-à-dire une capture en Full-motion. L'acquisition se fait par la technologie confocale parallèle dynamique. Son fonctionnement passe par la projection d'un faisceau de lumière blanche structuré qui est réfléchi puis recueilli par des cellules CCD, qui vont en plus pouvoir représenter en couleur les images capturées (56).

Ce système, contrairement à son prédécesseur le CEREC® Bluecam, ne nécessite pas de poudrage avant l'empreinte.

3.1.2 Le logiciel

La version du logiciel utilisé est le CEREC® SW 4.4.4. Le logiciel et la caméra sont réunis dans un « cart » (Figure 20).



Figure 20 : Photographie du cart du CEREC

3.1.3 L'usineuse

L'usineuse disponible est le CEREC® ML XL. C'est la version postérieure du CEREC® 3. Elle est plus rapide, plus précise, et plus silencieuse (57) (Figure 21). Sa précision est de plus ou moins 25 μm et la taille maximale des blocs est de 22*44*85 mm. Elle peut usiner tous types de matériaux, peut réaliser des bridges jusque 4 éléments et des guides chirurgicaux (58).



Figure 21 : Photographie de l'usineuse CEREC® ML CL

3.2 Cas cliniques

Les cas ont été réalisés avec les Docteurs Thomas Trentesaux et Nicolas Legrand.

3.2.1 Coiffe sur 85

3.2.1.1 Présentation du cas

C'est un enfant de 10 ans qui a été pris en charge afin de restaurer sa 85, fortement cariée. Il n'y a pas d'antécédents médicaux chirurgicaux connus ce jour.



Figure 22 : Vue antérieure des arcades en occlusion

Sur la vue antérieure nous voyons que la 23 est vestibulo-positionnée avec une persistance de la 63, cela rend le brossage un peu difficile dans cette zone. La gencive est un peu enflammée à ce niveau et il y a de la plaque visible à l'œil nue (Figure 22).



Figure 23: Vue occlusale de l'arcade maxillaire

Une carie ICDAS 4 est présente sur les faces disto-occluso-palatine de la 55 (Figure 23).



Figure 24 : Vue occlusale de l'arcade mandibulaire

Une carie ICDAS 6 est présente sur les faces occluso-disto-linguale de la 85. Sa vitalité a été vérifiée, elle n'est pas sensible et ne provoque pas de douleurs (Figure 24).



Cette radiographie nous montre qu'il y a une agénésie de la 45. Cela impose la conservation de la 85 sur du long terme.

La carie descend le long de la face distale jusqu'en cervical. De plus elle est juxta-pulpaire, la digue est donc impérative lors du curetage afin de prévenir une éventuelle effraction pulpaire (Figure 25).

Figure 25 : Radiographie préopératoire de la 85

3.2.1.2 Préparation de la 85



Afin de préparer l'anesthésie, de la lidocaïne sous forme de gel a été appliquée sur la muqueuse sèche, puis une anesthésie intra-osseuse a été réalisée avec le Sleeper One (Figure 26).

Figure 26 : Anesthésie intra-osseuse avec le Sleeper One

Une fois la digue posée (Figure 27), le curetage a été effectué sous irrigation abondante du fait de la rétraction pulpaire. L'ensemble du tissu carieux a été éliminé sans atteinte de la pulpe. Un coiffage pulpaire indirect au Ciment Verre Ionomère a été posé afin de protéger le complexe pulpaire (Figure 28). En raison de la fragilité de la dent et dans un souci de longévité, il a été décidé de réaliser une préparation périphérique totale afin de coiffer la dent lactéale (Figure 29).



Figure 27 : Pose de digue sur la 85



Figure 28 : Radiographie rétrocoronaire de la 85 après coiffage pulpaire indirect



Figure 29 : Vue occlusale de la 85 après coiffage indirect et préparation périphérique totale

3.2.1.3 Empreinte optique et usinage de la coiffe

L'étape suivante est la prise d'empreinte optique grâce à la caméra Omnicam®. La reconstitution étant unitaire, 3 empreintes sectorielles ont été effectuées : une centrée sur la préparation, une de l'arcade antagoniste, et une vestibulaire des arcades en occlusion (Figures 30-32).



Figure 30 : Empreinte optique de la 85



Figure 31 : Empreinte optique de l'arcade antagoniste

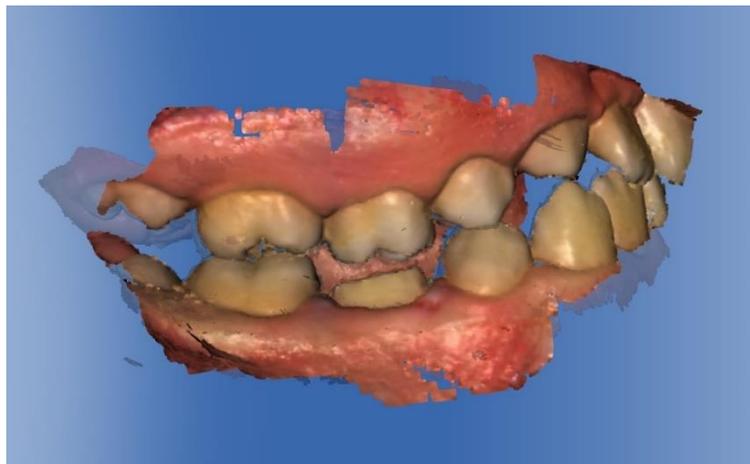


Figure 32 : Empreinte optique des arcades en occlusion

Les empreintes étant effectuées, le modèle virtuel est prêt à être utilisé dans le but de concevoir la coiffe. Celle-ci s'effectue dans un premier temps par le placement

de l’empreinte mandibulaire dans son arcade ainsi que la délimitation de la limite cervicale de la 85 (Figures 33-34).



Figure 33 : Positionnement de l'empreinte mandibulaire dans son arcade

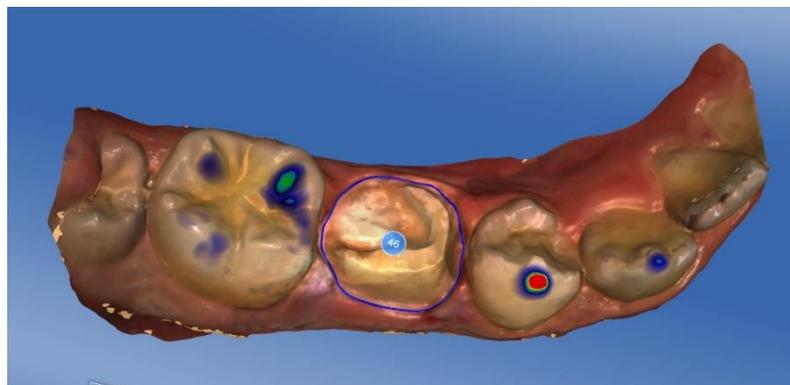


Figure 34: Tracé de la limite cervicale

Le logiciel CEREC® ne proposant pas la reconstitution de dents lactéales, c'est la conception d'une 46 qui a été décidée étant donné qu'elle ressemble le plus anatomiquement à la dent présente. La coiffe est alors programmée en respectant la limite cervicale précédemment tracée, l'intégration dans l'arcade de la dent, les points de contact proximaux et occlusaux (Figure 35). Une fois l'anatomie de la dent validée, elle est placée virtuellement dans un bloc avec sa tige (Figure). C'est un bloc de Coltène LT14 teinte A2 qui a été choisi (Figures 36-37). Sa structure est en

composite renforcé, ce qui permettra d'absorber les chocs et donc de protéger les structures dentaires.

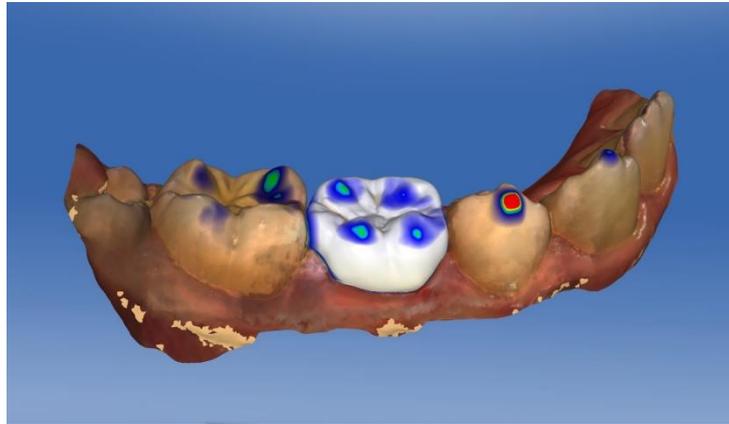


Figure 35 : Programmation de la coiffe sur 85

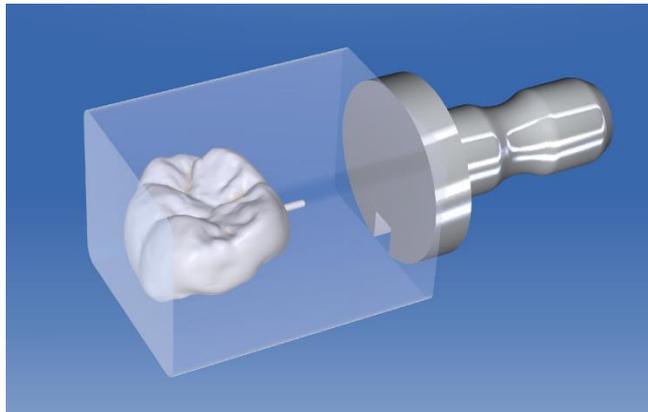


Figure 36 : Choix du bloc et positionnement virtuel de la coiffe et de la tige



Figure 37 : Coiffe sur 85 après usinage

3.2.1.4 Essayage et assemblage de la coiffe



Lors de l'essayage, le joint cervical a été vérifié ainsi que les contacts occlusaux statiques et proximaux. L'inflammation des papilles est due au crampon utilisé pour la pose de la digue (Figure 38).

