

Partageons Notre Savoir-Faire

LA CFAO AU CABINET

Dr Francois DURET

Docteur d'Etat

Médecine/BH

Un peu **d'histoire...** avant de parler d'**aujourd'hui** et de **demain**

Il y a quelques jours, revenant du Dental Forum qui se tenait à Paris, je me demandais ce qui pouvait expliquer ce profond changement dans les grandes « messes » du matériel destiné à la prothèse dentaire.

l y a une quarantaine d'années, nous tournions autour des taille-plâtre, des couteaux à cire ou des frondes de toutes sortes. Aujourd'hui, tout n'est qu'informatique ou robotique. Dans les plus petits stands se présentent de nouveaux spécialistes de cette discipline en plein essor, la CFAO dentaire. La question n'est plus « est-ce un bien ? » ou « est-ce un mal ? ». Dans toutes les bouches, une seule certitude : cette nouvelle technologie est devenue une nécessité.

Mais qui se rappelle des efforts qu'il fut nécessaire de déployer pour en arriver à cela ?

Cette histoire, que l'on me demande souvent de conter « pendant que je suis encore là... » pour reprendre des propos souvent énoncés, apparut en France à Noël 70, dans un monde scientifique en pleine mutation.

Elle s'est imposée petit à petit d'elle-même et sans soutien sauf sans doute celui des prothésistes et des praticiens de base aimant tellement leur travail quotidien qu'ils y voyaient une mise en valeur de leurs connaissances. Ils n'avaient pas tort car la suite leur a donné raison et je n'aurai de cesse de les remercier.

Combien sommes-nous encore à pouvoir parler de cette histoire contemporaine, sans doute une dizai-



ne mais à coup sûr les 4 personnes que vous voyez sur une de mes photos préférées : Sadami Tsutsumi, Dianne Rekow, Werner Mörmann et moi-même. Nous sommes à Los Angeles en 1991 et dix années de folie se sont écoulées (*Fig. 1*).

Avant ces dix années, quelques travaux ont bien été lancés de part le monde par des équipes s'intéressant à cette nouvelle idée, mais pour la plupart sans suite.

Bénéficiant de l'immense talent de Denis Gabor, prix Nobel de physique pour ses travaux sur l'holographie, Leitz encouragea certains de ses élèves à utiliser cette technique. L'objet était de visualiser et de stocker optiquement le positionnement des dents pour faire une vaste étude menée par les orthodontistes américains, Burston en tête. Ces travaux étaient d'ailleurs dans l'esprit des techniques d'élastométrie menées par Savara ou Lang mais l'holographie n'a jamais été une méthode de mesure, juste une technique de visualisation 3D.

Ce n'est donc que quelques années plus tard qu'en France (Duret), puis aux USA (Altschuler et Swinson) et enfin au Japon (Mori) que l'idée de fabriquer des prothèses par informatique fut posée, plus ou moins adroitement selon les auteurs. Comme je le disais, l'holographie ne mesurant pas les objets, il fallait trouver autre chose : ce fut l'interférométrie. Certes, ce ne furent que des hypothèses de travail mais seule l'équipe française les conduisirent, 12 années plus tard, à la première validation publique connue, étape obligatoire pour toute invention. Nos confrères purent voir et toucher le premier système de CFAO dentaire (Garancière 1983) puis assister à la première réalisation d'une couronne en pleine séance de l'ADF en 1985.

A partir de cette date, et durant une dizaine d'année, tout alla très vite. Le premier Cerec, « the Lemon » (Fig. 2), fut présenté par le tandem Moerman/Brandestini, appareil très rapidement pris en main par le grand groupe Siemens puis Sirona. D'emblée se dessinèrent deux grands axes de développement, le tout cabinet ou « chair side » du Cerec 1 et le mixte cabinet/laboratoire des Français de la société



Hennson (Fig. 3a et 3b). Le premier avait des ambitions modestes mais un prix très raisonnable en se limitant aux inlays, onlays et facettes. Le deuxième proposait toutes les prothèses de l'inlay au bridge complet en passant par les prothèses adjointes et les traitements d'orthodontie. Ce dernier concept est, me semble-t-il, repris par tous les systèmes aujourd'hui, y compris le très convivial Cerec.

