

Empreintes optiques et perspectives d'avenir

**F. DURET, B. PELISSIER,
M. FAGES**
Chirurgiens-dentistes



Quel est l'état de l'art pour les empreintes optiques ?
Quel est le principe d'empreinte en bouche ?
Comment prendre une empreinte sur modèle ?
Comment gérer les fonctions occlusales ?

Il est fort probable que dans les années à venir, l'empreinte optique prenne inexorablement le pas sur les empreintes conventionnelles utilisées depuis plusieurs siècles, en les complétant ou en les remplaçant (5). En effet, le développement spectaculaire de l'informatique et de la CFAO dentaire a ouvert notre métier vers le nouveau monde de la communication numérique (internet), de la modélisation virtuelle et de l'usinage par soustraction ou addition. Mais ce qui imposera cette nouvelle méthode est sans aucun doute l'ouverture qu'elle offre vers de



1



2



3



4



5

Fig. 1 Empreinte optique au cabinet (1987). système Henson.

Fig. 2 Prise d'empreinte optique avec le Cerec.

Fig. 3 La caméra endobuccale du Cerec.

Fig. 4 Prise d'empreinte avec le LavaCos.

Fig. 5 La caméra endobuccale LavaCos.

nouveaux matériaux, homogènes ou hétérogènes, inaccessibles à nos techniques traditionnelles (4-12).

Après la première démonstration des entretiens de la Garancière (1983) et la concrétisation publique à l'ADF en 1985 (fig. 1), cette méthode a suivi deux voies parallèles et complémentaires, l'empreinte en bouche à l'aide de caméras 3D miniaturisées et l'empreinte sur modèle permettant une lecture simple, précise et rapide.

ÉTAT DE L'ART

L'empreinte optique en bouche fut la première solution proposée à la dentisterie (5). Elle a été introduite par la société Française Henson suivie par Siemens et a vu sa concrétisation clinique au début des années 2000 grâce à la troisième génération du Cerec de Sirona (10) (fig. 2 et 3). Il y a quelques années deux autres acteurs se sont positionnés sur le marché (LavaCos et E4D) (fig. 4 et 5), rejoints cette année par plusieurs autres sociétés (Itéro, Cadent, Clone3D, GC, los...) (fig. 6 et 7).

Aujourd'hui ce matériel répond de plus en plus aux besoins des jeunes confrères habitués aux logiciels 3D et aux manipulations d'images virtuelles. Les méthodes mises en œuvre (6) sont relativement complexes. Elles vont de la projection de trame décalée (phase profilométrie du Cerec, fig. 8), à l'ajustage de focalisation (Active viewfront sampling du Lava) ou aux balayages extrêmement rapides d'une ligne rouge (los...). La prise d'empreinte se fait en quelques centièmes de secondes avec une précision se situant entre 15 et 30 μm suivant le type de lecture utilisée.

La nécessité de pouvoir utiliser les nouveaux matériaux usinables comme la zircone ou l'Aristée a poussé les laboratoires à s'équiper, eux aussi, de scanners de plus en plus précis. Après une incursion temporaire dans le monde du micropalpage (Procera) (11) toutes les méthodes aujourd'hui sont optiques. Elles vont d'un simple balayage du modèle en plâtre à l'aide de la projection d'un point lumineux, d'une ligne ou d'un ensemble de lignes

parallèles à la projection de grilles à pas variables (fig. 9 et 10). Ces centres de lectures macroscopiques sont de plus en plus utilisés par les laboratoires pour scanner des modèles en plâtre ou directement les empreintes.

Les dernières statistiques montrent que plus de 45 % des prothèses fixées dans le monde seraient réalisées à l'aide de l'empreinte optique. Il serait trop long ici de décrire tous les scanners disponibles mais sachez seulement qu'il en existe plus de 30 disponibles sur le marché, ayant des performances différentes suivant leur prix. La lecture d'un modèle peut aller de 15 secondes à 4 minutes avec une précision égale voire inférieure à 25 µm (3).

LA TECHNIQUE DE PRISE D'EMPREINTE OPTIQUE EN BOUCHE (2)

Il s'agit d'effectuer des prises de vues successives, sous différents angles, de tout ou partie de la zone sur laquelle nous allons travailler. Il existe trois grands types de prises de vues : les vues de la zone de la préparation, les vues des surfaces antagonistes et les vues vestibulaires permettant de rapprocher les deux arcades en occlusion statique (Lava). Certains systèmes (Cerec) repositionnent "théoriquement" les deux arcades en fonction des reconnaissances anatomiques sur les surfaces occlusales.

Si, il y a quelques années, il existait des exigences de préparation, principalement au niveau de la ligne de finition, ces obligations ont disparu car les méthodes d'usinage sont devenues suffisamment précises pour répondre aux préparations les plus complexes.

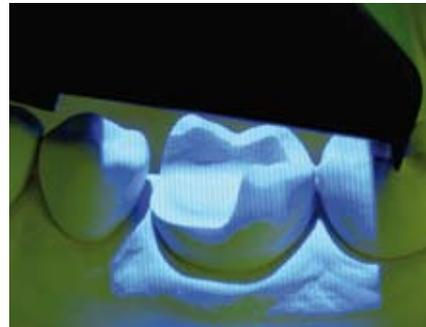
La préparation terminée, il est nécessaire dans la plupart des cas, de recouvrir la dent d'une fine couche blanche (coating). Ce dépôt augmente et régularise la réflexion de la lumière projetée sur la dent. Il limite la transparence et supprime les effets de brillance "spéculaire" ou l'effet néfaste que peuvent présenter les variations des couleurs présentes. Il doit être fait dans une bouche correctement nettoyée, isolée et débarrassée de toute trace de salive. Les méthodes de déga-



6



7



8

Fig. 6 La carte et la caméra du système los.

Fig. 7 Est-ce la future caméra ?

Fig. 8 La projection de trames dans le système Cerec.

Fig. 9 Le scanner de laboratoire de 3M.

Fig. 10 Le nouveau scanner de laboratoire Straumann.



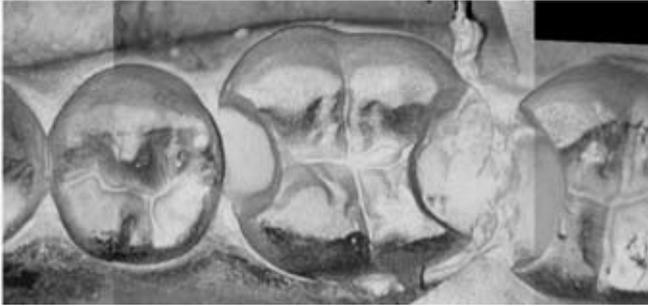
9



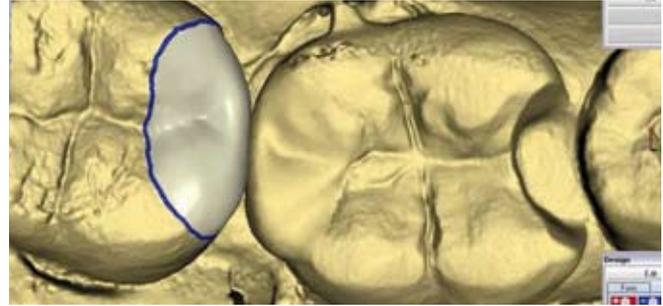
10

gement sulculaire seront les mêmes que celles utilisées dans les méthodes traditionnelles.