Figure 38 : Essayage de la coiffe sur 85



Les contacts occlusaux dynamiques ont été vérifiés dans un second temps (Figure 39).

Figure 39 : Vérification des contacts dynamiques

Comme la limite cervicale en distale est sous-gingivale et que le matériau de reconstitution est en résine, l'assemblage a été réalisé par un scellement au FugicEM® qui est un CVI-MAR. Un conditionneur a été appliqué dans un premier temps afin de préparer les surfaces dentaires, puis la coiffe a été scellée. Les excès sont retirés à la spatule à bouche et au fil dentaire (Figure 40).



Figure 40 : Scellement de la coiffe sur 85



Le patient a été revu 1 mois après la pose, le parodonte a entièrement cicatrisé et le contrôle de plaque était satisfaisant. Pas de douleur ni de gêne signalée ce jour (Figure 41)

Figure 41 : Contrôle de la coiffe sur 85 à 1 mois

3.2.2 Onlay sur 16

3.2.2.1 Présentation du cas

Ce cas a été réalisé sur une jeune fille de 8 ans et 10 mois venue pour remplacer une restauration sur sa 16. Il n'y a pas d'antécédents médicaux chirurgicaux connus ce jour.



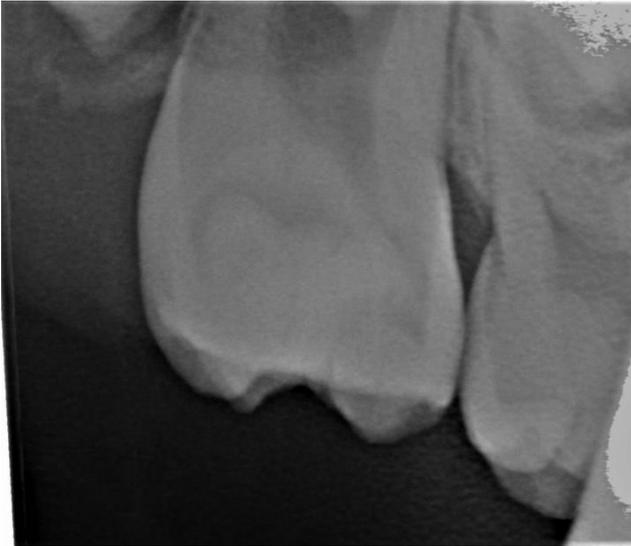
A l'anamnèse une béance antérieure a été observée due à la succion de son pouce, elle présente un MIH notable sur ce cliché sur la 21. Sa déglutition est encore primaire (Figure 42).

Figure 42 : Vue antérieure des arcades en occlusion



Les pans vestibulaires des cuspidés de la 46 sont fracturés, l'émail étant hypominéralisé. Il a été difficile de réaliser un cliché maxillaire exploitable en raison d'une faible ouverture buccale et d'une coopération limitée. (Figure 43).

Figure 43 : Vue de l'arcade mandibulaire



Cette radiographie rétrocoronaire a été réalisée en mai 2016. Un soin avait été fait par le passé et une carie secondaire s'est développée. La corne pulpaire distale est rétractée, la carie est juxta-pulpaire en mésial. D'un point de vue clinique la dent est vivante et ne présente pas de douleurs (Figure 44).

Figure 44 : Radiographie rétrocoronaire pré opératoire de la 16



Un CVI mésio-occluso-palatin a été réalisé dans des conditions difficiles. Aujourd'hui le joint mésial n'est plus étanche (Figure 45).

Figure 45 : Vue occlusale de la 16

3.2.2.2 Préparation de la 16



Après avoir réalisé une anesthésie périapicale, le CVI a été éliminé et la carie sous-jacente curetée, le tout sous irrigation abondante. De la dentine tertiaire est présente en mésial, preuve de la vitalité et de la réaction de défense de la dent (Figure 46).

C'est un onlay qui va être réalisé afin de reconstruire la dent.

Figure 46 : Préparation de la 16

3.2.2.3 Empreinte optique, usinage et assemblage de l'onlay

Comme dans le cas précédent, l'empreinte optique s'est déroulée en 3 étapes : l'empreinte de la cavité et de ses dents adjacentes, l'empreinte de l'arcade antagoniste et l'empreinte des arcades en occlusion (Figures 45-47). L'empreinte maxillaire a ensuite été placée sur son arcade (Figure 50), puis le tracé délimitant la cavité sur la 16 a été effectué (Figure 51). Pour finir l'onlay et sa tige ont été virtuellement placés dans le bloc à usiner (Figure 52).



