



HAL
open science

Intégration de la CFAO directe en cabinet

Jean Fabry

► **To cite this version:**

| Jean Fabry. Intégration de la CFAO directe en cabinet. Chirurgie. 2018. dumas-02025431

HAL Id: dumas-02025431

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02025431v1>

Submitted on 19 Feb 2019

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

Intégration de la CFAO directe en Cabinet

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la
Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 18 décembre 2018

par

FABRY Jean
né le 17 décembre 1991
à HYERES

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Monsieur le Professeur H. TASSERY

Assesseurs : Monsieur le Docteur C. PIGNOLY

Monsieur le Docteur P. LAURENT

Monsieur le Docteur B. BALLESTER

Intégration de la CFAO directe en Cabinet

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la
Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 18 décembre 2018

par

FABRY Jean
né le 17 décembre 1991
à HYERES

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Monsieur le Professeur H. TASSERY

Assesseurs : Monsieur le Docteur C. PIGNOLY

Monsieur le Docteur P. LAURENT

Monsieur le Docteur B. BALLESTER

ADMINISTRATION

Mise à jour : octobre 2018

DOYENS HONORAIRES	Professeur	R. SANGIUOLO
	Professeur	H. ZATTARA
	Professeur	A. SALVADORI
DOYEN	Professeur	J. DEJOU
VICE – DOYEN CHARGE DES ENSEIGNEMENTS DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE	Professeur	J.D. ORTHLIEB
VICE – DOYEN CHARGE DE LA RECHERCHE DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE LA RECHERCHE	Professeur	C. TARDIEU
DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION CONTINUE	Professeur	V. MONNET-CORTI
CHARGES DE MISSION	Professeur	F. BUKIET
	Professeur	A. RASKIN
RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET TECHNIQUES	Madame	K. LEONI
PROFESSEUR ÉMERITE	Professeur	O. HUE

LISTE DES ENSEIGNANTS

56^{ème} SECTION : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

56.01 ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE

<i>Professeur</i>	C. TARDIEU *	<i>Assistant</i>	H. AL AZAWI
<i>Maître de Conférences</i>	D. BANDON	<i>Assistant</i>	V. MAGNAN
<i>Maître de Conférences</i>	I. BLANCHET		
<i>Maître de Conférences</i>	A. CAMOIN		
<i>Maître de Conférences</i>	A. CHAFAIE		

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

<i>Maître de Conférences</i>	J. BOHAR	<i>Assistant</i>	I. CAMBON
<i>Maître de Conférences</i>	J. GAUBERT	<i>Assistant</i>	L. LEVY
<i>Maître de Conférences</i>	M. LE GALL *	<i>Assistant</i>	R. MATTERA
<i>Maître de Conférences</i>	C. PHILIP-ALLIEZ	<i>Assistant</i>	C. MITTLER
		<i>Assistant</i>	A. PATRIS-CHARRUET

56.02 PRÉVENTION - ÉPIDÉMIOLOGIE - ÉCONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE

<i>Professeur</i>	B. FOTI *	<i>Assistant</i>	A. PORTAL
<i>Professeur</i>	D. TARDIVO		

57^{ème} SECTION : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

57.01 CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

PARODONTOLOGIE

<i>Professeur</i>	V. MONNET-CORTI *	<i>Assistant</i>	A. BOYER
		<i>Assistant</i>	C. DUMAS
		<i>Assistant</i>	V. MOLL

CHIRURGIE BUCCALE – PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE - ANESTHÉSIOLOGIE – RÉANIMATION

<i>Maître de Conférences</i>	D. BELLONI	<i>Assistant</i>	E. QUINQUE
<i>Maître de Conférences</i>	F. CAMPANA		
<i>Maître de Conférences</i>	J. H. CATHERINE *		
<i>Maître de Conférences</i>	P. ROCHE-POGGI		

BIOLOGIE ORALE

<i>Maître de Conférences</i>	P. LAURENT	<i>Assistant</i>	C. LE FOURNIS
------------------------------	------------	------------------	---------------

65^{ÈME} SECTION : BIOLOGIE CELLULAIRE

<i>Professeur</i>	Imad ABOUT *		
	(Responsable de la Biologie orale)		

* Responsable de la discipline

58^{ème} SECTION :
REHABILITATION ORALE

58.01 RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

<i>Professeur</i>	F. BUKIET *	<i>Assistant</i>	B. BALLESTER
<i>Professeur</i>	H. TASSERY	<i>Assistant</i>	H. DE BELENET
<i>Maître de Conférences</i>	G. ABOUDHARAM	<i>Assistant</i>	A. DEVICTOR
<i>Maître de Conférences</i>	M. GUIVARC'H	<i>Assistant</i>	S. MANSOUR
<i>Maître de Conférences</i>	C. PIGNOLY	<i>Assistant</i>	L. MICHEL-ROLLET
<i>Maître de Conférences</i>	L. POMMEL		
<i>Maître de Conférences</i>	E. TERRER		

PROTHÈSE

<i>Professeur</i>	M. RUQUET *	<i>Assistant</i>	N. CHAUDESAYGUES
<i>Maître de Conférences</i>	G. LABORDE	<i>Assistant</i>	M. DODDS
<i>Maître de Conférences</i>	M. LAURENT	<i>Assistant</i>	A. FERDANI
<i>Maître de Conférences</i>	G. MAILLE	<i>Assistant</i>	C. MENSE
<i>Maître de Conférences</i>	B.E. PRECKEL	<i>Assistant</i>	A. REPETTO
<i>Maître de Conférences</i>	G. STEPHAN	<i>Assistant</i>	A. SETTE
<i>Maître de Conférences</i>	P. TAVITIAN	<i>Assistant</i>	F. SILVESTRI
<i>Maître de Conférences</i>	A. TOSELLO		
<i>Maître de Conférences</i>	R. LAN		
<i>associé</i>			

SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTOLOGIE, BIOMATERIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

<i>Professeur</i>	J. DEJOU	<i>Assistant</i>	M. JEANY
<i>Professeur</i>	J. D. ORTHLIEB *		
<i>Professeur</i>	A. RASKIN		
<i>Maître de Conférences</i>	T. GIRAUD		
<i>Maître de Conférences</i>	A. GIRAUDEAU		
<i>Maître de Conférences</i>	B. JACQUOT		
<i>Maître de Conférences</i>	J. P. RÉ		

* Responsable de la discipline

A Monsieur le Président du Jury,

Le Professeur Hervé TASSERY,

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en présidant le Jury de cette thèse. Bien plus que tous vos enseignements, je vous remercie pour votre goût prononcé de la beauté que vous appliquez à l'art dentaire. Vous avez su me le partager et j'espère m'en inspirer.

Merci pour votre humanité et votre soutien auprès de nous, étudiants, au cours de notre cursus. Votre joie et votre espièglerie en ont ravi plus d'un.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude.

A Monsieur le Membre du Jury,

Le Docteur Christian PIGNOLY,

Je vous remercie d'avoir accepté de participer au Jury de cette thèse.

Merci pour vos conseils souvent simples mais toujours avisés. Pour votre confiance, sans cesse renouvelée.

Soyez assuré de tout mon respect pour votre enseignement.

A Monsieur le Membre du Jury,

le Docteur Patrick LAURENT,

*Je vous remercie d'avoir accepté de participer au Jury de cette thèse.
Merci pour votre pédagogie bienveillante et pour votre humble patience.
Votre enthousiasme et votre sympathie sauront toujours élever notre savoir.
Soyez assuré de mon respect profond.*

A Monsieur le Membre du Jury et Directeur de thèse,

Le Docteur Benoît BALLESTER,

*Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté de diriger ce sujet de thèse.
C'est à vous que je dois mes premiers onlays réalisés par CFAO. Et si
l'anecdote semble anodine, elle a pu initier l'intérêt croissant que je porte à ce
domaine et le respect que je dois à tous les pionniers de cette nouvelle
dentisterie, depuis l'inventeur jusqu'aux cliniciens.
Merci pour votre disponibilité et votre confiance.
Que ce travail soit le témoignage de toute ma reconnaissance.*

Table des matières

Introduction	1
I. La CFAO dentaire	2
I.1 Histoire et Définition	2
I.2 les différents types de CFAO	5
I.2.1 La CFAO Indirecte.....	5
I.2.2 La CFAO Semi-directe.....	5
I.2.3 La CFAO Directe	6
I.3 Les étapes de la CFAO directe en cabinet	7
I.3.1 Empreinte optique et Caméras intra-buccales	7
I.3.2 Conception (Logiciel CAO).....	10
I.3.3 Choix du matériau.....	12
I.3.4 Fabrication (FAO par fraisage)	15
I.3.5 Maquillage et Cuisson	16
I.3.6 Traitement de surface et mise en place prothétique	17
I.3.6.1 Les différents modes d'assemblage	17
I.3.6.2 Conditionnement de la préparation : émail et dentine	18
I.3.6.3 Conditionnement de la restauration	18
II. Enquête épidémiologique descriptive.....	20
II.1 Objectifs de l'enquête	20
II.2 Matériels et méthodes.....	20
II.2.1 Recueil des données	20
II.2.2 Population cible	21
II.2.3 Méthodes.....	21
II.3 Résultats.....	22
II.3.1 Informations sur le praticien et le cabinet.....	22
II.3.2 Formation et investissement dans la CFAO	27
II.3.3 Intérêts des praticiens pour la CFAO	31
II.3.4 Utilisation de la CFAO en cabinet.....	34
II.3.5 Réglementation.....	43
II.4 Discussion.....	45
II.4.1 Formation	45
II.4.2 Choix de l'environnement.....	46
II.4.3 Critères de choix du matériel / matériaux	47
II.4.4 Habitudes de travail.....	51
II.4.5 Législation et Avenir.....	54
Conclusion	57
Bibliographie	I

Introduction

La CFAO en odontologie est à l'heure actuelle le sujet incontournable des congrès et salons dentaires. En effet, l'évolution rapide des technologies et l'intérêt croissant des industriels ont permis aux praticiens une nouvelle approche de la dentisterie à travers de nouveaux matériels et de nouveaux biomatériaux.

Les champs d'application sont nombreux et l'impact de la CFAO est maintenant considérable depuis plusieurs années dans certains pays comme l'Allemagne ou les Etats-Unis.

En France, de plus en plus de laboratoires de prothèses s'équipent d'un système de CAO/FAO et une étude récente montre que la CFAO touche 44 % des praticiens. (1)

Cependant, le nombre de praticiens disposant d'un système complet est encore restreint: l'utilisation de la CFAO nécessite un investissement intellectuel et financier important, notamment par l'acquisition de nouvelles connaissances et l'apprentissage de nouveaux gestes techniques.

Après avoir rappelé ce qu'est la CFAO dentaire et les principes qui en découlent, nous étudierons l'intégration et l'utilisation de la CFAO directe en cabinet à travers une enquête descriptive auprès des praticiens français.

I. La CFAO dentaire

I.1 Histoire et Définition

La C.A.O., ou Conception Assistée par Ordinateur, est l'ensemble des techniques informatiques utilisables dans le processus de conception d'un produit nouveau.

(Larousse)

La C.F.A.O. ou Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur n'est que le prolongement de la C.A.O. vers la fabrication des produits conçus par celle-ci, en utilisant les données produites.

(Larousse)

On parle de CAD/CAM en anglais pour Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing.

C'est à partir des années 1970, avec l'essor des technologies informatiques, que la CFAO s'est développée dans de nombreux domaines industriels.

Naturellement, son application en dentisterie a suscité des recherches mais elle a rapidement fait face à plusieurs difficultés. En effet dans notre pratique de l'art dentaire, chaque pièce prothétique est unique, et nous avons recours encore aujourd'hui, de manière conventionnelle, au savoir-faire et à la singularité de prothésistes dentaires.

Ainsi pour réaliser des restaurations individuelles sur-mesure par CFAO, de nombreux aspects doivent être pris en compte : coût total de l'opération, temps de travail et de fabrication, morphologie de la dent support, des dents adjacentes et antagonistes, conception sophistiquée de la forme de la futur couronne, précision de la machine-outil et intégration au sein des cabinets et laboratoires dentaires.

(2)

Avant de concevoir et de fabriquer toute pièce prothétique, une étape primordiale est devenue nécessaire : visualiser et enregistrer informatiquement la forme et le positionnement des dents. C'est ici qu'intervient le professeur François Duret et ses premiers travaux publiés lors de sa thèse « Empreinte Optique » en 1973. Il aborde différentes techniques que sont la lecture tridimensionnelle par interférométrie, la modélisation informatique, les commandes de machines-outils, et l'usinage par soustraction ou addition.

Ainsi, le Pr. Duret pose les bases de la CFAO dentaire telle que nous la connaissons. S'ensuit la première démonstration en 1983 lors des entretiens de Garançière, puis en 1985 la première

couronne unitaire réalisée par CFAO fut posée au congrès de l'ADF, une heure après l'empreinte optique. (3)

C'est également en 1985 que le système CEREC 1 est présenté par les Dr. W.H. Mörmann et M. Brandestini : le premier inlay est réalisé par CFAO directe, c'est à dire directement au sein du cabinet, à la faculté dentaire de Zurich.

Avec le système CEREC, l'empreinte optique de la dent préparée est réalisée avec un caméra opto-électronique puis enregistrée sur une puce. L'information 3D est transmise à un ordinateur puis le praticien participe à la conception de la restauration sur un écran (CAO). Ces informations sont utilisées pour le fraisage d'un bloc de céramique feldspathique préfabriqué industriellement par une machine-outil à trois axes (FAO). En 1986, Siemens Dental, qui deviendra Sirona Dental Systems, ont développé et perfectionné ce système pour une mise sur le marché en 1988 du système CEREC 1 à l'usage des cabinet dentaires. (4)

Ainsi est née la CFAO dentaire, tout d'abord selon deux grands axes : le tout cabinet ou « chairside » du CEREC et le mixte cabinet/laboratoire des français de la société Henson avec F. Duret. Puis au début des années 90 , un troisième axe vient s'ajouter avec le développement de centres de production industrielle avec le système Procera, qui devient également un acteur majeur de la CFAO.

Depuis maintenant plus de 40 ans elle n'a cessée d'évoluer, notamment (pour ne citer que quelques exemples) avec :

- les progrès technologiques : précision de l'empreinte, des logiciels CAO et des machines de FAO, - l'arrivée de la zircone : biomatériau plus esthétique que le titane et le composite, et plus résistant que les céramiques fragilisées par l'usinage,
- ou encore l'ouverture des systèmes de CFAO (meilleure communication entre différents acteurs).

Aujourd'hui, la CFAO dentaire est, comme nous avons pu le voir, le processus permettant de concevoir et réaliser différentes prothèses dentaires au moyen d'une chaîne numérique qui lui est propre.

Cette chaîne numérique se décompose en 3 étapes : numérisation, conception et fabrication.

- L'Acquisition des données permet de numériser en 3D une situation clinique grâce à une caméra ou un scanner : on réalise une empreinte optique.
- La Conception permet de modéliser la prothèse à partir des données acquises grâce à un logiciel mathématique.
- La Fabrication par une machine-outil à commande numérique est l'étape finale d'usage.

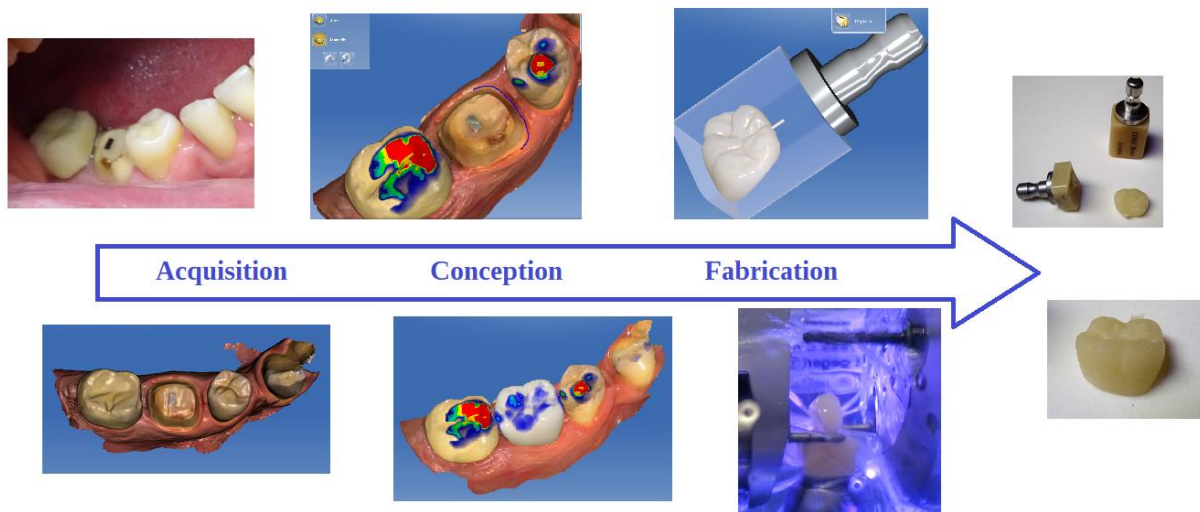


Figure 1 : Les étapes de la CFAO

Ces 3 étapes permettent d'aboutir à la création de prothèses dentaires unitaires ou plurales, fixes ou amovibles. Mais les domaines d'application s'étendent également à l'implantologie, à l'orthodontie...

I.2 les différents types de CFAO

I.2.1 La CFAO Indirecte

Au cabinet est réalisée une empreinte conventionnelle à partir de matériaux plastiques. La chaîne numérique débute seulement au laboratoire par la numérisation de l'empreinte qui permet d'obtenir un modèle en négatif ou bien par la numérisation du modèle une fois l'empreinte coulée. Tout ceci pour obtenir un modèle 3D numérique. Le laboratoire pourra alors usiner la pièce prothétique par CFAO.

Ce type de CFAO n'inclut aucune participation du praticien à la chaîne numérique et résulte en général de l'intérêt et de l'investissement de plus en plus conséquent des prothésistes et laboratoires dans la CFAO.

I.2.2 La CFAO Semi-directe

Le praticien dispose d'une caméra intrabuccale grâce à laquelle il réalise une empreinte optique. Cette empreinte sera transmise au laboratoire par fichier numérique via internet puis elle sera directement traitée informatiquement.

Cette alternative est particulièrement indiquée lorsque la complexité de cas cliniques dépasse les indications de la machine-outil de FAO au cabinet et que le praticien souhaite conserver tous les avantages d'une empreinte optique.

« L'empreinte optique est une étape fondamentale de la CFAO dentaire, puisqu'elle seule permet de casser la chaîne des imprécisions. » *Pr François Duret*

Le laboratoire prendra alors le relais pour les étapes de CAO et FAO de part les infrastructures et les machines-outils perfectionnées dont il dispose.