Il suffit alors de prendre la caméra et de faire des vues successives (Cerec, los, Cadent) en prenant bien soin de visualiser la totalité des zones nécessaires pour la réalisation d'une empreinte optique complète. Elle doit apporter tous les éléments indispensables pour une bonne réalisation prothétique (fig. 11 et 12).



11



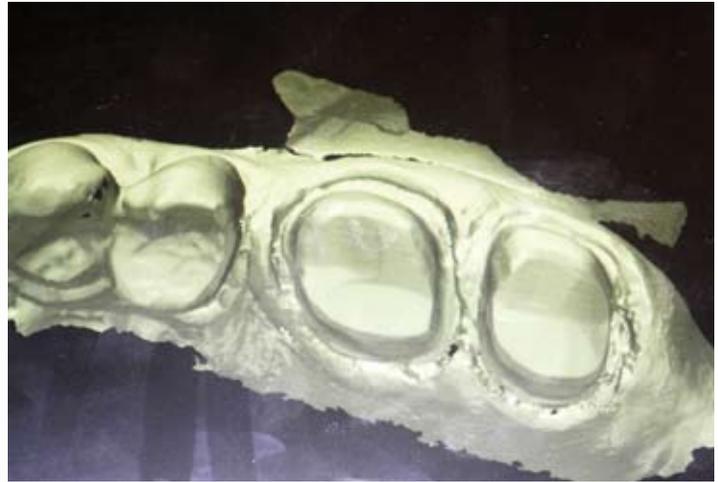
12



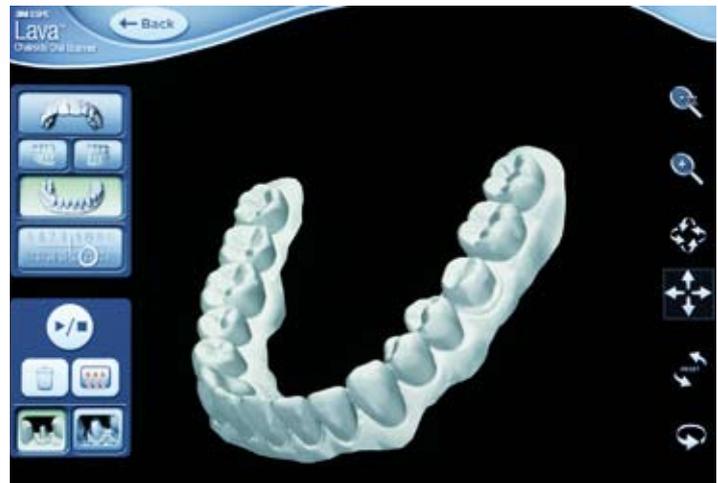
13



14



15



16

Fig. 11 La prise d'empreinte optique (Cerec, cliché F. Jordan-Combarieu).

Fig. 12 Le modèle de travail virtuel et sa reconstitution (cliché F. Jordan-Combarieu).

Fig. 13 La zone de lecture du LavaCos.

Fig. 14 La carte de prise de vue du LavaCos.

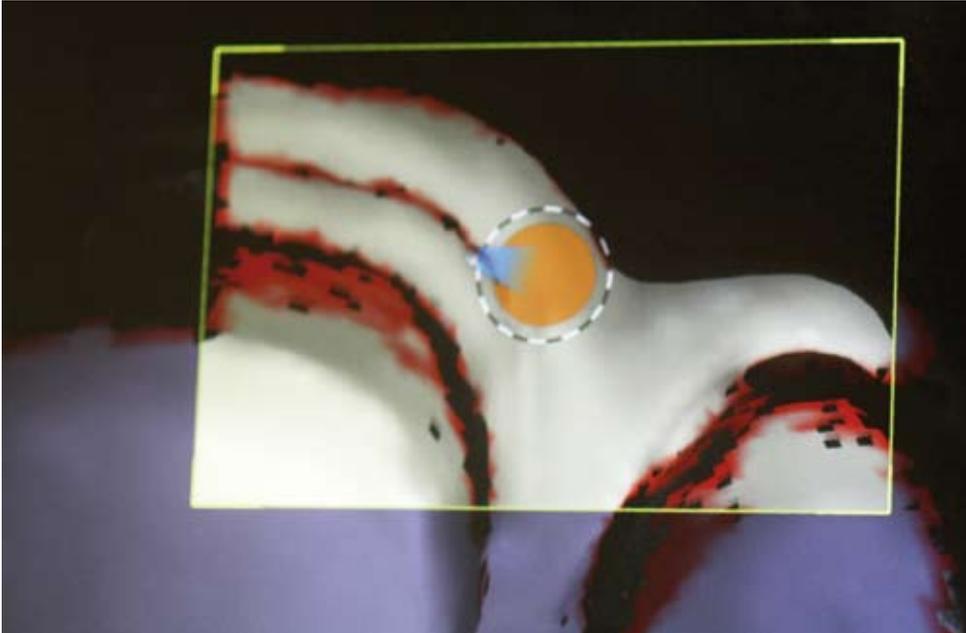
Fig. 15 Exemple de modèle virtuel visualisé.

Fig. 16 Le modèle virtuel final visualisé par l'opérateur (LavaCos).

Dans le système LavaCos et plus récemment le Clone3D, il ne s'agit plus de prendre des vues successives mais de "littéralement" filmer en continu la bouche en 3D. La zone mesurée est plus petite mais le fait de filmer permet de

recouvrir toutes les zones intéressantes (fig. 13).

Le praticien déclenche sa caméra à l'aide d'une pédale (pour éviter les bougés) ou d'un bouton (fig. 14) et suit la progression de sa prise de vue sur un écran qui



17

restitue, en temps réel, le modèle virtuel (fig. 15 et 16). Certains systèmes, comme le LavaCos, informent le praticien en temps réel, si certaines zones sont insuffisamment mesurées en affichant des couleurs différentes (fig. 17).

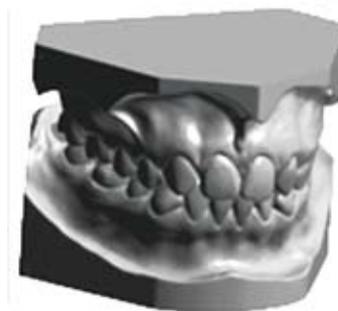
Il est aussi possible (Cerec, LavaCos) de poser sa caméra, d'effectuer certaines actions endobuccales (salive, sulcus), de la reprendre et de poursuivre sa prise de vue. Il est aussi possible de surimpressionner des zones jugées incomplètes (comme si nous reprenions notre porte-empreinte et que la pâte se modifiait à l'intérieur après sa réinsertion).