Ce fut aussi le point de départ des nouveaux venus, tous issus d'équipes européennes. Tout d'abord, le Procera de Matts Andersson, puis Le Cicero Van der Zel, le DCS et enfin, au début des années 90, une version européenne du DentiCad soutenue par Bego. Aux USA comme au Japon, les travaux n'étaient alors qu'issus des universités et ne donnaient pas lieu à des applications industrielles.

Tous les appareils étaient des systèmes fermés rendant impossible toute passerelle de l'un à l'autre. Cette période fut aussi marquée par les démonstrations en congrès de deux équipes, l'une de Vienne (France) avec Hennson et l'autre de Zurich avec le Cerec. Les autres systèmes étaient alors peu connus, et en tout état de cause, pas encore utilisables.

Nous en découvrions de nouveaux à chaque IDS mais beaucoup disparurent avant même leur passage au stade de l'industrialisation. Nous pourrions en citer une dizaine depuis le Ritter en Allemagne (*Fig. 4*), le Cad esthétique d'Ivoclar, le Ceramatic en Suède ou jusqu'au Dexi (Nissan) au Japon.

Alors que des équipes étaient en pleine création, d'autres présentaient leurs résultats (Moerman et Duret) afin de convaincre nos confrères et de renforcer leurs positions vis-à-vis de financiers avides de résultats concrets et exploitables commercialement parlant.

Au tout début des années 90, un nouveau concept fit son apparition : le développement de centres de production industrielle de prothèses avec le système Procera. Nous avions évoqué cette opportunité dans les années 70 mais c'est Matts Andersson qui la mit brillamment en pratique à Göteborg.

Nous allions attaquer la nouvelle décennie avec trois grands axes de développement : le Chair side, le système cabinet laboratoire et la production centralisée en relation avec les laboratoires. Tous les systèmes étaient encore « fermés » au sens informatique du terme et cela allait durer jusqu'en 2005. Trois raisons peuvent expliquer cette situation :

- la précision d'un appareil de CFAO passe par le contrôle de chaque étape (empreinte optique, CAO et usinage) mais dans un système naissant, le fait d'utiliser des composants de différentes sources peut nuire au résultat final en rendant toute intervention technique difficile.
- les équipes de développement étaient encore peu nombreuses et les opportunités que nous connaissons aujourd'hui n'existaient pas. Il en était de même des systèmes et langages de communication qui étaient propres à chaque développeur.
- enfin et surtout le retour à l'effort d'investissements qu'avaient fait les industriels passait obligatoirement par la vente des matériaux, consommables par définition de ce type de machine. La marge sur des machines coûteuses étant faible, chacun entendait se rattraper sur la consommation journalière, ce que limitait par définition le principe du système ouvert.

Aussi, jusqu'en 2005 n'ont été proposés que des systèmes fermés. Par contre, en 1995/1997 un nouvel évènement allait donner un second souffle à la CFAO dentaire.



Alors que les grands groupes s'intéressaient de très loin à cette nouvelle façon de réaliser des prothèses, le succès du Cerec 2 puis 3, et la montée de plus en plus impressionnante du chiffre d'affaire du Procera les alertèrent. Les conseillers changèrent, les anciens disparurent au profit d'une nouvelle génération aguerrie d'informatique et les Kavo, 3M, GC, Dégussa/Dentsply, Bego, Vita (compagnons de la première heure du Cerec)... s'impliquèrent de plus en plus fortement dans la CFAO dentaire. Pendant ce temps, les anciens, forts de leur savoir-faire, consolidèrent leur position et développèrent de nouvelles générations (Sirona, Procera) ou furent repris par des financiers (Hennson/Sopha devenu Cynovad).

