



**HAL**  
open science

# La pratique quotidienne de la CFAO en cabinet dentaire. Volume 2, Enquête épidémiologique et perspectives

Janani Tamodarin

## ► To cite this version:

Janani Tamodarin. La pratique quotidienne de la CFAO en cabinet dentaire. Volume 2, Enquête épidémiologique et perspectives. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01961245

**HAL Id: dumas-01961245**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01961245>**

Submitted on 19 Dec 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License



UNIVERSITÉ  
**PARIS**  
**DESCARTES**

MEMBRE DE

**U-S-PC**  
Université Sorbonne  
Paris Cité

## **AVERTISSEMENT**

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.1



UNIVERSITÉ  
**PARIS**  
**DESCARTES**

MEMBRE DE

**U-PC**  
Université Sorbonne  
Paris Cité

**UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES**

**FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE**

**Année 2018**

**N° 059**

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement le : 20 juin 2018

Par

**Janani TAMODARIN**

**La pratique quotidienne de la CFAO en cabinet dentaire. Volume 2,  
Enquête épidémiologique et perspectives**

Dirigée par M. le Docteur Marwan Daas

JURY

Mme le Professeur Marysette Folliguet

Président

M. le Docteur Marwan Daas

Assesseur

M. le Docteur Jean-Claude Tavernier

Assesseur

M. le Docteur Ivan Mester

Assesseur





## Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme VITAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET	Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD M. ROCHEFORT (PU associé)	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN Mme CHERIFI (MCU associée) M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS (MCU associée) Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON (MCU associée) M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE (MCU associée) M. SALMON Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 18 décembre 2017



## Remerciements

---

**À Mme le Professeur Marysette Folliguet**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifiée en Médecine bucco-dentaire*

*Docteur en Sciences odontologiques*

*Docteur d'État en Odontologie*

*Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Qui me fait l'honneur de présider ce jury de thèse.

Je tiens à vous témoigner ma très profonde reconnaissance pour votre écoute et votre soutien depuis la P2.

Je vous remercie pour tout le temps que vous consacrez en tant que chef de service pour la réussite de vos étudiants.

Veillez trouver ma profonde admiration pour votre soutien, mon plus grand respect.



**À M. le Docteur Marwan Daas**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Docteur de l'Université de Metz*

*Maître des Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Qui m'a fait le grand honneur de diriger cette thèse. Je tiens à vous témoigner ma profonde reconnaissance pour votre implication dans ce travail. Je vous remercie pour le temps que m'avez consacré. Votre rigueur m'a été d'un grand appui pour l'écriture de cette thèse. Veuillez trouver ici, le témoignage de mon plus grand respect et ma gratitude.



**À M. le Docteur Jean-Claude Tavernier**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

*Docteur en Sciences odontologiques*

*Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

*Chevalier de l'ordre national du mérite*

*Officier de l'ordre des palmes académiques*

Qui m'a fait le grand honneur de siéger à ce jury de thèse. Je tiens à vous témoigner ma profonde reconnaissance pour votre enseignement et votre gentillesse. Je n'ai malheureusement pas eu la chance de connaître votre bienveillance.

Veillez trouver ici le témoignage de mon plus grand respect.



**À M. le Docteur Ivan Mester**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

Qui m'a fait le grand honneur de siéger à ce jury de thèse.

Je tiens à vous remercier pour la qualité de votre enseignement, la rigueur, et votre patience. Votre disponibilité et votre soutien m'ont été d'une aide précieuse pour avancer au cours de mes études.

Veillez trouver ici le témoignage de mon respect, le plus grand.



**A mes chers parents,**

**A mon papa**, qui a fait d'énormes sacrifices pour l'avenir de ses enfants, tu n'as jamais cessé de penser à notre futur plutôt qu'au tien. Protecteur en chaque instant et encore aujourd'hui le moindre rhume t'inquiète comme quand j'ai été bébé. Merci pour cette attention infinie. Je ne te remercierais jamais assez pour toutes les étapes que tu as dû surmonter pour la réussite de tes 3 filles. Si aujourd'hui j'ai la chance d'exercer ce métier c'est grâce aux décisions que tu n'as pas hésité à prendre dans ta vie.

**A ma maman**, la personne la plus courageuse que je connaisse au monde, dans les moments les plus durs, tu as toujours eu les bons mots pour remonter le moral. Tu es un de mes repères importants de ma vie. Je tiens à toi énormément.

J'essaie chaque jour de vous rendre fiers tous les deux, j'ai rarement l'occasion de vous dire mais vous avez une très grande place dans mon cœur pour tous les sacrifices que vous avez faits pour mon avenir. Je vous aime de tout mon cœur.

**A ma grande sœur**, tu t'es toujours comportée comme une deuxième maman pour moi. Je te remercie pour tout le temps que tu as consacré à la relecture. Tu as une très belle famille, je te souhaite tout le bonheur du monde avec ta famille.

**A ma petite sœur**, ma petite coquine, je suis très fière de ce que tu es devenue. Tu as grandi si vite. Nous avons passé de très bons moments ensemble et j'espère qu'il y en aura encore d'autres tout au long de notre vie.

**A mon grand-père**, qui est parti en janvier loin de moi. Je ne réalise toujours pas que vous ne faites plus parti de ce monde : cela a été le moment le plus douloureux de ma vie. Je réalise aujourd'hui votre rêve mais vous n'êtes plus présent pour voir de vos propres yeux ce que je suis devenue. Sans vous cela n'aurait pas été possible. J'espère avoir votre bénédiction de là-haut pour tout ce que j'entreprendrai dans ma vie.

**A ma grand-mère**, vous êtes un exemple de vie avec grand-père. Habitant en inde, mon souhait aurait été de vous voir sourire et vous rendre fière le jour de ma soutenance. Vous me manquez beaucoup.

**A ma nièce adorée et à mon neveu d'amour**, vous êtes les rayons de soleil de notre famille. Je serais présente dans chaque instant de votre vie pour vous voir grandir.

**A mon homme, Jeremy**, celui qui m'a toujours soutenue. Notre rencontre est la plus belle chose qui m'ait pu arriver. Je remercie Dieu de t'avoir mis dans mon chemin. Chaque jour tu me combles de joie, de bonne humeur. Tu prends soin de moi comme mes parents l'ont fait. J'ai trouvé l'homme

parfait. Ton soutien et ton amour inconditionnel me font surmonter les étapes les plus dures. J'essaie d'être à la hauteur chaque jour de ton amour. A deux nous pouvons construire une belle famille.

Je t'aime pour la vie mon amour.

**A mes beaux-parents**, qui ont toujours été de bons conseils tout au long de notre projet avec Jérémy. Je suis contente et fière de faire partie de votre famille.

**A mes deux meilleures amies, Vino et Sabrina** je suis fière de ce que nous sommes devenues, j'espère qu'on sera toutes les trois toujours aussi proches pour le restant de notre vie.

**A Cyrine, ma binôme de thèse**, on s'est toujours soutenue du début jusqu'à la fin. Notre travail acharné a porté ses fruits. On peut le dire maintenant on l'a fait.

**A Samer**, les fous rires de colombes et de la Bu me manquent. T'es une personne joviale qui répand de la bonne humeur autour de toi. Je suis heureuse de t'avoir connu et partagé les années de Colombes avec toi.

**A mon binôme de Colombes Aurélien** nous sommes passés par tous les états, mais nous avons réussi ensemble à colombes. Je suis contente pour ton internat tu l'as amplement mérité.

**A Samia et Hakima**, nos mamans de Colombes, merci pour votre bonne humeur.

# Table des matières

---

<b>Tableau des enseignants de la Faculté.....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>1 : L’empreinte optique .....</b>	<b>4</b>
1.1. Les techniques d’empreintes .....	4
1.2. L’empreinte optique.....	5
1.2.1 Principe de l’empreinte optique.....	5
1.2.2 Méthode d’enregistrement des empreintes optiques .....	6
1.3. Les paramètres de la caméra optique.....	11
1.3.1 Le type d’acquisition.....	11
1.3.2 Le poudrage .....	12
1.3.3. Rendu colorimétrique des empreintes virtuelles. ....	12
1.3.4. Tableau récapitulatif des différentes caméras optiques .....	12
1.4. Empreinte optique : avantages et inconvénients .....	14
1.4.1 Avantages .....	14
1.4.2. Limites.....	15
<b>2 : La caméra 3Shape .....</b>	<b>16</b>
2.1 La caméra Trios .....	16
2.1.1 Les avantages.....	17
2.1.2 Principe de numérisation de l'inlay-core.....	18
2.2 Cas clinique avec Trios.....	19
<b>3 : Enquête épidémiologique .....</b>	<b>23</b>
3.1 Présentation de l’enquête.....	23
3.1.1 Objectif de l’enquête .....	23
3.1.2 Le prétest .....	23
3.1.3 Problématique .....	23
3.2 Matériel et méthodes .....	24
3.2.1 Population.....	24
3.2.2 Type d’étude.....	24
3.2.3 Recueil et traitement des données .....	24
3.3 Analyse des données.....	25
3.4 Résultats.....	25
3.4.1 Présentation de la population étudiée.....	25
3.4.2. Intérêt des praticiens pour la CFAO.....	28

3.4.3 Caractéristiques des chirurgiens-dentistes utilisant la CFAO .....	29
3.4.4 Avantages et Inconvénients de la CFAO .....	34
3.4.5. Praticiens non équipés de CFAO.....	36
3.4.6 Avenir de la CFAO .....	38
3.5 Limites de l'étude .....	39
<b>Conclusion .....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>
<b>Table des figures .....</b>	<b>45</b>
<b>Table des tableaux .....</b>	<b>46</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>47</b>

## Introduction

---

Les temps changent et les méthodes de travail évoluent, qu'est-il de plus normal que l'installation du numérique dans nos cabinets en 2017 ?

L'avènement du numérique dans nos cabinets est une révolution et toute révolution entraîne un changement des habitudes.

Tout a commencé en décembre 1970, le professeur François Duret était alors étudiant à la Faculté des Sciences et à l'école dentaire de Lyon et s'intéressait à deux techniques : les empreintes dentaires et la métrologie dimensionnelle en 3D d'un objet. Trois années plus tard, il soutenait sa thèse d'exercice sur l'empreinte optique. C'est ainsi que l'aventure de la CFAO dentaire a commencé.

Elle a depuis énormément évolué et s'est installée progressivement dans nos cabinets et laboratoires. Aujourd'hui près de la moitié des laboratoires de prothèses français sont équipés d'un système de CAO ou de FAO ou des deux et en parallèle, une augmentation du nombre de chirurgiens-dentistes dotés d'une caméra d'empreinte optique. Cependant il faut noter que l'essor est moins rapide en France que sur le continent américain ou dans d'autres pays européens (Allemagne, Espagne, Italie...)<sup>1</sup>

Quelles en sont les raisons ? Présente-t-elle de véritables avantages pour les chirurgiens-dentistes ?

La CFAO a-t-elle un avenir dans nos cabinets dentaires ?

C'est dans ce sens que ce travail a été mené afin de comprendre les raisons du faible intérêt des praticiens pour la CFAO en France.

Dans un premier temps, il est intéressant de présenter les principes et les techniques de prise d'empreinte optique ainsi que les avantages et inconvénients.

Puis un cas clinique entièrement réalisé en CFAO sera présenté.

Dans un second temps une enquête réalisée auprès des praticiens sera analysée. L'objectif est de dresser une image de la situation actuelle de la CFAO et précisément de l'empreinte optique en France.

L'intérêt de la recherche est de comprendre la raison pour laquelle l'empreinte optique n'est pas encore présente dans la majorité des cabinets et quel est l'avenir de celle-ci en dentisterie.

---

<sup>1</sup> Arcaute et Nasr, « CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 »,

# 1 : L’empreinte optique <sup>2</sup>

---

L’empreinte est définie par le professeur François Duret comme étant « la mise en œuvre d’une méthode capable de mesurer une perturbation et de la restituer sous une forme utilisable, palpable, visible, voire métrique. Elle doit conduire à mettre ces informations à la disposition de l’opérateur qu’il soit prothésiste ou dentiste. », c’est le premier maillon de la chaîne prothétique.

La « perturbation » fait référence à la préparation dentaire qui va entraîner des modifications au sein du matériau d’empreinte. Cette première va engendrer également au niveau de l’empreinte optique des modifications des trajectoires lumineuses lors du balayage par le faisceau lumineux.