Dans certaines situations, elle peut permettre au praticien de se familiariser avec un premier outil et d'éviter un investissement trop important dans un système CFAO complet.

Cependant cette alternative est possible seulement depuis la mise sur le marché de systèmes « ouverts » permettant une communication entre différents fournisseurs, ce qui n'était pas le cas aux débuts de la CFAO dentaire.

I.2.3 La CFAO Directe

La CFAO directe ou « Chairside CAD/CAM » (dont la traduction littérale est « CFAO au fauteuil »): toutes les étapes de la chaîne numérique se déroulent au cabinet, c'est ce que nous allons étudier.

Tableau récapitulatif des différents types de CFAO selon les étapes de la chaîne numérique : en vert lorsque l'étape est réalisée dans un laboratoire de prothèse ou un centre de production industrielle ; en bleu lorsque l'étape est réalisée au cabinet.

	Acquisition		CAO	FAO
Indirecte	Empreinte conventionnelle	Numérisation de l'empreinte	Laboratoire ou Centre de production extérieur	Laboratoire ou Centre de production extérieur
Semi-directe	Empreinte optique		Laboratoire ou Centre de production extérieur	Laboratoire ou Centre de production extérieur
Directe	Empreinte optique		Au cabinet	Au cabinet

Tableau 1 : Les différents types de CFAO

I.3 Les étapes de la CFAO directe en cabinet

I.3.1 Empreinte optique et Caméras intra-buccales

Historiquement, les premières empreintes dentaires ont été décrites par l'Allemand Philippe Pfaff au XVIII^{ème} siècle pour obtenir un modèle de travail. Trois phases étaient à considérer : la prise d'empreinte, la coulée de cette empreinte et la réalisation des éléments prothétiques sur le modèle obtenu. Fini les compas et les mesures en bouche, les empreintes se sont imposées comme incontournables pour la conception de prothèse dans toute la profession. Rapidement, les techniques et matériaux d'empreintes évoluent : naissance du porte-empreinte, utilisation de la cire puis du plâtre pour améliorer la précision... (5)

De nos jours, l'empreinte conventionnelle est réalisée grâce à de nombreux matériaux plastiques : hydrocolloïdes, élastomères de silicone, de polysulfurés ou de polyéthers...

Mais avec l'essor de la CFAO, l'empreinte optique bouleverse actuellement toutes les règles et vient s'affirmer comme une alternative fiable à l'empreinte traditionnelle notamment par une prise en main de plus en plus facile et une précision toujours plus poussée. (6)(7)(8)

En CFAO directe, l'objectif est toujours d'enregistrer avec précision la géométrie tridimensionnelle d'un objet (dent pilier) mais cette fois-ci à l'aide d'une caméra intra-buccale pour permettre la numérisation.

Toutes les caméras intra-buccales sont composées de deux éléments :

- un émetteur qui projette un rayonnement lumineux sur l'objet à enregistrer
- un récepteur qui enregistre la déformation du rayonnement lumineux provoquée par l'objet

Chaque point d'intérêt de l'objet est défini par des coordonnées spatiales et leur collecte (ou échantillonnage) est transmise à une unité informatique. Grâce aux algorithmes de traitement de l'image et par corrélation, les informations analogiques collectées seront converties en données numériques : c'est la numérisation.

A l'heure actuelle les caméras utilisent 3 technologies de prise d'empreinte optique :

- la triangulation active : l'objet à enregistrer est éclairé par une lumière souvent tramée pour mieux la caractériser. La lumière réfléchie est captée par un récepteur. L'angle entre le faisceau incident et le faisceau réfléchi permet de déterminer la distance de l'objet. Ex : Cerec Omnicam, Cerec Bluecam, Apollo DI, Carestream CS3500 et CS 3600, Planmeca Planscan.

La triangulation : chaque point « d'intérêt » de la préparation peut être considéré comme étant le troisième sommet d'un triangle dont on connaît deux angles et la longueur d'un côté.

Voir schéma : B étant le point d'intérêt, A et C sont les deux récepteurs intégrés à la caméra, ou un seul récepteur avec un prisme.

- la spectrophotogrammétrie : l'objet à enregistrer est éclairé. L'image de l'objet est captée par 2 récepteurs distants. La distance pour corrélérer les points sur ces 2 images permet de déterminer la distance à l'objet. Ex : CondorScan, DWIO, GC Aadvia IOS, 3M True Definition Scanner.

- la microscopie confocale : cette technique consiste à observer l'objet à enregistrer à travers un objectif tout en faisant varier la distance focale. La distance à l'objet correspond à la distance focale pour laquelle l'objet apparaît le plus net. Ex : 3Shape Trios, iTero Element. (9)

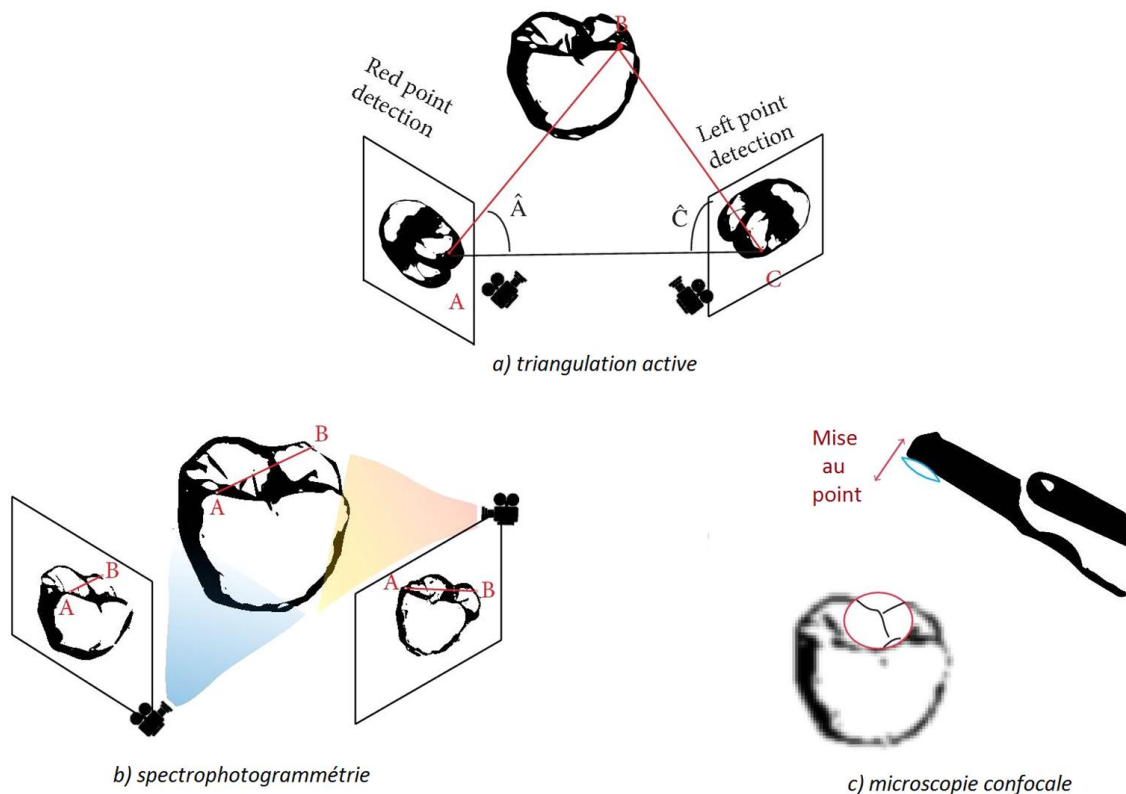


Figure 2 : les technologies de prise d'empreinte optique (R. Richert et al. (10))

En étant reliée à un écran, la caméra permet de visualiser en direct l'acquisition : la prise d'empreinte est continue par simple déplacement de la tête de la caméra au dessus de la zone à scanner. Plusieurs clichés peuvent être nécessaires et permettent, en s'additionnant, d'affiner l'empreinte. Les 3 phases de l'empreinte optique sont : empreinte de la préparation, empreinte de l'arcade antagoniste, enregistrement de l'occlusion/OIM.

A noter qu'il existe des mises en conditionnement de la préparation, tel que le poudrage, pour permettre un homogénéité de la dent pilier (coloration dentine, émail, restauration coronoradiculaire...) mais ce protocole tend à disparaître au vu des avancées actuelles et .

Avantages	Inconvénients
Plus confortable pour le patient	Difficulté à enregistrer les limites sous gingivales de préparation
Gain de temps	Courbe d'apprentissage
Procédure cliniques simplifiées	Coût et entretien
Disparition des modèles en plâtre	
Meilleure communication avec le prothésiste ou laboratoire	
Meilleure communication avec les patients	

Tableau 2 : Avantages et inconvénients de l'empreinte optique selon la littérature (Janvier 2007 – Juin 2017) (11)

I.3.2 Conception (Logiciel CAO)

Le logiciel permet tout d'abord de valider la préparation et l'empreinte numérique car il permet d'observer le modèle sous tous les angles.

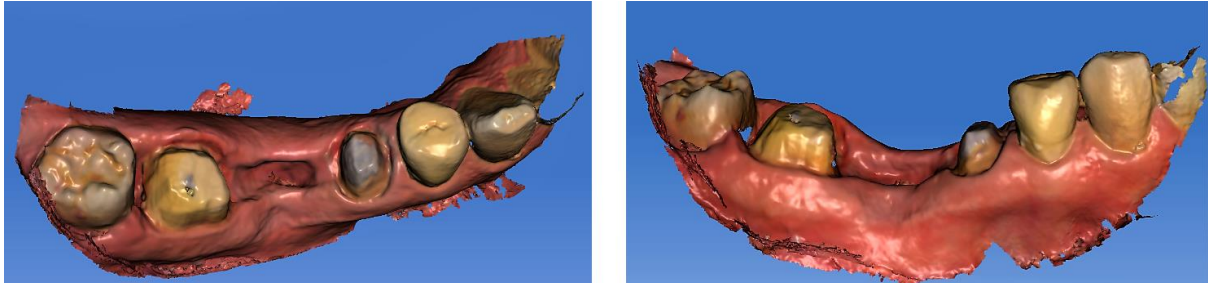


Figure 3 : Visualisation de l'empreinte optique en 3D

Puis à partir du modèle numérique, le logiciel de CAO permet au praticien de tracer la limite de la future pièce prothétique. Un algorithme de reconnaissance des arêtes est intégré au logiciel afin de faciliter la tâche.

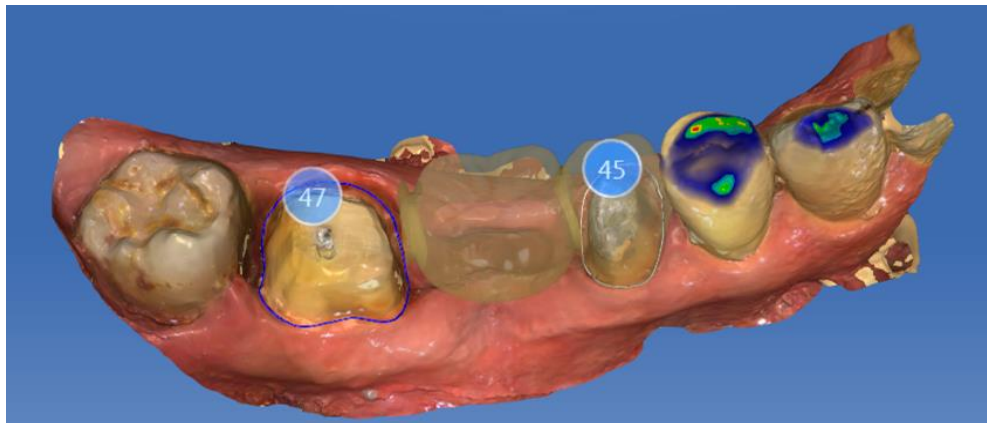


Figure 4 : Tracé de la limite corono-périphérique sur 47

Une fois cette limite tracée, le logiciel de CAO réalise la pièce prothétique virtuelle en utilisant un noyau graphique de modélisation géométrique polygonale. (12)

La modélisation polygonale emploie un maillage constitué de sommets (points dans l'espace) reliés entre eux pour former des arêtes qui constituent des faces triangulées ou quadrangulées. Cette forme de modélisation s'attache à créer manuellement un maillage puis à le subdiviser en employant des algorithmes (outils intégrés) pour "casser" l'aspect facetté du maillage en le lissant. (13)

Dans le cas de la numérisation 3D intra-buccale, le but est donc de générer un modèle 3D par maillage pour obtenir automatiquement la géométrie 3D d'une dent naturelle, tout ceci en se basant sur des « règles métiers » : on parle de Conception à base de connaissance ou « knowledge based engineering ».

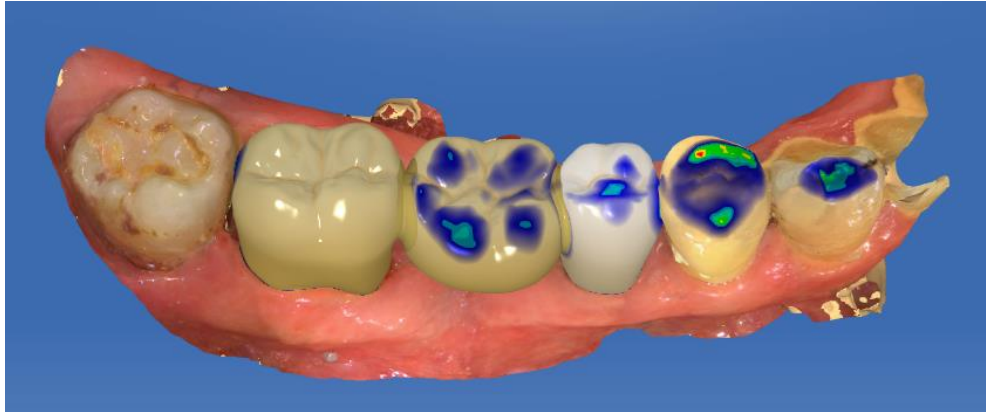


Figure 5 : Visualisation de la pièce prothétique après CAO

Une fois la CAO réalisée, le praticien peut préciser et adapter sur cette pièce virtuelle, plusieurs paramètres propres à sa méthode de travail et aux différents cas cliniques : intensité des points de contacts proximaux et occlusaux, niveau des bombés, anatomies particulières...

I.3.3 Choix du matériau

Toutes les familles de matériaux employées en prothèse conventionnelle peuvent être obtenues par CFAO mais de nouveaux matériaux ne sont accessibles que par CFAO (céramiques polycristallines, matériau hybride). (14)

Avant d'aborder leur FAO, nous allons présenter la liste non exhaustive des matériaux usinables par le praticien au cabinet (par CFAO directe) qui sont majoritairement représentées par les céramiques. Viennent ensuite les résines notamment les nanocéramiques, et enfin les matériaux hybrides. L'existence d'alliages métalliques sous forme de bloc est anecdotique. (15)

- les Céramiques :

Elles sont l'aboutissement de la CFAO directe de part la demande des patients et leur biocompatibilité (pas de galvanisme, corrosion ni de relargage de bisphénol A) . En effet, depuis maintenant plusieurs années, le domaine des céramiques dentaires a rapidement évolué, à la fois concernant les propriétés des matériaux mais également par leurs techniques de fabrication.

Parmi ces progrès nous pouvons noter l'introduction de nouvelles céramiques, dont l'esthétique et les propriétés mécaniques sont sans cesse mis en avant. (15)

Les céramiques usinables pour CFAO sont représentées en majorité par les céramiques vitreuses et infiltrées mais depuis quelques années, la zircone, sous certaines conditions, peut également être usinée au fauteuil. C'est pourquoi une nouvelle classification est proposée (17,18) :

Céramiques vitreuses pour CFAO directe : phase vitreuse infiltrée

- Feldspathiques (vita mark II)
- Renforcées à la Leucite (empress)
- Renforcées au Disilicate de Lithium (e.max)
- Enrichies au (mono)silicate de lithium et à la zircone (suprinity, celtra duo)

Céramiques polycristallines pour CFAO directe : pas de phase vitreuse

- Zircone

- les alliages métalliques :

On trouve principalement l'alliage de Chrome-Cobalt, disponible sous forme de bloc dont les indications sont identiques à celui mise en forme par la technique de cire perdue. Son utilisation est anecdotique. Le titane n'existe pas pour le moment sous forme de bloc mais les industriels se penchent sur la question.

- les résines :

PMMA et résines composites sont utilisées pour des restaurations provisoires de plusieurs éléments ou bridges. Une étude récente a néanmoins montré que la fabrication de prothèses complètes en PMMA par CFAO permet d'obtenir une biocompatibilité identique et des propriétés mécaniques supérieures à la résine PMMA polymérisée de façon traditionnelle (au four), mais cela concerne seulement la CFAO en laboratoire. (18)

Les nanocéramiques possèdent la même microstructure que les résines composites mais dans des proportions différentes. Leur matrice de polymère est remplie de nanoparticules de céramiques (<10nm) : céramique conventionnelle et/ou polycristalline, pour environ 80 % du poids du matériau. Un avantage considérable est la possibilité de « réparer » la restauration en cas de fracture par ajout direct de résine composite. Cependant de nombreux échecs ont amené les industriels à retirer certains blocs du marché (Paradigm MZ10, 3M) pour en proposer de nouveaux (Paradigm MZ100, Lava ultimate). Des améliorations et des études à long terme sont nécessaires pour envisager un usage en cabinet.

- les matériaux hybrides :

Ils sont l'invention du français Dr Michael Sadoun, il s'agit d'un « réseau de céramique infiltré d'un polymère » (RCIP), en anglais « Polymer-Infiltrated-Ceramic-Network material » (PICN). Le but étant de combiner les propriétés des céramiques et des polymères : fragilité réduite, meilleure usinabilité, meilleure résistance à l'usure que les composites. Le matériau étant très récent, des études à long terme sont nécessaires. A l'origine, un seul bloc de ce type était disponible : Vita Enamic.