En 2000, les systèmes se présentaient en trois types de configuration :

- le chair side (Cerec 2 puis 3) (Fig. 5)
- le tout laboratoire (Everest de Kavo, GN1 de GC (Fig. 6), Cercom de Dégussa (Fig. 7) Lava de 3M, Pro 50 de Cynovad)
- le mixte laboratoire/centre de production (Procera ou Pro 50 de Cynovad).

Rien n'était réellement nouveau dans les applications (inlays, coiffes, couronnes, petits bridges ou facettes) et ces systèmes étaient encore et toujours fermés.

Ce qui changeait, était le matériau.

En effet, le reproche continuel que l'on faisait à la CFAO dentaire (en dehors de son prix) était qu'elle obligeait à utiliser des matériaux conventionnels peu esthétiques (titane ou composites) ou des céramiques fragilisées par l'usinage (les micro fractures des Empress ou Dycor).

C'est la raison pour laquelle à la fin des années 90, ces grands groupes se sont attachés à trouver des alternatives aux matériaux utilisés jusqu'alors. Certes Vita cherchait (et trouvait) des solutions intéressantes mais ceci se limitait au Cerec et aux éléments unitaires.

Le grand nom allait arriver : la zircone. Son apparition chez Degussa et GC puis chez tous les fabricants donna une deuxième jeunesse à la CFAO. Ce matériau ne se contentait pas d'être usinable en HIP mais aussi en green phase TZP, la dilatation ne pouvant être maîtrisée que par les logiciels de CAO. En plus, la TZP permettait d'utiliser des petites unités d'usinage tout en offrant la suppression des armatures métalliques au profit des structures céramiques esthétiques. Bientôt, on allait même pouvoir choisir la teinte sous-jacente à la céramisation dans les bridges complets.

Il faut bien dire qu'après un démarrage un peu timide, le succès fut immense.

Grâce à la CFAO dentaire, il nous était possible d'usiner des armatures esthétiques et... solides. Toutes les sociétés ont donc intégré à leur catalogue l'usinage d'une zircone « maison » et n'ont fait que développer des méthodes d'usinage de plus en plus sophistiquées.

D'une machine outils 3 axes 1/2 comme celle d'Hennson en 1985, on est passé aux 4 axes puis aux 5 axes de chez Kavo. Les broches d'usinage sont devenues extrêmement puissantes et les axes de déplacement précis à 5 µm près. Les centres d'usinage, comme on appelle ce type de machine, ont remplacé les petites machines outils à commande numérique des années 90. Ceci a eu une deuxième répercution : les centres de fabrication de prothèses se sont multipliés et avec eux des acteurs aujourd'hui majeurs comme Straumann ou GC.

Nous avons vu aussi des laboratoires, passionnés par la CFAO, se transformer en centres de production pour eux-mêmes et leurs collègues. Il est impossible de tous les citer mais Glildewell en Californie ou Rotzaert au Canada en sont de beaux exemples. Un nouveau métier naissait chez les prothésistes, celui de spécialiste CFAO et/ou celui de fabricant d'armatures ou de coiffes pour ses collègues.

Ceci n'a pas eu que du bon car, forts de cette transmission des prises d'empreintes optiques (numérisées) par internet, de grands laboratoires, véritables villes de plus de 2 000 prothésistes sont apparues dans les pays d'Asie comme la Chine ou le Viet Nam. Ces apparitions sont dues sans doute à la recherche du profit mais surtout à deux éléments infor-



14 LE FIL DENTAIRE N°51 Mars 2010

matiques passés inaperçus aux non spécialistes : l'ouverture des systèmes et le langage de communication universel comme STL.