La préparation périphérique peut être ainsi enregistrée soit traditionnellement soit à l’aide d’une caméra.

L’empreinte optique est la première étape de la chaîne numérique dématérialisée. Réalisée à l’aide d’une caméra, c’est « une étape fondamentale de la conception et la fabrication assistées par ordinateur » selon le Pr Duret.<sup>3</sup>Cette étape primordiale permet de limiter à elle seule les imprécisions.

## 1.1. Les techniques d’empreintes

Aujourd'hui il existe trois techniques de prise d'empreinte en CFAO<sup>4</sup> :

- La méthode de prise d'empreinte conventionnelle dite chimico-manuelle, utilisée en CFAO indirecte
- Le palpement mécanique, par contact ponctuel utilisé en CFAO indirecte
- L’empreinte optique.

## 1.2. Le palpement mécanique

A partir du modèle en plâtre un pointeur surmonté d’une bille mesure par contact ponctuel la surface de la préparation. Cette technique permet ainsi d’obtenir les coordonnées X Y Z de chaque point de la surface de préparation. Cette dernière est par conséquent reconstituée virtuellement sur l’ordinateur. Très peu de sociétés ont commercialisé ce système d’enregistrement, c’est le cas de Nobel Biocare avec son système Procera<sup>®</sup>.

---

<sup>2</sup> Duret et Pélissier, « Différentes méthodes d’empreinte en CFAO dentaire ».

<sup>3</sup> Soenen, Sireix, et Le Gac, « L’empreinte optique intra-buccale au service de la CFAO semi-directe en clinique ».

<sup>4</sup> Duret et Pélissier, « Différentes méthodes d’empreinte en CFAO dentaire ».

Le palpage mécanique présente un certain nombre d'inconvénients notamment sur la durée d'enregistrement, et des imprécisions. Avec les nouvelles évolutions numériques, l'empreinte optique semble être une des techniques d'empreinte performante.

## **1.2. L'empreinte optique**

### **1.2.1 Principe de l'empreinte optique<sup>5</sup>**

L'empreinte optique consiste à mesurer le volume dentaire grâce à un système ondulatoire. Les rayons lumineux sont envoyés sur l'objet à enregistrer, la « déstabilisation, la dérive ou la déformation du système rayonnant » donne la géométrie tridimensionnelle de la préparation dentaire. La perturbation du rayon lumineux est provoquée par les volumes des restaurations dentaires et des muqueuses. La caméra optique permet de réaliser une empreinte optique.

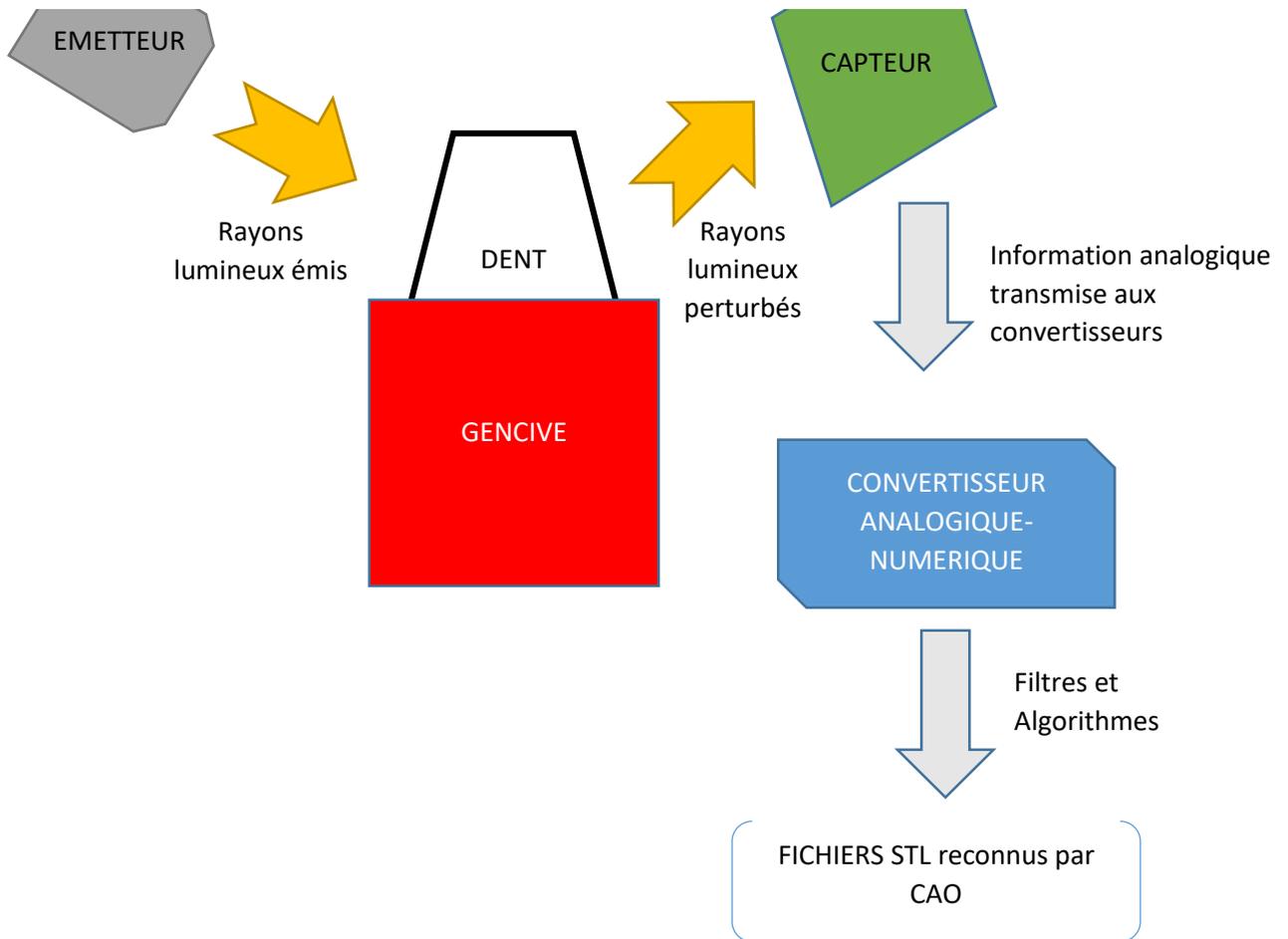
Afin de réaliser l'empreinte optique, quatre éléments sont fondamentaux :

- Les émetteurs de lumière (incohérente ou cohérente) ou d'ondes situés en dehors du spectre de la lumière visible,
- Les capteurs, qui sont sous formes d'analyseurs d'intensités de temps ou de longueurs d'ondes vont donner une information que l'on appelle l'information analogique. Le capteur reçoit le rayonnement émetteur et mesure la perturbation provoquée par l'objet le long du trajet lumineux.
- Les convertisseurs, décryptent la perturbation analogique transmise par le capteur et la convertissent en données numériques. Ils sont couramment appelés convertisseurs analogiques -numériques.
- Les filtres et algorithmes de traitement de l'image formatent les données numériques dans des formats type STL, reconnu par le système CAO.

---

<sup>5</sup> Duret et Pélissier.

Figure 1 : Schéma récapitulatif du trajet lumineux



Source : Duret et Pélissier, « Différentes méthodes d’empreinte en CFAO dentaire ».

### 1.2.2 Méthode d’enregistrement des empreintes optiques<sup>6</sup>

En empreinte optique il existe deux méthodes d’enregistrement :

- Méthode directe par triangulation en lumière structurée
- Méthode indirecte en lumière structurée active et/ou focalisée
- 

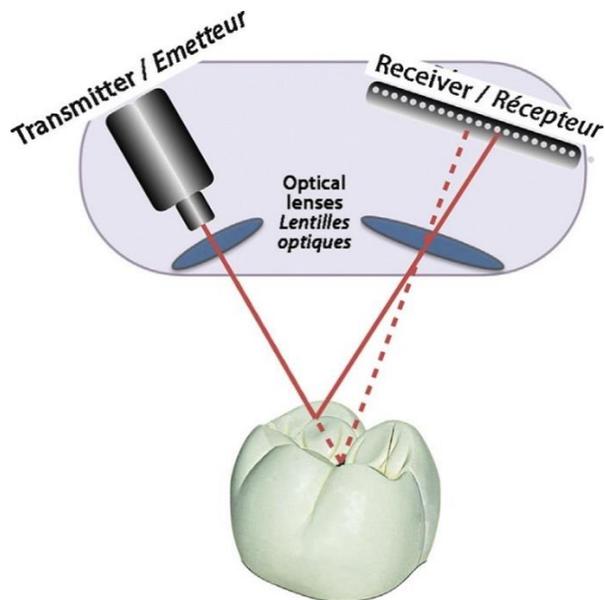
---

<sup>6</sup> Duret et Pélissier.

### 1.2.2.1 La triangulation en lumière structurée

Le principe consiste à placer d'une part un émetteur de lumière et de l'autre part un récepteur (une caméra). L'objet à enregistrer se trouve au sommet du triangle formé par les 3 points suivants : émetteur, récepteur et la dent.

Figure 2 : Triangulation en lumière structurée



Source : Duret et Pélissier., Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire, 2010

La caméra réceptrice mesure la projection d'un point lumineux sur la préparation dentaire. Afin d'obtenir une meilleure précision, et pour une acquisition plus rapide et de meilleure qualité, une frange de lumières parallèles est projetée (et pas uniquement un rayon lumineux).

L'objet va envoyer les rayons lumineux réfléchis au récepteur. La couleur de l'objet est alors très importante. Elle doit être la plus homogène possible. On parle de « surface lambertienne »

La préparation dentaire doit par conséquent être matifiée par un poudrage soigneux pour avoir une bonne réflexion de lumière. Il faut noter que le poudrage limite la précision. Aujourd'hui il est possible

d'utiliser des lumières phosphorescentes et fluorescentes qui arrivent à s'affranchir du problème de réflexion sur surface brillante.<sup>9</sup>

Cette méthode d'enregistrement présente quelques inconvénients :

- La limite de ce procédé est le point non visible, que l'on nomme l'ombre portée. Plus l'angle formé entre la source de lumière et la caméra est grand plus la méthode est précise mais le phénomène de l'ombre portée augmente, le compromis acceptable étant de 6 à 10 degrés.
- L'objet doit rester stable lors de l'enregistrement pour pallier au flou cinétique.
- Les mouvements de balayages réalisés par l'opérateur doivent être contrôlables.
- La réflexion de la lumière doit se faire de la même manière en tout point.
- Le temps nécessaire à la lecture est long, de plusieurs minutes.

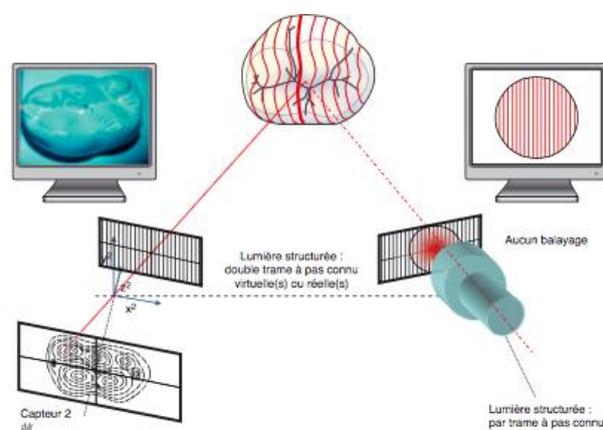
#### 1.2.2.2. La méthode indirecte en lumière active ou structurée

D'une manière globale, la méthode indirecte consiste à projeter un réseau périodique sur l'objet, et l'observer à travers un deuxième réseau. Elle semble ressembler à la méthode par triangulation.

Cependant elle est différente de la triangulation d'un point de vue mathématique car l'information est perçue grâce à l'interférence de deux réseaux ondulatoires ou macroscopiques qui sont projetés et observés sur l'objet.

En odontologie il existe le principe du moiré optique et le moiré électronique. Le Moiré optique Cette méthode consiste à la superposition de deux réseaux microscopiques appelés neutres et c'est grâce à l'interférence lumineuse que se crée l'aspect moiré. C'est la première méthode mise au point pour être utilisée en bouche afin de réaliser une empreinte directe au fauteuil.

Figure 3 : Principe du moiré optique en odontologie.