Figure 47 : Empreinte optique de la 16



Figure 48 : Empreinte des dents antagonistes

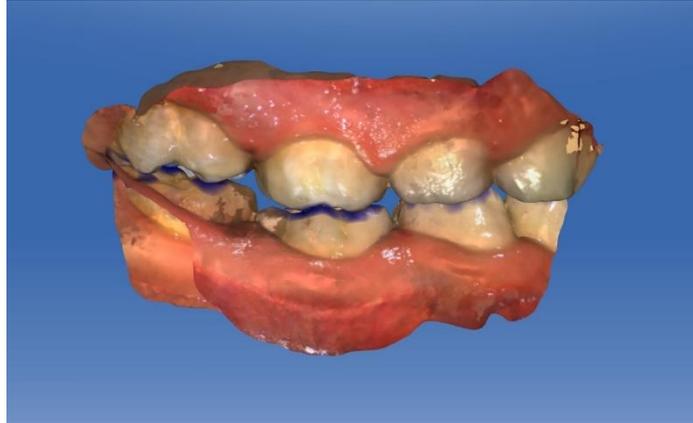


Figure 49 : Empreinte des arcades en occlusion

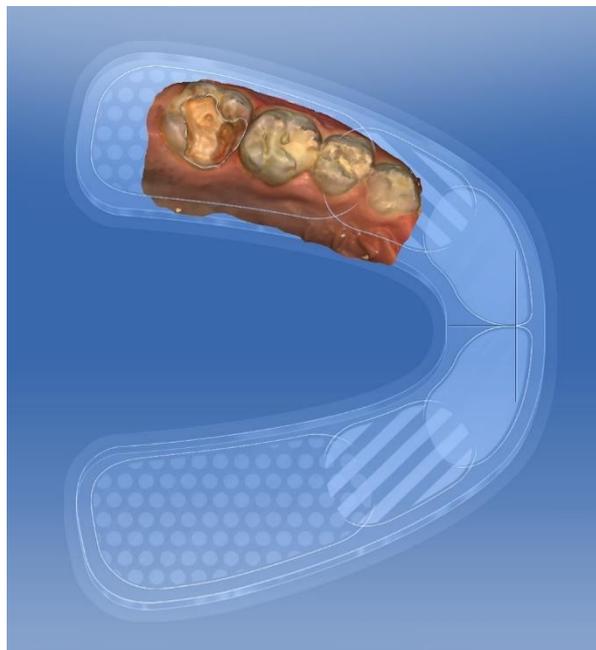


Figure 50 : Positionnement de l'empreinte maxillaire dans son arcade

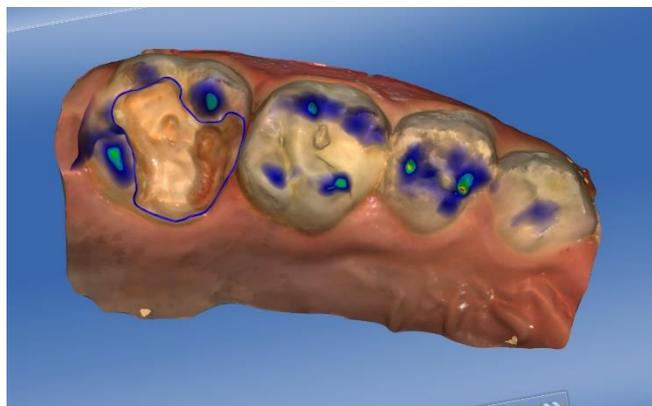


Figure 51 : Tracé des limites de la reconstitution

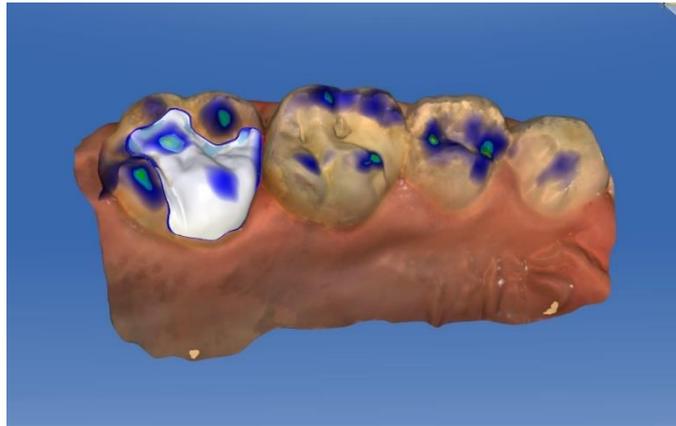


Figure 52 : Modélisation de l'onlay

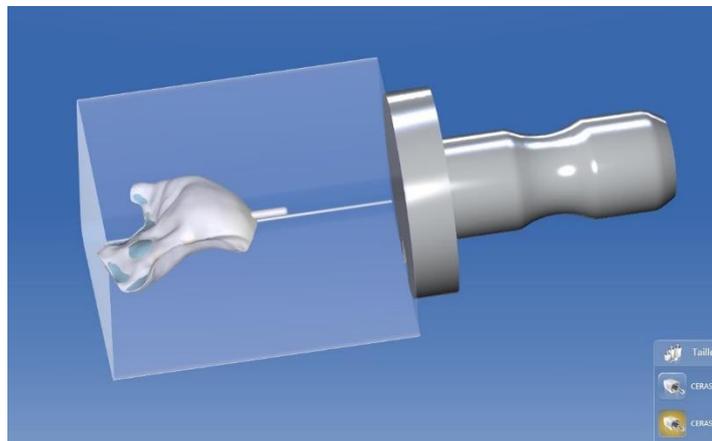


Figure 53 : Choix du bloc et positionnement virtuel de l'onlay et de la tige

Etant donné que la dent à reconstituer est définitive, immature, et en raison du jeune âge de la patiente et des difficultés à l'ouverture buccale, c'est un bloc GC® Cerasmart teinte A2, qui a été choisi dans ce cas. C'est une céramique hybride constituée à 70% de céramique et 30% de composite (59). Concernant le matériau d'assemblage, c'est un scellement au CVI-MAR qui a été effectué au vu des contraintes techniques (Figure 54). La patiente a été revue 2 mois plus tard pour un contrôle (Figure 55)



Figure 54 : Essayage de l'onlay, contrôles et scellement au CVI-MAR



Figure 55 : Onlay 2 mois après la pose

3.2.3 Couronne sur 21

3.2.3.1 *Présentation du cas*

Ce cas a été réalisé sur une jeune fille de 9 ans sans antécédents médicaux chirurgicaux. Elle est venue pour un traumatisme sur sa 21 ayant provoqué une effraction pulpaire. Une blessure sur la gencive inférieure en regard de la dent est visible (Figure 56).



Figure 56 : Photographie de la 21 après traumatisme

Un coiffage pulpaire avec de la Biodentine a été fait, puis le fragment de dent récupéré a été recollé au composite. Néanmoins la taille du fragment étant important, il se décollait à répétition. Un composite a donc été posé afin de protéger les tissus sous-jacents et de temporiser (Figures 57-58).



Figure 57 : Photographie de la 21 après recollage du fragment



Figure 58 : Vue antérieure des arcades en occlusion, la 21 étant protégée avec un composite

Le suivi clinique et radiologique a montré une conservation de la vitalité pulpaire. Le coiffage à la biodentine a provoqué une rétraction pulpaire (Figures 59-61).



Figure 59 : Radiographie rétroalvéolaire centrée sur la couronne de la 21 préopératoire



Figure 60 : Radiographie rétroalvéolaire après la pose de Biodentine sur la 21

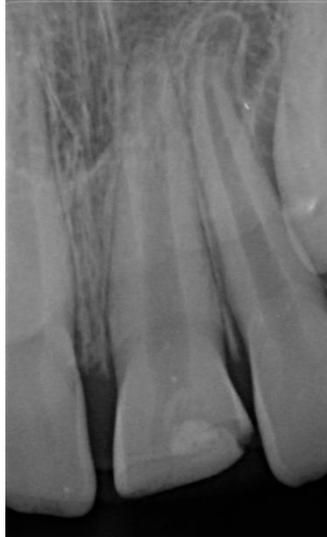


Figure 61 : Radiographie rétroalvéolaire postopératoire du coiffage direct sur 21 à 1 mois

3.2.3.2 Préparation de la 21



Figure 62 : Préparation pour couronne de la 21

La dent a été anesthésiée par une injection périapicale, puis une préparation périphérique totale supragingivale a été réalisée (Figure 62). Le but de la restauration est de rétablir la fonction de la dent et de répondre au préjudice esthétique jusque l'âge adulte.



Figure 63 : Choix de teinte pour la couronne sur 21

Entre la teinte A1 et A2, c'est la teinte A2 qui a été choisie (Figure 63).

3.2.3.3 Empreinte optique, usinage de la couronne

Comme dans les cas précédents, les empreintes maxillaire, mandibulaire et vestibulaire ont été effectuées. L'empreinte maxillaire est ensuite placée dans son arcade, puis la limite cervicale de préparation a été délimitée (Figures 67-68).

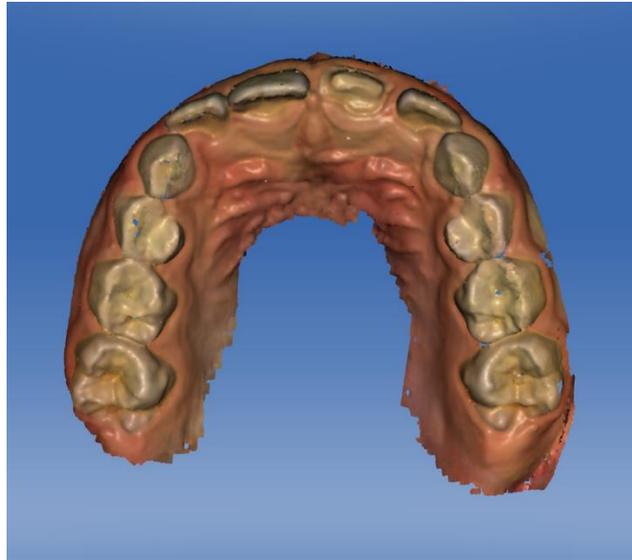


Figure 64 : Empreinte optique de la 21

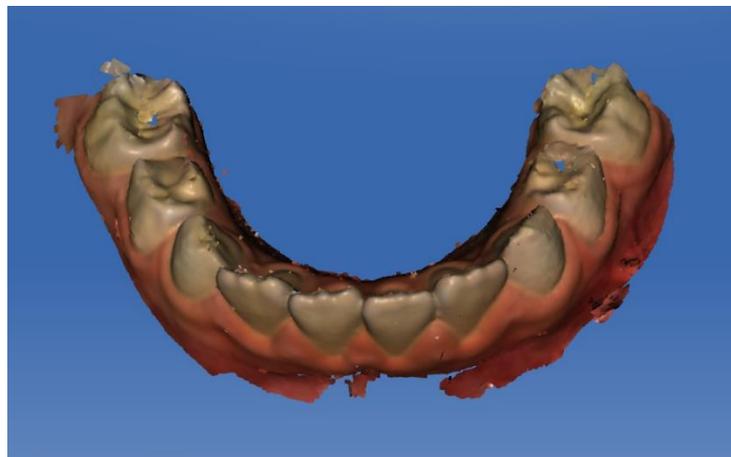


Figure 65 : Empreinte des dents antagonistes



Figure 66 : Empreinte vestibulaire des arcades en occlusion



Figure 67 : Positionnement de l'empreinte maxillaire dans son arcade

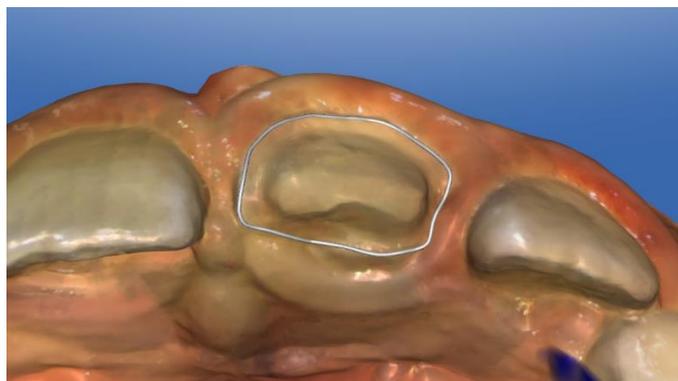


Figure 68 : Délimitation de la limite cervicale de la 21

La couronne a ensuite été modélisée puis virtuellement placée dans un bloc avec sa tige (Figure 69-70).