LA TECHNIQUE DE PRISE D'EMPREINTE OPTIQUE SUR MODÈLE EN CABINET OU LABORATOIRE

La technique est évidemment plus simple mais elle introduit toutes les erreurs inhérentes à la méthode traditionnelle et à la coulée du modèle. Il est à signaler que certains industriels comme DentalWing proposent des scanners d'empreintes (et non de modèles) et qu'il est toujours possible d'avoir recours à la lecture du modèle en utilisant les caméras 3D endobuccales.

L'empreinte est réalisée à l'aide de la méthode traditionnelle (alginates, silicones, hydrocolloïdes...) et le modèle coulé au cabinet avec un plâtre propre à l'empreinte optique (pour une bonne réflexion).

Ce dernier est positionné sur un support spécialement étudié dans une enceinte en général close pour éviter les influences de la lumière ambiante. Dans la plupart des systèmes, la lecture est automatique. Le volet clos, il suffit d'appuyer sur un bouton et le modèle tourne automatiquement en face de la caméra de mesure.



18

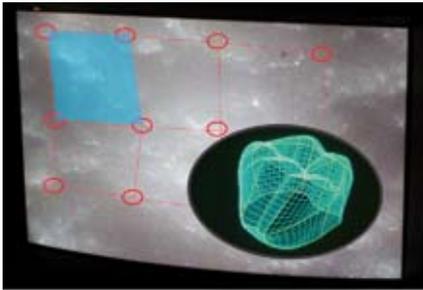


19

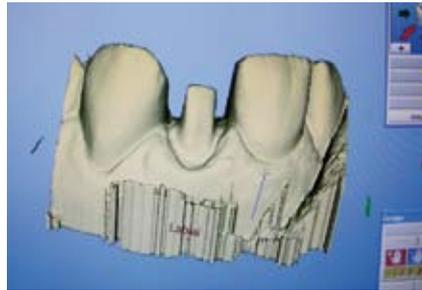
Fig. 17 Indication de zones sous mesurées.

Fig. 18 Un modèle virtuel 3shade.

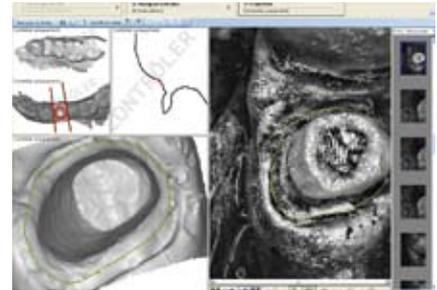
Fig. 19 Modèle issu de l'empreinte optique traité par stéréolithographie.



20



21



22

Fig. 20 Tramage d'une surface de plâtre.

Fig. 21 Exemple de modèle virtuel avec le Cerec.

Fig. 22 Les informations complémentaires sur le modèle (LavaCos).

RESTITUTION ET PRÉSENTATION DU MODÈLE (9)

La mesure de la zone de travail étant réalisée, un système de traitement des vues permet de reconstituer à l'écran (modèle virtuel, fig. 18) ou en solide (modèle stéréolithographie, fig. 19) le modèle de travail.

Pour cela, un capteur solide (CCD ou Cmos) semblable à ceux présents dans nos appareils photos numériques, numérise, point par point, la surface endobuccale, et construit des surfaces en reliant les points entre eux (fig. 20). Nous créons ainsi une sorte de maillage plus ou moins complexe suivant le temps et les caractéristiques de nos logiciels.

La position de chaque point est mesurée dans les trois dimensions (x, y et z), dans un référentiel commun, avec une précision différente suivant chacun des axes. Nous parlons en général d'une probabilité de présence du point dans une sphère dont le diamètre définit la précision (20-30 μm en moyenne dans les méthodes actuelles, qu'elles soient issues d'une lecture endobuccale ou d'un scanner de laboratoire). Cette précision est à rapprocher de l'irrégularité granulométrique des surfaces des modèles en plâtre.

La résolution, à ne pas confondre avec la précision, se réfère au nombre de points que l'on relève sur une surface mesurée (appelée échantillonnage dans le jargon optique). Elle dépend de la surface mesurée, de la finesse et du nombre de pixels mais aussi du facteur de grossissement des optiques utilisées.

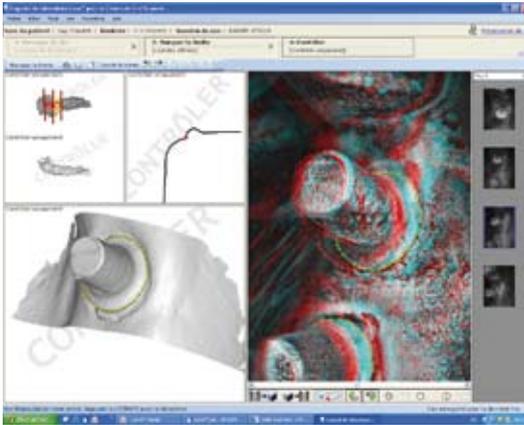
La position des points étant connue et mesurée, ils seront triés, sélectionnés voire supprimés s'ils sont redondants et seront adressés à un logiciel de modélisation. Il a pour fonction de construire (on parle de tendre une surface sur un nuage de points) le modèle en 3D que l'on découvre sur l'écran, modèle virtuel en tout point identique au modèle en plâtre (fig. 21).

À la différence des modèles réels, il est possible, sans les détruire, de les sectionner, de les agrandir afin de bien visualiser les lignes de finition, de repérer automatiquement les cuspidés, sillons, zones de contact et autres contre-dépouilles (fig. 22). Ils sont stockables sur une clef USB ou un CD comme l'est un modèle réel sur un support en plâtre. Ces deux objets sont des formes identiques de mémorisation de la bouche de nos patients.

Récemment sont apparues des représentations virtuelles de nos modèles CFAO en 3D (fig. 23). Profitant des fabuleux progrès de la cinématographie 3D (Avatar) les développeurs comme 3M à Minneapolis ont lancé ce type de représentation laissant penser que nous travaillerons prochainement sur un modèle virtuel 3D identique au modèle en plâtre.

Ces derniers auront-ils encore des raisons d'exister ?

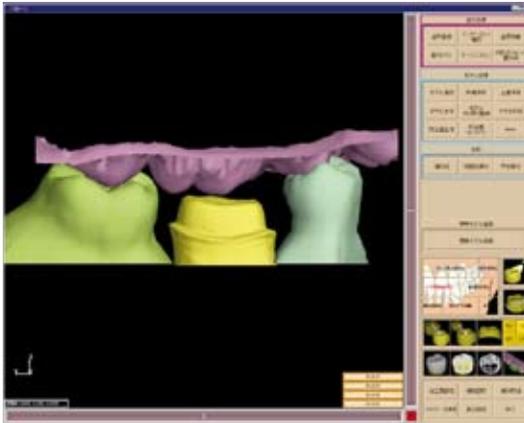
Nous pouvons en douter si nous rappelons que nous avons aujourd'hui la possibilité de rendre réel un fichier virtuel en utilisant des méthodes de prototypage rapide (fig. 19) (ces méthodes peuvent être plus rapides que le durcissement de notre plâtre !).