Source : Duret et Pélissier., « Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire », 2010

<sup>9</sup> Lecocq, « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ».

Dans la figure 3, deux trames de réseaux périodiques sont projetées sur l'objet, l'interférence entre ces deux trames crée des courbes qui sont enregistrées au niveau du capteur 2.

➤ Le moiré électronique

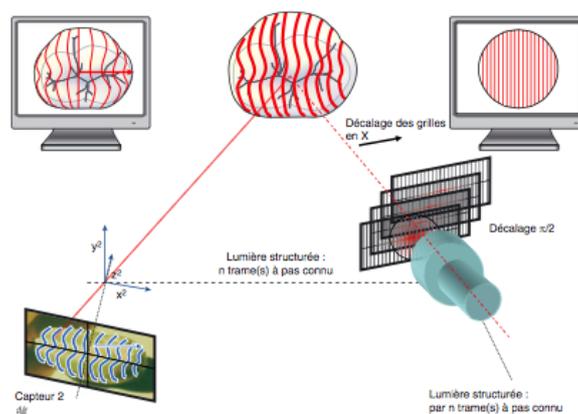
Cette technique est aussi connue sous le nom d'interférence profilométrique, elle a l'avantage d'être rapide avec des résultats obtenus en 1/10<sup>ème</sup> de secondes et une précision de quelques micromètres. Il existe quatre méthodes dont trois sont utilisées en odontologie qui sont les suivantes :

- La profilométrie par codage de phase

Le principe est de mesurer les différentes intensités lumineuses. Ces dernières sont dues à la différence de phase en un même point entre le rayon laser utilisé (sur un plan de référence défini en usine et mémorisé dans la caméra) et la phase de ce même rayonnement au moment où celui-ci a atteint la dent.

C'est la différence de phase entre le rayon de référence et les différents rayons frappant ce point de la dent pendant le mouvement de la trame qui nous permet de mesurer la distance entre le plan de référence calibré en amont et la surface dentaire.

Figure 4 : Profilométrie par codage de phase



Source : Duret et Pélissier., « Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire », 2010

Dans la figure 4, plusieurs trames de rayons sont envoyées sur l'objet, la différence de phase de chaque rayon au point d'impact permet de mesurer les intensités lumineuses et créer l'image de la dent.

- La profilométrie chromatique :

Cela consiste à envoyer sur un objet des rayons lumineux de longueurs d'ondes situées dans le domaine du visible (450 à 800nm). Afin de parvenir à cette technique, la lumière est projetée sur un prisme avant de répartir les différentes longueurs d'ondes sur l'objet. Il est ainsi facile d'obtenir des lignes de couleurs différentes et non uniquement des lignes noires et blanches.

Figure 5 : Projection des lignes de couleurs du domaine du visible



Source : Duret et Pélissier., « Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire », 2010

- La profilométrie par transformée de Fourier

Ce principe ressemble à la profilométrie par codage de phase. En effet la profilométrie par transformée de Fourier utilise également une trame pour la projection sur l'objet. Contrairement à la profilométrie par codage de phase il n'y a pas de mouvement de trame. Grâce à des filtres mathématiques, l'ensemble des données enregistrées sont transformées en image.

### **1.3. Les paramètres de la caméra optique**

#### **1.3.1 Le type d'acquisition**

L'acquisition des volumes bucco-dentaires peut se faire de deux façons, soit par le procédé image par image, soit par un flux numérique continu.

##### **1.3.1.1 Image par image**

L'enregistrement se fait par une succession de prises d'images rapprochées. Le logiciel effectue alors la mise de bout à bout des images grâce à des parties communes qui existent entre celles-ci. Les images qui ne sont pas exploitables sont rejetées en temps direct.

Le logiciel indique les zones de manque en fin d'acquisition pour permettre au praticien de reprendre son empreinte au niveau de ce manque.

Le praticien place la caméra au-dessus de la zone à enregistrer et c'est à l'aide d'un signal sonore ou visuel que la « prise » du cliché est indiquée. Durant l'enregistrement, la caméra doit être très stable. Il existe pour cela des dispositifs de stabilisation qui sont d'une très grande utilité notamment pour les praticiens débutants.

Cette prise de vue est plutôt adaptée aux empreintes sectorielles, faisant intervenir peu de clichés. Elle ne semble pas être adaptée aux empreintes étendues.<sup>10</sup>

##### **1.3.1.2. Le Flux continu<sup>11</sup>**

Le flux continu ou le flux vidéo permet d'enregistrer les volumes bucco-dentaires en survolant les surfaces. Lors de l'acquisition, le logiciel montre en temps direct un retour vidéo permettant de visualiser la position de la caméra, la construction du modèle virtuel. Si une zone de manque apparaît, il suffit de revenir sur cette dernière afin de pallier au trou noir.

Cette prise de vue permet une liberté de mouvement mais un trajet rigoureux doit être respecté. De même un grand nombre d'images peut être enregistré. Le flux continu peut être utilisé pour des empreintes étendues.

Actuellement, les innovations dans les caméras optiques vont dans le sens de ce mode d'acquisition.

---

<sup>10</sup> Arcaute et Nasr, « CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 ».

<sup>11</sup> Arcaute et Nasr.

### **1.3.2 Le poudrage<sup>12</sup>**

C'est une étape qui est opérateur-dépendant, car elle consiste à déposer une fine couche de poudre de dioxyde de titane sur le volume buccodentaire à enregistrer. L'épaisseur doit être homogène pour éviter de fausser l'empreinte. La surface dentaire doit être sèche et propre tout comme pour une empreinte traditionnelle. Cette étape nécessite un temps opératoire supplémentaire.

Le praticien doit apprendre à réaliser correctement le poudrage, car c'est une étape importante pour avoir une empreinte finale de qualité. Le temps d'apprentissage moyen nécessaire est de 2 à 6 semaines.

L'indication est la restauration unitaire, car plus l'édentement est étendu, plus la marge d'erreur augmente. L'absence de poudrage reste néanmoins un sérieux avantage pour de nombreux praticiens du fait du gain de temps.

Certaines caméras fonctionnant sans poudrage peuvent nécessiter du dioxyde de titane uniquement pour masquer des surfaces sur-brillantes comme des couronnes métalliques situées à proximité des préparations dentaires. Il faut tenir compte de cette caractéristique pour le choix de la caméra.<sup>1314</sup>

### **1.3.3. Rendu colorimétrique des empreintes virtuelles. <sup>15</sup>**

Les systèmes utilisant le poudrage donnent des images monochromes ressemblant à un modèle en plâtre.

Certains systèmes sans poudrage permettent d'enregistrer les teintes des différentes parties buccodentaires dans une certaine mesure. Les teintes restent plus ou moins réalistes.

### **1.3.4. Tableau récapitulatif des différentes caméras optiques<sup>16</sup>**

---

<sup>12</sup> Arcaute et Nasr.

<sup>13</sup> M. S. Prudente et al., « Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit ».

<sup>14</sup> H. Li et al., « Influence of object translucency on the scanning accuracy of a powder-free intraoral scanner: A laboratory study ».

<sup>15</sup> Arcaute et Nasr, « CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 ».

<sup>16</sup> Arcaute et Nasr.

Tableau 1 : Caractéristiques des caméras optiques

MODELE	Cerec Bluecam	Cerec Omnicam	Apollo Di	Trios 3	Trios 3 color	Trios	CS3500	CS3600	True définition Scanner	Plan-scan	Con-dor	DW10	ITero	Intra-scan
Marque	Sirona	Sirona	Sirona	3shape	3shape	3shape	Cares-tream	Cares-tream	3Mespe	Plan-meca	Bio-tech	Dental wings	Caden t	ZFX
Prise de vue	Image par Image	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Image par Image	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo	Flux vidéo
Poudrage	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui/Non	Non	Non
Teinte	Mono-chrome	Couleur	Mono-chrome	Mono-chrome	Couleur	Mono-chrome	Couleur	Couleur	Mono-chrome	Mono-chrome et couleur	Couleur	Mono-chrome	Couleur	Mono-chrome
Poids caméra	270g	313g	100g	340g	340g	738g	295g	325g	190g	544g	110g	105g	500g	600g
Ouverture système	Contrô-lée	Contrô-lée	Contrô-lée	Contrô-lée	Contrô-lée	Contrô-lée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Système de CFAO directe propriétaire	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	OUI	Non	Non	Non	Non

Source : Arcaute et Nasr, « CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 », 2017

## 1.4. Empreinte optique : avantages et inconvénients

### 1.4.1 Avantages

D'après des études réalisées <sup>17 18 19 20 21 22</sup> la validité clinique de l'empreinte optique n'est plus à démontrer. Les empreintes optiques présentent les avantages suivants :

- L'absence de matériau d'empreinte, et sa déformation dans le temps limitent les imprécisions liées aux propriétés du matériau. Par conséquent il n'y a plus besoin d'investir dans des portes-empreintes de différentes tailles également.
- Le temps nécessaire à la réalisation d'une empreinte optique est de l'ordre de 2 minutes.
- L'espace de stockage des empreintes virtuelles est faible comparé à celui que nécessite l'ensemble des modèles en plâtre.
- Le modèle virtuel s'affiche instantanément à l'écran. Il est alors possible de vérifier si tous les détails importants ont été enregistrés, et visualiser les limites des préparations.
- Pour les systèmes ouverts la communication est facilitée avec le prothésiste.
- L'acceptation du plan de traitement est plus facile par le patient : meilleur confort pour le patient, absence de reflexe nauséux. L'empreinte peut être réalisée facilement chez un patient avec une ouverture buccale limitée.
- Si une zone est absente lors de la visualisation de l'empreinte, il est alors possible de corriger ce défaut directement.
- Les différentes empreintes peuvent être superposées pour réaliser un guide radiologique.

Cependant l'empreinte optique présente quelques inconvénients.

---

<sup>17</sup> S. Cetik et al., « Adaptation of zirconia crowns created by conventional versus optical impression : in vitro study ».

<sup>18</sup> J. B. Carbajal Mejía et al., « Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions ».

<sup>19</sup> I.-D. Jeong et al., « Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study ».

<sup>20</sup> M. T. Kattadiyil et al., « Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication ».

<sup>21</sup> P. Tsirogiannis, D. R. Reissmann, et G. Heydecke, « Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions : a systematic review and meta-analysis ».

<sup>22</sup> Kattadiyil et al., « Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication ».

## 1.4.2. Limites

Bien que la technique d’empreinte ait pu bénéficier de nombreuses évolutions ces dernières années, elle présente des limites<sup>23 24 25</sup>:

- Le saignement sulculaire peut masquer des limites des préparations. Ce sont des informations importantes pour la future adaptation de la prothèse.
- Les empreintes pour prothèse amovible complète sont compromises dues aux surfaces gingivales difficiles à enregistrer.
- Le flux salivaire empêche une réflexion de la lumière adaptée. En effet une surface dentaire humidifiée est très brillante. Un objet très lumineux peut ainsi poser problème lors de l’enregistrement.
- L’accessibilité de la caméra dont les têtes d’enregistrement sont volumineuses peut être limitée au niveau des secteurs postérieurs.
- Il faut tenir compte du flou cinétique : le patient doit rester immobile le temps de l’enregistrement.
- Les zones de contre dépouille peuvent apparaître imprécises créant ainsi des zones d’ombres à l’écran.
- Des systèmes fermés sont aujourd’hui commercialisés, limitant ainsi la communication libre avec son prothésiste. En effet le flux numérique ne peut être établi qu’avec un laboratoire de prothèse possédant le même système.

Aujourd’hui la démocratisation de la CFAO pousse à créer des systèmes ouverts. Les systèmes fermés entraînent une dépense supplémentaire concernant l’acquisition de logiciel de reversion qui est pour le moment très onéreux.

- Le coût élevé

Cela dépend du système choisi et reste un des freins le plus important.

---

<sup>23</sup> Cetik et al., « Adaptation of zirconia crowns created by conventional versus optical impression : in vitro study ».

<sup>24</sup> Kattadiyil et al., « Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication ».

<sup>25</sup> Kattadiyil et al.

## 2 : La caméra 3Shape

---

Parmi l'ensemble des caméras disponibles sur le marché, la caméra 3Shape Trios fait partie des machines les plus performantes. Son fonctionnement sera décrit ci-dessous.

Elle est capable de s'adapter aux cas complexes en permettant un scannage rapide et fiable avec une image en 3D couleur.