Figure 69 : Modélisation de la couronne sur 21

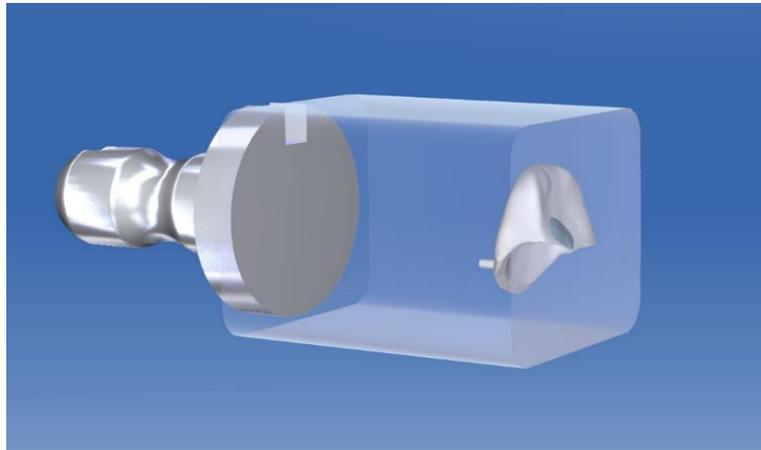


Figure 70 : Choix du bloc et positionnement virtuel de la couronne sur 21 et de tige

Au vu des faibles contraintes occlusales et dans un but esthétique, c'est un bloc en céramique monobloc Ivoclar® Emax teinte A2 qui a été choisi. Après usinage le bloc est monocolore et ne correspond pas à la teinte initialement choisie. Celle-ci le sera une fois cuite au four (Figure 71).

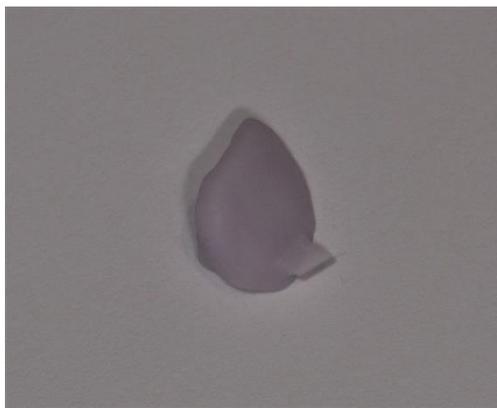


Figure 71 : Couronne sur 21 après usinage

L'anatomie de la couronne, l'occlusion ainsi que l'intégration dans l'arcade sont vérifiées. Avant cuisson, il est possible de la retoucher puis de la repolir afin d'affiner certains détails (Figure 72).

3.2.3.4 Essayage, cuisson et assemblage de la couronne



Figure 72 : Essayage et retouches de la couronne sur 21 avant cuisson

La teinte étant très claire, le maquillage doit être léger car il peut facilement modifier les propriétés optiques de la couronne.

Elle a été cuite à 870° pendant 15 minutes (Figure 73).

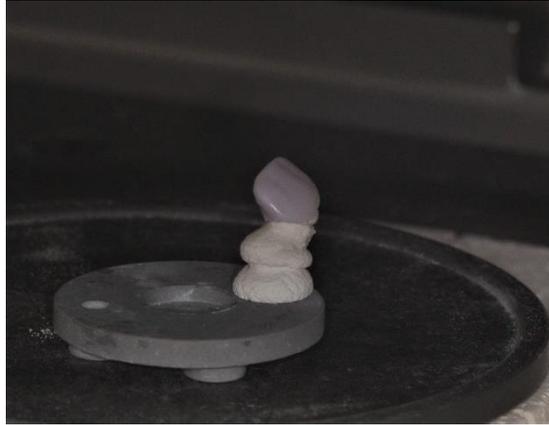


Figure 73 : Cuisson de la couronne sur 21

Il a été impossible de poser la digue, de ce fait ont été posés un rouleau de coton en vestibulaire et une aspiration en continue en bouche. La couronne a été collée au Multilink®.

Le protocole commence par le traitement de l'intrados de la couronne par un mordantage chimique au Monobond Etch and Prime (Polyfluorure d'aluminium), ainsi que l'activation chimique par la pose d'une couche de silane. Pendant ce temps, les tissus dentaires sont mordancés à l'acide orthophosphorique 37%, et une fine couche de Primer-bonding a été appliquée.

Une fois la couronne chargée de colle elle a été insérée puis la photopolymérisation s'est faite en deux temps. Le premier est dit « flash », dure quelques secondes seulement, il permet de pouvoir enlever les excès. Le second dure 30 secondes et permet de terminer la polymérisation de la colle.

A l'aide d'une cupule, le joint cervical a été poli (Figure 74).



Figure 74 : Couronne sur 21 après scellement

4 Discussion

4.1 L’empreinte en CFAO

4.1.1 Les causes possibles d’imprécision lors de l’empreinte

4.1.1.1 Mauvaise préparation des dents

Une mauvaise préparation des dents augmente la difficulté de lecture de la caméra et donc le risque d’imprécisions.

4.1.1.2 Poudrage en couches inégales

Certaines caméras comme la Bluecam® ne peuvent enregistrer que les surfaces poudrées. Les zones d’intérêts doivent être uniformément poudrées, pour une personne novice, il y a un risque de sous-poudrage ou au contraire de sur-poudrage créant des surépaisseurs, modifiant l’anatomie de surface.

4.1.1.3 Mauvaise manipulation de la caméra

4.1.1.3.1 Instabilité de la caméra en bouche

Cela concerne surtout les caméras fonctionnant en acquisition par cliché. L’instabilité de la caméra entraîne une image floue, ainsi la gestion de la respiration devient importante afin de diminuer les risques d’imprécision. C’est donc un avantage aux caméras « full motion ». Non seulement le temps d’acquisition est plus faible, mais l’expérience nécessaire aussi. Elles sont accessibles à n’importe quel praticien voulant pratiquer les empreintes optiques.

4.1.1.3.2 Angulation et distance de la caméra

L’angle idéal de la caméra est de 90° par rapport à l’objet filmé et la distance entre la caméra et l’objet ne doit pas dépasser 15 mm. S’écarter de ces valeurs provoquera des formes erronées des modèles virtuels, des zones irrégulières, des dimensions incorrectes (60).

4.1.2 L’usage de la CFAO chez l’enfant

L’empreinte optique ainsi que le design et l’usinage ont créé comme espéré un engouement pour les enfants comme pour les accompagnateurs. Comme ils assistaient à la création des pièces prothétiques étape par étape, la compréhension

et l'intérêt du traitement étaient mieux acquis. De ce fait l'appréhension de la caméra en bouche était moindre comparé à celle d'une empreinte à l'alginat (Figure 75).

Néanmoins, chaque rendez-vous a nécessité au moins 1h15, et pour deux des trois patients, la fin était assez difficile à tenir.



Figure 75 : Prise d'empreinte pour l'onlay

4.1.3 Le traitement des empreintes

La caméra Omnicam® enregistre tout ce qu'elle capte. Cela signifie que d'autres éléments anatomiques comme la langue créent de la pollution, qui vont devoir être supprimés pendant l'acquisition des empreintes. Les images suivantes montrent l'exemple d'une empreinte avant et après traitement (Figures 76-77).



Figure 76 : Empreinte avant traitement, polluée

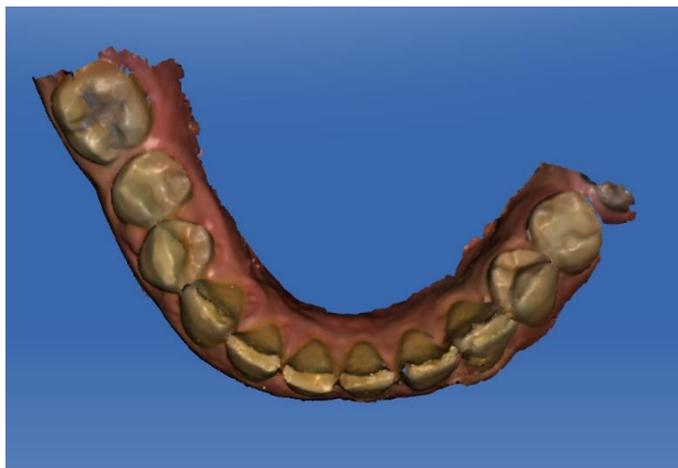


Figure 77 : Empreinte après traitement, dépolluée

4.1.4 L'intervention du praticien est-elle vraiment nécessaire pour ce qui est du design des éléments prothétiques ?

4.1.4.1 La détermination de la limite cervicale

Il existe dans le logiciel un module permettant de lire automatiquement les limites cervicales, cela fonctionne parfaitement avec les modèles du fabricant, mais dans la réalité, cette limite est souvent faussée, il est indispensable de déterminer manuellement la limite cervicale en positionnant de proche en proche des points indiquant sa position exacte. Les images suivantes montrent la différence entre la détermination automatique et manuelle d'une limite cervicale (Figures 78-79).