C'est en effet dans les années 2003-2005 que sont apparus les premiers systèmes ouverts, nous devrions dire les premiers composants indépendants. Jusqu'à présent, il fallait avoir la même marque depuis le scanner jusqu'à la machine outils (et même le matériau). A partir de cette date, il fut possible d'acheter un système complètement fermé mais aussi un scanner d'une marque (exemple : 3shape) une CAO d'une autre marque (par exemple Dental Wings) et une machine outils d'une troisième marque (comme Roders, Sescoi, ou DMG). La seule contrainte était (et est encore) de bien avoir la parfaite communication (compatibilité) entre les différents éléments de la chaîne.

Vous me direz sans doute « et les logiciels ? ». Je dois vous dire que Hennson a tout décrit et découvert et les logiciels que vous utilisez aujourd'hui sont ceux qui étaient dans les machines de CFAO en 1987. Certes, la qualité de l'image est meilleure et l'ordinateur plus petit et plus rapide, mais tout y était, y compris, mi-95, la reconnaissance automatique des crêtes, des lignes de finition ou... des cuspides pour déformer les dents théoriques en mémoire.

Après ce développement, très rapide si on le compare à d'autres technologies nouvelles relativement complexes, la CFAO se présente aujourd'hui sous différentes formes qu'il nous semble intéressant de brosser rapidement.

Les composants

Un système de CFAO se compose, comme à ses débuts, de trois unités parfaitement identifiables :

le système de mesure qui a pour fonction de numériser l'empreinte dentaire afin que ses coor-



données puissent être introduites et traitées par un ordinateur. Il s'agit plus d'un système de mesure que d'empreinte. Ces systèmes, après avoir connu une période utilisant des palpeurs mécaniques (Procera) n'utilisent plus que des méthodes optiques d'où le nom « empreinte optique ». Cet élément se compose d'une source lumineuse (représentée généralement par la projection d'une lumière structurée sous forme de points, lignes ou grilles) et d'un capteur ou « caméra » CCD. Derrière ces composants existent des unités chargées de filtrer, convertir en numérique et structurer les données pour qu'elles soient assimilables par l'unité de CAO. Elle peut être endo buccale (Cerec, Lava Cos (Fig. 8), Cadent/Itero, Ios, E4D, Hint-els...) ou sous la forme d'un lecteur sur pied appelé scanner (3shape, Cynoprod ...).

- un système CAO, de traitement et de conception de la prothèse qui a pour fonction de rendre visible l'empreinte, de permettre de la matérialiser (prototypage) et de permettre à l'opérateur de construire (modéliser) sa prothèse. Porté par un poste de travail informatique de bonne qualité, il renferme les logiciels de création de toutes formes de prothèses (suivant le type d'appareil) allant de l'inlay aux bridges les plus complexes. Des applications particulières permettent la modélisation des prothèses adjointes ou des traitements ODF. Une application remarquable, introduite par Matts Andersson pour Nobel Biocare, est l'aide à la chirurgie, à la réalisation, au positionnement, à la modélisation et à la conception des implants sous toutes leurs formes.
- **un système de réalisation matérielle, véritable unité de fabrication**, pouvant travailler par addition (fusion de Bego) ou par soustraction (fraisage, ultra son...). Cela va du petit appareil intégrable au cabinet dentaire (Cerec 3D) à d'énormes machines outils industrielles à commandes numériques pour les grands laboratoires ou les unités de fabrication (Fig. 9). S'il existe toutes les tailles, nous trouvons aussi tous les degrés de sophistication. Tous les matériaux y sont usinables, plus ou moins vite (entre 5 et 30 minutes par éléments), avec plus ou moins de précision (en général en dessous de 10 μ m).

Nous devons signaler que la couverture esthétique doit toujours être réalisée par le prothésiste et que cette caractérisation, faite sur des éléments CAO, n'a rien à envier aujourd'hui aux systèmes traditionnels. Ceci justifie d'un rapprochement étroit entre le cabinet et le laboratoire qui décident d'utiliser cette technologie.