Grace à son logiciel complet, elle prend en compte les situations cliniques les plus variées comme la pose d'implants, la prise en charge esthétique et le concept de l'articulateur virtuel.<sup>26</sup>

### 2.1 La caméra Trios<sup>27</sup>

Elle est commercialisée par la société 3Shape, d'origine danoise, et lancée dans les années 2000.

Au début, la société danoise était spécialisée dans le contrôle de qualité de réalisation des appareils auditifs.

Deux jeunes diplômés Nikolaj Deichmann et Tais Clausen ont eu l'idée de transformer cette méthode traditionnelle en flux de travail numérique, le « digital workflow. » Ils ont introduit une caméra 3D pour la prise d'empreinte, une conception assistée par ordinateur, un logiciel contrôlant la qualité de l'appareil auditif virtuellement et une fabrication assistée par ordinateur.

Cette technique s'est beaucoup démocratisée et aujourd'hui 90% des appareils auditifs sont réalisés en utilisant la technologie de 3Shape.

Les initiateurs de cette technologie des empreintes auditives se sont intéressés à la dentisterie où la chaîne prothétique suit les mêmes règles que pour une prothèse auditive.

En 2005, ils présentent à l'Internationale Dental-Schau de Cologne (IDS) leur première caméra dentaire ainsi qu'un logiciel de conception d'une prothèse virtuelle, et cela aboutit à un premier succès. Suite à ce retour positif, ils lancent la production de caméras pour les laboratoires de prothèse afin d'améliorer leur travail.

Au fil du temps ils ont également investi dans les cabinets dentaires dans le but de faire bénéficier les praticiens de cette technologie. Dans les années 2000 il existait déjà des systèmes proposant la CFAO en pratique quotidienne de la dentisterie. Ils décident alors de faire une étude du marché en comparant les différents systèmes, leurs avantages et leurs inconvénients, afin de mettre en place une caméra regroupant tous les avantages et excluant le maximum d'inconvénients. Leur caméra devrait être plus rapide, facilement manipulable, plus précise, et plus fiable.

---

<sup>26</sup> Landwerlin, « CFAO dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ».

<sup>27</sup> Diessner et Moldenhauer, « 3Shape's success story continues ».

A l'IDS de Cologne de 2011 ils introduisent leur première caméra intra orale, avec l'objectif de révolutionner la pratique dentaire.

### **2.1.1 Les avantages**<sup>28 29 30 31</sup>

La société 3Shape commercialise une caméra d'empreinte qui ne fait pas appel au poudrage. La caméra scanne plusieurs types de matériaux comme les métaux, les tissus dentaires, gingivaux, et matériaux céramiques en capturant 3000 images 3D par seconde.

Son logiciel possède une interface de communication ouverte permettant de communiquer facilement et directement avec le laboratoire de prothèse. La société 3Shape propose de travailler avec le logiciel dental system. Le système n'est pas fermé laissant ainsi le choix du logiciel de conception.

La caméra dispose d'une liberté de mouvement et de positionnement, il n'est pas nécessaire de tenir la caméra à une certaine distance de la surface dentaire, la caméra peut être en contact direct avec la dent. La pointe du scanner peut être stérilisable.

La première version de Trios avait une poignée pour la prise en main. Cependant, le Trios 3 s'utilise comme un stylo. Ce dernier est disponible sous forme Kart, ou intégré au fauteuil.

La société 3Shape commercialise le Trios Pod, le scanner et son support se connecte par clé USB sur l'ordinateur. Cela permet une meilleure maniabilité et une flexibilité. Et ce type d'équipement peut être facilement transporté d'un cabinet à un autre. Les mises à jour sont présentes en continu.

Les empreintes numériques dans la dernière version de Trios sont en couleurs et offrent la possibilité de prendre directement la teinte sur l'ordinateur avec des outils propres au logiciel de conception.

Le Trios 3 a été présenté à l'IDS de Cologne 2015. Il est commercialisé aujourd'hui en France et améliore ainsi les défauts de trios 2. Il s'agit d'un modèle sans poignée avec une prise en main façon stylo. Cette dernière caméra reste quand même plus agréable pour le praticien. Le trios 3 de 3shape est le seul pour l'instant à intégrer dans sa prise d'empreinte, la prise de teinte également en temps réel. La qualité de photo est en HD, il s'agit là d'un avantage très intéressant pour les cas cliniques esthétiques.

---

<sup>28</sup> Mendel, « 3Shape lance une solution de CAO pour les prothèses inlay-core ».

<sup>29</sup> Dental Quality SPRL, « Scanners d'empreintes digitales 3Shape Trios ».

<sup>30</sup> Landwerlin, « CFAO dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ».

<sup>31</sup> Duminil, *Enregistrement dynamique de l'occlusion : 3shape*.

### 2.1.2 Principe de numérisation de l'inlay-core<sup>32</sup>

Les nombreux systèmes connus de la CFAO permettent de réaliser tous types de restauration mais jusqu' en 2013 aucun d'entre eux ne pouvait réaliser l'empreinte optique du logement de tenon. En effet, la profondeur du canal est un des critères difficiles à franchir pour l'empreinte optique.

La 3shape se présente innovante car c'est le seul système qui propose l'empreinte numérique de l'inlay-core.

La société 3Shape a breveté un nouveau système appelé « Scan post », qui peut être utilisé en cabinet comme au laboratoire de prothèse.

Les Scan posts permettraient grâce à l'empreinte optique d'enregistrer avec précision et facilité les profondeurs des inlays-cores, il en existe différentes tailles et différentes formes.

Le praticien peut lui-même élaborer l'inlay-core et réaliser par la suite la couronne céramique. Il a la main sur le flux numérique de l'étape initiale à la pose clinique de la prothèse.

La modélisation de l'inlay-core se fait via le logiciel, on peut adapter parfaitement les limites de l'inlay-core aux limites de préparation.

Figure 6 : A gauche inlay-core réalisé avec la méthode scan post, et à droite les scans posts



Source : Mendel, « 3Shape lance une solution de CAO pour les prothèses inlay-core », 2013

Les scans post sont stérilisables et donc réutilisables. Les diamètres de ces pivots peuvent aller de 0.9mm à 1.7mm et la longueur de 12 à 16mm.

---

<sup>32</sup> Mendel, « 3Shape lance une solution de CAO pour les prothèses inlay-core ».

Cette technologie a tout de même des limites. On peut se demander si ces pivots scans post peuvent réellement être aussi anatomiques qu'une empreinte traditionnelle. Le fait de commander les pivots scan post empêche de choisir un autre logiciel que celui proposé par 3shape.

L'investissement dans une caméra trios est de l'ordre de 40000 euros et les mises à jour annuelles reviennent à 3500 euros environ. Ceci ne concerne que la technique semi directe.<sup>33</sup>

Récemment découverts, ces pivots ne possèdent pas de recul clinique et dans la littérature il n'y a pas à ce jour des références bibliographiques. Il serait intéressant dans l'avenir d'avoir une bibliographie importante afin de prouver ou non la validité de cette nouvelle technologie. En effet les seules références en cette matière sont données par la société danoise. Il risque d'avoir un conflit d'intérêt.

## 2.2 Cas clinique avec Trios

La réhabilitation prothétique consiste dans ce cas suivant en la restauration de la 36 par un overlay en Enamic réalisé en technique semi directe grâce à la caméra Trios.

Nous allons voir par la suite l'ensemble des étapes allant de la réalisation de l'empreinte optique à la mise en place de la prothèse finale. Le protocole est le suivant :

- 1) Mise en place du champ opératoire et préparation à minima et IDS

Figure 7 : Préparation de la 36 sous champ opératoire



Source : Dr Daas, 2017

---

<sup>33</sup> Landwerlin, « CFAO dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ».

2) Empreinte optique

Figure 8 : Empreinte de la préparation et arcade mandibulaire, de l'arcade antagoniste et de l'occlusion



Source : Dr Daas, 2017

Figure 9 : Détail de la préparation et de la précision d'enregistrement de la limite cervicale



Source : Dr Daas, 2017

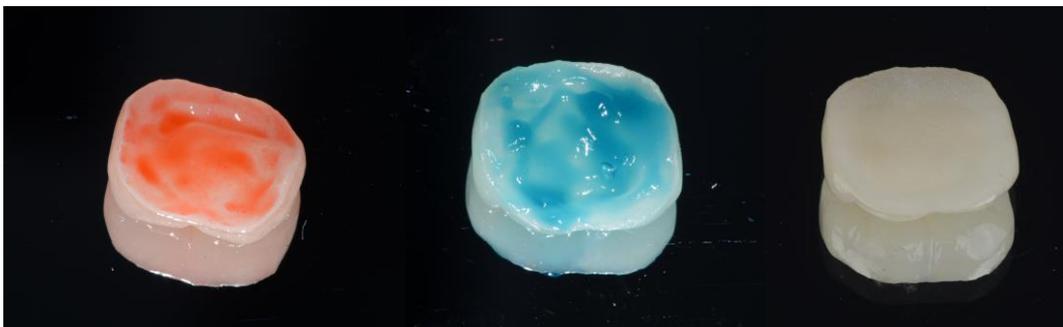
- 3) Envoi du fichier STL au prothésiste
- 4) Conception et fabrication de la pièce prothétique

Figure 10 : Fabrication de la pièce prothétique



Source : Dr Daas, 2017

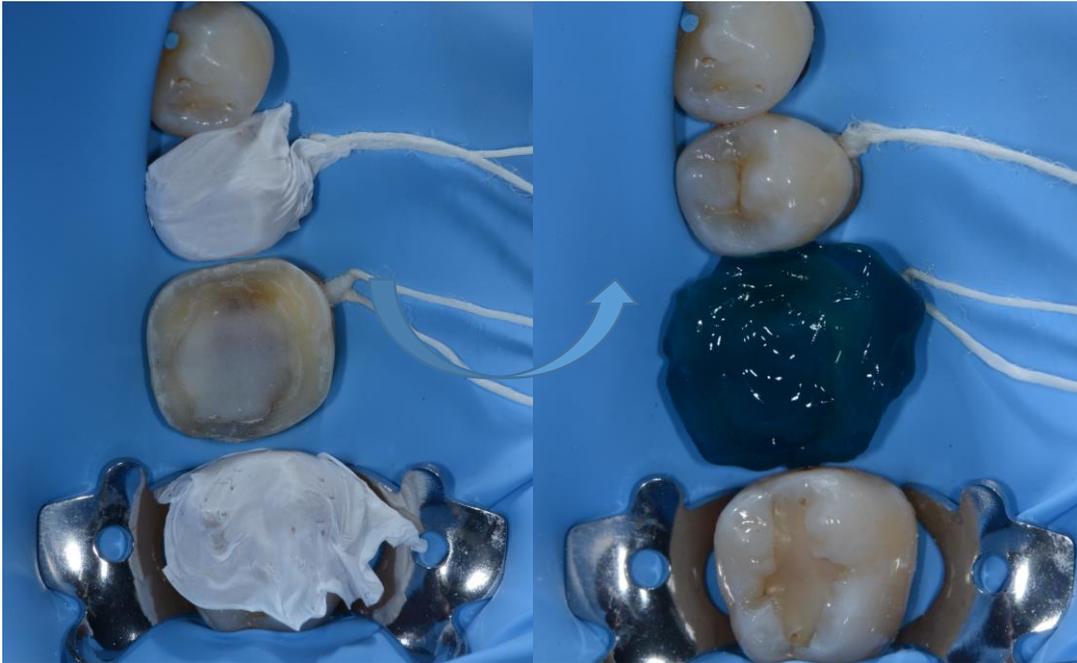
Figure 11 : intrados de la pièce prothétique, de gauche à droite traitement de surface à l'acide fluorhydrique, puis à l'acide orthophosphorique puis au silane



Source : Dr Daas, 2017

mise en place du champ opératoire pour la pose de l'overlay

Figure 12 : Mordançage de la préparation dentaire



Source : Dr Daas, 2017

5) Collage de l'overlay

Figure 13 : Collage de l'overlay



Source : Dr. Daas, 2017

6) Dépose du champ opératoire, contrôle de l'occlusion et polissage

## 3 : Enquête épidémiologique

---

### 3.1 Présentation de l'enquête

Depuis les années 1980, la CFAO en dentisterie a énormément évolué. Aujourd'hui il s'agit d'un procédé fiable et cliniquement prouvé.