Si l'on se réduit à une classification en fonction des composants, la différence entre résines renforcées, nanocéramiques et matériaux hybrides peut sembler floue. Dans ce cas précis, il paraît judicieux de classer ces matériaux en fonction de leurs propriétés mécaniques. A l'heure actuelle le marché ne cesse de s'étendre sur cette voie et la présentation de nouveaux matériaux dits « hybrides », à l'IDS Cologne 2017, montre l'intérêt des industriels à gagner des parts de marché... « Preuve que les fabricants sont à la fois conscients que la contrainte temps est décisive dans le choix de la CFAO, et que ces matériaux répondent mieux que les céramiques vitreuses aux contraintes mécaniques notamment en secteur postérieur. Je peux évoquer les plots récents: Cerasmart GC (céramique hybride), Grandio Bloc Voco (composite nano hybride), Shofu Block HC (céramique hybride), Brillant Crios Coltene (composite renforcé) ... dont la totalité peut s'utiliser sans glaçage au four. » (20)



Figure 6 : Échantillon des blocs CAD / CAM disponibles (21)

I.3.4 Fabrication (FAO par fraisage)

Après avoir choisi le matériau de restauration selon les indications cliniques, le choix esthétique ou encore la biocompatibilité, l'étape de fabrication assistée par ordinateur de la pièce prothétique peut débuter.

L'usinage des formes complexes par une machine-outil à commande numérique (MOCN) se fait en deux temps : l'ébauche et la finition.

L'ébauche consiste à enlever le maximum de matière en un temps court; la finition consiste à obtenir la forme finale souhaitée avec ses caractéristiques d'intégrité et d'état de surface.

Au cabinet dentaire en CFAO directe les critères de choix principaux d'une MOCN sont (22):

- les restaurations possibles avec cette MOCN (inlay, onlay, facette, couronne unitaire, bridge...) : la principale différence qui existe concerne la taille des blocs utilisables et donc l'étendue des restaurations (ex : les 3 modèles de CEREC : 20mm, 40mm et 85mm)
- les matériaux qu'elle permet d'usiner : la majorité des MOCN usinent céramiques, résines et matériaux composites. Cependant certaines infrastructures associées à un laboratoire en cabinet permettent d'usiner tous les matériaux CFAO (céramique, plastique, oxyde de zirconium, métal). Ex : CEREC MC XL.
- le nombre d'axe (3, 4 ou 5) : Roperto et al. ont montré que l'adaptation marginale des restaurations ne change pas significativement selon le modèle de MOCN et que toutes respectent les recommandations cliniques actuelles . Cependant l'étude de Bosch et al. a conclu qu'une MOCN à 5 axes permet d'obtenir une meilleure intégration et une meilleure finition de la prothèse qu'avec une MOCN à 4 axes. (23,24)
- le nombre de moteur (1 ou 2) : avec 2 moteurs, l'un usine l'intrados tandis que le second usine l'extrados, permettant de réduire le temps d'usinage. On parle de fraises « Step Bur » en intrados et « Pointed Bur » en extrados, dont le diamètre influe sur la précision de la restauration : celle ci augmente lorsque le diamètre diminue.
- le coût et l'entretien

I.3.5 Maquillage et Cuisson

Après usinage, le praticien va pouvoir essayer en bouche la pièce prothétique et éventuellement procéder à quelques retouches ou bien réaliser des caractérisation fines (inférieures au diamètre de la fraise).

Une fois l'essayage validé, la pièce prothétique peut nécessiter un post-traitement : glaçage, maquillage et cuisson pour améliorer le rendu esthétique mais également les propriétés mécaniques.

- le glaçage :

permet d'obtenir une brillance naturelle, supérieure à un polissage mécanique, et une amélioration des propriétés mécaniques après cuisson en comblant les défauts et micro fêlures liées à l'usinage.

- le maquillage :

Chaque bloc de CFAO possède une teinte et une translucidité que le praticien se doit de proposer à ses patients, tout comme c'est le cas en prothèse conventionnelle. Cependant pour caractériser ces restaurations, notamment dans un souci esthétique au niveau antérieur, le maquillage devient indispensable. Il se décompose en plusieurs étapes, chacune plus ou moins importantes selon les degrés de caractérisation et d'esthétique recherchées :

Colorants shades : maquillants "dentine" pour modifier teinte de la céramique.

Colorants stains : maquillants intensifs pour des effets ponctuels (fond de sillons, fêlures, tâches blanches) (25)

- la cuisson :

Certains blocs sont teintés (ex : IPS E.max CAD) pour informer le praticien que la cuisson est indispensable tandis que pour d'autres, elle est facultative (ex : IPS empress CAD) selon les recommandations du fabricant, et permet un gain de temps non négligeable lorsque l'esthétique est secondaire (restaurations postérieures). Cependant, la cuisson améliorera les propriétés mécaniques par une meilleure homogénéité du matériau et corrigera les fragilités engendrées par l'usinage ; elle est donc recommandée.

Concernant les paramètres de cuisson : température, paliers, vitesse de chauffe... ils sont dépendants du matériau et il convient de se référer aux recommandations du fabricant.

Contrairement au maquillage des céramiques qui subit un traitement thermique et permet, par le jeu des maquillants « shades et stains », un travail poussé sur la teinte et la translucidité, le maquillage des composites et des matériaux hybrides, photo polymérisable, sera plus sommaire.

Vernis de glaçage photo polymérisable : Optiglaze GC, Vita Enamic Glaze.

Sets de maquillages photo-polymérisables : Vita Enamic Stains, Optiglaze Set GC. (26)

I.3.6 Traitement de surface et mise en place prothétique

Les protocoles d'assemblage diffèrent selon le matériau utilisée (nous traiterons seulement les céramiques usinées par CFAO au cabinet), le type de substrat, le type de restauration (facette, inlay, couronne...) et le système de collage utilisé. Il est donc impératif de se référer systématiquement aux recommandations des fabricants de céramiques et de systèmes de collage.

Trois étapes sont cependant récurrentes : choix du système de collage, conditionnement de la préparation et conditionnement de la restauration.

I.3.6.1 Les différents modes d'assemblage (27):

- **Scellement conventionnel**

La liaison de la restauration est engendrée par la friction entre le matériau de scellement et la restauration ainsi qu'entre le matériau de scellement et la préparation. Une préparation rétentive est nécessaire.

- **Scellement adhésif**

"Alternative au collage pour les inlays rétentifs en résine composite ou céramiques avec un scellement adhésif au CVIMAR si des critères de préparation précis sont respectés : parois résistantes et formes rétentives. Dans ce cas, un suivi régulier est indispensable ; certains experts ont observé dans leur pratique clinique une usure et une dégradation du joint à 18-24 mois" (HAS 2009)

- **Collage adhésif** : indiqué pour la majorité des céramiques réalisées par CFAO

La liaison est engendrée par adhérence, surtout par liaison chimique ou micro-mécanique entre le matériau de collage et la restauration ainsi qu'entre le matériau de collage et la préparation. En raison de la liaison chimique ou micro-mécanique, aucune préparation rétentive n'est nécessaire.

- Les colles sans potentiel adhésif (colles composites) présentent « les meilleures performances cliniques et le meilleur recul avec des propriétés mécaniques et esthétiques » (HAS 2009).

- Les colles avec potentiel adhésif propre simplifient le protocole pour des résultats satisfaisants. (28)

- **Collage auto-adhésif**

Le matériau de collage présente des propriétés auto-mordançantes par rapport à la dent, pour laquelle aucun traitement préalable de surface n'est nécessaire. Il n'existe pas d'études validant la pérennité des colles auto-adhésives car ces colles sont les plus récentes.

1.3.6.2 Conditionnement de la préparation : émail et dentine

La dent préparée doit être impérativement isolée à l'aide d'un champ opératoire (digue) dès lors qu'un collage adhésif est nécessaire.

Lors de la pose d'une restauration partielle collée (RPC), il est préférable de sceller la dentine au plus vite après la fin du fraisage et avant l'empreinte : on parle d' « Immediate Dentin Sealing » ou IDS. (29) Celle-ci consiste à appliquer un système adhésif de type mordantage-rinçage en 3 temps (MR3) pour notamment améliorer la force de collage et sa fiabilité à long terme, éviter la sur-infection bactérienne et diminuer les sensibilités dentaires post-opératoire. L'utilisation d'un composite fluide en cas de contre-dépouilles est possible pour une économie tissulaire ou en cas de limite sous gingivale (remontée de marge sous-gingivale).

Lors d'un collage adhésif, le protocole de traitement du substrat dentaire varie selon l'adhésif utilisé :

- MR3 : Mordantage à l'acide phosphorique (en moyenne 30 sec pour l'émail et 15 sec pour la dentine) puis Rinçage. Application du primer. Application de la résine adhésive.

-MR2 : Mordantage puis Rinçage. Application du primer et de la résine adhésive qui sont combinés. -

SAM2 : Système auto-mordant : application d'un primer puis de la résine.

- SAM1 : ils combinent avec un seul produit les rôles de mordantage, primer et adhésif.

Avec l'utilisation des SAM, il est possible de mordancer l'émail 15 sec.

Attention aux risques d'incompatibilité entre SAM et colles.

1.3.6.3 Conditionnement de la restauration

Plus la matrice d'une céramique est vitreuse plus le collage augmente. Inversement il est très difficile de coller des chapes où la phase cristalline est prépondérante (zircone).

Le protocole pour les céramiques feldspathiques : collage adhésif

Colle composite photo-polymérisable ou dual + système adhésif amélo-dentinaire (total bonding)

- Conditionnement de la restauration : dégraisser avec de l'éthanol. Appliquer un gel d'acide fluorhydrique à 5 % dans l'intrados pendant **60 sec**. Rincer. Sécher. Appliquer un silane et laisser évaporer. Appliquer une couche préliminaire d'adhésif, sécher, ne pas photopolymériser. Mettre à l'abri de la lumière.

- Conditionnement de la préparation : mordancer avec gel d'acide phosphorique à 35 % durant 30 s. Rincer. Sécher. Appliquer le primer et l'adhésif. Photo-polymériser 60 sec.

Le protocole pour les céramiques renforcées à la leucite :

Il est identique aux céramique feldspathiques ; on utilisera une colle composite dual sans potentiel adhésif de type :

- variolink II + adhésif MR3. Convient à tout type de prothèse.
- multilink automix + SAM2 (sauf pour les facettes): pas de mordantage de la préparation mais application d'un primer uniquement.

Le protocole pour les céramiques renforcées au disilicate de lithium :

Recommandations du fabricant : collage adhésif, auto-adhésif ou scellement conventionnel.

- Conditionnement de la restauration : le protocole est identique à celui des céramiques feldspathiques excepté que la restauration sera mordancée seulement **20 sec.**
- Conditionnement de la préparation : par collage adhésif le protocole est identique ; pour un collage auto-adhésif, appliquer un primer sans conditionnement de l'émail ou de la dentine par un acide phosphorique ; par scellement conventionnel ni mordantage ni primer est nécessaire. Cependant ces deux dernières techniques sont contre-indiquées pour la pose de facettes, inlays/onlays ou couronnes partielles.

Le protocole pour les céramiques enrichies au silicate de lithium et à la zircone :

Collage adhésif (tout type de prothèse) ou collage auto-adhésif (uniquement pour les couronnes). Protocole de collage classique comme décrit précédemment, avec un mordantage de la restauration 20 sec. Le scellement conventionnel est déconseillé.

Le protocole pour les céramiques hautement cristallines :

Recommandations des fabricants pour les céramiques hautement cristallines : scellement au CVIMAR avec sablage de l'intrados à l'alumine possible.

Lorsqu'un véritable collage est souhaité pour ces restaurations, un traitement tribochimique permet de recouvrir la surface prothétique de verre de silice car en effet ces céramiques ne contiennent peu ou pas de silice, indispensable au collage.

	Forme commerciale	Cuisson	Conditionnement De la restauration	Conditionnement dentaire	Assemblage
Feldspathiques	Vita mark II, Triluxe forte, Cerec blocs	Indispensable	acide fluo 60s + silane	Total-Etch Bonding	Collage adhésif
Leucite	Empress	Facultative	acide fluo 60s + silane	Self-Etch / Total-Etch Bonding	Dual + MR/SAM
Disilicate de Lithium	E.max	Indispensable	acide fluo 20s + silane	Total-Etch Bonding	Collage adhésif
Silicate de lithium Renforcé à la zircone	Suprinity Celtra duo	Indispensable Facultative	acide fluo 20s + silane	Total-Etch Bonding	Collage adhésif
Dioxyde de Zirconium	Incoris TZI C / Vita YZ	Indispensable	Sablage	Non	Scellement / Cvimar
Céramiques hybrides	Cerasmart / Enamic	Non	acide fluo 60s + silane	Selective Etch possible	Collage adhésif
Résine nanocéramique	Lava ultimate	Non	Sablage	Total-Etch Bonding	Collage adhésif

Tableau 3 : Protocoles de mise en place prothétique selon les matériaux utilisés en CFAO

II. Enquête épidémiologique descriptive

II.1 Objectifs de l'enquête

La CFAO dentaire en cabinet est à l'heure actuelle une réalité clinique. De nombreux praticiens utilisent ce système quotidiennement bien qu'ils soient une minorité.

Cependant nous pouvons constater que si elle n'a pas encore atteint tous les cabinets dentaires, la CFAO devient de plus en plus présente au sein des laboratoires de prothèse et il ne fait aucun doute que l'empreinte optique remplacera à terme l'empreinte conventionnelle.

L'objectif de cette enquête est de faire le point sur le type de cabinet qui dispose d'un système complet, l'utilisation qu'ils en font et les réglementations qui l'encadrent.

II.2 Matériels et méthodes

II.2.1 Recueil des données

Le sondage a été réalisé grâce à un questionnaire élaboré avec le Dr Ballester, assistant hospitalo-universitaire, puis testé par trois praticiens : deux maîtres de conférence des universités et praticiens hospitalier des centres de soins ainsi qu'une ancienne assistante.

Le questionnaire a ensuite été publié en ligne à travers la plateforme « eval and go ».

Il se compose de 26 questions :

- 5 questions d'ordre général sur les praticiens et leur cabinet
- 5 questions sur leur formation et leur investissement dans la CFAO
- 3 questions sur leur avis concernant la CFAO directe
- 11 questions sur les habitudes de travail
- 2 questions sur la réglementation

II.2.2 Population cible

Cette enquête descriptive transversale cible les praticiens en France disposant d'un système de CFAO directe au cabinet. Ce nombre étant limité (on estime à 3-4 % le nombre de praticiens disposant d'une caméra intra-buccale en 2014), le recueil des participants à cette enquête s'est fait en 3 étapes :

- auprès des praticiens hospitaliers du centre dentaire de Marseille ayant une activité libérale et de leurs connaissances,
- auprès des membres d'un groupe d'étude en ligne sur la CFAO,
- et enfin auprès des praticiens disposant d'un site internet avec mis en évidence d'un système CFAO au sein de leur cabinet.

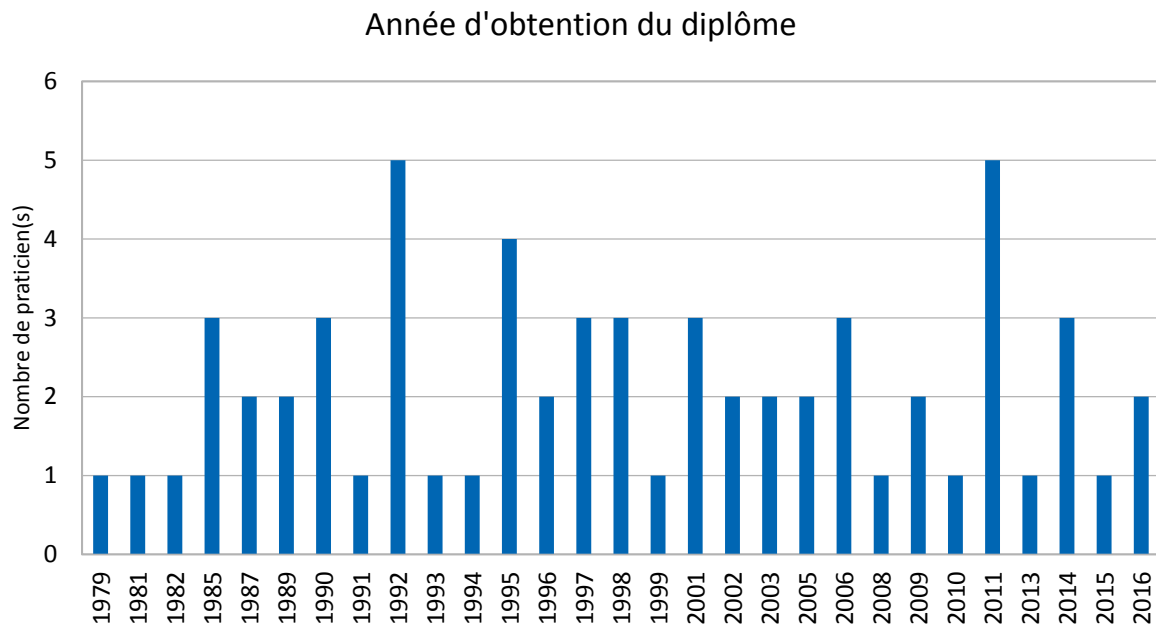
II.2.3 Méthodes

Les réponses ont été traitées en partie par la plateforme « eval and go » et en partie par le tableur LibreOffice Calc. Nous avons recueilli 62 réponses entre février et mai 2017.

II.3 Résultats

II.3.1 Informations sur le praticien et le cabinet

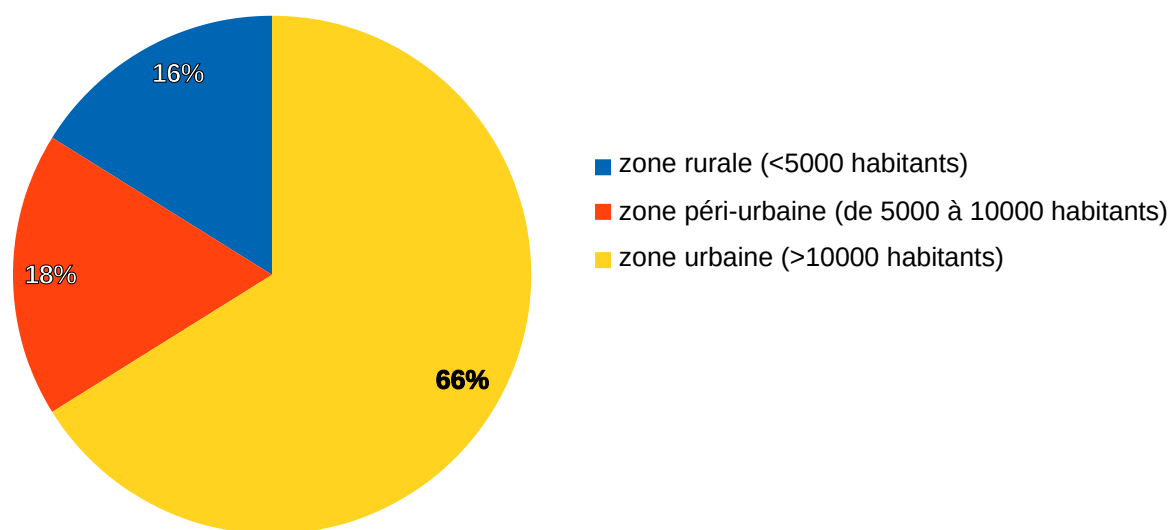
1. L'année d'obtention du diplôme



L'année moyenne d'obtention du diplôme chez les praticiens sondés est 1999.