23



24



25



26

OCCLUSION STATIQUE ET DYNAMIQUE

Comme en méthode traditionnelle, la conception d'une prothèse virtuelle nous oblige à bien connaître les relations intermaxillaires. Cette information permet entre autres d'analyser et de modéliser la surface occlusale virtuelle (mise en articulateur). Quand est-il de cette fonction dans le domaine du numérique et de la CFAO dentaire ?

Pendant plus de vingt ans (1980-2000) seul le système français (Hennson) répondait à ce besoin pourtant très important. Pour ce faire, le logiciel proposait deux types de modélisation occlusale : l'une Gnathologique et l'autre Fonctionnaliste. Après avoir choisi le type de relation intermaxillaire propre à notre patient, l'analyse des mouvements se faisait à l'aide d'un articulateur électronique appelé l'Access articulator (fig. 24). Partant du mordu opti-

que, zone de point de départ, il transmettait au logiciel de CFAO les mouvements des arcades et modifiait les cuspidés et autres sillons modélisés. La position statique clinique de départ était obtenue par visualisation négative de l'empreinte optique du mordu positionné sur la zone des préparations. L'empreinte optique dynamique résultante permettait une mise en articulateur virtuelle.

Cette méthode du mordu statique et négatif a été utilisée par tous les autres systèmes à partir de 1990 (fig. 25). Ce n'est que récemment que l'analyse dynamique est réapparue.

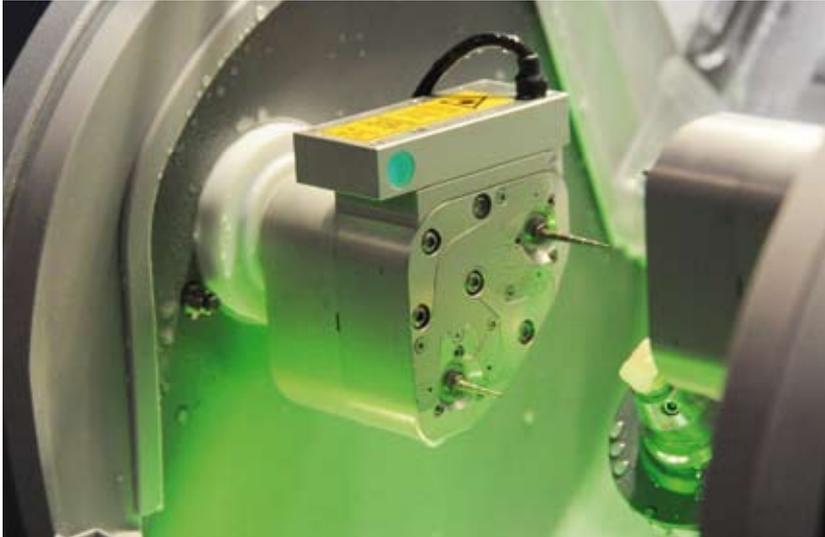
En 2007 ont été proposées deux nouvelles voies très intéressantes et sans doute pleines d'avenir. La première consiste à rechercher dans une prise de vues des dents voisines et antagonistes la "trace" des mouvements dynamiques de l'arcade et de construire la surface occlusale dans le

Fig. 23 Visualisation en 3D sur le LavaCos.

Fig. 24 Accès Articulator avec son articulateur virtuel et ses trois LEDs et son clavier de commande.

Fig. 25 La modélisation avec mordu négatif dans le GN1 de GC.

Fig. 26 Le centre d'usage du Cerec.



27

Fig. 27 La tête du centre d'usinage du Cerec.

respect de cette analyse (7). La deuxième consiste à mesurer le mouvement dynamique des arcades, l'une par rapport à l'autre, à l'aide d'un film de visualisation vestibulaire. Cette dernière méthode offre un enregistrement réellement dynamique mais ne tient pas compte des éventuelles pathologies.

Une chose est sûre, depuis quelques années la CFAO s'est attaquée très fortement à cette analyse et nous ne pouvons que nous en réjouir.

L'EMPREINTE OPTIQUE : UN BOULEVERSEMENT DANS NOS STRUCTURES DE TRAVAIL

Les perspectives de l'empreinte optique nous laissent imaginer un réel bouleversement dans nos structures et habitudes de travail à court terme (1). Nous les avons souvent décrites depuis quelques années mais il semble intéressant de les rappeler une nouvelle fois.

Tout d'abord, il nous apparaît comme évident que l'empreinte optique s'imposera comme la seule alternative crédible pour faire des empreintes de qualité et permettre d'utiliser de nouveaux matériaux aujourd'hui bien connus comme la Zircone. Au-delà de cette évidence, les principaux changements à prévoir sont multiples :

a) l'empreinte sera réalisée par des moyens optiques à l'aide d'une caméra ayant rejoint nos instruments de travail comme la turbine (sur l'unit) ou l'ultrason (à proximité du champ de travail mais offrant l'avantage de pouvoir passer d'un cabinet à l'autre) ;

b) elle sera transmise via internet et en temps réel au laboratoire qui pourra en évaluer la qualité et dialoguer avec le clinicien alors que le patient est encore sur le fauteuil. La relation laboratoire-cabinet redeviendra ce qu'elle aurait dû toujours rester : un lien intime et essentiel entre deux professions indissociables ;

c) un micro centre d'usinage (fig. 26 et 27) situé dans le cabinet permettra de réaliser les reconstitutions provisoires, les chapes de contrôle d'empreinte mais aussi certaines prothèses permanentes. Dans ces cas, aucun transport "physique" ne sera utilisé. Tout se fera par communication numérique, y compris le contrôle du centre d'usinage commandé à distance par le prothésiste ;

d) pour les prothèses plus complexes, le seul transport sera celui correspondant à la prothèse terminée. Sa réalisation sera donc plus rapide et le stockage des données sera (empreintes et prothèses) facilité par les supports numériques présents dans les deux structures, cabinet et laboratoire ;

AUTO-ÉVALUATION

1. L'empreinte optique exige une préparation spécifique et particulière. Vrai Faux
2. La précision d'une empreinte optique est identique à celle d'une empreinte traditionnelle. Vrai Faux
3. La précision et la résolution sont deux caractéristiques identiques. Vrai Faux
4. Une empreinte optique ne permettra jamais d'avoir un modèle réel pour travailler. Vrai Faux
5. La mesure des mouvements dynamiques est possible avec l'empreinte optique. Vrai Faux

e) nous devons aussi évoquer la relation avec les systèmes de "vision pénétrante" type scanner, OCT ou autre térahertz. Par exemple l'implantologie, science si importante aujourd'hui dans notre métier, s'approprie de plus en plus l'optique et la CAO dentaire en général. L'association des deux techniques d'empreinte optique, par rayonnements réfléchis et pénétrants, conduira à la réalisation d'implants personnalisés pour le patient dans le respect de son environnement.

f) enfin, avec ces systèmes, se développeront des méthodes de diagnostic obligeant le praticien à s'équiper et les universités à l'enseigner. Les premiers pas sont faits en ODF, mère fondatrice de l'empreinte optique. Ils s'étendront aux analyses de données sur les prothèses (calcul de résistance, tracés de plaques...) mais aussi à l'endodontie (visualisation

des canaux, usinages des tenons...) et à la parodontologie (occlusion, sculptures guidées...). Ainsi, grâce aux nouveaux rayonnements non ionisants mais capables de traverser une gencive peu épaisse, nous obtiendrons des indications précises sur l'état sous jacent de l'organe dentaire (l'attache épithéliale...) permettant de nouvelles réalisations associées à de nouveaux pronostics.