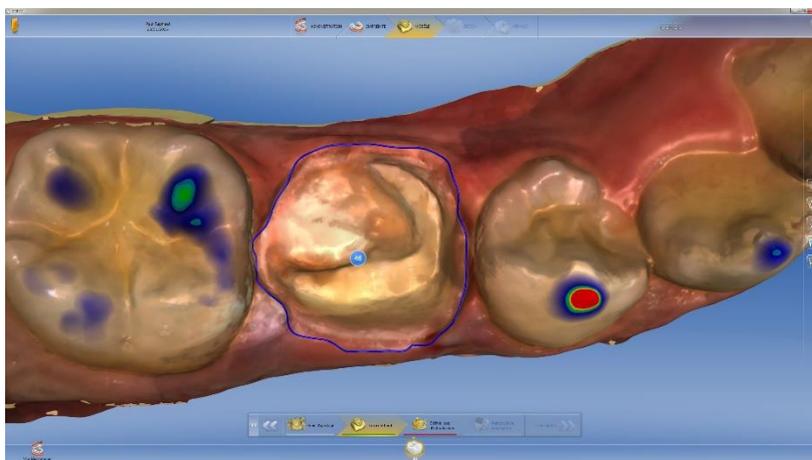


Figure 78 : Détermination automatique d'une limite cervicale

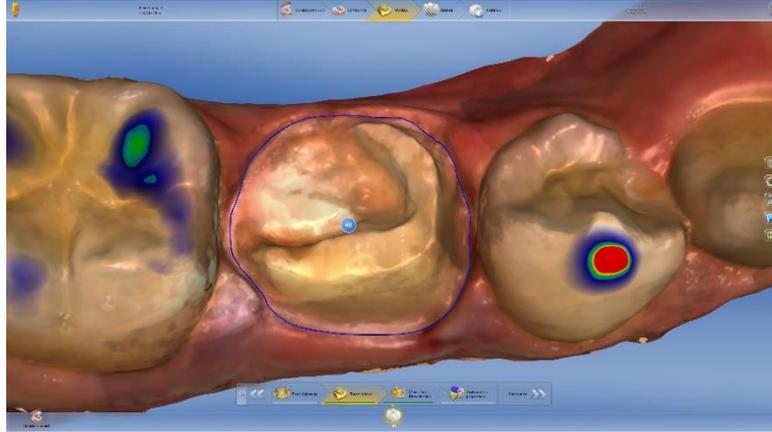


Figure 79 : Détermination manuelle d'une limite cervicale

4.1.4.2 Le design de la dent

Les logiciels informatiques sont de plus en plus performants. La plupart du temps, les retouches nécessaires sont minimales. Pourtant, lors du troisième cas clinique, un problème au départ incompréhensible est survenu.

Après avoir demandé au logiciel la conception d'une couronne sur 21, l'anatomie de cette dernière était fautive, peu importe la manière demandée (Figure 80).

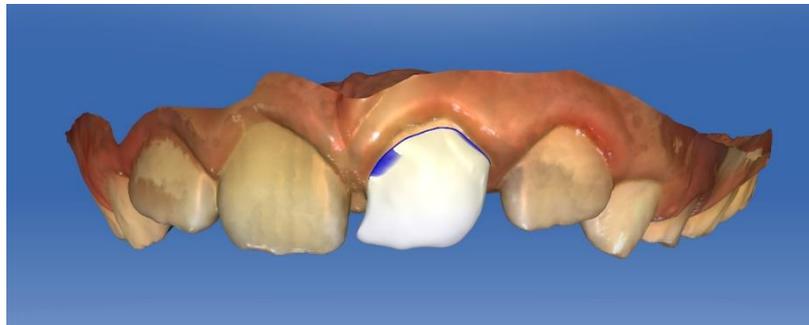


Figure 80 : Première proposition du logiciel pour la couronne sur 21

Ne comprenant pas et le temps nous étant compté, l'anatomie a dû presque entièrement être refaite manuellement à l'aide des outils d'addition, de suppression et de lissage.

Une fois le cas terminé, nous avons plus de temps pour la réflexion et la compréhension de cela. L'hypothèse est que l'axe de la dent pensé par le logiciel est erroné. Il serait trop convergent et la partie mésiale étant en contre-dépouille, elle a été effacée par le logiciel donnant ainsi cette anatomie à la dent (Figure 81).

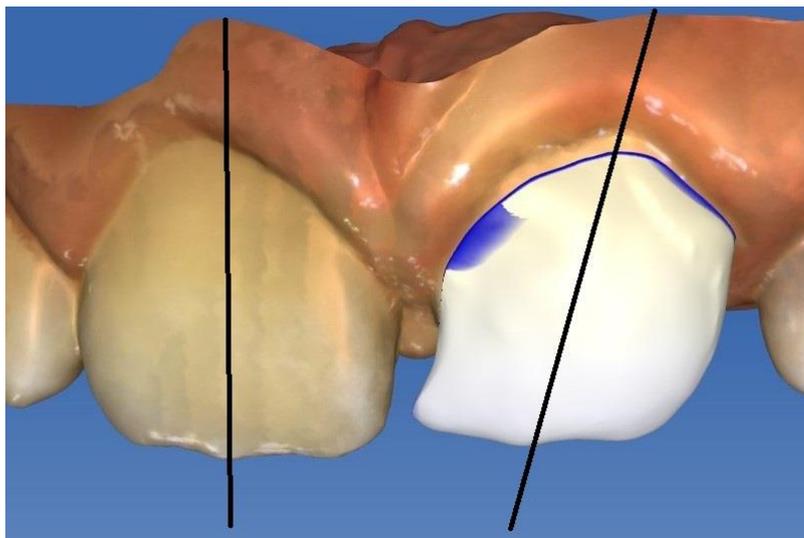
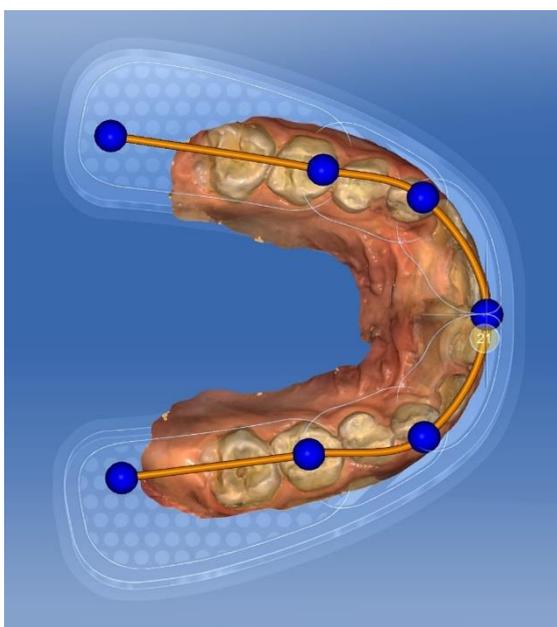


Figure 81: Image montrant les axes des 11 et 21

L'ensemble des étapes ont été reproduites dans la version premium du logiciel donnant plus d'option de manœuvre à l'utilisateur.



Il est possible de modifier l'anatomie de l'arcade pour se rapprocher le plus possible de la réalité clinique. De plus, nous constatons que même sur cette version le logiciel ne propose pas d'arcade plus petite adaptée à l'enfant, son développement postérieur étant centrifuge (Figure 82).

Figure 82 : Positionnement de l'empreinte sur arcade sur la version premium

Cette empreinte nous a permis d'enregistrer entièrement l'arcade de la patiente, d'une part pour enregistrer les déterminants postérieurs, et d'autre part pour remplacer le cliché d'arcade qui nous a été impossible à réaliser.

Une étape supplémentaire est ajoutée et propose d'ajuster l'axe de la dent avant la programmation du design de cette dernière. Cela confirme l'hypothèse de départ, l'axe proposé est mésialé et en plus ne prend pas en compte les diastèmes du patient. En corrigeant l'axe nous avons pu obtenir le résultat initialement souhaité (Figures 83-85).