Le plus ancien diplômé l'a été en 1979 et les plus récents en 2016.

2. Localisation du cabinet

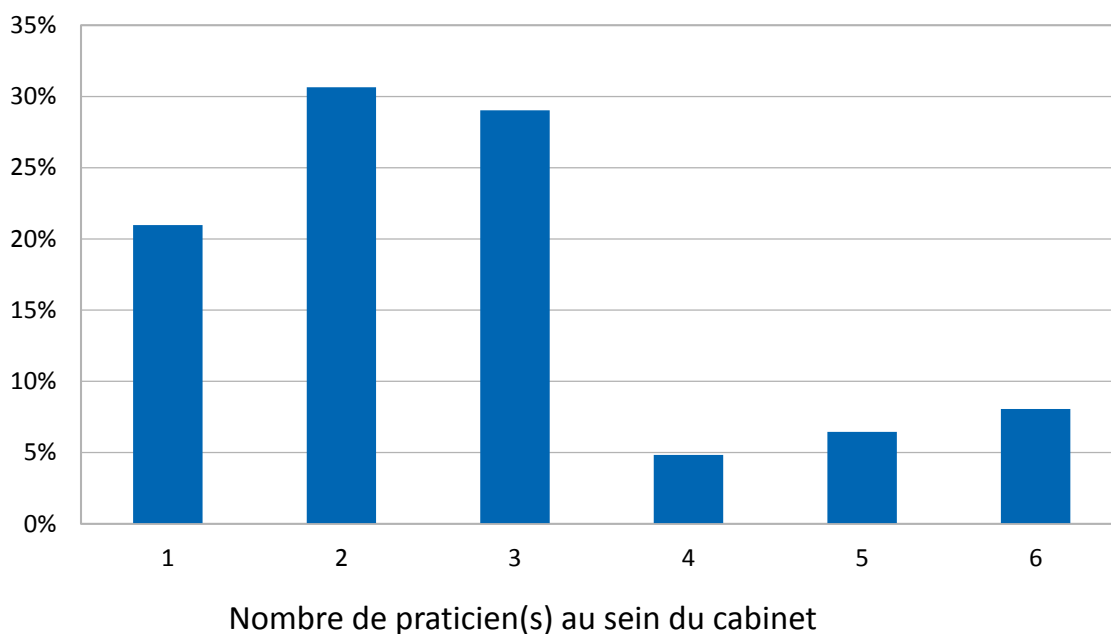


Localisation du cabinet

D'après le diagramme :

- 66 % des praticiens sondés exercent en zone urbaine
- 18 % en zone péri-urbaine
- 16 % en zone rurale

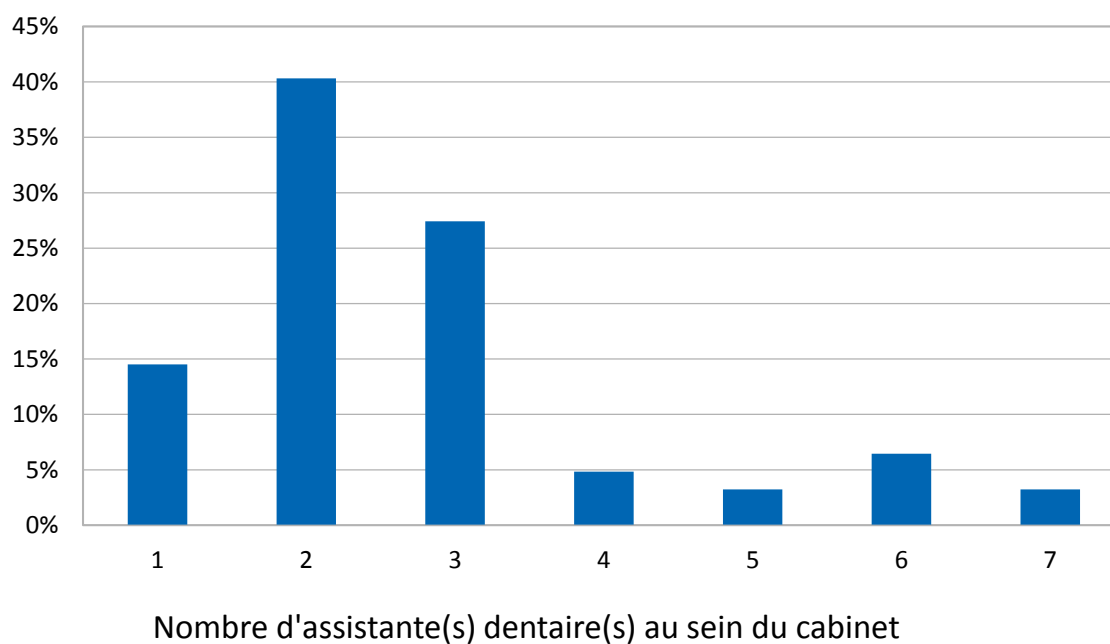
3. Le nombre de praticiens dans le cabinet



Le diagramme indique le nombre de praticiens exerçant au sein du cabinet :

- 21 % des praticiens sondés travaillent seul
- 31 % des praticiens sondés travaillent à deux
- 29 % des praticiens sondés travaillent à trois
- 5 % des praticiens sondés travaillent à quatre
- 6 % des praticiens sondés travaillent à cinq
- 8 % des praticiens sondés travaillent à six

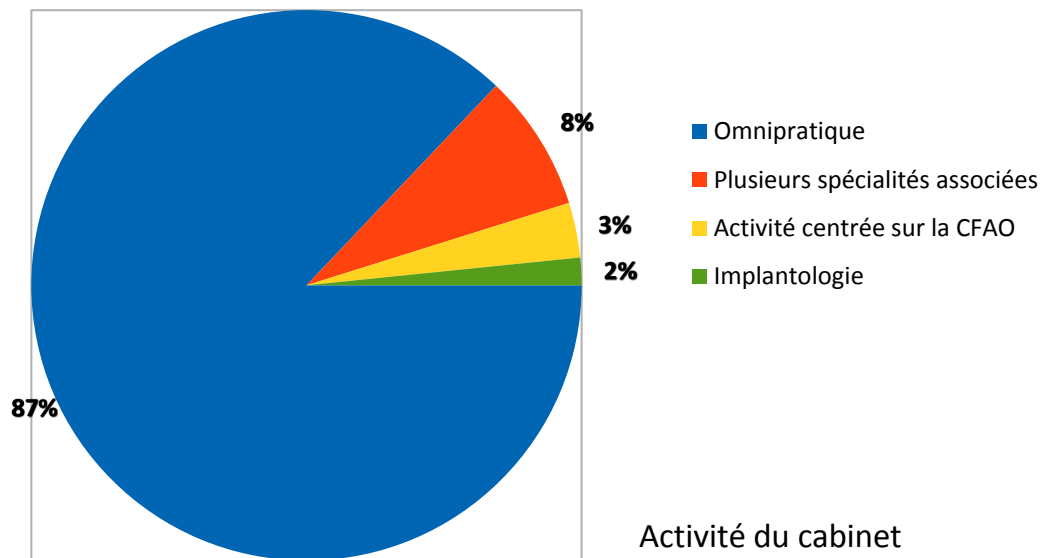
4. Le nombre d'assistantes dentaires dans le cabinet



Le diagramme indique le nombre d'assistante(s) dentaire(s) présente(s) au sein de chaque cabinet :

- 15 % des cabinets ont une assistante
- 40 % des cabinets ont deux assistantes
- 27 % des cabinets ont trois assistantes
- 5 % des cabinets ont quatre assistantes
- 3 % des cabinets ont cinq assistantes
- 7 % des cabinets ont six assistantes
- 3 % des cabinets ont sept assistantes

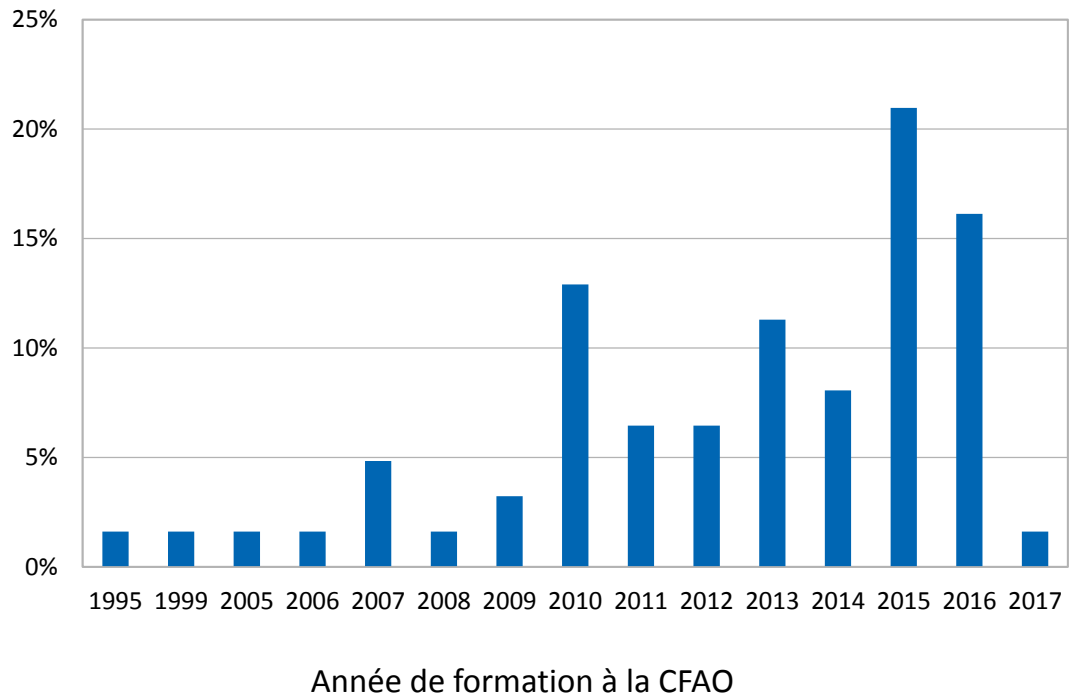
5. L'activité du cabinet



La majorité des praticiens sondés, à 87 %, utilisent cet outil dans un cadre omnipratique, tandis que seulement 2 praticiens en ont fait leur activité principale, soit 3 % des praticiens sondés.

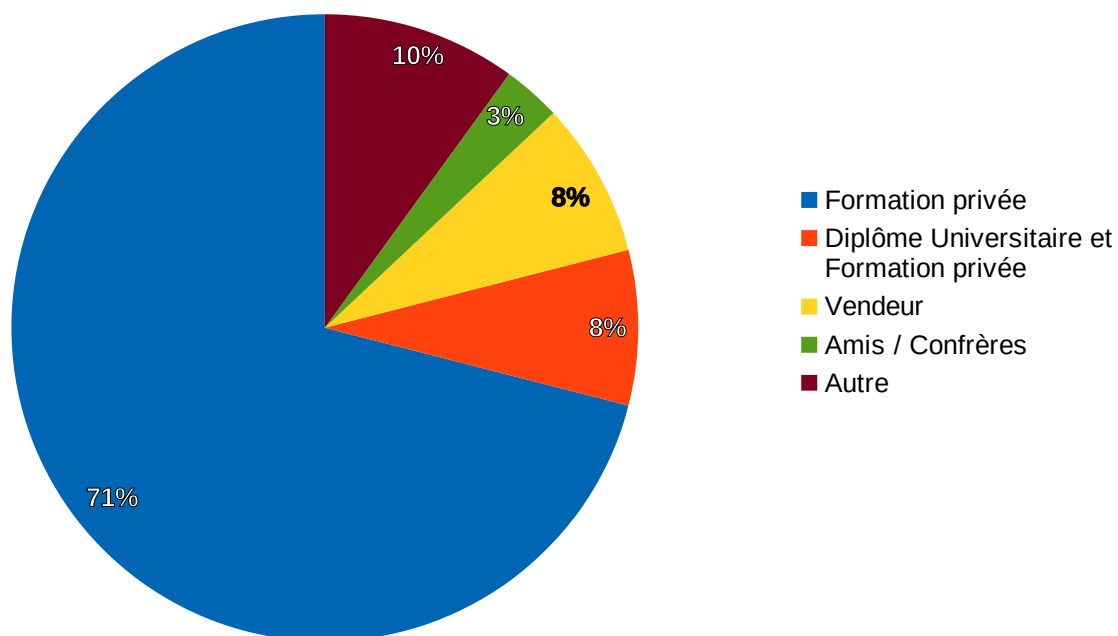
II.3.2 Formation et investissement dans la CFAO

6. L'année de formation à la CFAO



L'année moyenne de formation des praticiens sondés à la CFAO est 2012, soit 13 ans après l'année moyenne d'obtention du diplôme : 1999.

7. Le type de formation réalisée



Type de formation

D'après cette figure,

71 % des praticiens sondés se sont formés uniquement dans le cadre privé,

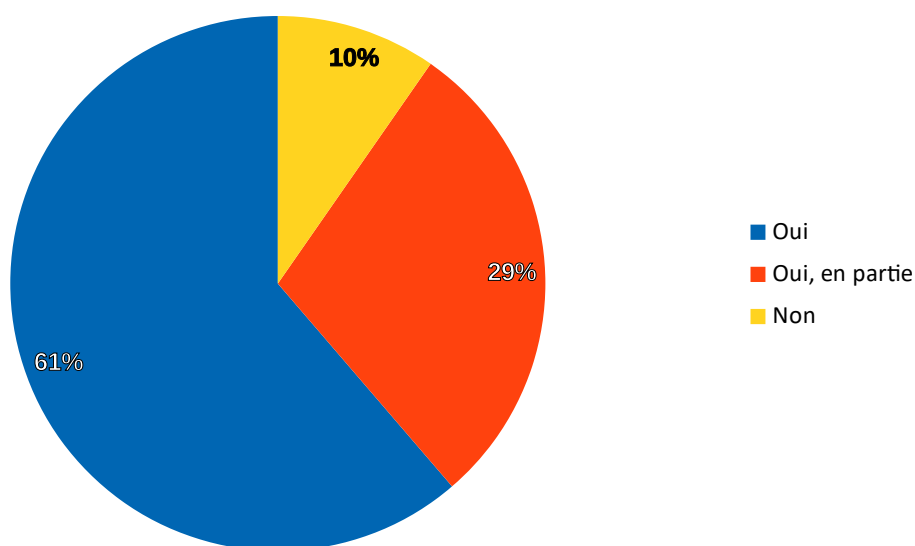
8 % des praticiens sondés ont obtenu un DU en CFAO, avec en complément une formation privée,

8 % des praticiens sondés se sont formés auprès du constructeur ou du distributeur,

3 % des praticiens sondés se sont formés via leurs confrères, soit 2 dentistes collaborateurs

10 % des praticiens sondés n'ont pas réalisé de formation spécifique (personnelle ou « sur le tas » ...)

8. L'appartenance des machines de CFAO

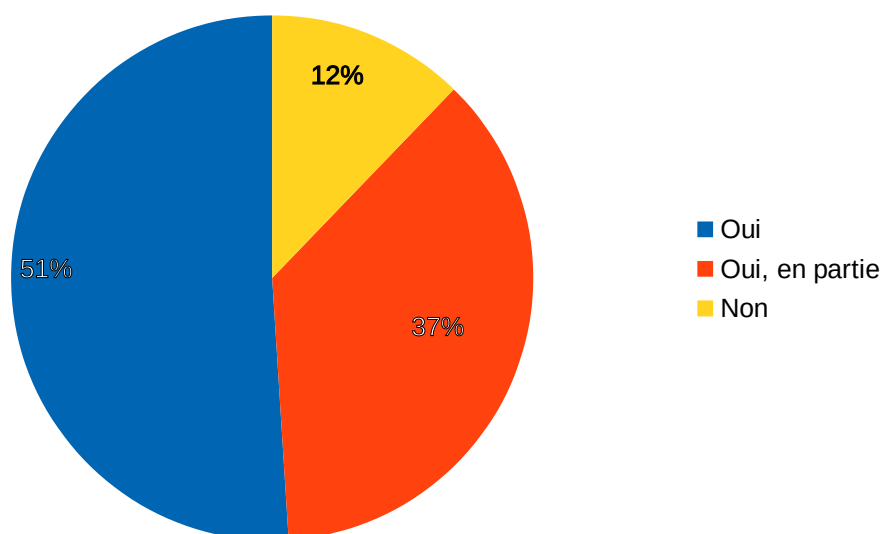


Praticiens propriétaires des machines CFAO

Cette figure montre que :

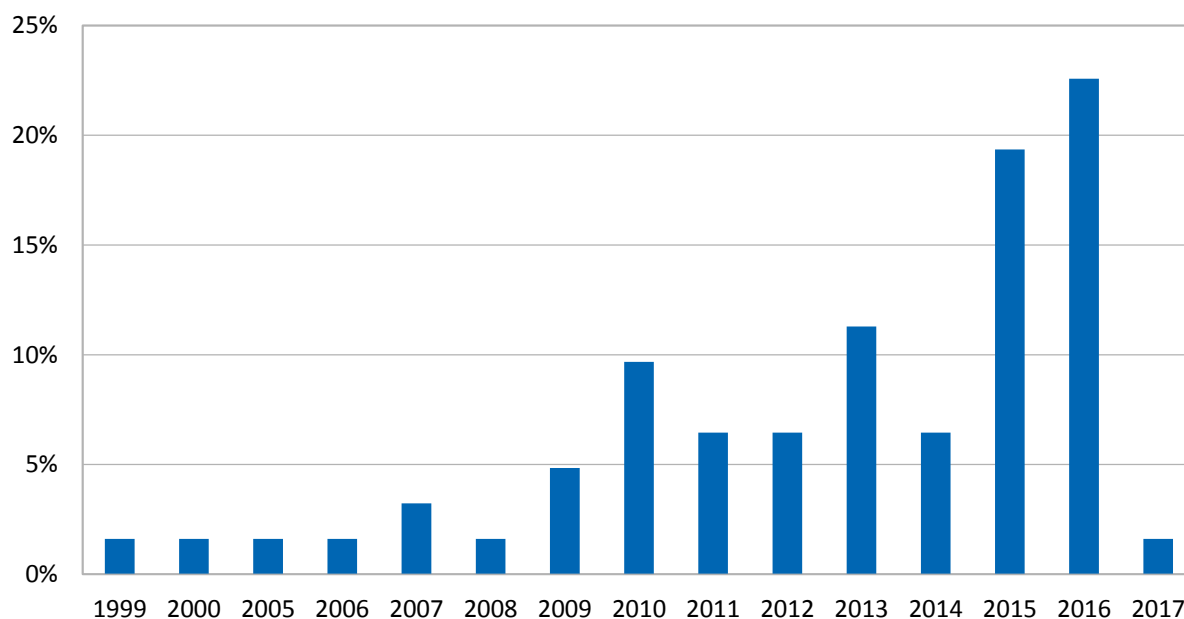
- 61 % des praticiens sondés possèdent les machines CFAO en totalité
- 29 % des praticiens sondés possèdent les machines CFAO en partie (avec leurs associés / collaborateur)
- 10 % des praticiens sondés ne possèdent pas les machines CFAO dont ils disposent