CONCLUSION

Quarante ans auront suffi. L'empreinte optique s'impose irrémédiablement et la nouvelle génération s'approprie l'outil avec la virtuosité qui caractérise son esprit créatif et indépendant. Quel merveilleux avenir pour notre exercice qui, grâce à cette technicité, peut enfin bénéficier des techniques des plus sophistiquées propres au XXI^e siècle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Attal J, Tirlet G. La CFAO, ce qui change pour le praticien. *Réalités Cliniques*. 2009; 20(4): 215-218.
2. Divers Tous les articles sont intéressants. *International Journal of Computerized Dentistry*, 1997 à 2010. 1 à 13.
3. Divers Des articles et des dossiers spéciaux intéressants sur la CFAO. *Technologie dentaire*, 2001 à 2010.
4. Duret F. Réponse d'expert : La prothèse de demain sera CFAO ou *Clinic*. 2010; 31(3): 128-133.
5. Duret F. www.francois-duret.com. 2010.
6. Duret F, Pelissier B. Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire, in EMC (Encyclopédie Médico Chirurgicale). 2010, (Elsevier Masson SAS) Médecine buccale: Paris. p. 28-740-R-10: p. 1-16.
7. Ender A, Moermann W. Cerec 3D Design Vollkeramische CAD/CAM Inlay, Teilkronen, Kronen und Veneers. *Konstruktion und Fertigung per Computer*, ed. Z. SFCZ ed. 2005. pp. 292.
8. Jordan-Combarieu F. Quadrant d'inlays en une seule séance: la gageure de la CFAO directe. *Le fil dentaire*. 2010; 51(3): 32-34.
9. Levi P. et Coll. La CFAO au Cabinet: Numéro Spécial. *Le fil dentaire*, 2010. 51(mars): 3-66.
10. Moermann W. CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. Quintessenz Verlags-GmbH ed. 1996, pp 663.
11. Samama Y. Ollier J. Système Procera. *Collection Réussir, Quintessence int. ed.*, Paris: 2002, pp 87.
12. Perelmutter S, Duret F, Lelièvre F, Lecardonnell A, Cheron R. La prothèse céramo-céramique par CFAO. *Collection Réussir, Quintessence Int. ed.*, Paris: 2009, pp122.

COORDONNEES DES AUTEURS :

François DURET Château de Tarailhan 11560 Fleury d'Aude

francois.duret798@orange.fr www.francois-duret.com

Bruno PÉLISSIER UFR d'Odontologie de Montpellier I 545 Av. du Prof Jean Louis Viala 34193 Montpellier Cedex 5

Michel FAGES 11av. C. Arnaud 34110 La Peyrade

Optical impressions and future prospects

F DURET, B. PELISSER,

M. FAGES

Surgeons - Dentists



What is the state of the art for optical impressions?

What is the principle of impression in the mouth?

How to perform an impression on model?

How to manage occlusal functions?

It is quite likely that in the coming years, the optical impression will inevitably take precedence over the conventional impressions used for several centuries, completing or replacing them (5). Indeed, the spectacular development of IT and dental CAD / CAM opened our business to the new world of digital communication (internet), virtual modeling and subtraction or addition machining. But what will impose this new method is undoubtedly the openness it offers towards new materials, homogeneous or heterogeneous, inaccessible to our traditional techniques (4-12)

Since the first demonstration of the 'Les Entretiens de La Garancière (1983's Talks in La Garancière) and the public realization at the ADF in 1985 ([Image 1](#)), this method followed two parallel and complementary ways, the impression in the mouth using miniaturized 3D cameras and model based impression allowing a simple, precise and fast reading



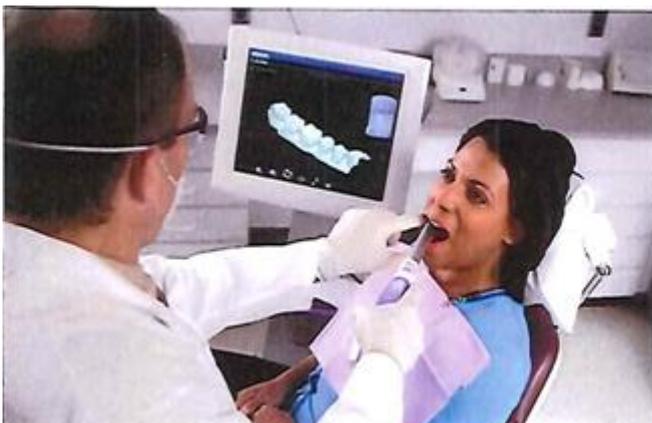
1



2



3



4



5

Image 1: Optical impression in dental practice (1987).

Système Hennson.

Image 2: Optical impression taking with the Cerec.

Image 3: The intra oral camera of Cerec.

Image 4: Optical impression taking with Lava Cos.

Image 5: The intra oral camera of Lava Cos.

The optical impression in the mouth was the first solution proposed to dentistry (5). It was introduced by the French company Hennson followed by Siemens and saw its clinical realization in the early 2000s thanks to the third generation of Cerec from Sirona (10) (Images 2 & 3). A few years ago two other actors have positioned themselves on the market (Lava Cos and E4D) (Images 4 & 5), joined this year by several other companies (Itéro, Cadent, Clone3D, GC, IOS ...) (Images 6 & 6).

Today, this material meets growing needs of young colleagues used to 3D software and virtual image manipulation. The methods implemented (6) are relatively complex. They range from shifted grid projection (Cerec profilometry phase, Image 8), to focus adjustment (Active Wavefront Sampling of the Lava) or to extremely fast scan of a red line (Ios...). Taking the impression is

made by a few hundredths of a second with an accuracy of between 15 and 30 microns depending on the type of reading used.

The need to be able to use new machinable materials such as zirconia or Aristée has led, too, the laboratories to equip themselves, with more and more precise scanners.

After a temporary incursion into the world of micro-probing (Procera) (11), today, all methods are now optical. They range from simply scanning the plaster model, using the projection of a luminous dot, a line or a set of parallel lines, to the projection of variable pitch grids (Images 9 & 10). These centers of macroscopic readings are increasingly used by laboratories to scan plaster models or directly impressions.