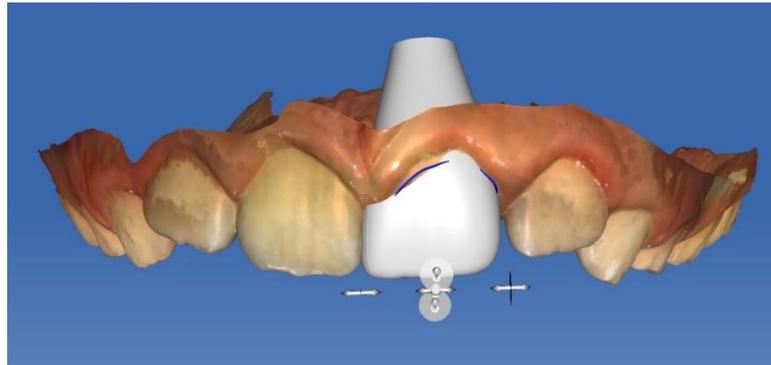


Figure 83 : Proposition du logiciel premium de l'axe de la 21

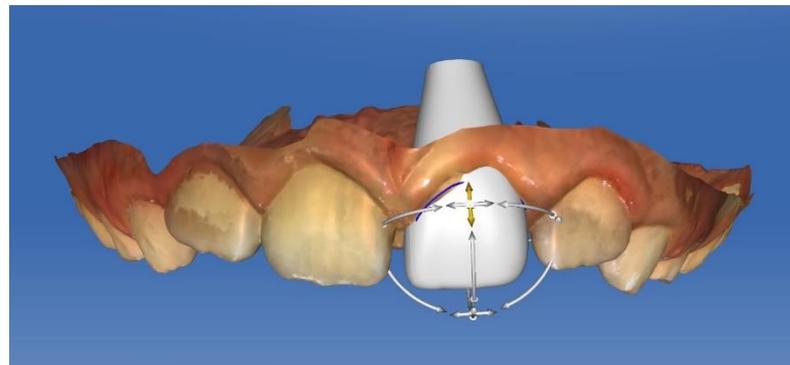


Figure 84 : Correction de l'axe de la 21



Figure 85 : Design de la 21 après correction de l'axe et lissage

4.1.5 Le choix du bloc à usiner

4.1.5.1 Le matériau

Il existe plusieurs matériaux usinables, certains plus adaptés que d'autres selon les situations. Seul le praticien peut prendre en compte le patient dans sa globalité, la dent dans son arcade et l'évolution des organes périphériques. Concernant la coiffe du premier cas clinique, le composite renforcé se justifie car le but est de protéger la dent sous-jacente, très délabrée, des contraintes occlusales. A contrario, la couronne en céramique sur 21 du troisième cas clinique a un but principalement esthétique. Le système de CFAO est incapable d'être critique à ce niveau-là.

4.1.5.2 La teinte

La version utilisée du logiciel ne permet pas encore de prendre la teinte d'une dent. Même si cette dernière le pouvait, le choix de teinte concernant la 21 aurait été erroné. En effet, la teinte A1 se rapproche plus de la situation présente et il aurait été logique de choisir celle-ci. La patiente ayant 9 ans, la minéralisation de ses dents est encore incomplète et elles vont foncer avec le temps. Ce jugement clinique ne peut être fait encore que par un praticien prenant en compte le patient dans sa globalité.

4.2 La CFAO peut-elle se substituer aux techniques conventionnelles de prothèse chez l'enfant ?

4.2.1 L'intégration d'outils adaptés à l'enfant

Les cas cliniques ont permis de voir que les outils ne sont pas encore adaptés aux soins prothétiques chez l'enfant. Néanmoins, les trois reconstitutions unitaires ont pu être menées à bout sans difficultés.

L'étude menée ici est expérimentale, et à ce jour, seuls quelques articles ont été écrits à ce sujet. Les fabricants adaptent leurs produits en fonction de la demande générale et la recherche et le développement sont onéreux. La CFAO porte de plus en plus l'intérêt des praticiens et son application en odontologie pédiatrique ne nécessitant pas de réelles innovations, nous pouvons espérer dans un futur proche l'adaptation de la CFAO pour des reconstitutions chez l'enfant.

4.2.2 Le codage des actes médicaux

Dans le droit social, la « Nomenclature générale des actes professionnels » (NGAP) faisait l'inventaire descriptif des actes, chaque acte ayant sa cotation. Ces derniers sont distingués en deux grandes catégories :

- les actes opposables qui ne permettent pas les dépassements d'honoraires
- les actes non-opposables qui permettent les dépassements d'honoraires avec tact et mesure

En 1996 elle a été progressivement remplacée par le « Codage des Actes Médicaux » (CCAM). L'objectif était de créer une classification objective, bijective, sans ambiguïté, maniable et évolutive (61). Un professionnel de santé conventionné avec la sécurité sociale se doit d'appliquer les tarifications imposées par les cotations de la CCAM.

Depuis le 1^{er} Novembre 2014, la CCAM est étendue aux chirurgiens-dentistes puis des négociations entre les syndicats et le président-directeur général de la caisse nationale de l'assurance maladie ont eu lieu afin de discuter des tarifications des soins dentaires en France qui sont gelés depuis 1986. Aucun compromis n'a été trouvé et en Mars 2017 un règlement arbitral a été voté.

Ce règlement arbitral dans l'état actuel revalorise de manière insuffisante la plupart des soins de base et plafonne les actes prothétiques. Ce dernier met un terme à la recherche de l'excellence. Les nouvelles techniques enseignées à l'université ne sont pas forcément appliquées dans nos cabinets, cela peut être dû à un manque de moyen mais aussi un manque de temps à consacrer avec le patient. Le serment d'Hippocrate nous impose, à nous professionnels de santé, de travailler consciencieusement selon les données acquises de la science. En bloquant l'évolution du plateau technique de nos cabinets, en traitant par des techniques non conservatrices, car contrairement aux actes préventifs qui eux sont peu ou pas par la sécurité sociale, respectons-nous ce serment ? En mon sens, en plus d'être une question socio-économique c'est surtout une question éthique qui se pose, en tant que praticien vais-je demain encore pouvoir traiter mes patients en fonction de leurs réels besoins ?

Conclusion

Il existe de nombreuses façons de soigner un enfant, la prothèse fixée fait partie intégrante des possibilités de traitement. Les avancées technologiques ont permis de développer notre activité au quotidien. La CFAO chez l'adulte est en pleine expansion et s'installera progressivement dans la majorité des cabinets.

Chez l'enfant, la CFAO n'est pas hypothétique mais actuelle. La facilité d'utilisation et la richesse des indications en font un outil fiable et efficace. De plus, le système a un potentiel adaptatif selon la difficulté du soin et des aléas possibles par la possibilité de retoucher les empreintes, le choix des matériaux de reconstitution et d'assemblage.

Même si le système est en constante évolution, il faut toujours garder en tête que la CFAO n'est qu'un outil et ne peut pas se substituer au praticien. La connaissance et l'expérience clinique sont les éléments clés de la réussite pour tout traitement.

En France, les soins pédodontiques ont toujours été sous évalués et la société n'est pas éveillée à l'importance des soins dentaires et à la conservation des dents lactéales. L'accès à la CFAO pour un pédodontiste exclusif travaillant seul est difficile à cause de l'importance de l'investissement.

Les soins qui ont été réalisés ont montré la facilité d'adaptation du système chez l'enfant. L'intégration des dents lactéales dans les logiciels n'est qu'une question de temps.

Références bibliographiques

1. solidarites-sante.gouv.fr. La santé bucco-dentaire des enfants de 6 et 12 ans en France en 2006 [Internet]. [cité 20 août 2017]. Disponible sur: http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/La_sante_bucco-dentaire_des_enfants_de_6_et_12_ans_en_France_en_2006.pdf
2. dentalcadcam.de. Optical Impression [Internet]. Disponible sur: <https://www.dentalcadcam.de/en/imaging.html>
3. Masek R. Margin isolation for optical impressions and adhesion. *Int J Comput Dent.* janv 2005;8(1):69- 76.
4. Malidin C. Les techniques d'accès aux limites cervicales en prothèse fixée: indications et incidences sur la santé parodontale [Thèse d'exercice]. [France]: Université de Nantes. Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie;
5. Scott A. Use of an erbium laser in lieu of retraction cord: a modern technique. *Gen Dent.* avr 2005;53(2):116- 9.
6. Duret F, Pelissier B, Duret B. Peut-on envisager de faire des empreintes optiques en bouche ? *Stratégie Prothétique.* 2005;5(1):67- 74.
7. Kotha SB, Ramakrishnaiah R, Devang Divakar D, Celur SL, Qasim S, Matinlinna JP. Effect of disinfection and sterilization on the tensile strength, surface roughness, and wettability of elastomers. *J Investig Clin Dent.* 26 oct 2016;
8. Butta R, Tredwin CJ, Nesbit M, Moles DR. Type IV gypsum compatibility with five addition-reaction silicone impression materials. *J Prosthet Dent.* juin 2005;93(6):540- 4.
9. 3shape.com. 3Shape Releases CAD Solution for Post and Core Restorations [Internet]. Disponible sur: <http://www.3shape.com/knowledge-center/news-and-press/press-releases/2013/cad-solution-for-post-and-core-restorations>
10. thedentalimplantpractice.com. Case Study 1 – Replacement of all teeth [Internet]. Disponible sur: <http://thedentalimplantpractice.com/portfolio/all-teeth-case-1>
11. Descamp F, Fages M, Duret F. La CFAO en odontologie: les bases, les principes et les systèmes. Paris: Editions CdP; 2016.
12. Landwerlin O, Fages M. L'empreinte optique : silence on tourne ! *Stratégie Prothétique.* 2014;14(2):115- 28.
13. odontologie.edu.umontpellier.fr. Diplôme universitaire de conception et fabrication assistée par ordinateur [Internet]. [cité 13 févr 2017]. Disponible sur: <http://odontologie.edu.umontpellier.fr/formation-continue/diplome-universitaire-cfao/>
14. Perez-Davidi M. [Digital smile design and anterior monolithic restorations chair side fabrication with Cerec Cad/Cam system]. *Refuat Hapeh Vehashinayim* (1993). oct