A noter que parmi les 61 % de praticiens qui possèdent les machines en totalité, un tiers d'entre eux exercent seuls. Si l'on considère seulement les cabinets de groupe, on observe alors que 37 % des investissements en CFAO se font à plusieurs :



Praticiens propriétaires des machines CFAO en cabinet de groupe

9. et 10. La première année d'utilisation des unités d'empreinte et d'usinage



Première année d'utilisation du système CFAO directe

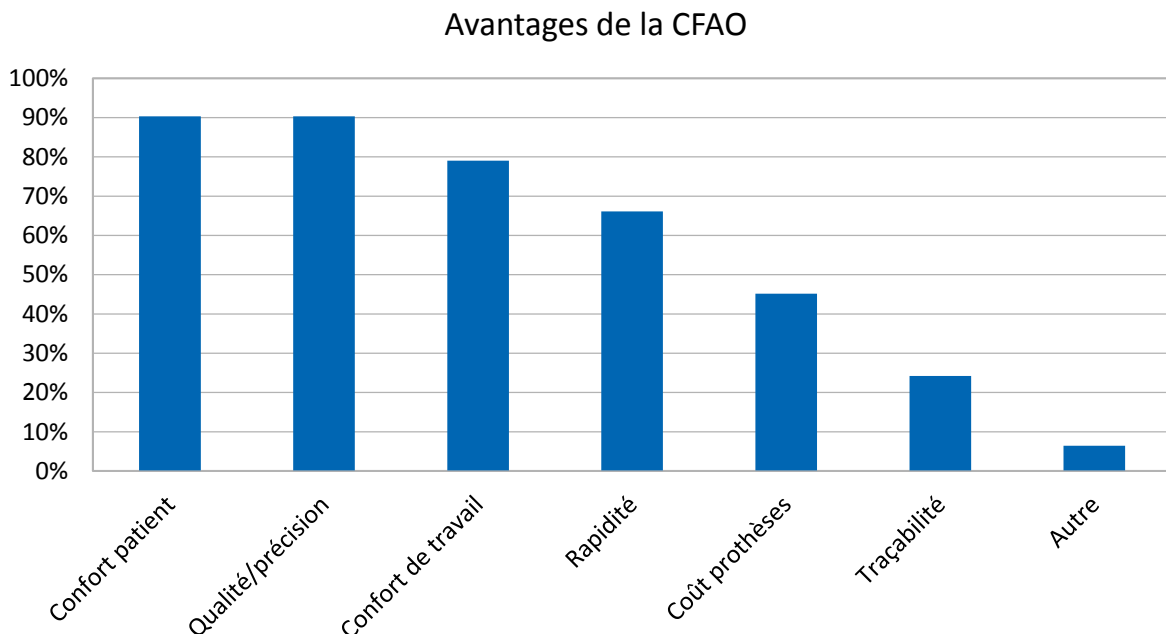
Deux questions distinctes ont été posées aux praticiens de cette enquête concernant la première année d'utilisation de l'unité d'empreinte et concernant la première année d'utilisation des machines de CFAO.

Dans 100 % des cas, les praticiens sondés ont commencé à travailler avec ces deux outils la même année.

En moyenne, les praticiens ont commencé à travailler en CFAO directe la même année que leur formation, soit en 2012.

II.3.3 Intérêts des praticiens pour la CFAO

11. Les avantages de la CFAO



Les praticiens sondés ont pu faire **un** ou **plusieurs** choix concernant les avantages de la CFAO.

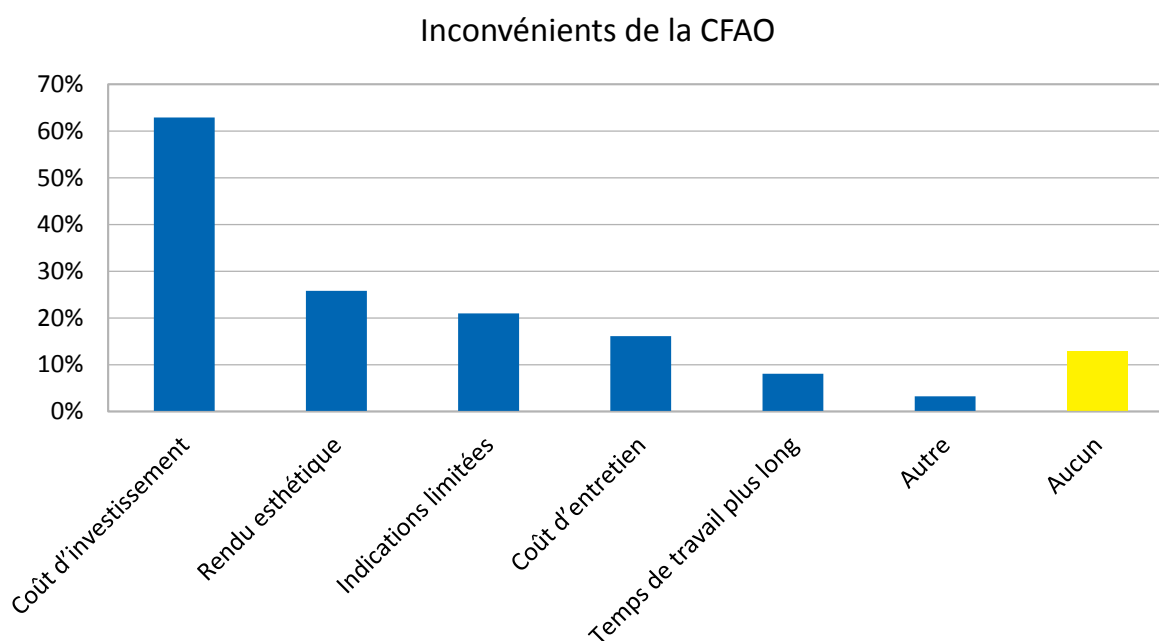
D'après le diagramme, les principaux avantages apportés par la CFAO directe sont :

- pour 90 % des praticiens sondés : le confort du patient et la précision/qualité,
- pour 79 % des praticiens sondés : le confort de travail,
- pour 66 % des praticiens sondés : la rapidité,
- pour 45 % des praticiens sondés : le coût des prothèses (inférieur au coût en laboratoire),
- pour 24 % des praticiens sondés : la traçabilité.

De plus, on retrouve comme avantage, auprès des praticiens sondés : une meilleure image du cabinet, une autonomie pour les cas simples, une satisfaction personnelle...

Les limites de cette question sont directement liées au choix des réponses : bien que le praticien puisse librement exprimer son opinion dans la catégorie « autre », il est possible que certains praticiens se soient limités aux réponses prédéfinies.

12. Les inconvénients de la CFAO



Les praticiens sondés ont pu faire **un** ou **plusieurs** choix concernant les inconvénients de la CFAO, voire **aucun**. D'après le diagramme, les principaux inconvénients à la CFAO directe selon les praticiens sondés sont :

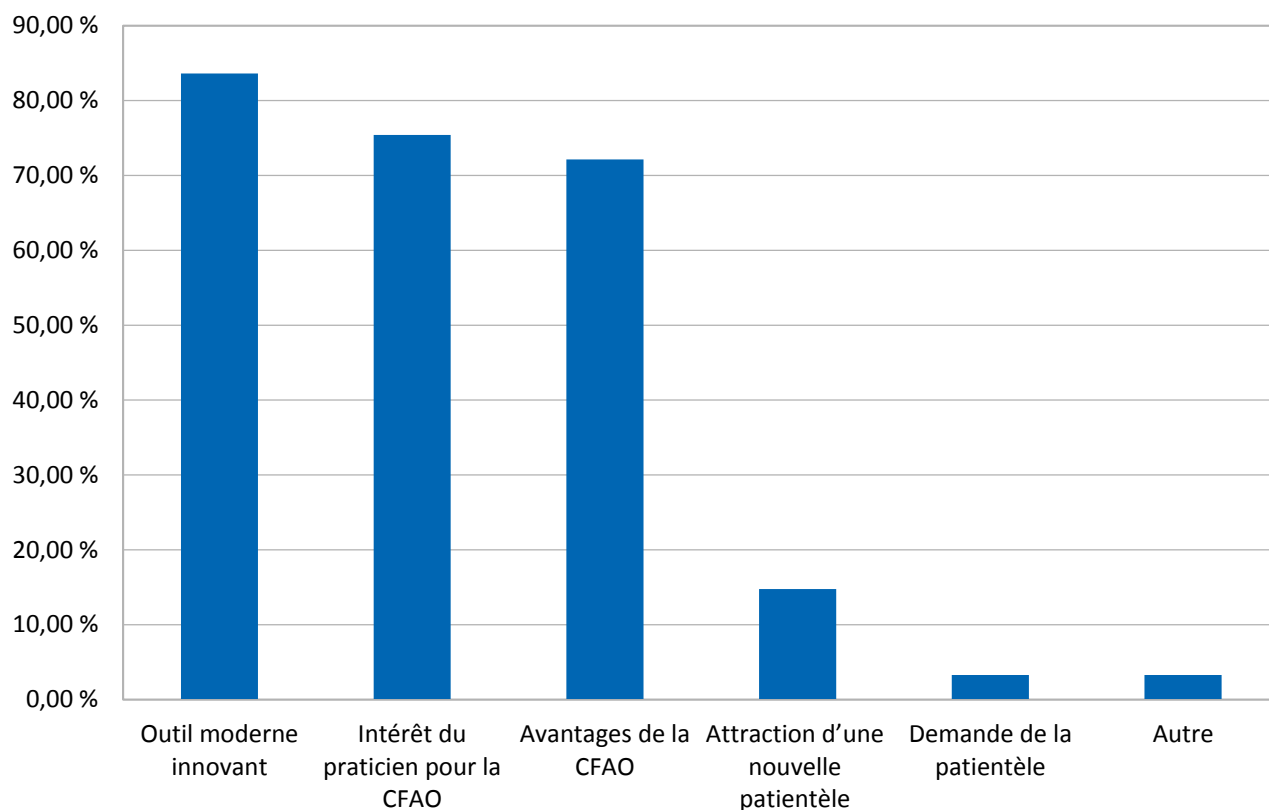
- pour 63 % : le coût d'investissement
- pour 26 % : le rendu esthétique des pièces usinées
- pour 21 % : les indications limitées des machines de CFAO
- pour 16 % : le coût d'entretien
- pour 8 % : le temps de travail plus long

Cependant 8 praticiens, soit 13 % des sondés, ne trouve aucun inconvénient à la CFAO directe à l'heure actuelle.

Les limites de cette question sont directement liées au choix des réponses : bien que le praticien puisse librement exprimer son opinion dans la catégorie « autre », il est possible que certains praticiens se soient limités aux réponses prédéfinies.

13. Les facteurs ayant influencé l'investissement dans la CFAO

Facteurs ayant influencés l'investissement dans la CFAO

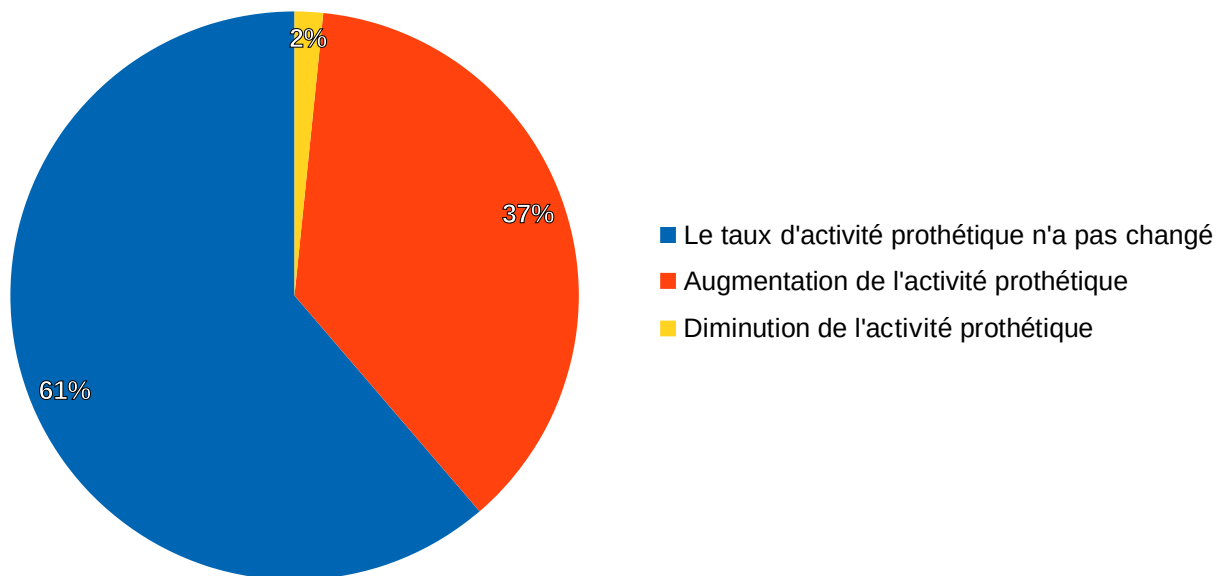


Les praticiens sondés ont pu faire **un** ou **plusieurs** choix concernant les facteurs d'investissement dans la CFAO, les principaux étant : la modernité et l'innovation de cet outil à 82 %, l'intérêt qu'ils leur portent à 74 % et ses avantages à 71 %.

Les limites de cette question sont directement liées au choix des réponses : bien que le praticien puisse librement exprimer son opinion dans la catégorie « autre », il est possible que certains praticiens se soient limités aux réponses prédéfinies.

II.3.4 Utilisation de la CFAO en cabinet

14. La modification de l'activité prothétique



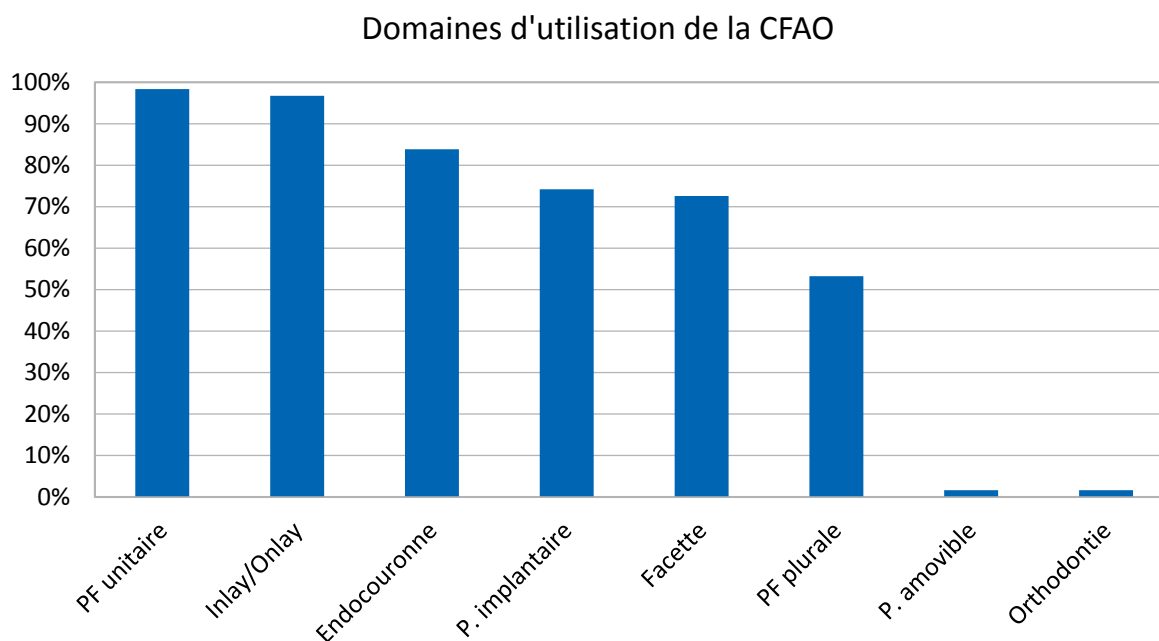
Evolution du taux d'activité prothétique

Pour 61 % des praticiens sondés, le taux d'activité n'as pas changé suite à l'acquisition de cet outil.

Pour 37 % des praticiens sondés, il y a eu une augmentation de l'activité prothétique.

Seulement un praticien sur les 62 répondants a vu son activité prothétique diminué.

15. Les domaines d'utilisation de la CFAO



Environ 98 % des praticiens sondés utilisent la CFAO en prothèse fixée unitaire et pour les restaurations de type inlays/onlays.

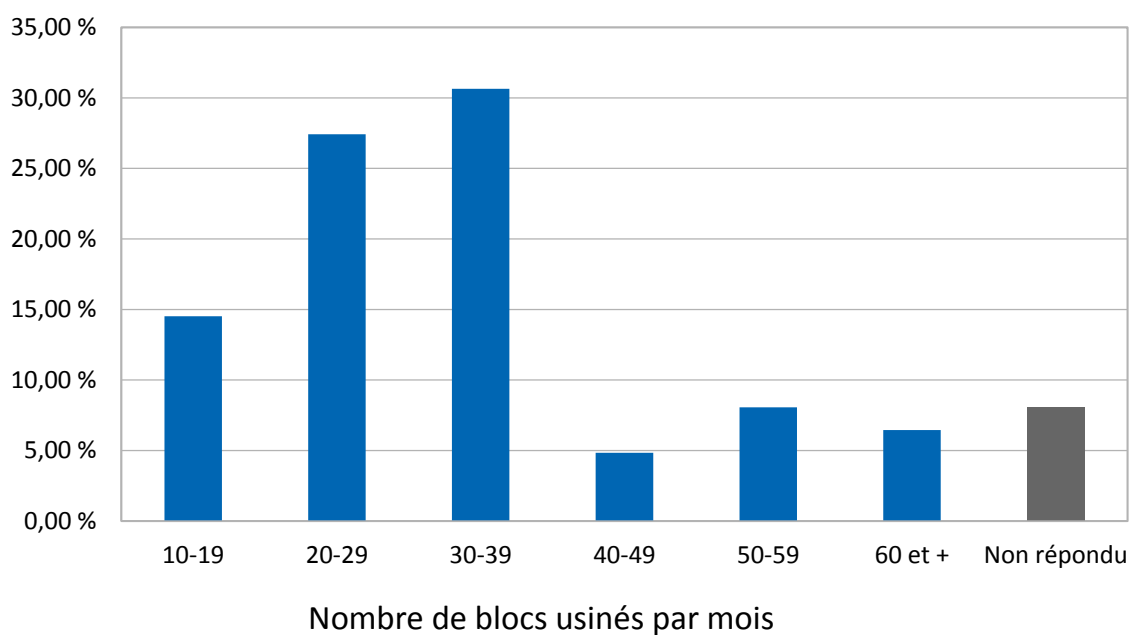
84 % d'entre eux ont déjà réalisé des endocouronnes par CFAO directe.