Ces trois composants sont reliés entre eux suivant différentes configurations avec un langage informatique spécifique (système fermé) ou universel (système ouvert).

- a. Nous avons le « tout-en-un » si les trois éléments sont réunis en un même lieu. Il est possible de multiplier l'un des composants en fonction des demandes reçues par le cabinet ou le laboratoire. Ces systèmes sont en général petits (Cercom), moyens (Cerec ou Bien air) ou grands (Lava, Everest).
- b. Nous avons aussi les systèmes déportés ou le scanner (avec ou sans CAO) se trouve dans le laboratoire (rarement dans les cabinets dentaires) et ou l'unité de fabrication se trouve dans des grands centres de fabrication (Straumann, Procera...).

Récemment, certains laboratoires se sont spécialisés vis-à-vis de leurs collègues en leur assurant la conception CAO et l'usinage, laissant au prothésiste demandeur la caractérisation et la finition de la pièce prothétique (M. Bousquet dans ma région). Cette configuration limite la charge d'investissement pour les petits laboratoires qui souhaiteraient utiliser la CFAO et introduire la zircone dans le panel de leurs matériaux.

Mais pour en savoir plus sur certains systèmes, pour ne plus avoir peur de les utiliser, je vous encourage à lire ce qui suit, des articles écrits, pour vous, par nos collègues qui ont très souvent recours à la CFAO dentaire.

Bibliographie

- Attal, J. and G. Tirlet, La CFAO, ce qui change pour le praticien. Réalité Clinique, 2009. 20(4): p. 215-218.
- Duret, F., La CFAO dentaire trente ans après. Profession Chirurgiendentiste, 2003. 02(2): p. 5-9.
- Duret, F., B. Duret, and B. Pelissier, CFAO, le Temps des démonstrations. Information dentaire, 2007. 29: p. 1663-1668.
- Duret, F., B. Duret, and B. Pelissier, CFAO, Histoire vécue : le Temps des pionniers. Information dentaire, 2007. 29: p. 1659-1663.
- 5. Duret, F., www.francois-duret.com. 2010.
- Perelmuter S. et Coll, La prothèse céramo-céramique par CFAO, Collection Réussir, Ed. Quintessence International, 1, pp122, 2009.



A little bit of history... Before talking about today and tomorrow

A few days ago, returning from the Dental Forum held in Paris, I wondered what could explain this profound change in the great "masses" of equipment for the dental prosthesis.



Dr François DURET Ph.D. Medicine / BH

Forty years ago, we focused on plaster cutters, wax knives and casting machines of all kinds. Today, everything is computer or robotic. In smaller stands, there are new specialists in this thriving discipline, dental CAD / CAM. The question is no longer "is it good?" Or "is it bad?"

On all lips, only one certainty: this new technology has become a necessity.

But who remembers all the necessary efforts deployed to achieve this?

This story, that I am often asked to tell "as long as I'm still here ..." to quote comments often stated, appeared in France at Christmas 70, in a changing scientific world....».

It has emerged gradually from itself and without support, except probably that of prosthetists and basic practitioners who loved so much their daily work that they saw it as an enhancement of their knowledge. They were not wrong because the result gave them reason and I will continue to constantly thank them.

How much are we still able to talk about this contemporary story, probably a dozen, but certainly the 4 people you see on one of my favorite pictures: Sadami Tsutsumi, Dianne Rekow, Werner Möerman and myself. We are in Los Angeles in 1991 and ten years of madness have passed (Image 1).



Image 1: Tsutsumi, Rekow, Möerman and Duret in Los Angeles in 1991

Before this decade, some works have been launched

worldwide by teams interested in this new idea, but mostly remain unrealized.

Benefiting from the immense talent of Denis Gabor, Nobel Prize in physics for his work on holography, Leitz encouraged some of his students to use this technique. The object was to visualize and optically store the teeth positioning in order to carry out a large study conducted by American orthodontists, Burston leading. These works were in the spirit of elastometry techniques conducted by Savara or Lang, but holography was never a measurement method, just a 3D visualization technique.