En 2014, 43% des laboratoires étaient équipés de systèmes de CFAO, et seulement 3 à 4% des praticiens en CFAO directe. Ce nombre augmente chaque année.<sup>34</sup>

Souhaitant comprendre les motivations des praticiens à acquérir ou non un système de CFAO, nous avons élaboré un questionnaire à l'attention des praticiens soumis par voie électronique.

#### 3.1.1 Objectif de l'enquête

L'objectif principal de l'étude est de déterminer les changements observés des chirurgiens-dentistes dans leur pratique quotidienne.

L'objectif secondaire consiste à connaître les raisons pour lesquelles certains praticiens ne s'équipent pas de CFAO.

#### 3.1.2 Le prétest

Le questionnaire a été testé auprès de 12 praticiens lors du congrès de l'ADF 2016.

Les réponses ont permis de valider ce questionnaire qui a été mis en ligne.

#### 3.1.3 Problématique

Les questionnements retenus sont :

- Qu'est-ce qui différencie les praticiens équipés de la CFAO des autres ?
- Quels sont les freins exprimés par les chirurgiens-dentistes à la mise en place de la CFAO ?

C'est à partir de ces problématiques que l'enquête s'est construite, avec deux hypothèses :

- Les praticiens utilisant la CFAO semblent avoir un meilleur confort.
- Le frein essentiel est le coût.

---

<sup>34</sup> François Didelot, « La CFAO : une mutation du quotidien des dentistes ».

## **3.2 Matériel et méthodes**

### **3.2.1 Population**

Cette enquête concerne les chirurgiens-dentistes qui exercent en France quelle que soit leur spécialité.

Sont exclus de cette étude, les praticiens exerçant à l'étranger et ceux à la retraite.

### **3.2.2 Type d'étude**

Il s'agit d'une enquête transversale réalisée sous forme de questionnaire proposé de novembre 2016 à mars 2017.

Ce questionnaire comporte quatorze questions fermées et trois ouvertes :

- Les quatre premières questions s'adressent à l'ensemble des praticiens et ont pour objectif de connaître leurs profils.
- La cinquième question permet de partager le panel en deux groupes : les praticiens utilisant la CFAO et les praticiens non équipés.
- Les questions six à quatorze concernent le premier groupe.
- Les questions quinze à dix-sept sont destinées aux praticiens non équipés.

### **3.2.3 Recueil et traitement des données**

#### **3.2.3.1 Recueil des données**

Le questionnaire a été mis en ligne sur le site Askabox :

<http://www.askabox.fr/liste-114917-T5MTIXBg7k4.html> .

Le lien était mis sur le réseau social Facebook début novembre 2016, et est resté visible 2 mois jusqu'en janvier 2017. De nombreux chirurgiens-dentistes ont été ciblés sur les différents groupes Facebook : « French Kiss », « les dentistes de France », « Cerec Touch » et « 3D Study Group ».

Le site Askabox a récolté l'ensemble des réponses sous forme de diagramme.

La mise en ligne du questionnaire a été suspendue au bout de 4 mois pour des raisons extérieures à l'étude.

Ce mode de diffusion permet un certain nombre d'avantages :

- Un panel large de réponses peut être atteint.

- Démocratisation de l'enquête avec un budget limité
- Le questionnaire étant anonyme et en absence d'interlocuteur, le praticien peut répondre en toute droiture.
- La personne décidant d'y répondre choisit le moment de réaliser le questionnaire, et il se trouve que c'est souvent à domicile. Cela évite le facteur stress du travail.
- Plusieurs praticiens ont la faculté de répondre simultanément au questionnaire.
- Il est possible d'avoir un suivi en temps réel et une facilité d'exploitation de résultats par une rapide collecte des données.

Dans le cas de notre étude le biais principal du questionnaire réside dans la compréhension des questions. C'est la raison pour laquelle le questionnaire a été testé au Congrès de l'ADF. D'autre part, certains praticiens ne sont pas présents sur les réseaux sociaux, réduisant ainsi le nombre de réponses

### 3.2.3.2 Traitement des données<sup>35</sup>

L'échantillon est de 92 participants avec 91 retenus. La transmission est réalisée via internet par le biais des réseaux sociaux.

## 3.3 Analyse des données

Le site internet utilisé pour réaliser l'enquête présente les résultats sous forme de diagramme. Afin de mieux exploiter les données, nous avons également utilisé le logiciel Microsoft Excel.

## 3.4 Résultats

### 3.4.1 Présentation de la population étudiée

D'après les données de l'ordre national des chirurgiens-dentistes, on dénombre au 22 mai 2018, 41 600 chirurgiens-dentistes sur le territoire de la métropole.<sup>36</sup>

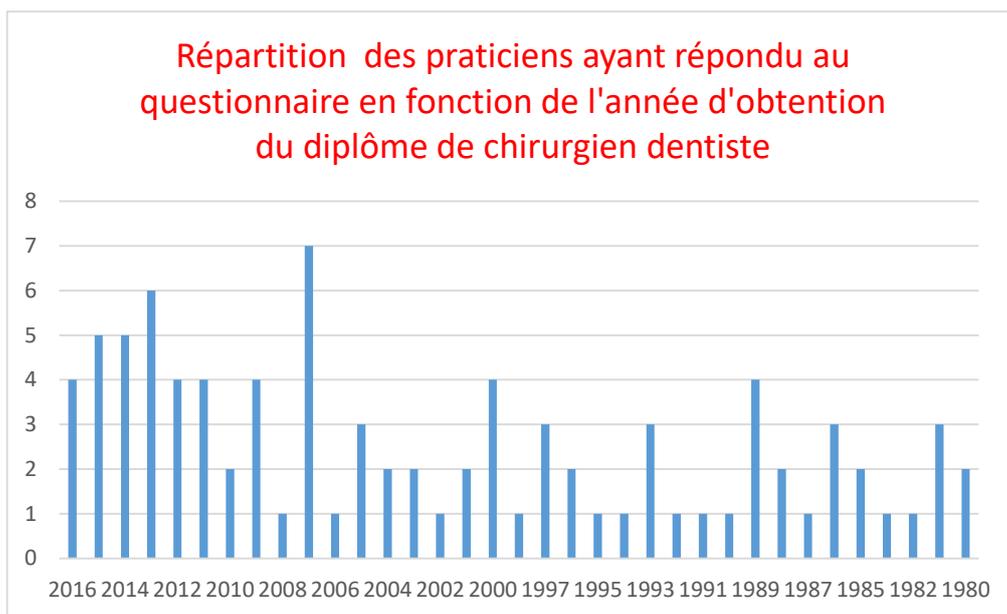
Notre échantillon représente 4,43 % des praticiens français avec des profils très variés.

---

<sup>35</sup> Frippiat et Marquis, « Les enquêtes par internet en sciences sociales : un état des lieux ».

<sup>36</sup> Ordre national des chirurgiens-dentistes, « Répartition de la population des chirurgiens-dentistes ».

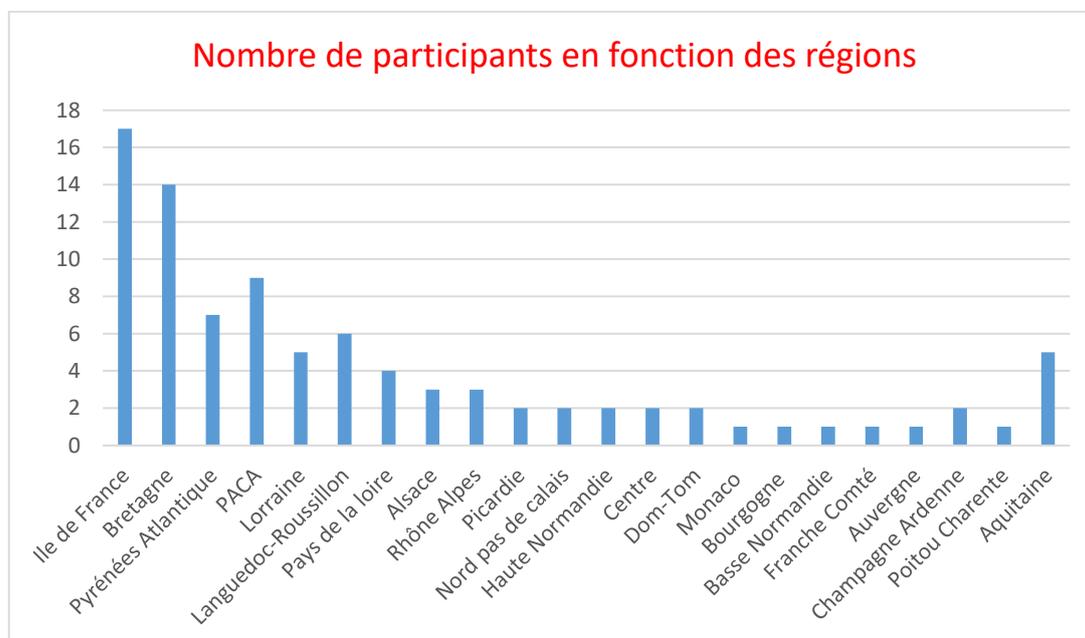
Figure 14 : Résultats du questionnaire : répartition des praticiens en fonction de l'année d'obtention du diplôme de chirurgien-dentiste



Source : Auteur, 2017

Ce graphique montre que les praticiens ont obtenu leurs diplômes entre 1980 et 2016.

Figure 15 : Résultats du questionnaire : nombre de participants en fonction des régions



Source : Auteur, 2017

Le questionnaire a sensibilisé des praticiens de différentes régions de France mais la faible participation de certaines régions ne permet pas de tirer des conclusions définitives.

C'est en Île de France que le taux de participation est le plus élevé (18%) suivi de la Bretagne (15%).

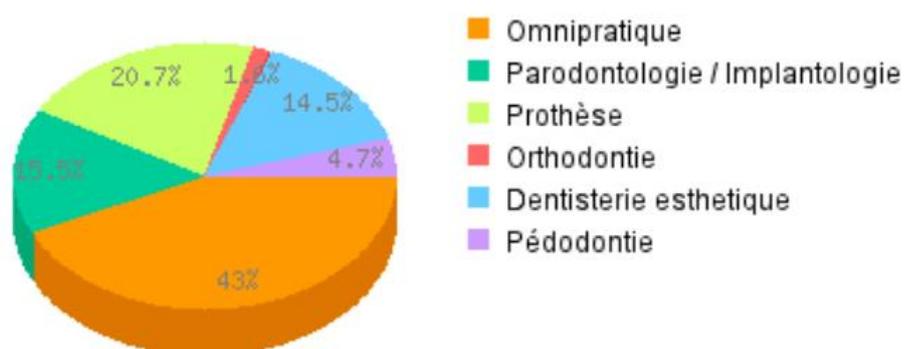
Les praticiens de la région PACA représentent 9%. Se suivent ensuite la région de Pyrénées atlantique, le Languedoc Roussillon, l'Aquitaine.

Il faut noter que dans certaines régions comme la Bourgogne, l'Auvergne..., une seule réponse a été enregistrée.

Ce faible taux de réponses peut s'expliquer par la diffusion unique sur les réseaux sociaux. En effet, certains praticiens peuvent être réticents sur la diffusion des données sur internet.

Le questionnaire s'est adressé à toutes les spécialités d'odontologie. Ceci permet d'avoir des avis des praticiens ayant des exercices différents.

Figure 16 : Résultats du questionnaire : répartition des spécialités



Source : Auteur, 2017

Les omnipraticiens représentent 43 % de notre échantillon alors que l'ensemble des praticiens spécialisés figure à hauteur de 57 %.

Les orthodontistes et pédodontistes forment 6,3% de l'échantillon.

Les différentes spécialités représentées ci-dessus sont intéressées par cette enquête.

L'ensemble des praticiens, quel que soit leur spécialité, leur situation géographique, leur expérience ont répondu à 100% connaître la CFAO.

Figure 17 : Résultats du questionnaire : connaissance de la CFAO



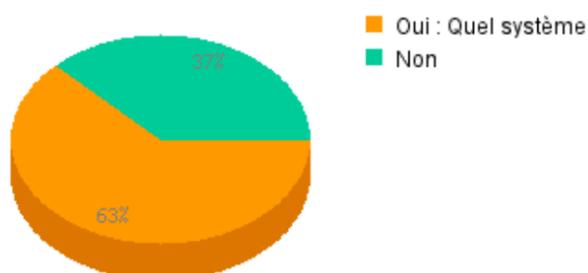
Source : Auteur, 2017

La CFAO n'est donc plus un sujet inconnu des chirurgiens-dentistes.