74 % l'utilisent pour des cas de prothèse implantaire.

73 % réalisent des facettes par CFAO directe.

En revanche, environ un praticien sondé sur deux est réticent à la réalisation de prothèse fixée plurale ; et seulement un praticien sondé sur les 62 utilise la CFAO pour les prothèse amovibles.

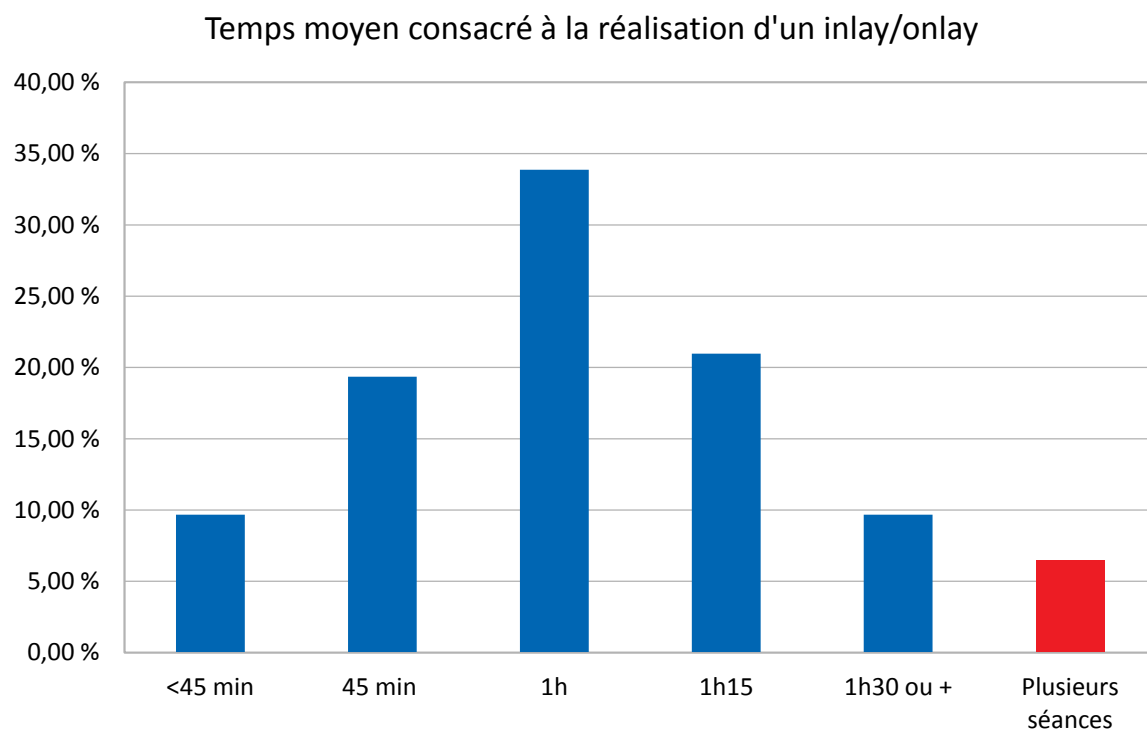
16. Le nombre de blocs usinés par mois en moyenne



58 % des praticiens sondés usinent en moyenne entre 20 et 39 blocs par mois, soit une à deux « prothèse » par jour.

A noter que 8 % des praticiens sondés n'ont pas connaissance de l'utilisation quantitative de leur outil de CFAO ou ne souhaitent pas en communiquer l'information.

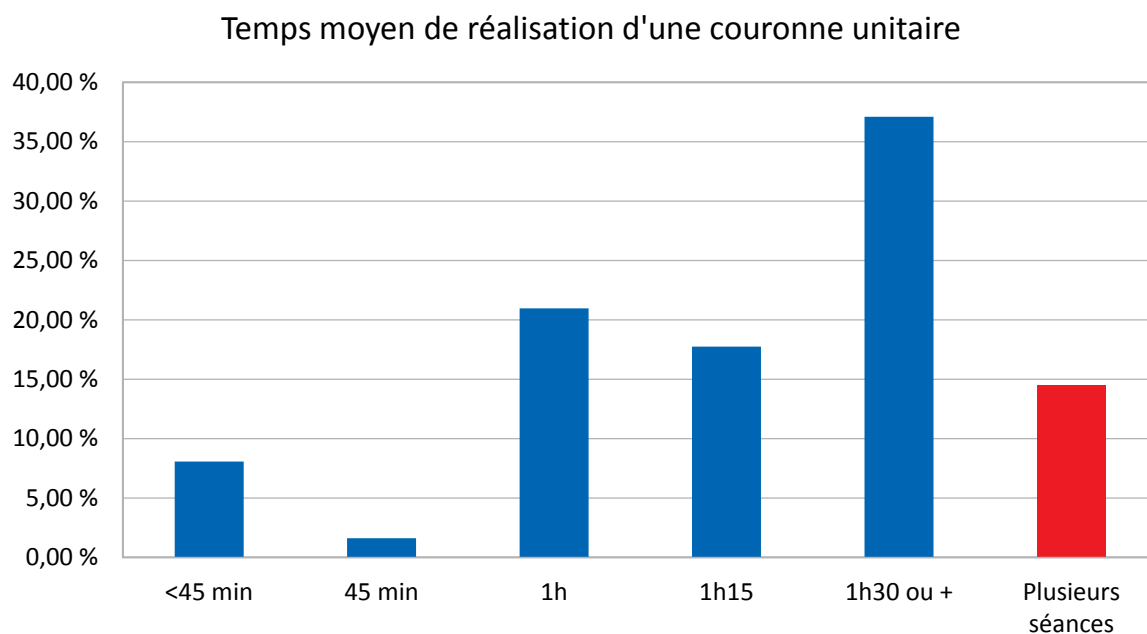
17. Le temps moyen consacré à la réalisation d'un inlay/onlay



Les praticiens sondés mettent en moyenne 1h pour la réalisation d'un inlay/onlay.

Cependant, 6 % d'entre eux ont besoin de plusieurs séances.

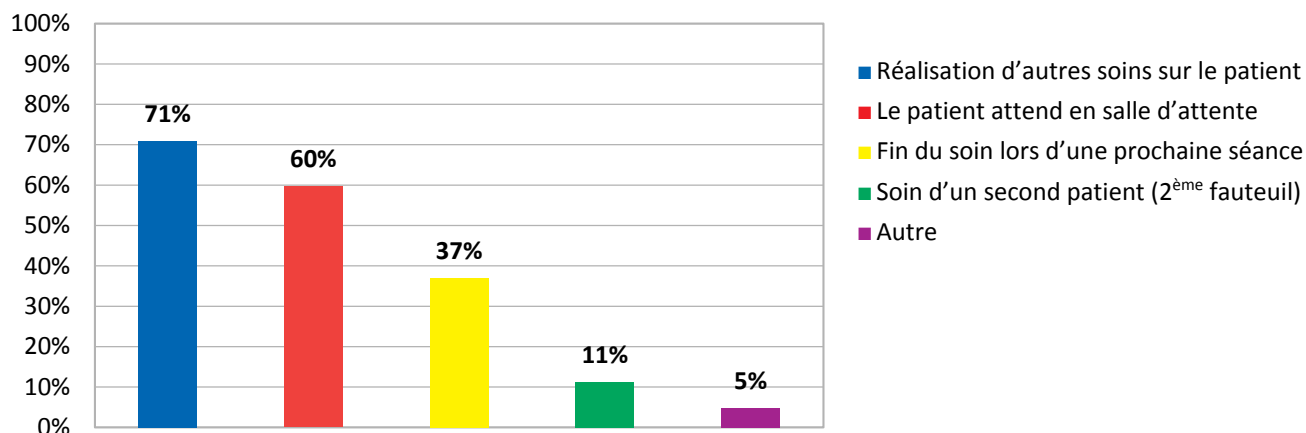
18. Le temps moyen consacré à la réalisation d'une couronne



Le temps moyen consacré à la réalisation d'une couronne est supérieur à celui d'un inlay/onlay.

De plus 15 % des praticiens nécessitent plusieurs séances pour sa réalisation.

19. La gestion du temps pendant l'usinage et/ou la cuisson



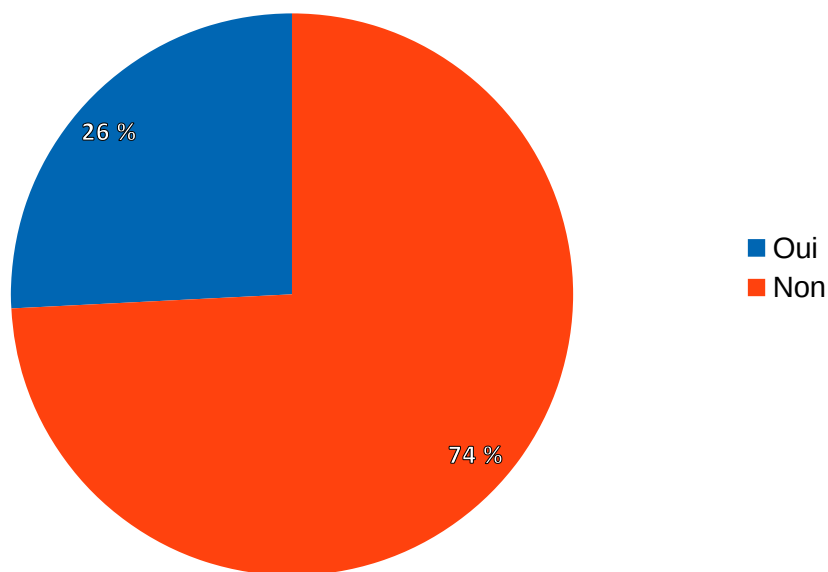
Gestion du temps mort lors de l'usinage/cuisson

La question est **inclusive**, les réponses peuvent être **simples** ou **multiples**.

Quant à la façon de gérer ce temps d'usinage et/ou de cuisson, le diagramme nous montre que :

- 71 % des praticiens peuvent profiter de ce temps mort pour réaliser d'autres soins sur le patient
- 60 % des praticiens peuvent faire patienter le patient en salle d'attente
- 37 % des praticiens peuvent être amenés à finir le soin lors d'une prochaine séance
- 11 % des praticiens disposent d'un second fauteuil, ce qui leur permet de soigner un deuxième patient, ou de prendre en charge une urgence

20. La réalisation du scellement dentinaire immédiat ou IDS (Immediate Dentin Sealing)



Réalisation systématique de l'IDS

Seulement 26 % des praticiens sondés réalisent l'IDS de façon systématique.

21. Les interventions de l'assistante dentaire

Dans environ 50 % des cas (30/62), l'assistante dentaire n'intervient jamais seule.

Dans 1 cas (sur 62) le cabinet dispose d'un prothésiste, qui gère à priori : usinage maquillage cuisson.

Dans le cas où l'assistante intervient (31/62), elle gère en général plusieurs étapes seule :

- 53,33 % (16/31) l'usinage
- 73,33 % (22/31) le maquillage
- 73,33 % (22/31) la cuisson

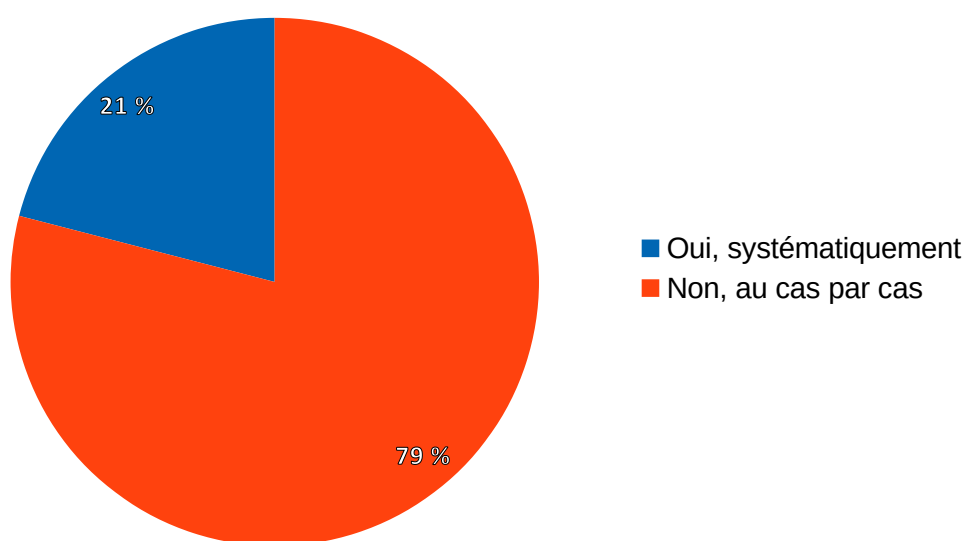
Cependant elle ne réalise jamais la modélisation, et rarement la prise d'empreinte 2/31 (6,67%) et le collage 1/31 (3,33%).

Cette question peut être limitée par l'ancienneté d'utilisation du système CFAO par le praticien, la formation de l'assistante et leurs expériences respectives et commune vis à vis de cet outil.

22. Le type de machine utilisée

Tous les praticiens sondés utilisent le système CEREC, et bien que ce système soit le plus répandu en France, il existe un biais dans le choix de l'échantillon, qui ne peut donc pas être représentatif concernant cette question.

23. La cuisson des blocs



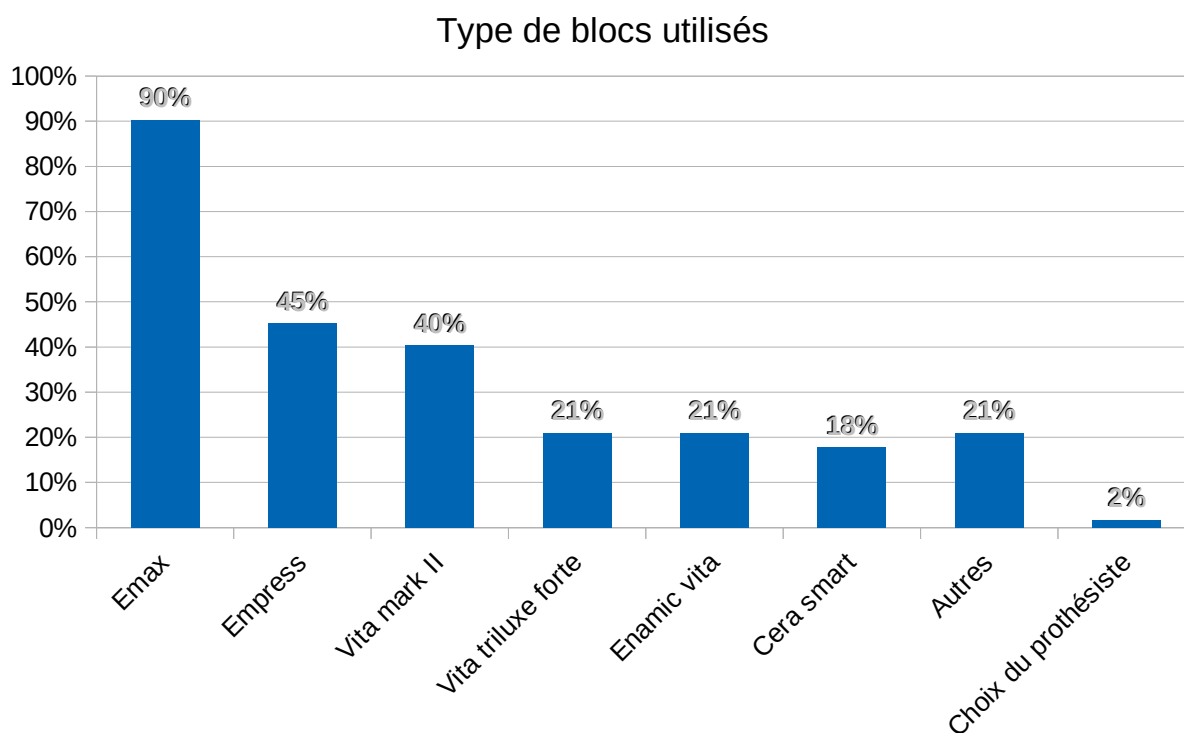
Cuisson des blocs de céramiques

La cuisson des blocs de céramiques n'est pas indispensable selon le type de céramique et les recommandations du fabricant. Néanmoins la cuisson reste toujours possible.

On constate sur cette figure que :

- 21 % des praticiens la réalisent systématiquement
- 79 % des praticiens ne la font pas systématiquement et s'adaptent selon la situation et le type de céramique

24. Le type de blocs utilisés



La question était **ouverte**, chaque praticien sondé a été libre de noter quel(s) type(s) de bloc(s) il utilisait.

Comme le montre ce diagramme :

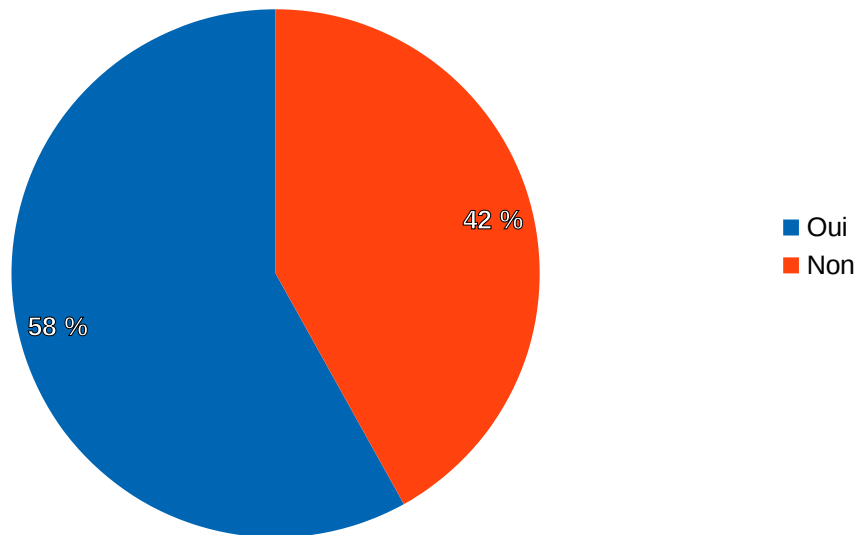
- 90 % des praticiens utilisent l'Emax au cabinet
- 45 % des praticiens utilisent l'Empress
- 40 % des praticiens utilisent les blocs Vita Mark II

Un praticien sur les 62 sondés n'a aucune idée du type de bloc utilisé car il laisse le prothésiste (en interne) s'en occuper.