The latest statistics show that over 45% of fixed prostheses in the world would be carried out using the optical impression.

STATE-OF-ART

It would take too long to describe here all the scanners available but you must know that there are more than 30 types available on the market, with different performance depending on their price. The reading of a model can range from 15 seconds to 4 minutes with a precision equal to 25 µm or less (3).

OPTICAL IMPRESSION IN MOUTH TECHNOLOGY (2)

This involves taking successive shots, from different angles, of all or part of the area on which we will work. There are three basic types of shots: the views of the area of the preparation, the views of opposing surfaces and the vestibular views to bring the two arches in static occlusion (Lava). Some systems (CEREC) reposition "theoretically" both arches based on anatomical recognitions on the occlusal surfaces.

If, a few years ago, there were preparation requirements, mainly regarding the margin line, these obligations have disappeared since the machining methods have become precise enough to meet the most complex preparations.

Once the preparation is complete, it is necessary in most cases to cover the tooth with a thin white layer (coating). This deposit increases and regulates the reflection of light projected onto the tooth. It limits the transparency and removes the glow effects "mirror" or the negative effect that can cause changes in present colors. It must be done in a mouth properly cleaned, isolated and free from all traces of saliva. Sulcus clearance methods will be the same as those used in traditional methods.

It then suffices to take the camera and make successive views (Cerec, IOS, Cadent) taking care to view all the necessary areas for the realization of a complete optical impression. It must bring all the essential elements for a good prosthetic realization (Images 11 & 12).



6

Image 6: The card and camera of the IOS system.



7

Image 7: Is this the future camera?



8

Image 8: Projection of frames in the Cerec system.



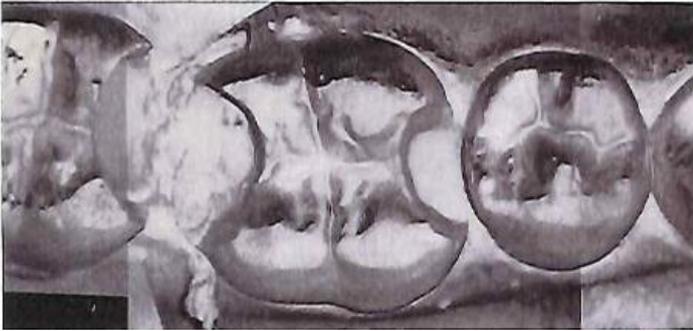
9

Image 9: The 3M's laboratory scanner.

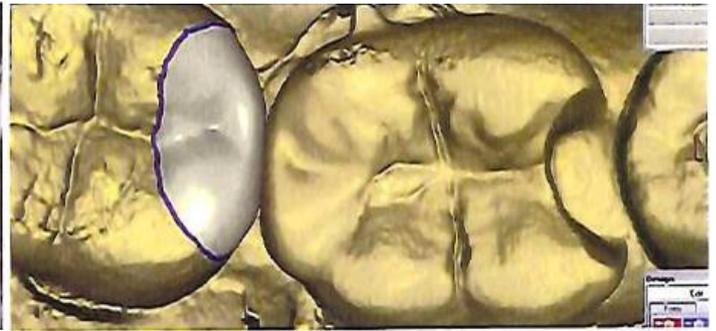


10

Image 10: The new Straumann laboratory scanner.



11



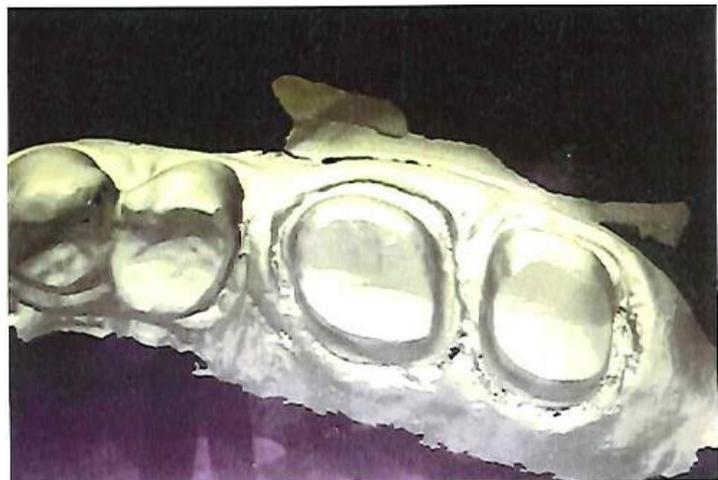
12



13



14



15

Image 11: Optical impression (Cerec, photo F. Jordan-Combarieu).

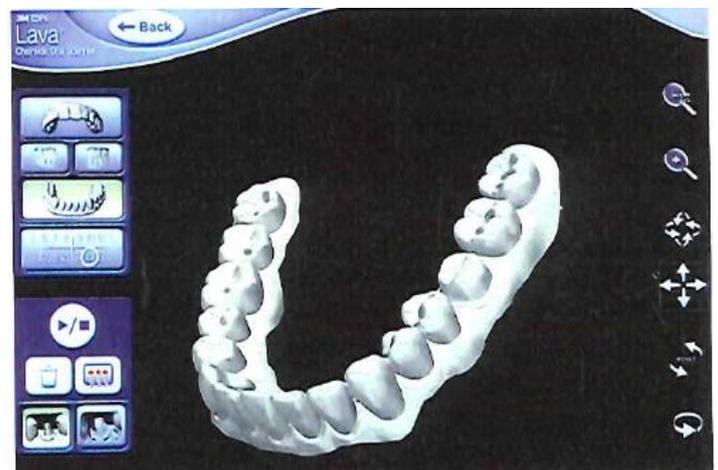
Image 12: Virtual work model and its reconstruction (Photo F. Jordan-Combarieu).

Image 13: Reading area of Lava Cos.

Image 14: Shot card of Lava Cos.

Image 15: Example of visualized virtual model.

Image 16: Final virtual model visualized by the operator (Lava Cos).



16

In the Lava Cos system and more recently the Clone3D, it is no longer a question of taking successive views but of "literally" filming the mouth continuously in 3D. The measured area is smaller but the fact of filming can cover all the interesting areas (Image 13).

virtual model (Image 15 & 16). Some systems, such as the Lava Cos, inform the practitioner in real time, if certain areas are insufficiently measured by displaying different colors (Image 17).

The practitioner triggers his camera using a pedal (to avoid movement) or a button (Image 14) (Figure 14) and follows the shooting progress on a screen that renders, in real time, the



17

Image 17: Indication of insufficiently measured areas.

It is also possible (Cerec, Lava Cos) to put down his camera, perform some intra-oral actions (saliva, sulcus), retrieve it and continue shooting. It is also possible to over-impress areas deemed incomplete (as if we were taking our impression tray and the filler material changed inside after its reinsertion).