### 3.4.2. Intérêt des praticiens pour la CFAO

Près de 63 % des praticiens interrogés ont la CFAO dans leur cabinet, et 37 % ne l'utilisent pas. Le questionnaire a intéressé d'avantage les praticiens utilisant la CFAO que l'inverse.

Figure 18 : Résultats du questionnaire : la pratique de la CFAO en cabinet dentaire



Source : Auteur, 2017

L'étude a intéressé un panel large de praticiens des plus expérimentés aux plus jeunes, pratiquant une ou plusieurs spécialités, de plusieurs régions de France malgré un taux de participation très faible dans certaines régions françaises.

### 3.4.3 Caractéristiques des chirurgiens-dentistes utilisant la CFAO

Cette partie du questionnaire s'intéresse aux principaux systèmes, aux techniques, aux difficultés rencontrées par les praticiens.

Le choix d'une caméra intra-orale est la première étape dans l'équipement d'un dispositif de la CFAO. Parmi les nombreux systèmes existant actuellement sur le marché seulement 6 systèmes de caméras ont été cités dans le questionnaire :

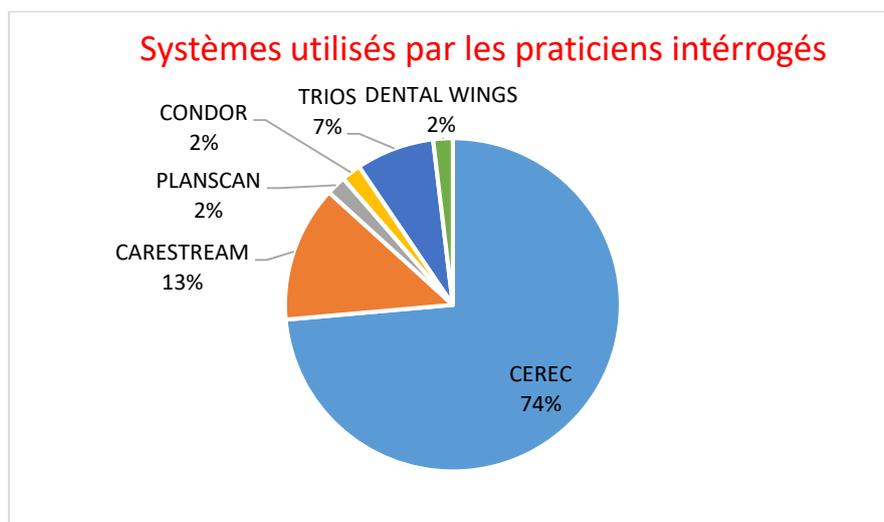
- Trios® de chez 3Shape
- Cerec 3D la Cerec Omnicam de chez Sirona
- Planscan™ de Planmeca
- Carestream CS3500
- Condor
- Dental Wings

Les caméras Omnicam Et Cerec 3D ont été regroupées sous le nom Cerec car certains utilisateurs n'ont cité que le système Cerec sans préciser le type de caméra. Pour la grande majorité (74%), la caméra la plus utilisée est la Cerec proposée par la société Sirona.

La Caméra proposée par la société Carestream arrive loin derrière avec 13 %, et les autres caméras regroupées ne représentent que 13 %.

Les caméras les plus utilisées sont la Cerec, la Carestream et la Trios et elles représentent à elles seules 94 % de l'ensemble.

Figure 19 : Résultats du questionnaire : les systèmes utilisés en CFAO



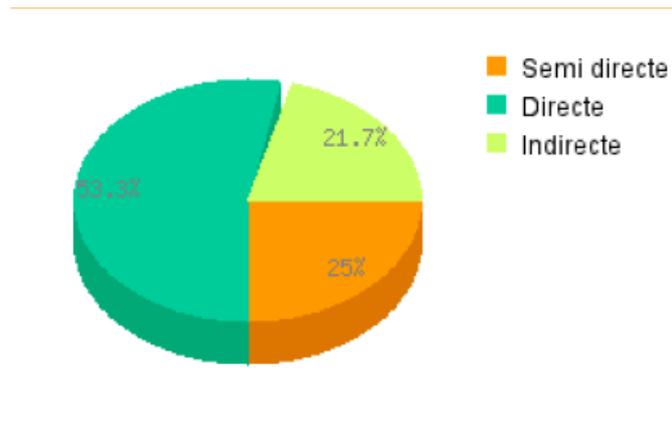
Source : Auteur, 2017

Le système Sirona semble avoir de l'avance dans le domaine de la CFAO. Cela peut notamment s'expliquer par le fait qu'il s'agisse d'un des systèmes précurseurs, et il s'est spécialisé dans la CFAO directe.

En effet, plus de la moitié des praticiens interrogés utilisent la CFAO directe dans leur cabinet.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Landwerlin, « CFAO dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ».

Figure 20 : Résultats du questionnaire : les techniques de CFAO



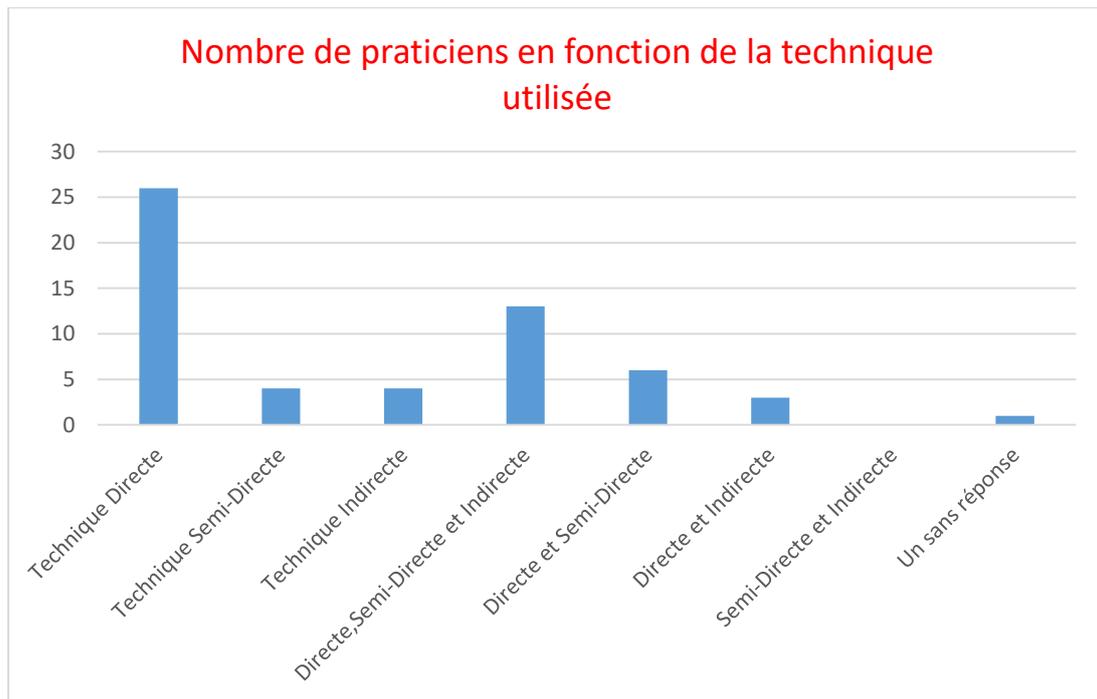
Source : Auteur, 2017

Un quart des praticiens utilisent la technique semi directe. La technique indirecte ne concernant que la partie laboratoire, elle ne modifie pas la pratique quotidienne du chirurgien-dentiste et représente 21.7%.

La CFAO indirecte n'intéresse pas le praticien directement, et il aurait été plus pertinent de ne pas présenter l'item CFAO indirecte dans cette question. En effet il se peut que de nombreux praticiens non utilisateurs de la CFAO pratiquent la CFAO indirecte sans le savoir. Ceci est un biais qui a pu fausser les résultats de l'enquête.

Certaines situations cliniques nécessitent tout de même, l'expertise du prothésiste car la CFAO directe ne permet pas de réaliser certains cas complexes.

Figure 21 : Résultats du questionnaire : technique utilisée en fonction des praticiens



Source : Auteur, 2017

L'analyse du questionnaire permet de souligner que :

- La CEREC est le système le plus présent chez les dentistes
- La technique directe semble avoir conquis plus de praticiens que la technique semi directe.
- Les praticiens ont toujours besoin de l'expertise du prothésiste dans certaines situations.

Le questionnaire concerne ensuite les avantages et les inconvénients liés à la CFAO, dans les habitudes quotidiennes.

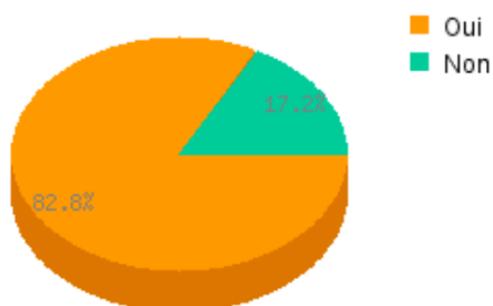
Parmi les praticiens interrogés près de la moitié (46,6%) déclare avoir rencontré les difficultés suivantes :

- **Des problèmes techniques liés à l'outil informatique** (logiciel qui ne fonctionne pas, usineuse récalcitrante, système non mature) sont rapportés par 25% des praticiens.
- **Les problèmes liés au manque de formation, le temps d'apprentissage que nécessite la CFAO,** et une organisation différente représentent 33,3% des doléances.
- **Les difficultés liées aux enregistrements de certaines préparations dentaires sous gingivales,** aux saignements sulculaires sont mentionnées par 40,7% des praticiens.
- **Les problèmes liés à la gestion de l'esthétique** sont soulevés par 25,9% des praticiens.

Malgré les difficultés rencontrées, les praticiens ont affirmé à 83 % que la CFAO permet de respecter

le gradient thérapeutique en réalisant plus de restaurations indirectes partielles tout en s'inscrivant dans une démarche de conservation tissulaire.

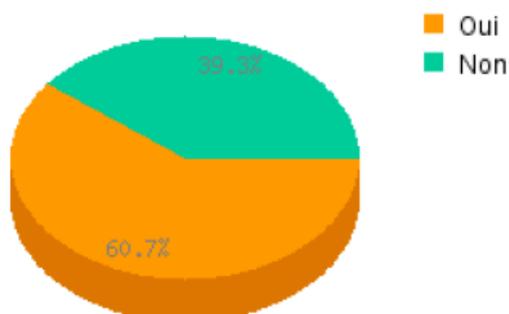
Figure 22 : Résultats du questionnaire : respect du gradient thérapeutique



Source : Auteur, 2017

Le questionnaire a mis en évidence que la présence d'une assistante qualifiée en CFAO est nécessaire et améliore la charge du travail du praticien. En effet 60% des praticiens ont des assistantes formées à la CFAO.

Figure 23 : Résultats du questionnaire : présence d'une assistante qualifiée

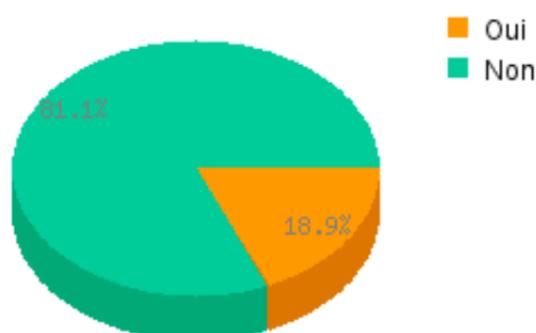


Source : Auteur, 2017

Cette formation du personnel semble importante pour une meilleure organisation du cabinet, une meilleure ergonomie de travail et une fluidité dans la prise en charge du patient.

La CFAO nécessite un financement non négligeable à l'installation. Il est important de se demander si les praticiens ont augmenté le nombre de prothèses indirectes pour amortir le coût d'investissement. Le questionnaire étant anonyme, les praticiens ont pu répondre de façon transparente à cette question.

Figure 24 : Résultats du questionnaire : utilisation de la CFAO pour les restaurations indirectes



Source : Auteur, 2017

La majorité des praticiens ne sont pas influencés dans leur choix thérapeutique et cela reconferme la volonté des praticiens de respecter le gradient thérapeutique.