Les limites de cette question sont liées à la volonté du praticien de répondre de façon exhaustive. Il est possible que certains d'entre eux se soient limités aux « principaux » blocs de céramiques utilisés.

II.3.5 Réglementation

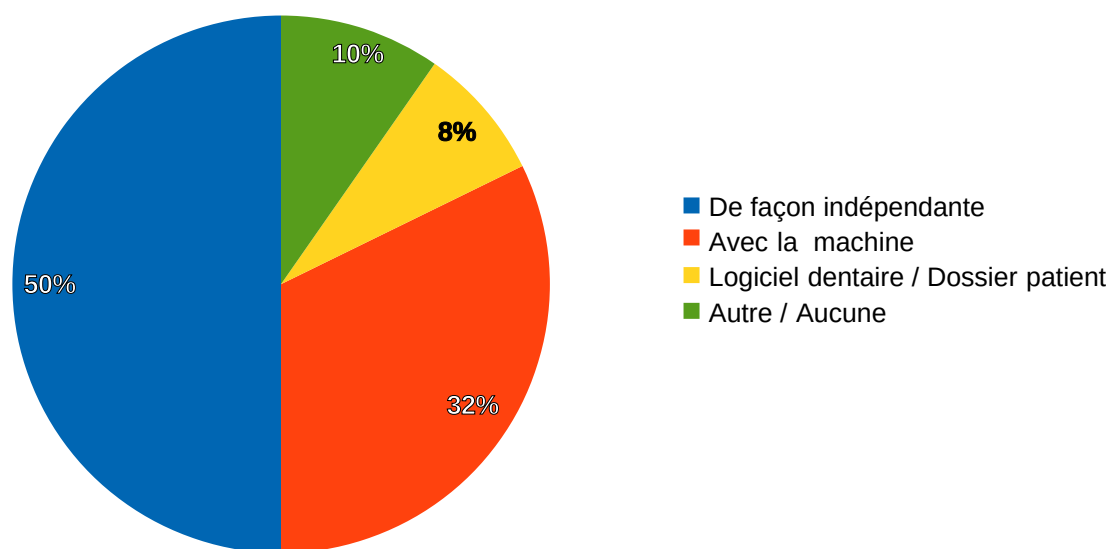
25. La déclaration en tant que fabricant de dispositifs médicaux sur mesure



Déclaré en tant que fabricant de DMSM

58 % des praticiens sondés sont déclarés en tant que fabricant de dispositifs médicaux sur mesure auprès de l'ANSM (agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé).

26. La gestion de la traçabilité



Gestion de la traçabilité

- 50 % des praticiens gèrent la traçabilité de leur prothèse de façon indépendante (papier, excel...),
- 32 % utilisent le système de CFAO qui permet un compte rendu de la fabrication du DMSM,
- 8 % gèrent la traçabilité via leur logiciel dentaire et le dossier patient,
- 10 % des praticiens sondés avouent ne pas faire de traçabilité de façon convenable.

II.4 Discussion

II.4.1 Formation

La CFAO dentaire est un domaine d'étude encore très récent.

Bien qu'elle soit née il y a plus de 40 ans, l'essor de la CFAO directe a débuté par la mise sur le marché du CEREC III en 2000, puis s'est largement ouvert au grand public avec le CEREC AC BlueCam en 2009. Ainsi depuis 10 ans, le développement du système direct est exponentiel avec l'arrivée de nouveaux concurrents.

L'intérêt des praticiens s'est accru, et avec lui, une nécessité de se former à ces nouvelles technologies de l'ère dite « numérique ».

A l'heure actuelle, sur les 16 facultés d'odontologie françaises, seulement deux universités (Montpellier et Toulouse) bénéficient des ressources et des moyens nécessaires pour proposer aux praticiens une formation spécifique : le Diplôme Universitaire en CFAO.

Quelques facultés proposent une journée de formation continue en CFAO. Mais pour le reste, la formation débute maintenant auprès des étudiants et bien que les cours dispensés dans ce domaine pendant leur cursus soient encore restreints, elle tend à se développer, notamment grâce aux partenariats conclus entre certaines facultés et industriels qui mettent à disposition machines et logiciels. C'est le cas de la faculté Montrouge, l'une des pionnières dans la formation des étudiants en CFAO.(31)

La formation universitaire étant encore limitée (8 % des praticiens sondés ont un DU en CFAO), ce sont donc vers les formations privées que se tournent une majorité des praticiens qui portent un intérêt à la CFAO et souhaitent franchir le pas.

En effet, les industriels trouvent beaucoup d'intérêt à proposer ce type de formation qui promeut leurs propres systèmes, comme en témoigne la part d'exposition à la CFAO de plus en plus importante dans les salons dentaires nationaux et internationaux.

D'autre part, le praticien se lance parfois dans un investissement intellectuel et/ou financier sans l'appui d'une formation structurée et spécifique : c'est le cas de 21 % des praticiens interrogés. Parmi eux, certains praticiens se forment de façon personnelle, d'autres auprès des revendeurs, d'autres encore par le biais de confrères (dont les collaborateurs qui intègrent un cabinet déjà équipé).

Il est toutefois important de noter que la formation est pour la majorité des praticiens un pré-requis à l'investissement financier, d'autant plus que celui-ci est conséquent et représente le premier frein à la CFAO, pour 63 % des praticiens dans notre étude.

Mais on peut imaginer qu'une fois la formation effectuée, la plupart des praticiens commencent à utiliser la CFAO dans les mois qui suivent, puisque dans notre étude seuls 6 % des praticiens interrogés ont repoussé cette démarche plus de deux ans après leur formation initiale. L'interprétation de ce résultat étant limitée par le fait que ne sont pas inclus, les praticiens qui se seraient formés à la CFAO dentaire mais n'utilisent pas, pour le moment, cet outil.

Bien qu'elle n'ait pas été abordée dans notre enquête, la courbe d'apprentissage est également un inconvénient à la CFAO. (11) Il est également nécessaire de poursuivre sa formation après cet investissement.

II.4.2 Choix de l'environnement

Critères de choix de l'environnement : localisation, associés, assistantes, patientèle

La CFAO directe concerne à l'heure actuelle principalement la prothèse fixée unitaire et les inlays/onlays (98% des praticiens sondés). Elle s'intègre naturellement dans une démarche clinique de soin restaurateur et prothétique qui fait partie de la prise en charge globale du patient.

Ces traitements font partie du quotidien et une pratique exclusive de la CFAO dentaire semble inappropriée. Ainsi, 87 % des praticiens qui utilisent ce système, le font dans un cadre omnipratique.

Par conséquent, la localisation du cabinet en zone urbaine, semi-urbaine ou rurale ne semble pas influencer sur la capacité à acquérir et utiliser un système de CFAO directe : bien qu'une majorité des praticiens exercent en ville, la CFAO s'est répandue dans tous les types d'environnements.

Plus que la localisation, l'association des praticiens au sein d'un même cabinet pourrait être un facteur encourageant au financement des machines CFAO : 29 % des praticiens sondés en ont fait l'acquisition à plusieurs. On peut facilement imaginer que leur formation initiale et/ou continue à la CFAO peut être commune, et que les échanges au sein du cabinet sont quotidiens et peuvent concerner cas cliniques, difficultés techniques ou autre.

Quant à la place des assistantes au sein des cabinets équipés de CFAO, leur présence semble indispensable : les cabinets sondés disposent en moyenne d'une assistante dentaire pour un praticien. Cette étude montre que leur rôle est prépondérant : pour 50 % d'entre elles, elles interviennent seules dans une ou plusieurs étapes de la CFAO. A cela il faut ajouter, les étapes d'empreinte et de pose (collage) qui peuvent nécessiter un travail à quatre mains, une gestion optimale des temps morts, ou encore une continuité dans les différentes étapes de traitement.

Cependant, si les formations qui leur sont destinées, permettent une meilleure approche du matériel et des matériaux, un meilleur accueil du patient et de son plan de traitement, ou encore une autonomie dans le maquillage des prothèses ; leur rôle ne doit pas se substituer à celui du chirurgien dentiste. Celui ci se doit d'être le garant d'une empreinte conforme aux données cliniques, il se doit d'ajuster et préciser la modélisation de la prothèse, mais aussi de choisir les matériaux en fonction de chaque situation clinique, et donc d'assurer la pose de la prothèse selon le protocole adéquat.

II.4.3 Critères de choix du matériel / matériaux

Le système CEREC de Sirona est à l'heure actuelle, en France, le leader incontournable en CFAO directe, mais depuis quelques années la concurrence se fait de plus en plus compétitive, notamment chez Carestream et Planmeca qui proposent également des systèmes de CFAO « chairside » complets.
voir tableau 4

Pour les systèmes ouverts, les fabricants de scanners intra-oral laisse le praticien libre dans son choix de travail (logiciel de CAO, FAO directe ou en laboratoire) et cela grâce au format de fichier ouvert STL. Il existe également des partenariats entre systèmes d'empreinte, de FAO et de CAO, on parle alors de « open » et « trusted connections » (ex : 3Shape, 3M Espe). *voir tableau 5*

Avant de faire la liste, non-exhaustive, des systèmes de CFAO (liste qui ne cesse de s'agrandir), il est indispensable de déterminer tous les aspects à prendre en considération pour faire ce choix.

Dans un premier temps, il convient de déterminer ses motivations et d'évaluer ses besoins : quels sont les objectifs à court, moyen et long terme ?

Ces objectifs permettent au praticien de mettre l'accent sur des critères spécifiques de la CFAO tels que la qualité de l'empreinte, l'autonomie, le traitement dentaire en une séance, une meilleure relation praticien/laboratoire ou la rentabilité...

Parmi les critères de choix concernant l'empreinte optique, certains points ont déjà été abordés (la technologie de l'empreinte, le poudrage) dans la première partie, auxquels il faut ajouter :

- la précision et la qualité de l'empreinte : plusieurs études récentes nous donne une idée des différences d'exactitude (*justesse et fidélité / précision et reproductibilité*) qu'il peut exister entre différentes caméras intra-buccales, in vitro. (32,33)
- ergonomie de la pièce à main : taille et poids, filaire ou sans fil,
- couleur ou monochrome : certains systèmes « couleur » vont jusqu'à donner la teinte de la dent (ex : 3Shape Trios color)
- flexibilité : la majorité des systèmes d'empreinte existe en « cart » et/ou en « pod », permettant une mobilité au sein du cabinet et sur plusieurs postes de travail,
- format des fichiers d'empreintes : fermé (format propriétaire des systèmes complets) ou ouvert (format STL)
- évolutivité : au vu des progrès constants dans le domaine, le matériel se doit de pouvoir évoluer, grâce à des mises à jour régulières
- coût et maintenance : prix d'achat ou de leasing, durée de vie des machines.

Concernant le logiciel de CAO, le développement technologique et les mises à jours régulières ont pour but de réduire le temps de conception, améliorer la morphologie naturelle des restaurations (34), parfaire l'adaptation marginale et optimiser l'espace interne nécessaire au joint dento-prothétique. (35) Leur coût peut être compris dans l'achat d'un système complet, ou bien un forfait annuel s'applique.

Enfin, pour la FAO, les critères de choix des usineuses ou MOCN ont également été abordés en première partie. La conclusion étant que plus les fonctionnalités de la MOCN sont importantes (nombre d'axes, de moteurs, taille des blocs, matériaux usinables, rapidité...) plus le coût augmente. Il est nécessaire de choisir un juste milieu entre un outil de cabinet et une machine de laboratoire, d'où l'importance pour le praticien d'établir ses objectifs en amont.

Tableau 4 : Systèmes complets de CFAO directe

Fabricant	Scanner intra-oral	Logiciel CAO	MOCN
Dentsply Sirona	Cerec Bluecam Cerec Omnicam	Cerec	Cerec SW / MCX / MCXL
Carestream	CS 3500 CS 3600	CS Restore	CS 3000
Planmeca	Planscan Emerald	PlanCAD Easy	PlanMill 40 S

Tableau 5 : Systèmes de CFAO en connectivité certifiée

Fabricant (IOS)	Scanner intra-oral (IOS)	Logiciel CAO	MOCN
3Shape	Trios 3 color	3Shape Trios Design Studio	- VHF - DGShape (Roland) - Lyra - Glidewell - Imes-icore
3M Espe	3M True Definition Scanner	- Open STL Workflow - Trusted Connections (3Shape, Exocad, Dental wings)	Choix libre du praticien - semi-directe - directe
Dental Wings	DWIO	DWOS Chairside	[Lasermill] Choix libre du praticien - semi-directe - directe
Biotech	Condor Scan	Choix libre du praticien - Open STL / PLY	Choix libre du praticien - semi-directe favorisée
GC	Aadva IOS	Aadva IOS	Choix libre du praticien - semi directe - directe

Dans ce second tableau récapitulatif, nous pouvons observer diverses associations entre les 3 étapes de la CFAO. Concernant la CFAO directe, seul 3Shape propose un solution complète concrète en

associant divers partenaires, Dental Wings n'ayant pas encore mis au point sa machine de FAO par ablation au laser (et non par fraisage) qui serait une première dans le domaine.

Pour le choix des matériaux utilisés en CFAO, la compatibilité avec les usineuses doit être pris en compte (c'est un des critères de choix d'une MOCN). Cependant, la grande majorité des matériaux usinés par CFAO directe sont les céramiques dont les moyens de fraisage sont assez similaires, exception faite de la zircone qui est une céramique de très haute densité.

En comparaison avec le nombre de produits disponibles sur le marché et avec l'arrivée de nouveaux matériaux hybrides, les praticiens ayant participé à notre étude nous suggère que la diversité du choix des matériaux n'est pas représentatif de la diversité d'utilisation en clinique.

On constate en effet que sur les 61 praticiens ayant répondu au type de bloc utilisé, 15 blocs différents ont été répertoriés et qu'en moyenne, les praticiens utilisent 2 ou 3 types de blocs différents (les réponses sont comprises entre 1 et 6 blocs différents). Cependant, la question a été posée ouvertement ; nous pouvons penser que certains praticiens se sont limités aux principaux blocs utilisés ce qui limite l'interprétation de ces résultats.

Parmi les blocs utilisés, nous avons déjà pu observer que 90 % des praticiens utilisent l'e.max (céramique renforcée au disilicate de lithium), 45 % l'empress (céramique renforcée à la leucite) et 40 % vita mark II (céramique feldspathique).

Si l'on compare ces données aux recommandations du fabricant et aux études cliniques dont une revue de la littérature a été faite par le Dr Ballanger (36), nous pouvons constater que ces trois types de céramiques répondent à une grande majorité des situations cliniques.

Ainsi, nous pouvons penser que le praticien privilégie la polyvalence des matériaux pour une simplification des protocoles. C'est dans ce domaine que travaillent les industriels, bien que des études à long terme soient nécessaires pour valider la qualité et la pérennité des nouveaux matériaux dits « hybrides ».

Hormis les critères de choix du matériel et des matériaux, un aspect évident à prendre en compte est la rentabilité (ou retour sur investissement). Bien que l'investissement doit d'abord être un apport technique en vue d'une meilleure qualité de traitement, il semble rassurant pour une majorité de praticiens d'évaluer au préalable les coûts et les recettes engendrées.

- Pour les dépenses, il faut prendre en compte: prix d'achat ou leasing, prix du bloc, fonctionnement

de la machine (électricité, fraises, maquillants), licence CAO, maintenance, durée de vie des machines, coût et temps de formation (initiale et continue)

- Pour les recettes : prix de vente d'un bloc, nombre de blocs posés par mois (voir question 16 de notre enquête), gain de temps par rapport à la prothèse conventionnelle.

Plusieurs de ces critères sont subjectifs et variables d'un praticien à un autre, et d'autres critères sont dépendants non pas du praticien mais de son environnement. Exemple : le temps nécessaire à l'acquisition des connaissances et techniques en CFAO n'est pas le même pour tous les praticiens ; la modification de l'activité prothétique (question 14 de l'enquête) ou l'investissement du personnel dans la CFAO (question 21 de l'enquête) ne sont pas identiques d'un cabinet à un autre.

A partir de ces coûts/recettes, fixes ou variables, il est possible « d'estimer » le retour sur investissement de la CFAO, c'est à dire le nombre de prothèses CFAO nécessaires pour atteindre le seuil de rentabilité, tout cela à l'aide d'experts en gestion financière, en management de cabinet...

Ce faisant, nous dévions largement du cadre clinique de la CFAO et de nos compétences en tant que praticien. La question doit se poser mais ce n'est pas le but de cette étude.

II.4.4 Habitudes de travail

L'un des premiers arguments de vente de la CFAO directe est de permettre la restauration dentaire prothétique en une séance. Et pour cause, les avantages d'un traitement dentaire en une séance unique semblent nombreux : gain de temps pour le praticien et pour le patient, absence d'obturation provisoire, maintien de la fonction et de l'esthétique, confort pour le patient (un seul déplacement et une seule anesthésie).

Cependant dans le cadre de notre étude, nous pouvons observer que cet objectif du traitement en une séance n'est pas réalisé par la totalité des praticiens. En effet, 6 % des participants déclarent réaliser un inlay/onlay systématiquement en plusieurs séances. Ce chiffre augmente à 15 % pour la réalisation d'une couronne. De plus, lorsqu'on aborde la gestion du temps mort pour l'usinage et la cuisson des pièces prothétiques, et ce indépendamment du type de prothèse (unitaire, plurale, multiple ou complexe...), on observe alors jusqu'à 39 % des praticiens qui réalisent la fin des soins (essayage et pose de la ou les prothèse(s)) lors d'une prochaine séance.

Ainsi, nous pouvons penser que l'idéal du « tout en une séance », bien qu'il concerne une majorité, reste praticien-dépendant. De plus, selon les différentes situations cliniques et leurs complexités croissantes, cet objectif d'une séance est de moins en moins réalisable. Nous pouvons penser que les durées de CAO, FAO, maquillage ou cuisson s'en trouvent augmentées et viennent conforter ce choix de reporter la fin du traitement.