- 2015;32(4):15- 9, 25.
15. Solaberrieta E, Etxaniz O, Minguez R, Muniozguren J, Arias A. Design of a Virtual Articulator for the Simulation and Analysis of Mandibular Movements in Dental CAD/CAM. In Cranfield University Press; 2009 [cité 8 mars 2017]. Disponible sur: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/3724>
 16. wikipedia.org. Balkwill-Winkel [Internet]. Disponible sur: <https://de.wikipedia.org/wiki/Balkwill-Winkel>
 17. Zhou Y, Cameron E, Forbes G, Humphris G. Systematic review of the effect of dental staff behaviour on child dental patient anxiety and behaviour. *Patient Educ Couns.* oct 2011;85(1):4- 13.
 18. Muller-Bolla M, Sixou P de J-L, Collège des enseignants en odontologie pédiatrique. *Fiches pratiques d'odontologie pédiatrique.* Rueil-malmaison: Editions CdP; 2016.
 19. American Academy on Pediatric Dentistry Clinical Affairs Committee-Pulp Therapy subcommittee, American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs. *Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth.* *Pediatr Dent.* 2009 2008;30(7 Suppl):170- 4.
 20. Zandouche, Cindy. La prise en charge des traumatismes dentaires chez l'enfant et l'adolescent : secteur libéral, secteur hospitalier ? Attitudes des chirurgiens dentistes. [Internet]. Faculté de chirurgie dentaire de Nancy; 2012 [cité 21 août 2017]. Disponible sur: http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_TD_2012_ZANDOUCHE_CINDY.pdf
 21. Bloch-Zupan A. Les amélogénèses imparfaites. *Clinic.* oct 2010;(31):512- 6.
 22. Leroy S. L'érosion-infiltration dans la prise en charge des lésions antérieures du MIH: à propos de trois cas cliniques. [Université du droit et de la santé de Lille 2]; 2016.
 23. Genosmile.eu. Maladies rares : amélogénèses imparfaites [Internet]. [cité 9 juill 2017]. Disponible sur: http://www.genosmile.eu/wp-content/uploads/2013/09/AmelogeneseImparfaiteABZ_24.05.2013.pdf
 24. eugenol.com. Jeune fille 13 ans dysplasies amélaire [Internet]. Disponible sur: <https://www.eugenol.com/sujets/405272-que-faire>
 25. Clauss F. Présentation d'un cas clinique d'anomalies de structure amélaire : diagnostic différentiel et importance de la prophylaxie [Internet]. Disponible sur: <http://www.dentalspace.com/praticien/formationcontinue/presentation-dun-cas-clinique-danomalies-de-structure-amelaire-diagnostic-differentiel-importance-de-prophylaxie/#>
 26. Tirlet G, Attal JP. Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'Information Dentaire.* 25 nov 2009;(41/42).
 27. Hazan E. Congrès Voyage aux Antilles 2010 [Internet]. Disponible sur: <http://www.sop.asso.fr/les-journees/comptes-rendus/congres-voyage-aux-antilles-2010/2>
 28. Mynampati P, Babu MR, Saraswathi DD, Kumar JR, Gudugunta L, Gaddam D. Comparison of fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars

- with different esthetic onlay systems: An in vitro study. *J Conserv Dent.* avr 2015;18(2):140- 3.
29. Beck F, Lettner S, Graf A, Bitriol B, Dumitrescu N, Bauer P, et al. Survival of direct resin restorations in posterior teeth within a 19-year period (1996-2015): A meta-analysis of prospective studies. *Dent Mater.* août 2015;31(8):958- 85.
 30. Kämppi A, Tanner T, Pakkila J, Patinen P, Tjäderhane L, Anttonen V. Comparison of simple screening criteria with the International Caries Detection and Assessment System classification in determining restorative treatment need. *Int Dent J.* 2016;66(2):63- 70.
 31. selarl-dentaire-ponthieu-chirurgiens-dentistes.fr. Inlay / Onlay [Internet]. [cité 20 août 2017]. Disponible sur: <http://www.selarl-dentaire-ponthieu-chirurgiens-dentistes.fr/soins-dentaires/soins-dentaires-paris/inlay-onlay/>
 32. Nanci A, Cate ART. *Ten Cate's Oral Histology : Development, Structure, and Function.* Elsevier Health Sciences; 2008. 411 p.
 33. Rogers HJ, Batley HA, Deery C. An Overview of Preformed Metal Crowns. Part 1: Conventional Technique. *Dent Update.* déc 2015;42(10):933- 6, 938.
 34. Delfosse C, Trentesaux T. *La carie précoce du jeune enfant : du diagnostic à la prise en charge globale.* Rueil-malmaison: Editions CdP; 2015. 125 p.
 35. Innes NPT, Ricketts DNJ, Evans DJP. Preformed metal crowns for decayed primary molar teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(1):CD005512.
 36. O'Sullivan EA, Curzon ME. The efficacy of comprehensive dental care for children under general anesthesia. *Br Dent J.* 20 juill 1991;171(2):56- 8.
 37. Holsinger DM, Wells MH, Scarbecz M, Donaldson M. Clinical Evaluation and Parental Satisfaction with Pediatric Zirconia Anterior Crowns. *Pediatr Dent.* 2016;38(3):192- 7.
 38. Larsson C. Zirconium dioxide based dental restorations. Studies on clinical performance and fracture behaviour. *Swed Dent J Suppl.* 2011;(213):9- 84.
 39. dentalcompare.com. NuSmile Pediatric Crowns [Internet]. Disponible sur: <http://www.dentalcompare.com/Featured-Articles/2221-NuSmile-Primary-Crowns/>
 40. Stines SM. Pediatric CAD/CAM applications for the general practitioner. Part 1. *Dent Today.* sept 2008;27(9):130, 132- 3.
 41. Zogheib LV, Saavedra G de SFA, Cardoso PE, Valera MC, Araújo MAM de. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols. *J Appl Oral Sci.* déc 2011;19(6):648- 54.
 42. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont.* août 2001;14(4):355- 63.
 43. Raynal J. *La V-prep et l'endo-V-prep.* Lodève: J. Raynal; 2012. 104 p.
 44. Fages M, Bennasar B. L'endocouronne : un type différent de reconstruction tout-céramique pour les molaires. *J Can Dent Assoc.* 2013;79:d140.

45. has-sante.fr. Appréciation du risque carieux et indications du scellement prophylactique des sillons des premières et deuxième molaires permanentes chez les sujets de moins de 18 ans [Internet]. [cité 2 janv 2017]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/risque_carieux_synthese_recos.pdf
46. Sengul F, Gurbuz T, Sengul S. Finite element analysis of different restorative materials in primary teeth restorations. *Eur J Paediatr Dent.* sept 2014;15(3):317- 22.
47. Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of surface roughness on mechanical properties of two computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) ceramic materials. *Oper Dent.* déc 2012;37(6):617- 24.
48. labocast.org. Lava Ultimate. Résine nanocéramique [Internet]. [cité 1 févr 2017]. Disponible sur: <https://www.labocast.org/dentaires/lava-ultimate.htm>
49. vita-zahnfabrik.com. VITA ENAMIC® - redéfinit la notion de résistance mécanique [Internet]. [cité 1 févr 2017]. Disponible sur: <https://www.vita-zahnfabrik.com/fr/VITA-ENAMIC-24971,27568.html>
50. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* oct 2015;114(4):587- 93.
51. Fontenier T. Critères de choix d'un matériau d'assemblage définitif en prothèse fixée dento-portée [Thèse d'exercice]. [Lille, France]: Université du droit et de la santé; 2016.
52. dsmdentaire.com. FujiCEM. (GC) [Internet]. Disponible sur: http://www.dsmdentaire.com/products_files/fujicemautomix.pdf
53. Macario A. Assemblage des céramiques : analyse au travers de la littérature actuelle et d'un cas clinique [Thèse d'exercice]. [Nice, France]; 2016.
54. Leleu L. Assemblage des pièces céramo-céramiques: scellement ou collage ? [Thèse d'exercice]. [Lille, France]: Université du droit et de la santé; 2010.
55. Wiedhahn K, Schenk O, Fritzsche G. Cerec Omnicam - Intraoralscan 2.0. *Int J Comput Dent.* 2012;15(3):199- 205.
56. Hammad E. La bluecam® et l'omnicam® : changement et apport [Internet] [Thèse d'exercice]. [Université du droit et de la santé de Lille 2]; 2014 [cité 29 nov 2015]. Disponible sur: <http://pepite.univ-lille2.fr/notice/view/UDSL2-workflow-2063>
57. Schneider W. No compromises the new CEREC MC XL and inLab MC XL milling machines. *Int J Comput Dent.* janv 2007;10(1):119- 26.
58. henryschein-materiel.fr. CEREC MCXL [Internet]. [cité 13 févr 2017]. Disponible sur: <https://www.henryschein-materiel.fr/catalogue/boutique/cerec-mc-xl-pack-premium/>
59. gceurope.com. CERASMART : bloc CAD/CAM en céramique hybride absorbeur de choc [Internet]. [cité 10 juill 2017]. Disponible sur: <http://www.gceurope.com/fr/products/cerasmart/>
60. Todorović A, Lisjak D, Lazić V, Špadijer-Gostović A. Possible Errors During the Optical Impression Procedure. *Serbian Dental Journal.* 2010;57(1):30- 4.