It was only a few years later that in France (Duret), then in the USA (Altschuler and Swinson) and finally in Japan (Mori) that the idea of manufacturing prostheses by computer was proposed, more or less deftly according to the authors. As I said, holography measuring no objects, we had to find something else: it was interferometry. Of course, these were only working hypotheses, but 12 years later, only the French team led them to the first known public validation, mandatory step for any invention.

Our colleagues were able to see and touch the first dental CAD / CAM system (Garancière 1983) and then attend the first realization of a crown during the ADF session in 1985.

From that date, and during ten years, everything went very quickly. The first Cerec, "The Lemon" (Image 2), was presented by the tandem Moerman / Brandestini, a device very quickly under the control of the large German group Siemens and then Sirona.



Image 2: Möerman and Brandestini, the Lemon Cerec, in 1985

From the outset, were outlined two major lines of development, the all in dental practice or "Chair side" of Cerec 1 and the mixed dental practice / laboratory of the French company Hennson (Images 3a and 3b).



Image 3a: The Hennson system, in 1986



Image 3b: CAD /CAM impression taking, in 1987

The first had modest ambitions but very reasonable price by limiting the inlays, onlays and veneers.

The second proposed all prostheses from inlay to the full bridge including dentures and orthodontic treatments.

This last concept is, it seems to me, taken up by all the systems today, including the very friendly Cerec.

This was also the starting point for newcomers, all from European teams. First of all, the Procera by Matts Andersson, then the Cicero Van der Zel, the DCS and finally, in the early 90s, a European version of the DentiCad supported by Bego. In the US as in Japan, the works were then only supported by universities and do not result in industrial applications.

All devices were closed systems making any gateway impossible from one to the other.

This period was also marked by the demonstrations in congress of two teams, one of Vienna (France) with Hennson and the other of Zurich with Cerec. Other systems were then little known, and in any case, not yet used.

We discovered new ones at each IDS congress but many disappeared even before they pass the stage of industrialization. We could cite a dozen, since the Ritter in Germany (Image 4), the aesthetic Cad of Ivoclar and the Ceramatic in Sweden or the Dexi (Nissan) in Japan.

While teams were in full development, others presented their results (Möerman and Duret) to convince our colleagues and strengthen their position vis-à-vis financiers eager for concrete results and commercially exploitable.



Image 4: Example of a missing system: the Ritter's CAD / CAM

In the early 90s, a new concept appeared: the development of centers of industrial production of prosthetics with the Procera system.

We mentioned this opportunity in the 70, but Matts Andersson brilliantly put into practice in Göteborg.

We were going to approach the new decade with three main areas of development: the chair side, the dental practice / laboratory system and the centralized production in relation with the laboratories.

All systems were still "closed", computer science speaking, and this would last until 2005.

Three reasons can explain this situation:

The accuracy of a CAD / CAM device passes through the control of each step (optical impression, CAD and machining) but in an emerging system, the fact of using components from different sources can adversely affect the final outcome by making any technical intervention difficult.

Development teams were still few and the opportunities we have today did not exist. It was the same regarding communications systems and languages that were specific to each developer.

Finally, and above all, the return to the investment effort made by the industrialists necessarily going through the sale of materials, which were, by definition, the consumables of this type of machine. The margin on expensive machines being low, each one intended to catch up on the daily consumption, which necessarily limited the open system principle.

Until 2005, only closed systems were proposed. By contrast, in 1995/1997, a new event would give a second wind to the dental CAD / CAM

While large groups were very interested from afar to this new way of making prostheses, the success of the Cerec 2 and 3, and the rise of the most impressive Procera turnover, alerted them. Advertisers changed, the old ones disappeared in favor of a new IT experienced generation and Kavo, 3M, GC, Degussa / Dentsply, Bego, Vita (companions of the first hour of Cerec) ... became involved more and more strongly in dental CAD / CAM.