Pour le temps de réalisation d'une pièce prothétique, nous constatons dans notre étude qu'il augmente avec la complexité de la prothèse (le temps moyen est plus long pour une couronne que pour un inlay/onlay). Mais nous ne pouvons conclure en détail quels éléments entrent en jeu ni dans quelles proportions (préparation, empreinte, CFAO...).

Cazier et al. ont réalisé une étude comparative entre CFAO directe et technique conventionnelle auprès d'un même praticien sur plusieurs patients. Il est important de noter que les limites de cette étude sont nombreuses : les durées sont estimatives et dépendent du praticien (gestes techniques, expérience et dextérité, courbe d'apprentissage), des machines et logiciels (modèles et versions), des patients (diversité des situations cliniques), d'une aide extérieure (assistante dentaire, prothésiste) ... Cependant il en ressort une moyenne similaire entre les deux procédés qui porte à penser que la CFAO n'apporte pas de réel gain de temps pour le praticien par rapport à la technique conventionnelle pour une restauration simple.

	CFAO directe (1 séance)	Technique artisanale (2 séances)
Accueil du patient	2 min	2 min
Anesthésie	7 min	7 min
Préparation de la cavité	10 min	10 min
Réalisation du mordu	1 min	1 min
Empreinte de la préparation	0.5 min	4 min
Empreinte de l'antagoniste	0.5 min	2 min
Temporisation		3 min
Libération du patient		3 min
CAO	3 min	
FAO	8 min	
Accueil du patient		2 min
Anesthésie		7 min
Dépose de la temporisation		2 min
Essai clinique	2 min	2 min
Maquillage	11 min	
Procédure de collage	10 min	10 min
Finitions	2 min	2 min
Libération du patient	3 min	3 min
Total	60 min	60 min

Tableau 6 : Durée comparative de réalisation d'une restauration par CFAO directe (CEREC MCX, AC Bluecam et bloc IPS impress CAD) et technique artisanale selon Cazier et al. (2009)

Concernant les méthodes de travail, la prise en main de la CFAO dentaire au cabinet engendre nécessairement le respect de nouveaux protocoles auxquels le praticien se doit de s'informer et de se former. Pour ne citer qu'un exemple, les protocoles de préparation sont intrinsèquement liés à l'utilisation de nouveaux matériaux et donc de matériels. La plupart des fabricants transmettent ce protocole en parallèle aux matériaux proposés. C'est le cas également pour les protocoles de collages qui varient et que nous avons évoqués en première partie.

Si notre étude ne s'est pas orientée sur le respect de tous ces protocoles, elle s'est intéressée au respect d'une nouvelle recommandation qui fait partie des données acquises de la science : l'IDS. (29) Comme nous avons pu le décrire lors du traitement de surface, l'IDS présente de nombreux objectifs et avantages que le praticien doit considérer pour toute restauration collée. Soit l'immense majorité des restaurations réalisées par CFAO directe.

Dans notre étude, 26 % des praticiens affirment réaliser l'IDS de façon systématique.

Cela traduit l'importance de la formation des praticiens (nouveaux et expérimentés) aux nouvelles données acquises de la science, comme c'est le cas par exemple pour la digue comme champ opératoire favorisant le collage.

II.4.5 Législation et Avenir

Depuis l'essor de la CFAO en cabinet, la législation française et européenne tentent d'encadrer cette discipline mais les limites restent encore floues malgré la nouvelle directive européenne concernant les dispositifs médicaux parue au journal de l'union le 5 avril 2017.

A l'heure actuelle, l'Ordre National des Chirurgiens-Dentistes (ONCD) et l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé (ANSM) font encore référence sur leurs sites respectifs à la directive 93/42/CEE du 14 juin 1993.

Concernant la traçabilité des dispositifs médicaux, l'ONCD distingue dans un premier temps la nature des dispositifs médicaux : ceux sur-mesure (ou DMSM) et les implants dentaires (qui ne seront pas traités ici).

Dans un second temps l'ONCD différencie deux situations :

- Première situation, classique, le chirurgien-dentiste recourt à un prothésiste extérieur à son cabinet : il doit s'assurer que celui ci est déclaré en tant que fabricant de DMSM auprès de l'ANSM, il doit remplir une fiche de liaison (ou de traçabilité ou de prescription) pour chaque prothèse, et enfin il reçoit la prothèse accompagné d'une déclaration de conformité.
- Deuxième situation, le chirurgien-dentiste dispose d'un procédé de CFAO ou de son propre laboratoire de prothèse :

« Lorsque le chirurgien-dentiste recourt à un procédé de CFAO et/ou qu'il possède son propre laboratoire de prothèse, il est considéré comme fabricant au titre de la directive 93/42/CEE du 14 juin 1993 relative aux dispositifs médicaux. Dès lors, il doit satisfaire à toutes les obligations liées à cette qualité. Le chirurgien-dentiste doit se déclarer en tant que fabricant auprès de l'ANSM. »

(Ordre national des chirurgiens-dentistes)

Dans le cadre de notre étude, 42 % des praticiens ne sont pas déclarés auprès de l'ANSM.

Cela semble traduire un manque d'information et de clarté de la part des autorités concernées auprès des praticiens. Mais parallèlement, ces derniers se doivent d'être à jour au niveau des réglementations qui régissent leur cabinet.

« Par son statut de fabricant, le praticien [...] doit, pour chaque prothèse fabriquée, établir lui-même une déclaration de conformité de la prothèse dentaire. Cette déclaration doit également être versée

au dossier médical et tenue à la disposition du patient [...] et du directeur général de l'ANSM par le praticien, pendant au moins cinq ans. » (Ordre national des chirurgiens dentistes)

En pratique, cette déclaration de conformité doit contenir les informations suivantes :

- les données permettant d'identifier le dispositif en question ;
- le nom et l'adresse du fabricant ;
- une déclaration selon laquelle le dispositif est destiné à l'usage exclusif d'un patient déterminé et les données permettant d'identifier ce dernier ;
- le nom du médecin ou d'une autre personne autorisée qui a établi la prescription et, le cas échéant, l'établissement de soins concerné ;
- les caractéristiques spécifiques du produit, telles qu'indiquées par la prescription ;
- une déclaration selon laquelle le dispositif en question est conforme aux exigences essentielles mentionnées aux articles R. 5211-21 à R. 5211-23-3 du code de la santé publique (37) (en bref, le DMSM ne doit pas compromettre l'état clinique, la santé et la sécurité du patient)

Si 90 % des praticiens sondés réalisent la traçabilité des blocs de CFAO pour chaque patient, nous pouvons constater que cette information n'est pas suffisante pour permettre une déclaration de conformité. Nous pouvons supposer qu'une partie des praticiens disposant d'un système de CFAO au cabinet n'ont pas connaissance de cette déclaration, et que sa réalisation n'est pas systématique.

Outre la déclaration auprès de l'ANSM en tant que fabricant de DMSM et la déclaration de conformité, le praticien doit également répondre à plusieurs obligations pour la mise sur le marché de DMSM décrites dans le « Guide pour la mise sur le marché des dispositifs médicaux sur mesure appliqué au secteur dentaire » (disponible sur le site de l'ANSM).

Ce guide fournit des informations sur la réglementation applicable aux fabricants de DMSM et concerne:

- l'analyse, la maîtrise et la gestion du risque lors de la fabrication du dispositif ;
- le choix des matières premières rentrant dans sa composition ;
- la documentation à établir - outre la déclaration de conformité précitée: documentation générale aux modalités de production, la documentation relative à chaque prothèse réalisée pour le patient déterminé, des informations fournies par le fabricant avec chaque dispositif ;
- l'obligation pour le fabricant de désigner un correspondant de matériovigilance. (38)

A ce sujet, la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes a publié le 2 mai 2018 (toujours en référence à la directive du 14 juin 1993) un rapport sur les prothèses dentaires en tant que DMSM, qui met en lumière de nombreux manquements aux exigences qui y sont attachées et que nous venons d'évoquer.



Lien QR Code

Comme nous avons pu l'indiquer au début de ce chapitre, une nouvelle réglementation européenne est entrée en vigueur le 5 avril 2017. A l'heure actuelle, aucun texte de transposition n'a fait suite à cette directive au niveau de la législation française et du code de la santé publique.

Bien que les établissements de santé (y compris les cabinets dentaires) pourront toujours réaliser des DMSM, il est important de noter que deux nouvelles obligations conséquentes (non exhaustives) vont s'ajouter aux obligations actuelles, à savoir :

- « L'établissement de santé justifie dans sa documentation que les besoins spécifiques du groupe cible de patients ne peuvent pas être satisfaits ou ne peuvent pas être satisfaits au niveau de performances appropriées par un dispositif équivalent disponible sur le marché ».

En d'autres termes, il faudra justifier pourquoi ces prothèses ont été réalisées au cabinet et non par un laboratoire extérieur.

- « les fabricants de dispositifs sur mesure peuvent attester qu'ils possèdent l'expertise requise [...] en apportant la preuve d'une expérience professionnelle d'au moins deux ans dans un domaine de fabrication pertinent » (39)

Conclusion

Après ses débuts en 1970, les avancées technologiques ont permis à la CFAO, depuis maintenant une décennie, de s'intégrer aux cabinets dentaires. On parle de CFAO directe, ou « chairside » lorsque le système permet la réalisation de restaurations prothétiques au cabinet depuis l'empreinte jusqu'à la pose.

Si la rentabilité de ce système est un des critères d'acquisition indéniable, l'association des cabinets et la concurrence entre industriels, devraient permettre aux praticiens de se tourner d'avantage vers la CFAO qui occupe de plus en plus de place dans notre discipline.

C'est notamment le cas chez la nouvelle génération de praticiens, naturellement portés vers le numérique et dont la formation débute à présent au cours de leur cursus universitaire.

Si le système de prise d'empreinte optique, dont l'objectif est de permettre une reproduction inaltérée de toute situation clinique, risque de devenir incontournable dans les années à venir, la situation concernant la FAO en cabinet est encore floue : la nouvelle réglementation européenne sur les DMSM semble vouloir freiner cet essor et les conséquences de cette nouvelle législation sont encore inconnues.

Quoiqu'il en soit, la CFAO directe ne remplacera pas le rôle du prothésiste. Les connaissances requises sont nombreuses et tout comme les praticiens, ceux là doivent impérativement se former pour répondre aux exigences actuelles de la dentisterie.

1. LA CFAO en cabinet dentaire : où en sommes-nous ? [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2017 [cité 19 juin 2018]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/analyse/etudes/la-cfao-en-cabinet-dentaire-ou-en-sommes-nous/>
2. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
3. Duret F. Un peu d'histoire... avant de parler d'aujourd'hui et de demain. *Fil Dent.* mars 2010;(51):12-7.
4. Otto T, Schneider D. Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series. 2008 [cité 20 juin 2018]; Disponible sur: <http://www.zora.uzh.ch/12825>
5. Les premières empreintes dentaires [Internet]. Information Dentaire. 2015 [cité 2 juill 2018]. Disponible sur: http://_65430983298_1_1364270400.id.elteg.net/011023-251-Les-premieres-empreintes-dentaires.html
6. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent.* 15 janv 2009;12:11-28.
7. Güth J-F, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* mai 2013;17(4):1201-8.
8. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 30 janv 2014;14:10.
9. CFAO au cabinet dentaire : le matériel disponible en 2017 [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2017 [cité 7 juill 2018]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/cfao-au-cabinet-dentaire-le-materiel-disponible-en-2017/>
10. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression [Internet]. [cité 26 juin 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605789/>
11. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* [Internet]. 12 déc 2017 [cité 19 juin 2018];17. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5727697/>
12. CNIFPD - UNPPD. GUIDE DE LA CFAO DENTAIRE [Internet]. [cité 3 juill 2018]. Disponible sur: <http://www.cnifpd.fr/guidecfao/cao.html>
13. Ce qu'il faut savoir à propos de la modélisation Polygone (Sub'd) [Internet]. Form2Fab. [cité 4 juill 2018]. Disponible sur: <https://form2fab.com/modelisation-polygone-introduction/>
14. Marniquet S, Attal J-P, Tapie L, Fron H. Matériaux usinables. 2014;6.
15. Lambert H, Durand J-C, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J Adv Prosthodont.* déc 2017;9(6):486-95.

16. Willard A, Gabriel Chu T-M. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci.* avr 2018;34(4):238-42.
17. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res.* 1 oct 2014;58(4):208-16.
18. La Révolution Céramique [Internet]. *The Dentalist.* 2013 [cité 19 juin 2018]. Disponible sur: <http://thedentalist.fr/la-revolution-ceramique/>
19. Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M, Durual S, Schimmel M, et al. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J.* 6 mars 2018;
20. CFAO AU CABINET DENTAIRE: QUELLE EST LA BONNE STRATEGIE? [Internet]. *L'Expert du Dentaire.* 2017 [cité 9 juill 2018]. Disponible sur: <http://lexpertdudentaire.com/cfao-cabinet-dentaire-bonne-strategie/>
21. Hsuan. Investigation: Margin Performance of CERASMART™ [Internet]. *CEREC Digest.* 2017 [cité 10 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.cerecdigest.net/2017/09/10/investigation-margin-performance-cerasmart/>
22. La FAO et MOCN : derniers maillons de la chaîne CFAO dentaire - Article 3Dcelo [Internet]. *3D Celo.* 2018 [cité 7 juill 2018]. Disponible sur: <https://www.3dcelo.com/2018/04/02/la-fao-et-mocn-derniers-maillons-de-la-chaîne-cfao-dentaire/>
23. Roperto R, Assaf H, Soares-Porto T, Lang L, Teich S. Are different generations of CAD/CAM milling machines capable to produce restorations with similar quality? *J Clin Exp Dent.* 1 oct 2016;8(4):e423-8.
24. Bosch G, Ender A, Mehl A. A 3-dimensional accuracy analysis of chairside CAD/CAM milling processes. *J Prosthet Dent.* 30 juin 2014;112:1425-31.
25. Technique de maquillage en CFAO directe [Internet]. *LEFILDENTAIRE magazine dentaire.* 2015 [cité 19 juin 2018]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/technique-de-maquillage-en-cfao-directe/>
26. Choix des blocs en CFAO directe en fonction de la situation esthétique dans le secteur antérieur [Internet]. *LEFILDENTAIRE magazine dentaire.* 2015 [cité 8 juill 2018]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/analyse/materiel/choix-des-blocs-en-cfao-directe-en-fonction-de-la-situation-esthetique-dans-le-secteur-anterieur/>
27. Matériaux actuels pour les RPC [Internet]. *LEFILDENTAIRE magazine dentaire.* 2015 [cité 19 juin 2018]. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/materiaux-actuels-pour-les-restaurations-partielles/>
28. Tanoue N, Tanaka T. A direct bonded fixed partial dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent.* janv 2015;113(1):8-11.
29. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al.* 2005;17(3):144-54; discussion 155.

30. Malau C. CFAO et céramo-céramiques usinables, mise en œuvre clinique. 2016;96.
31. EDP Dentaire - La référence du monde dentaire [Internet]. [cité 23 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.edp-dentaire.fr/cabinet/organisation/2766-cfao-et-si-on-faisait-le-point>
32. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. *BMC Oral Health*. 23 2018;18(1):27.
33. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 1 juill 2017;118(1):36-42.
34. Ender A, Mörmann WH, Mehl A. Efficiency of a mathematical model in generating CAD/CAM-partial crowns with natural tooth morphology. *Clin Oral Investig*. 2011;15:283-9.
35. Shim JS, Jin Sook L, Jeong Yol L, CHOI YJ, SHIN SW, Jae Jun R. Effect of software version and parameter settings on the marginal and internal adaptation of crowns fabricated with the CAD/CAM system. *J Appl Oral Sci*. 2015;23(5):515-22.
36. Ballanger A. Choix du matériau pour restauration unitaire par CFAO au cabinet dentaire. 2015.
37. Arrêté du 15 mars 2010 fixant les modalités d'application des procédures de certification de la conformité définies aux articles R. 5211-39 à R. 5211-52, pris en application de l'article R. 5211-53 du code de la santé publique - Article 7.
38. Dentistes ON des C. Traçabilité des dispositifs médicaux [Internet]. 2014 [cité 5 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/chirurgiens-dentistes/securisez-votre-exercice/materiel-et-materiaux/tracabilite-des-dispositifs-medicaux.html>
39. Règlement (UE) 2017/745 du Parlement européen et du Conseil du 5 avril 2017 relatif aux dispositifs médicaux, modifiant la directive 2001/83/CE, le règlement (CE) n° 178/2002 et le règlement (CE) n° 1223/2009 et abrogeant les directives du Conseil 90/385/CEE et 93/42/CEE (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.) [Internet]. OJ L, 32017R0745 mai 5, 2017. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/fra>



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Fabry Jean – Intégration de la CFAO directe en cabinet

Th. : Chir. Dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2018

Rubrique de classement : Odontologie Conservatrice

Résumé : Depuis les années 1970, la Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO), appliquée à l'art dentaire, n'a cessé d'évoluer. L'objectif de ce travail est de déterminer dans quelle mesure la CFAO s'est intégrée aux cabinets dentaires, permettant au praticien de contrôler le flux de travail numérique depuis l'empreinte optique jusqu'à la mise en place prothétique. On parle de CFAO directe.

La première partie rappelle les principes généraux de la CFAO.

Dans la deuxième partie nous avons souhaité connaître les opinions et pratiques des dentistes disposant d'un système de CFAO complet en France. A travers cette enquête, nous évoquerons la formation à ce nouveau domaine d'étude, le choix du matériel et des matériaux, les habitudes de travail mais également l'avenir de la CFAO directe au vu des réglementations qui l'encadrent.

Mots clés : CFAO directe, empreinte optique, caméra intra-buccale, enquête descriptive traduit du Mesh (portail CiSMef – <http://hetop.eu/hetop/>)

Abstract : Since the 1970s, Design and Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM), applied to dentistry, has been constantly evolving. The goal of this work is to determine the extent to which CAD / CAM has integrated with dental practices, allowing the practitioner to control the digital workflow from the optical impression to prosthetic placement. We speak of chairside CAD/CAM. The first part recalls the general principles of CAD / CAM.

In the second part we wanted to know the opinions and practices of dentists with a complete chairside CAD/CAM system in France. Through this survey, we will discuss training in this new field of study, the choice of materials and materials, work habits but also the future of chairside CAD/CAM in view of the rules that frame it.

MeSH : Chairside CAD/CAM, digital impression, intra-oral scanner, descriptive survey

Adresse de l'auteur :

11 rue de Paris
03200 Vichy