61. Faure E. La Classification Commune des Actes Médicaux CCAM [Internet]. [cité 6 juill 2017]. Disponible sur: <http://www.caducee.net/DossierSpecialises/systeme-information-sante/ccam.asp>

Table des illustrations

Figure 1 : Image représentant les dents 15 et 16 poudrées (2)	18
Figure 2 : Deux scan posts de diamètres différents (9)	21
Figure 3 : Arcade maxillaire avec 6 implants sur lesquels 6 « scan body » ont été placés (10)	21
Figure 4 : Représentation de l'angle de Balkwill (16)	25
Figure 5 : Amélogenèse imparfaite hypoplasique chez un enfant de 3 ans (T. Trentesaux).....	29
Figure 6 : Amélogenèse imparfaite hypominéralisée (24).....	29
Figure 7 : Amélogenèse imparfaite hypomature (25).....	30
Figure 8 : Dentinogenèse imparfaite chez un enfant de 30 mois (T. Trentesaux)	31
Figure 9 : Radiographie panoramique d'un enfant de 6 ans atteint de dentinogenèse imparfaite (T. Trentesaux).....	31
Figure 10 : Dents antérieure atteintes d'un MIH (T. Trentesaux)	32
Figure 11 : 1ère molaires mandibulaires atteintes de MIH (T. Trentesaux)	33
Figure 12 : Le gradient thérapeutique de Tirlet et Attal (26).....	33
Figure 13 : Préparation pour facettes sur 11 12 21 (27)	35
Figure 14: Préparation pour onlay sur 46 (31)	36
Figure 15 : Photographie d'une 85 soignée par une couronne préformée métallique (T. Trentesaux)	37
Figure 16 : Photographie d'une arcade en occlusion montrant les dents 52 à 62 reconstituées par des couronnes Nu-smile (39).....	39
Figure 17 : Illustration de la préparation pour endocouronne (A), de l'endocouronne (B) et de la pose de l'endocouronne (C) (44).....	40
Figure 18 : Choix du protocole de collage d'une céramique en fonction de la nature de la colle et de la structure de la céramique (53).....	46
Figure 19: Photographie de la caméra Omnicam	49
Figure 20 : Photographie du cart du CEREC	50
Figure 21 : Photographie de l'usineuse CEREC® ML CL	50
Figure 22 : Vue antérieure des arcades en occlusion	51
Figure 23: Vue occlusale de l'arcade maxillaire	51
Figure 24 : Vue occlusale de l'arcade mandibulaire	51
Figure 25 : Radiographie préopératoire de la 85	52
Figure 26 : Anesthésie intra-osseuse avec le Sleeper One.....	52
Figure 27 : Pose de digue sur la 85.....	53
Figure 28 : Radiographie rétrocoronaire de la 85 après coiffage pulpaire indirect.....	53
Figure 29 : Vue occlusale de la 85 après coiffage indirect et préparation périphérique totale .53	53
Figure 30 : Empreinte optique de la 85	54
Figure 31 : Empreinte optique de l'arcade antagoniste.....	54
Figure 32 : Empreinte optique des arcades en occlusion.....	54
Figure 33 : Positionnement de l'empreinte mandibulaire dans son arcade.....	55
Figure 34: Tracé de la limite cervicale	55
Figure 35 : Programmation de la coiffe sur 85	56
Figure 36 : Choix du bloc et positionnement virtuel de la coiffe et de la tige.....	56
Figure 37 : Coiffe sur 85 après usinage	56
Figure 38 : Essayage de la coiffe sur 85	57
Figure 39 : Vérification des contacts dynamiques.....	57
Figure 40 : Scellement de la coiffe sur 85	57
Figure 41 : Contrôle de la coiffe sur 85 à 1 mois	58

Figure 42 : Vue antérieure des arcades en occlusion.....	58
Figure 43 : Vue de l'arcade mandibulaire	58
Figure 44 : Radiographie rétrocoronaire pré opératoire de la 16	59
Figure 45 : Vue occlusale de la 16.....	59
Figure 46 : Préparation de la 16	59
Figure 47 : Empreinte optique de la 16	60
Figure 48 : Empreinte des dents antagonistes	60
Figure 49 : Empreinte des arcades en occlusion.....	61
Figure 50 : Positionnement de l'empreinte maxillaire dans son arcade	61
Figure 51 : Tracé des limites de la reconstitution.....	61
Figure 52 : Modélisation de l'onlay	62
Figure 53 : Choix du bloc et positionnement virtuel de l'onlay et de la tige	62
Figure 54 : Essayage de l'onlay, contrôles et scellement au CVI-MAR.....	63
Figure 55 : Onlay 2 mois après la pose	63
Figure 56 : Photographie de la 21 après traumatisme	64
Figure 57 : Photographie de la 21 après recollage du fragment	64
Figure 58 : Vue antérieure des arcades en occlusion, la 21 étant protégée avec un composite	65
Figure 59 : Radiographie rétroalvéolaire centrée sur la couronne de la 21 préopératoire.....	65
Figure 60 : Radiographie rétroalvéolaire après la pose de Biodentine sur la 21	65
Figure 61 : Radiographie rétroalvéolaire postopératoire du coiffage direct sur 21 à 1 mois ...	66
Figure 62 : Préparation pour couronne de la 21	66
Figure 63 : Choix de teinte pour la couronne sur 21	66
Figure 64 : Empreinte optique de la 21	67
Figure 65 : Empreinte des dents antagonistes	67
Figure 66 : Empreinte vestibulaire des arcades en occlusion.....	68
Figure 67 : Positionnement de l'empreinte maxillaire dans son arcade.....	68
Figure 68 : Délimitation de la limite cervicale de la 21	68
Figure 69 : Modélisation de la couronne sur 21	69
Figure 70 : Choix du bloc et positionnement virtuel de la couronne sur 21 et de tige.....	69
Figure 71 : Couronne sur 21 après usinage	70
Figure 72 : Essayage et retouches de la couronne sur 21 avant cuisson	70
Figure 73 : Cuisson de la couronne sur 21	71
Figure 74 : Couronne sur 21 après scellement	71
Figure 75 : Prise d'empreinte pour l'onlay	73
Figure 76 : Empreinte avant traitement, polluée	73
Figure 77 : Empreinte après traitement, dépolluée.....	74
Figure 78 : Détermination automatique d'une limite cervicale	74
Figure 79 : Détermination manuelle d'une limite cervicale.....	75
Figure 80 : Première proposition du logiciel pour la couronne sur 21	75
Figure 81: Image montrant les axes des 11 et 21.....	76
Figure 82 : Positionnement de l'empreinte sur arcade sur la version premium.....	76
Figure 83 : Proposition du logiciel premium de l'axe de la 21	77
Figure 84 : Correction de l'axe de la 21	77
Figure 85 : Design de la 21 après correction de l'axe et lissage	77

Table des tableaux

Tableau 1: Tableau récapitulatif des différents matériaux d'assemblage pour la céramique47

Th. D. : Chir. Dent. : Lille 2 : Année 2017 – N°:

La CFAO chez l'enfant / **KABBARA Rémy**.- p. 88 : ill.85 ; réf. 61.

Domaines : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE – ODONTOLOGIE PROTHETIQUE

Mots clés Rameau: CFAO, Odontologie pédiatrique, Odontologie prothétique

Mots clés FMeSH: Conception et fabrication assistée par ordinateur, Odontologie pédiatrique, Odontologie prothétique

La CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) est une avancée technologique qui continue de se développer. La problématique de la thèse est de savoir si de tels outils sont applicables chez l'enfant.

L'avantage de la CFAO est qu'elle permet un meilleur abord de l'enfant, rendant ludique ce qui est à la base anxiogène. Ses objectifs ne diffèrent pas des soins « classiques ». Elle permet aussi de traiter des cas de traumatologie et d'anomalies de structure. En plus de répondre à la notion de gradient thérapeutique, les possibilités de traitement sont vastes grâce à la diversité des matériaux disponibles.

Trois cas cliniques ont été réalisés comprenant une coiffe sur dent de lait, un onlay et une couronne sur dents définitives. Même si les outils informatiques ne sont pas encore adaptés pour l'odontologie pédiatrique, l'ensemble des soins ont pu être menés à bien ce qui prouve que la CFAO chez l'enfant est existante et réelle.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Pascal BÉHIN

Assesseurs : Monsieur le Docteur François DESCAMP

Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Madame le Docteur Fiona PARASCANDOLO

Membre invité : Madame le Docteur Émilie DEHAYNIN