Meanwhile, the old ones, with their expertise, consolidated their position and developed new generations (Sirona, Procera) or were taken over by financial (Hennson / Sopha who became Cynovad).

In 2000, the systems were presented in three types of configuration:

The Chair side (Cerec 2 and then 3) (Image 5)



Image 5: Cerec 3, in 2005

The all-in laboratory (Everest from Kavo, GNI from GC (Image 6), Cercom from Degussa (Image 7) Lava from 3M, Pro 50 from Cynovad)



Image 6: GNI from GC, in 2003



Image 7: Cercom from Degussa, in 2002

The mixed dental practice / production center (Procera or Pro 50 from Cynovad).

Nothing was really new in applications (inlays, caps, crowns, small bridges or veneers) and these systems were still closed What changed was the material.

Indeed, the continual criticism that was to dental CADCAM (besides the price), was that it required the use of unsightly conventional materials (titanium or composite) or ceramic weakened by machining (Empress or Dycor's micro fractures).

That is why, in the late 90s, these large groups have worked to find alternatives to previously used materials. Certainly Vita sought (and found) interesting solutions but this was limited to the Cerec and unit elements.

The big name would happen: zirconia.

Its appearance at Degussa and GC then at all manufacturers gave a second youth to CAD / CAM. This material was not content to be machined in HIP but also green TZP stage, expansion cannot be mastered by the CAD software.

In addition, the TZP allowed to use small processing units, while providing the removal of metal reinforcements in favor of aesthetic ceramic structures.

Soon, we would even be able to choose the hue underlying ceramisation in full bridges.

It must be said that after a somewhat slow start, success was immense. With dental CADCAM it were possible to machine aesthetic frames and ... strong.

All companies have therefore integrated into their catalog the machining of a "home" zirconia and have only develop machining methods increasingly sophisticated.

From a machine tool axes 3 1/2 like that of Hennson in 1985, we moved to a 4-axis then to a 5-axis of Kavo. The working spindles have become extremely powerful and specific axes of displacement around 5 microns.

Machining centers, as we call this type of machine, replaced the small CNC machine tools of 90s. This had a second repercussion: prosthetics manufacturing centers have proliferated and with them, some major actors such as Straumann or GC.

We also saw laboratories, passionate CFAO turn into production centers for themselves and their colleagues.

It is impossible to mention them all but Glildewell California or Rotzaert in Canada are good examples.

A new profession was born among prosthetists, that of CAD / CAM specialist and / or that of manufacturer of frames or caps for his colleagues.

This has not been as good as hoped; benefitting from the transmission of optical impressions taken (scanned) over the Internet, large laboratories, real cities of over 2000 technicians have appeared in Asian countries like China or Viet Nam.

No doubt that these establishments are due to the profit motive but also and above all to two computer elements that have gone unnoticed by non-specialists: the opening of systems and the universal communication language like STL.

It is indeed, in the years 2003-2005, that appeared the first open systems, we should say the first independent components. Until now, you had to have the same brand from the scanner to the machine tools (and even the material).

From this date, it was possible to buy a completely closed system but also a scanner of a brand (e.g.: 3shape) a CAD of another brand (e.g.: Dental Wings) and a machine tools of a third brand (like Roders, Sescoi, or DMG).

The only constraint was (and still remains) to have the perfect communication (compatibility) between the various elements of the chain.

You will probably tell me "and about software?".

I must say that everything was described and discovered by Hennson and software you use today are those that were in the CAD/CAM machines in 1987. Admittedly, the image quality is better and the computer smaller and faster, but everything was there, including, in mid-1995, automatic recognition of dental ridges, margin lines or ... cusps for distort the theoretical teeth in memory.