The impression is made using the conventional method (alginates, silicones, hydrocolloids ...) and the model cast in the dental practice with a dental plaster specific for optical impression (to obtain a good reflection).

The latter is positioned on a specially designed support, in a generally closed place to avoid the influences of ambient light. In most systems, playback is automatic. The 'shutter' closed, just press a button and the model automatically rotates in front of the camera.



18

Image 18: Virtual 3shade model.



19

Image 19 Model created from optical impression, treated by stereo lithography.

OPTICAL IMPRESSION ON MODEL TECHNIQUE, IN DENTAL PRACTICE OR LABORATORY

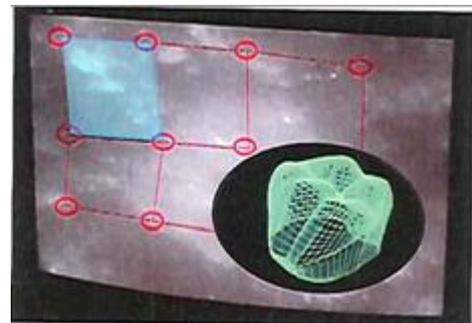
The technique is obviously easier but introduces all the errors inherent to the conventional method and casting of the model. . It should be noted that some manufacturers such as Dental Wing offer impression scanners (and not models) and it is still possible
Stratégie Prothétique – September-October, 2010

using the 3D endobuccal cameras, to need the reading of the model.

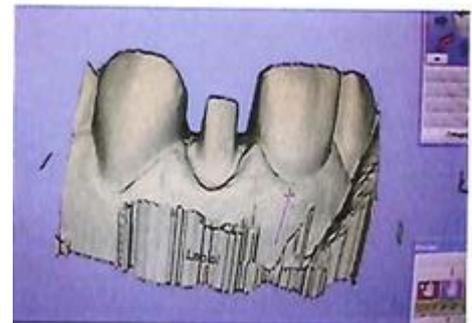
RECONSTITUTION AND PRESENTATION OF THE MODEL (9)

The measurement of the working area being determined, a views processing system make it possible to reconstitute on the screen the working model (virtual model, Image 18 or solid stereolithography model Image. 19), Image. 19.

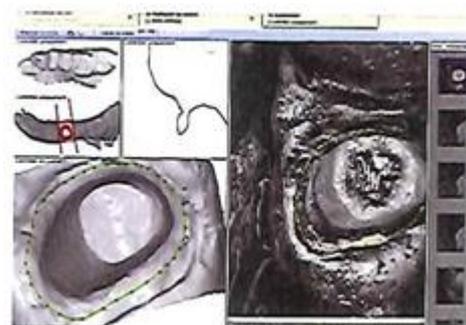
For this, a solid sensor (CCD or Cmos), similar to those found in our digital cameras, scans points by points, the intra oral surface, and constructs surfaces by connecting the points together (Image. 20). We create a kind of mesh, more or less complex, depending on the time and characteristics of our software. The position of each dot is measured in three dimensions (x, y and z), in a common repository, with a different accuracy for each axis.



20



21



22

Image 20: Screening of a plaster surface.

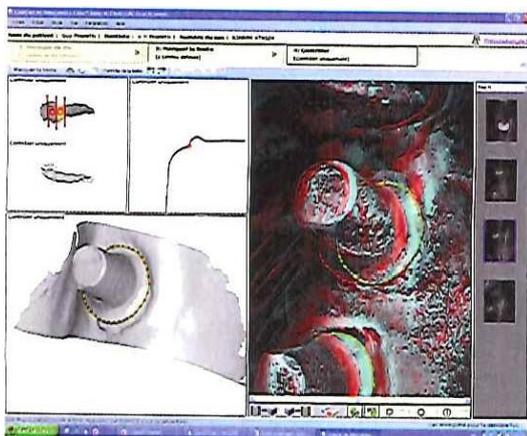
Image 21: Example of virtual model using Cerec.

Image 22: Additional information on the model (Lava Cos).

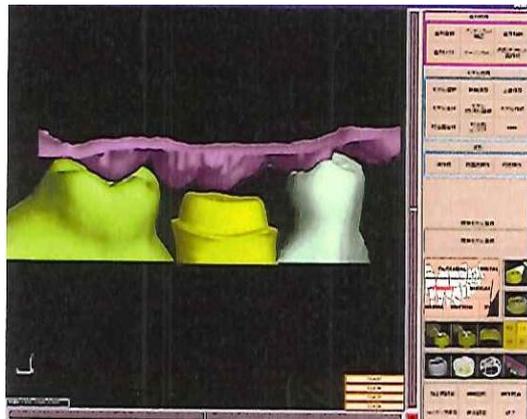
We usually talk about a probability of presence of the point in a sphere whose diameter defines the precision (20-30 microns on average in the current methods, whether from an intraoral reading or laboratory scanner). This precision is to be compared with granulometric irregularity of the surfaces of plaster models.

Resolution, not to be confused with accuracy, refers to the number of points that are measured on a measured surface (called sampling in optical jargon). It depends on the measured surface, the fineness and the number of pixels but also the magnification factor of the optics used.

The position of the points being known and measured, they will be sorted, selected or deleted if they are redundant and will be sent to a modeling software. Its function is to build (we speak of stretching a surface on a cloud of points) the model in 3D that we discover on the screen, virtual model in every way identical to the plaster model (Image. 21).



23



25

STATIC AND DYNAMIC OCCLUSION

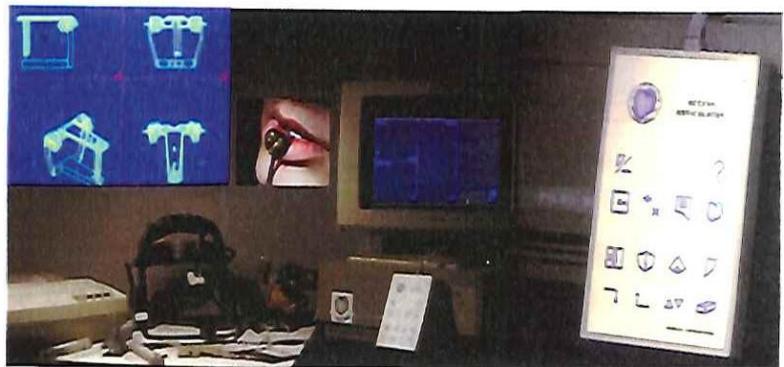
As in conventional method, designing a virtual prosthesis requires us to be familiar with the intermaxillary relationships. Among other things, this information makes it possible to analyze and to model the virtual occlusal surface (setting articulator).

What about this function in the field of digital and dental CAD / CAM?

Unlike real models, it is possible, without destroying them, to cut them out, to enlarge them in order to visualize the marginal lines, to automatically identify the cusps, furrows, contact zones and other undercuts (Image 22). They are storable on a USB key or CD as is a real model on a plaster support. These two objects are identical forms of memorizing the mouth of our patients.