Cependant 18,9 % déclarent proposer plus de restaurations indirectes que des préparations directes. Il n'est pas possible d'affirmer que ces praticiens soient dans une optique de rentabilité. Il aurait fallu demander le type de prothèses indirectes réalisées. Ceci peut correspondre à davantage d'onlays et inlays qui s'inscrivent toujours dans une démarche de conservation tissulaire.

### 3.4.4 Avantages et Inconvénients de la CFAO

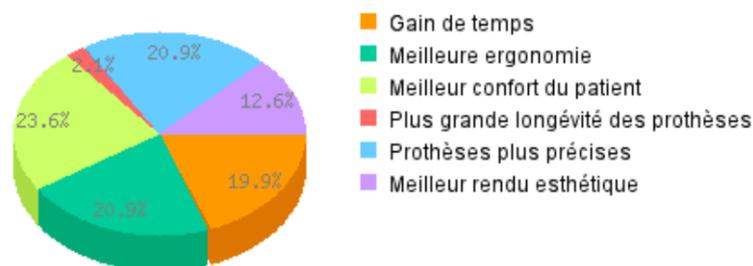
Comment la CFAO modifie-t-elle les habitudes du praticien, quels sont les avantages pour celui-ci et le patient ?

C'est sur cette thématique que sont orientées les prochaines questions.

Il est important de connaître les changements induits par la CFAO pour avoir une idée du

bouleversement d'organisation au sein du cabinet après l'installation de celle-ci.

Figure 25 : Résultats du questionnaire : avantages de la CFAO



Source : Auteur, 2017

Les quatre principaux changements rapportés par les praticiens sont :

- Le confort du patient (23,6 %)
- La précision des prothèses (20,9%)
- L'ergonomie (20,9%)
- Le gain de temps (19,9 %).

Les praticiens sont moins convaincus de la longévité des prothèses réalisées par la CFAO (2,6%).

Il est important de prendre en considération le ressenti du patient, et d'après les résultats, 88 % des praticiens trouvent leurs patients intéressés par la CFAO.

Figure 26 : Résultats du questionnaire : perception de la CFAO par le patient



Source : Auteur, 2017

Effectivement, la CFAO directe améliore le confort des patients en permettant de diminuer le nombre de rendez-vous. Le développement du numérique a comme avantage d'améliorer la communication praticien-patient.

La prise en charge du patient est facilitée car il est possible d'avoir une projection virtuelle du résultat. Le patient participe plus aisément à son propre traitement en donnant son avis sur la teinte, la forme des dents.

De plus le confort apporté par cette nouvelle technologie permet d'éviter les réflexes nauséux, l'encombrement dans la bouche par le matériau à empreinte, les blessures pouvant être occasionnées lors de la désinsertion du porte empreinte.

Il faut noter qu'aucun praticien n'a rapporté l'insatisfaction du patient. Cependant 10,2% pensent qu'ils en sont moyennement satisfaits. Les remarques rapportées sont les suivantes :

- Le patient trouve le matériel impressionnant et cela reste malgré tout encombrant en bouche
- Le patient ne sent pas vraiment de différence.

De leur côté la majorité des chirurgiens-dentistes ont exprimé leur satisfaction à l'utilisation de la CFAO (85%). Les praticiens moyennement satisfaits et non satisfaits représentent 15%.

Figure 27 : Résultats du questionnaire : perception de la CFAO par le praticien



Source : Auteur, 2017

### 3.4.5. Praticiens non équipés de CFAO

Cette partie du questionnaire concerne les praticiens non équipés. Leurs ressentis sont importants à connaître car ils renseignent sur les freins principaux de la CFAO.

La réticence d'une majorité de praticiens peut s'expliquer par le coût de l'investissement et de la maintenance de ces systèmes qui demeure aujourd'hui élevé. Le changement qu'implique l'installation

de la CFAO, la rentabilité qui impose de réaliser un grand nombre de restaurations indirectes, l'inconnu et le manque de formation font partie des freins à l'encontre de la CFAO.

Figure 28 : Résultats du questionnaire : les freins à la CFAO en cabinet dentaire



Source : Auteur, 2017

En effet, le coût de l'installation est cité comme l'inconvénient principal, 59% notent renoncer à la CFAO à cause de son financement.

Le manque de formation est le 2<sup>ème</sup> frein déclaré par les praticiens. En effet les jeunes praticiens trouvent que la formation universitaire n'est pas assez poussée sur la CFAO. Quant aux praticiens plus expérimentés, ils rapportent un temps d'apprentissage très long avec les formations proposées par les sociétés de commercialisation des caméras.

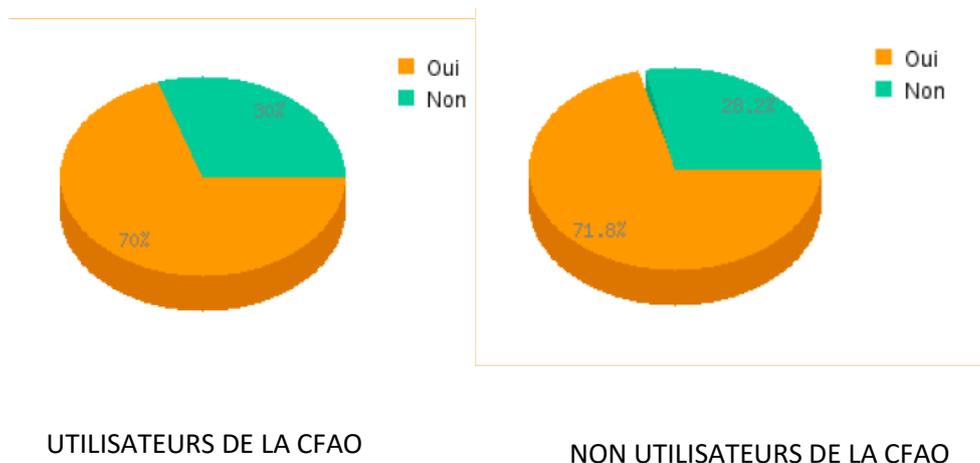
D'autres freins comme la peur de l'inconnu et la gestion du planning sont importants à prendre en compte. En effet il est essentiel de se documenter auparavant sur le sujet pour une meilleure ergonomie de travail au cabinet dentaire. La peur de l'inconnu rejoint l'idée de l'absence de formation. Dans le but de faire face à ces inconvénients parmi tant d'autres, les sociétés commercialisent des caméras intraorales à des tarifs abordables pour démocratiser la CFAO. Cela reste tout de même un investissement assez conséquent pour les cabinets de petite « taille ».

Les facultés dentaires devraient d'avantage donner accès à la pratique de la CFAO aux étudiants au sein de leur cursus afin de les familiariser à cette évolution. De même les sociétés proposent des formations d'accompagnement pour l'utilisation de leurs produits. Cependant il existe bien évidemment un temps d'apprentissage dépendant de chaque praticien.

La CFAO nécessite une meilleure gestion du planning. Cela demande en premier lieu une très bonne organisation du cabinet surtout en CFAO directe. Il est important de modifier son ergonomie de travail. Certains praticiens ne sont pas encore prêts à changer leurs habitudes au cabinet.

### 3.4.6 Avenir de la CFAO

Figure 29 : Résultats du questionnaire : avenir de la CFAO



Source : Auteur, 2017

Les utilisateurs de la CFAO aimeraient, à hauteur de 70%, que les cabinets de demain soient équipés du numérique. Lorsque les non utilisateurs de la CFAO sont interrogés sur leur volonté d'investir ou non dans la CFAO dans l'avenir, leurs réponses ressemblent sensiblement à celles des utilisateurs de la CFAO. Ceci représente presque 75% des praticiens ayant répondu.

Cette réponse montre que la CFAO est bien ancrée dans les mœurs et les avantages de la CFAO semblent primer sur les inconvénients.

Ce pourcentage élevé allant dans le sens de l'installation de la CFAO montre le souhait des chirurgiens-dentistes d'innover et allier le confort du patient avec celui du praticien.

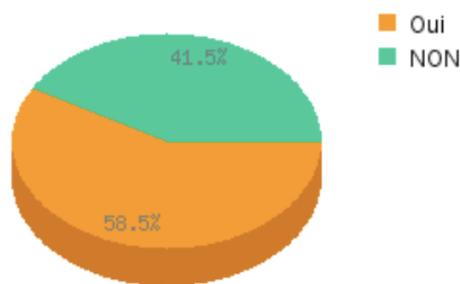
Cet engouement envers la CFAO entraîne la commercialisation de nombreux systèmes sur le marché pour répondre au mieux aux attentes de chaque praticien.

Parmi toutes ces panoplies de systèmes un praticien peut être désorienté. Avant l'installation de la CFAO il est important de s'interroger : comment la CFAO peut-elle améliorer sa pratique et quelles sont nos attentes ?

A ce jour, le coût d'investissement et de maintenance de ces systèmes freine le développement de ces techniques, notamment chez les jeunes praticiens ou les petites structures. Les inconvénients cités précédemment peuvent expliquer les réticences des 30% de chirurgiens-dentistes.

Les non utilisateurs de la CFAO pensent-ils investir en CFAO dans l'avenir ?

Figure 30 : Résultats du questionnaire : perspective d'équipement en CFAO pour les praticiens non équipés



Source : Auteur, 2017

Le diagramme montre que les avis sont assez partagés, avec une prédominance de praticiens pensant que la CFAO sera présente dans la plupart de leurs cabinets.

Les praticiens français ne sont donc pas encore tous convaincus que la CFAO est l'avenir de notre pratique.

### 3.5 Limites de l'étude <sup>38</sup>

Cette étude a un certain nombre de limites :

- Tout d'abord le nombre de l'échantillon est limité avec n=91 sur 41000 praticiens en France.
- La durée limitée de la mise en disposition du questionnaire est un facteur limitant.
- La forme de présentation par internet ne recueille pas encore l'adhésion de tous les professionnels.

Le taux de réponse d'une enquête par voie électronique est considéré comme inférieur de 11 % par rapport aux autres modes de recueil des données. Cela peut s'expliquer par la multiplication des enquêtes en ligne qui décrédibilise une étude scientifique. Les personnes interrogées n'arrivent plus différencier un simple sondage d'une étude approfondie avec des critères stricts.

La multiplication des enquêtes pousse l'internaute à moins y répondre. Il porte de moins en moins d'intérêt.

Il est alors très difficile d'extrapoler les réponses obtenues à toute une profession, mais elles présagent une idée de la tendance actuelle et à venir. Ce faible taux de participants peut aussi s'expliquer par le mode de diffusion réalisé uniquement sur les réseaux sociaux.

<sup>38</sup> Frippiat et Marquis, « Les enquêtes par internet en sciences sociales : un état des lieux ».

En effet certains praticiens n'ont peut-être prêté attention à ce type de requête. Ce même questionnaire distribué directement à chacun des praticiens d'une manière directe les aurait plus convaincus d'y répondre. Cependant il aurait pu avoir un manque de transparence dans les réponses. Ce dernier n'est pas présent dans les questionnaires mis en ligne et anonymes. Il faut bien sûr noter la limite de l'échange avec les participants.

Les questions posées ne sont pas assez précises pour tirer des conclusions pertinentes mais l'objectif de cette étude est d'avoir une idée de la tendance actuelle de la CFAO en France.

## Conclusion

---

La CFAO est présentée aujourd'hui comme une promesse pour améliorer les performances en odontologie, grâce à une intégration du numérique dans la prise en charge du patient.

Cependant, toute innovation bouleverse les habitudes ancrées et crée un sentiment de peur de modifier des anciennes habitudes qui fonctionnent bien.

En effet en CFAO directe, le praticien est le seul intervenant, il conçoit et fabrique la prothèse. Il doit avoir des connaissances en matière de matériaux, d'informatique et connaître également les performances des machines utilisées pour fabriquer lui-même sa prothèse.

Bien que la grande majorité des praticiens équipés de CFAO soient convaincus et satisfaits de l'amélioration et de la richesse qu'apporte la CFAO, les praticiens non équipés sont sceptiques.

Le manque d'intérêt actuel s'explique par la formation quasi inexistante en 2017 dans les services hospitalo-universitaires. Ceci n'encourage pas assez les jeunes praticiens à installer la CFAO.