After this development, very fast when compared to other relatively complex new technologies, CAD / CAM appears today in different forms that it seems interesting to portray quickly.

Components

As in the early days, a CAD / CAM system consists of three perfectly identifiable units:

The measuring system, whose function is to digitize the dental impression so that its coordinates can be introduced and processed by a computer.

It is more of a measuring system than an impression system. These systems, having use mechanical probes (Procera) during a period, only use optical methods hence the name "optical impression".

This element consists of a light source (generally represented by projecting a structured light in the form of dots, lines or grids) and a sensor or "camera" CCD. Behind these components exist units to filter, digitize and structure the data so that they are assimilated by the CAD unit.

It can be endo-oral (Cerec, Lava Cos (Image. 8), Cadent / Itero, IOS, E4D, Hint-els ...) or in the form of a standing drive known as scanner (3 shape, Cynoprod ...).



Image 8: Lac Cos, in 2008

■ A CAD system, processing and designing the prosthesis which has the function of making visible the impression, making it possible to materialize (prototyping) and enabling the operator to build (model) the prosthesis. Supported by a computer workstation of good quality, it contains software for creating all forms of prostheses (depending on the type of device) ranging from inlay to more complex bridges.

Special applications allow the modeling of prostheses or ODF treatments. A remarkable application introduced by Matts Andersson for Nobel Biocare is the surgical assistance, implementation, positioning, modeling and design of the implants in all forms.

A material realization system, real manufacturing unit, which can work by addition (Bego fusion) or subtraction (milling, ultra sound...).

This ranges from the small appliance integrated into the dental practice (Cerec 3D) to the huge industrial machine tools with CNC for large laboratories or manufacturing units (Image. 9).

If there is any size, also we find all degrees of sophistication.

All materials are machinable, more or less quickly (between 5 and 30 minutes per element), with more or less precision (usually below 10 microns).



Image 9: DMG PH 3 | 100 machine.

We must point out that the aesthetic cover must always be performed by the prosthetist and that this characterization, made on CAD elements, is comparable today to traditional systems. This justifies a close connection between the cabinet and the laboratory that decide to use this technology.

These three components are interconnected in different configurations, with a specific computer language (closed system) or universal (open system).

a. We have the "all-in-one" if the three elements come together in one place.

You can multiply any component based on requests received by the dental practice or laboratory.

These systems are generally small (Cercom), medium (Cerec or Bien air) or large (Lava, Everest).

b. We also have remote systems, where the scanner (with or without CAD) is in the laboratory (rarely in the dental practices) and where the manufacturing unit is located in major manufacturing centers (Straumann, Procera ...).

Recently, some laboratories have specialized vis-à-vis their colleagues in ensuring their CAD design and machining, allowing the applicant prosthetist characterizing and finishing the prosthetic piece (Mr. Bousquet in my area).

This configuration limits the investment burden for small laboratories wishing to use the CAD/CAM and integrate the zirconia in the range of their materials.

But to know more about some systems, to no longer be afraid to use them, I encourage you to read the following, written articles, for you, by our colleagues who very often use dental CAD/CAM.

Bibliography

- 1. Attal J. and Tirlet G. : La CFAO, ce qui change pour le praticien. Réalité Clinique, 2009. 20(4) : p. 215-218.
- Duret F.: La CFAO dentaire trente ans après. Profession Chirurgien-Dentiste, 2003.02(2):p. 5-9.
- Duret F., Duret B. and Pelissier B.: CFAO, le Temps des démonstrations. Information dentaire, 2007. 29 : p. 1663-1668.
- Duret F., Duret, B., Pelissier B. : CFAO, Histoire vécue : le Temps des pionniers Information dentaire, 2007. 29 : p. 1659-1663
- 5. Duret, F. : <u>www.francois-duret.com</u>
- Perelmuter S. et Coll. La prothèse céramo-céramique par CFAO.
 Collection Réussir, Ed. Quintessence International, 1, pp 122, 2009.