Recently, virtual representations of our 3D CAD / CAM models have appeared (Image. 23). Taking advantage of the fabulous advances in 3D cinematography (Avatar), developers like 3M in Minneapolis have launched this type of representation suggesting that soon we will work on a 3D virtual model identical to the plaster model. Will the latter still have reasons to exist?

We doubt if we recall that we have the opportunity today to make a real virtual file using rapid prototyping methods (Image 19) (These methods may be faster than the hardening of our plaster!).).



24



26

For over twenty years (1980-2000) only the French system (Henson) responded to this need yet very important. To do this, the software offered two types of occlusal modeling: one Gnathological and the other functionalist. After choosing the type of intermaxillary relationship specific to our patient, the motion analysis was done using an electronic articulator called the Access articulator (Image. 24). Starting from the optical bite register, the starting point zone, it transmitted to the CAD / CAM software the movements of the arches and modified the cusps and other grooves modeled. Clinical static starting position was obtained by

negative viewing of the optical impression of the bite positioned on the preparations area. The resulting dynamic optical impression enabled to put a virtual articulator setting.

This method of static and negative bite was used by all other systems since 1990 (Image 25). It is only recently that the dynamic analysis reappeared

In 2007, two new, very interesting and probably future-oriented paths were proposed. The first is to look for in a shooting adjacent and opposing teeth the "trace" of the dynamic movements of the ark and build the occlusal surface in accordance with this analysis (7). The second involves measuring the dynamic movement of the arches, with respect to each other, using a vestibular viewing film. The latter method provides a truly dynamic recording but do not include any pathologies.

One thing is sure, in recent years CFAO has been very strongly involved to this analysis and we can only rejoice in.

Image 23: 3D Visualization using Lava Cos.

Image 24: Acces Articulator with virtual articulator and three LEDs and keyboard.

Image 25: Modeling with negative bite in GC GNI.

Image 26: Machining center of Cerec.

Image 27: Head of the Cerec machining center.

OPTICAL IMPRESSION: A REAL CHANGE IN OUR WORKING STRUCTURES

The optical impression perspectives let us to imagine a real change in our structures and work habits in the short term (1). We have often described them for a few years but it seems interesting to recall them again.

First, it appears as obvious that the optical impression will emerge as the only credible alternative to make quality impressions and enable the use of new materials now well-known as zirconia. Beyond this evidence, the main changes to be expected are multiple:



27

- a. The impression will be carried out by optical means, using a camera that joined our working tools such as the turbine (on the unit) or ultrasound (near the working field but offering the advantage of be able to move from one practice to another);
- b. It will be transmitted via the internet, in real time, to the laboratory, which will be able to evaluate its quality and interact with the clinician while the patient is still on the chair. The laboratory-practice relationship will become what it should have always remained: an intimate and essential link between two indissociable professions
- c. A micro machining center (Images 26 & 27) located in the dental practice will allow temporary reconstitution, impression control copings and some permanent prostheses. In these cases, no "physical" transport will be used. Everything will be done by digital communication, including the remotely control of the machining center managed by the prosthetist;
- d. For more complex prostheses, the only transport will be the one corresponding to the finished prosthesis. Its realization will therefore be faster and the data storage (of impressions and prostheses) will be facilitated by the digital media present in the two structures, dental practice and laboratory;
- e. We must also mention the relationship with the systems of "insight" scanner type or another O.C.T terahertz. For example the implantology science so important today in our business, appropriates increasingly optics and dental CAD in general. The combination of the two optical impression techniques, by reflected and penetrating radiation, will lead to the realization of customized implants for the patient in respect of his environment.
- f. Finally, with these systems, will develop diagnostic methods requiring the practitioner to equip and universities to teach. The first steps are done in ODF, founding mother of the optical impression. They will be extended to data analysis on prostheses (resistance calculation, plate plotting, etc.) of canals, machining of pins ...) and periodontology (occlusion, guided sculptures ...). Thus, with the new non-ionizing radiation but able to cross a thin gum, we will obtain precise information on the underlying state of the dental organ (the epithelial attachment ...) allowing new achievements associated with new predictions.

AUTO-ÉVALUATION

1. The optical impression requires a specific and special preparation. true false
2. The accuracy of an optical impression is identical to that of a conventional impression. true false
3. Accuracy and resolution are two identical characteristics. true false
4. An optical impression will never allow to have a real model to work. true false
5. The measurement of dynamic movements is possible with an optical impression. true false

CONCLUSION

Forty years were enough. The optical impression has become irremediably essential and the new generation appropriates the tool with the virtuosity that characterizes its creative and independent spirit. What a wonderful future for our exercise which, thanks to this technicality, can finally benefit from the most sophisticated techniques of the 21st century.

BIBLIOGRAPHY

1. Attal J, Tirlet G. La CFAO, ce qui change pour le praticien. *Réalités Cliniques*. 2009; 20(4): 215-218.
2. Divers - Tous les articles sont intéressants. *International Journal of Computerized Dentistry*, 1997 à 2010.
3. Divers - Des articles et des dossiers spéciaux intéressants sur la CFAO. *Technologie dentaire*, 2001 à 2010.
4. Duret F. Réponse d'expert : La prothèse de demain sera CFAO ou ... *Clinic*. 2010; 31 (3):128-133
5. Duret F. www.francois-duret.com 2010
6. Duret F, Pelissier B. Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire, in EMC (Encyclopédie Médico - Chirurgicale). 2010, (Elsevier Masson SAS) Médecine buccale: Paris. p28-740-R-IO: p. 1-16.
7. Ender A, Moermann W. Cerec 3D Design Vollkeramische CAD/CAM Inlay, Teilkronen, Kronen und Veneers. *Konstruktion und Fertigung per Computer*, ed. Z. SFCZ ed. 2005. Pp 292.
8. Jordan-Combarieu F. Quadrant d'in lays en une seule séance: la gageure de la CFAO directe. *Le Fil Dentaire*, 2010; 51(3): 32-34.
9. Levi P. et Coll. La CFAO au Cabinet: Numéro Spécial. *Le fil dentaire*, 2010. 51 (mars): 3-66.
10. Moermann W. CAD/CIM in Aesthetic). *Dentistry*. Quintessenz Verlags-GmbH ed. 1996, pp 663.
11. Samerna Y. Ollier J. Système Procera. *Collection Réussir, Quintessence int.* ed., Paris: 2002, pp 87.
12. Perelmuter S, Duret F, Lelièvre F, Lecardonnell A, Cheron R. La prothèse céramo-céramique par CFAO *Collection Réussir, Quintessence Int.* ed., Paris: 2009, pp122

AUTHORS'S BUSINESS INFORMATION:

François DURET: Château de Tarailhan 1560 Fleury d'Aude.
 francois.duret798@orange.fr / www.francois-duret.com
 Bruno PÉLISSIER: UFR d'Odontologie de Montpellier
 1545 Av. du Prof Jean Louis Viala 34193 Montpellier Cedex 5.
 Michel FAGES: 11 Av. C. Arnaud 34110 La Peyrade.