D'après notre étude, nous pouvons conclure que :

- ✓ Les utilisateurs de la CFAO sont conquis par le numérique, il n'est plus envisageable pour eux de travailler sans cet outil. En effet le travail est plus simple, plus reproductible, plus rapide et plus performant.
- ✓ Le praticien doit garder la maîtrise de la décision thérapeutique en adoptant une nouvelle organisation et une nouvelle gestion du planning.
- ✓ Il est normal que tout changement suscite des interrogations, de la peur, et même des réticences. Certains praticiens ont besoin de plus de temps pour se lancer dans l'aventure de la CFAO.
- ✓ Le prix que nécessite l'installation du matériel est un frein évident.

Ce dernier point est le principal inconvénient. Il nécessite un investissement conséquent que beaucoup de cabinets ne sont pas en mesure d'effectuer. Cette critique n'est pas fautive, mais ce n'est pas un frein irréversible car le prix des machines évoluera dans le bon sens comme tout système informatique et les prix deviendront attractifs. En même temps les performances du système vont encore s'améliorer.

- ✓ L'apprentissage conduisant à une bonne manipulation devrait se faire le plus tôt possible, dès la formation initiale dans les Universités qui sont pour l'instant encore en retard. Seulement 5 facultés aujourd'hui assurent cet enseignement.

L'enseignement doit évidemment suivre l'évolution des technologies, toutes les facultés de France doivent proposer cette formation. La CFAO dentaire doit faire partie de l'enseignement clinique.

L'Université de Montpellier a lancé depuis 15 ans, pour ses étudiants, une formation structurée leur permettant d'acquérir les données théoriques et pratiques pour utiliser ce nouvel outil après leur cursus.

Cependant des guides de bonnes pratiques doivent être élaborés afin de mettre en évidence les indications et les contre-indications tout en tenant compte des évaluations scientifiques réalisées sur le sujet.

Le numérique est un moyen d'enrichir la dentisterie, mais il est encore malheureusement peu présent aujourd'hui.

Il est important de faire évoluer la qualité de soins, de l'exercice en odontologie et d'offrir aux patients ce qu'il y a de meilleur en matière de confort et de santé.

Il subsiste un espoir qui prendra toute son importance dans les années à venir : C'est la liberté de créer, d'inventer, d'essayer, d'entreprendre qui est le moteur de l'évolution de la CFAO.

## Bibliographie

---

- Arcaute, B., et K. Nasr. « CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 ». *Le fil dentaire*, n° 125 (2017): 12-20.
- Carbajal Mejía, J. B., K. Wakabayashi, T. Nakamura, et H. Yatani. « Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions ». *The journal of prosthetic dentistry* 118, n° 3 (2017): 392-99.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.10.021>.
- Cetik, S., B. Bahrami, I. Fossoyeux, et R. Atash. « Adaptation of zirconia crowns created by conventional versus optical impression : in vitro study ». *Journal of advanced prosthodontics* 9, n° 3 (2017): 208-16. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.3.208>.
- Dental Quality SPRL. « Scanners d'empreintes digitales 3Shape Trios ». Consulté le 22 mai 2018.  
<http://www.dental-quality.be/scanners-empreintes-digitales/3-shape/3shape-trios.php>.
- Didelot, F. « La CFAO : une mutation du quotidien des dentistes ». *Le fil dentaire* (blog), 2015.  
<https://www.lefildentaire.com/articles/analyse/etudes/la-cfao-une-mutation-du-quotidien-des-dentistes/>.
- Diessner, M., et B. Moldenhauer. « 3Shape's success story continues ». *Australasian dental practice : the business magazine for dentists* 22, n° 4 (2011): 74-76.
- Duminil, G. *Enregistrement dynamique de l'occlusion : 3shape*, 2017.  
<https://www.idweblogs.com/cfao/enregistrement-dynamique-de-locclusion-3shape/>.
- Duret, F., et B. Péliissier. « Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire ». *EMC Médecine buccale*. 28-670-C-10. Paris: Elsevier Masson, 2010. [www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr](http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr).
- Frippiat, D., et N. Marquis. « Les enquêtes par internet en sciences sociales : un état des lieux ». *Population* 65, n° 2 (2010): 309-38. <https://doi.org/10.3917/popu.1002.0309>.
- Jeong, I.-D., J.-J. Lee, J.-H. Jeon, J.-H. Kim, H.-Y. Kim, et W.-C. Kim. « Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner : an in vitro study ». *The journal of prosthetic dentistry* 115, n° 6 (2016): 755-59. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.11.007>.
- Kattadiyil, M. T., Z. Mursic, H. AlRumaih, et C. J. Goodacre. « Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication ». *The journal of prosthetic dentistry* 112, n° 3 (2014): 444-48. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.03.022>.
- Landwerlin, O. « CFAO dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ». *Le fil dentaire*, n° 97 (s. d.): 34-40.
- Lecocq, G. « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ». *International orthodontics* 14, n° 2 (2016): 184-94. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2016.03.004>.
- Li, H., P. Lyu, Y. Wang, et Y. Sun. « Influence of object translucency on the scanning accuracy of a powder-free intraoral scanner : a laboratory study ». *The journal of prosthetic dentistry* 117, n° 1 (2017): 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.008>.
- Mendel, B. F. « 3Shape lance une solution de CAO pour les prothèses inlay-core », 17 juillet 2013.  
[http://www.3shape.com/media/915172/PressRelease-3Shape%20Post%20and%20Core\\_FR.pdf](http://www.3shape.com/media/915172/PressRelease-3Shape%20Post%20and%20Core_FR.pdf).

Ordre national des chirurgiens-dentistes. « Répartition de la population des chirurgiens-dentistes ». Consulté le 22 mai 2018. <http://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/cartographie/>.

Prudente, M. S., L. R. Davi, K. O. Nabbout, C. J. Prado, L. M. Pereira, K. Zancopé, et F. D. Neves. « Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit ». *The journal of prosthetic dentistry* 119, n° 3 (2017): 377-83. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.03.024>.

Soenen, A., C. Sireix, et O. Le Gac. « L’empreinte optique intra-buccale au service de la CFAO semi-directe en clinique ». *Le fil dentaire*, n° 97 (2014): 16-24.

Tsirogiannis, P., D. R. Reissmann, et G. Heydecke. « Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions : a systematic review and meta-analysis ». *The journal of prosthetic dentistry* 116, n° 3 (2016): 328-35. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.01.028>.

## Table des figures

---

Figure 1 : Schéma récapitulatif du trajet lumineux.....	6
Figure 2 : Triangulation en lumière structurée .....	7
Figure 3 : Principe du moiré optique en odontologie. ....	8
Figure 4 : Profilométrie par codage de phase .....	9
Figure 5 : Projection des lignes de couleurs du domaine du visible.....	10
Figure 6 : A gauche inlay-core réalisé avec la méthode scan post, et à droite les scans posts .....	18
Figure 7 : Préparation de la 36 sous champ opératoire .....	19
Figure 8 : Empreinte de la préparation et arcade mandibulaire, de l'arcade antagoniste et de l'occlusion.....	20
Figure 9 : Détail de la préparation et de la précision d'enregistrement de la limite cervicale .....	20
Figure 10 : Fabrication de la pièce prothétique .....	21
Figure 11 : Intradors de la pièce prothétique, de gauche à droite traitement de surface à l'acide fluorhydrique, puis à l'acide orthophosphorique puis au silane.....	21
Figure 12 : Mordançage de la préparation dentaire .....	22
Figure 13 : Collage de l'overlay .....	22
Figure 14 : Résultats du questionnaire : répartition des praticiens en fonction de l'année d'obtention du diplôme de chirurgien-dentiste.....	26
Figure 15 : Résultats du questionnaire : nombre de participants en fonction des régions .....	26
Figure 16 : Résultats du questionnaire : répartition des spécialités .....	27
Figure 17 : Résultats du questionnaire : connaissance de la CFAO.....	28
Figure 18 : Résultats du questionnaire : la pratique de la CFAO en cabinet dentaire .....	28
Figure 19 : Résultats du questionnaire : les systèmes utilisés en CFAO.....	30
Figure 20 : Résultats du questionnaire : les techniques de CFAO.....	31
Figure 21 : Résultats du questionnaire : technique utilisée en fonction des praticiens .....	32
Figure 22 : Résultats du questionnaire : respect du gradient thérapeutique .....	33
Figure 23 : Résultats du questionnaire : présence d'une assistante qualifiée .....	33
Figure 24 : Résultats du questionnaire : utilisation de la CFAO pour les restaurations indirectes .....	34
Figure 25 : Résultats du questionnaire : avantages de la CFAO .....	35
Figure 26 : Résultats du questionnaire : perception de la CFAO par le patient .....	35
Figure 27 : Résultats du questionnaire : perception de la CFAO par le praticien .....	36
Figure 28 : Résultats du questionnaire : les freins à la CFAO en cabinet dentaire .....	37
Figure 29 : Résultats du questionnaire : avenir de la CFAO .....	38
Figure 30 : Résultats du questionnaire : perspective d'équipement en CFAO pour les praticiens non équipés .....	39

## Table des tableaux

---

Tableau 1 : Caractéristiques des caméras optiques.....	13
--	----

## Annexe

---

1. En quelle année avez-vous obtenu votre diplôme ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
2. Où exercez-vous (code postal) ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
3. Quel est votre pratique au sein de votre cabinet ?  
 Omnipratique     paro/ implanto     prothèse     esthétique     orthodontie  
 Pédodontie
4. Connaissez-vous le principe de la cfao ?  
 Oui     non
5. Avez-vous la cfao dans votre cabinet ?  
 Oui (quel système ?) Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.  
 Non

### **Pour les praticiens utilisant la CFAO :**

6. Quelle technique utilisez-vous ?  
 Semi directe     Directe     Indirecte
7. Avez-vous noté des changements depuis votre utilisation de la CFAO ?
  - Gain de temps     Oui     Non
  - Meilleure ergonomie     Oui     Non
  - Meilleur confort du patient     Oui     Non
  - Plus grande longévité des prothèses  Oui     Non
  - Prothèses plus précises     Oui     Non
  - Meilleur rendu esthétique     Oui     Non
8. Quel est le ressenti du patient  
 Très satisfait     Moyennement satisfait     Insatisfait     Ne sait pas
9. Quel est votre impression ?  
 Très satisfait     Moyennement satisfait     Non satisfait     Pas assez de recul clinique pour en juger
10. Avez-vous rencontré des complications en utilisant la CFAO ?  
 Oui (lesquelles) Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.  
 Non
11. Pensez-vous que la cfao vous a aidé à réaliser des restaurations moins invasives ?  
 Oui     Non
12. Votre assistante est-elle formée à la CFAO ?  
 Oui     Non
13. Utiliser la CFAO vous pousse-t-elle à réaliser plus de prothèses indirectes ?  
 Oui     Non
14. Pensez-vous que les cabinets de demain seront tous équipés de la CFAO ?  
 Oui     Non





Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire  
de l'Université Paris Descartes

Docteur Marwan DAAS

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes  
Professeur Frédéric DARDEL  
Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

# **La pratique quotidienne de la CFAO en cabinet dentaire. Volume 2, Enquête épidémiologique et perspectives**

## **Résumé :**

Le numérique prend de plus en plus de place dans notre pratique de la dentisterie. Une des démonstrations de l'avènement du numérique est la démocratisation de l'empreinte optique. Cette dernière présente de nombreux avantages mais également quelques inconvénients. Une enquête épidémiologique a été réalisée dans ce contexte auprès des praticiens afin de connaître leur ressenti sur cette nouvelle méthode de travail. Dans la majorité, l'empreinte optique a séduit une grande partie des praticiens interrogés et les non utilisateurs de la CFAO montrent la volonté d'investir dans des caméras optiques. Cependant la première réticence citée par les confrères reste le coût de l'investissement dans le numérique. Notre politique actuelle n'encourage pas malheureusement cette volonté de parfaire notre pratique quotidienne de qualité.

## **Discipline :**

Prothèses dentaires

## **Mots clés fMesh et Rameau :**

Conception assistée par ordinateur -- Dissertations universitaires ; Études épidémiologiques -- Dissertations universitaires ; CFAO, Systèmes de -- Thèses et écrits académiques ; Empreintes dentaires -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes  
Faculté de Chirurgie dentaire  
1, rue Maurice Arnoux  
92120 Montrouge