

Réussir

La prothèse céramo-céramique

par CFAO

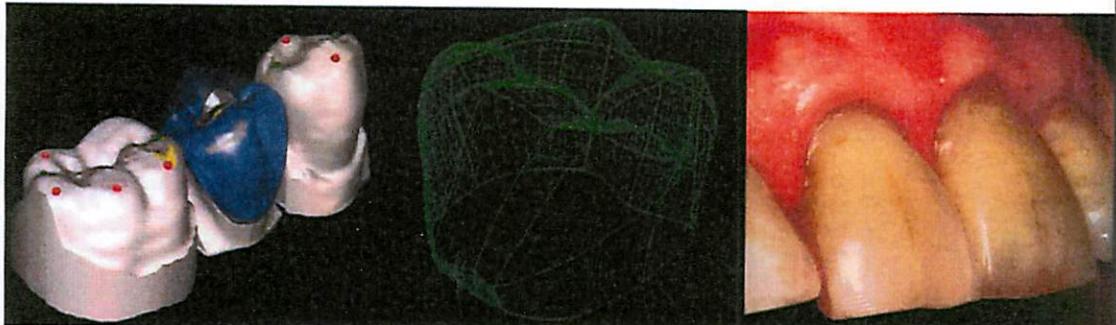
Simon PERELMUTER

François DURET

François LELIÈVRE

Alain LECARDONNEL

Romain CHÉRON



QUINTESSENCE
International

Préface
Christian KNELLESEN



Avant-propos

Le numérique a envahi notre environnement : Internet, téléphonie mobile, GPS, photographie, ordinateur pour la gestion et le traitement de texte.

Dans notre domaine professionnel, la radiographie numérique : rétroalvéolaire, panoramique, 3D... occupe le devant de la scène.

Mais pour ce qui est de la clinique, en attendant la commercialisation de l'empreinte optique, l'opérateur est resté un artisan manuel, et pour l'instant ce ne sont pas les machines qui effectuent les extractions, l'endodontie et les préparations... Tant et si bien que d'aucuns pourraient considérer que rien de notable n'a changé.

Et pourtant, bien que réalisée à l'extérieur du cabinet dentaire, la prothèse s'est profondément transformée du point de vue technologique.

Songeons que la chaîne de fonderie héritée de la Renaissance et réactualisée par TAGART en 1904 constituait jusqu'il y a peu le fondement de l'élaboration en prothèse fixée.

Au laboratoire de prothèse, la CFAO est en évolution constante et accomplit chaque jour de nouvelles performances.

Les innovations se succèdent à un rythme effréné, ce qui a fait dire à certains auteurs que nous vivions une révolution.

Le terme est excessif, car qui dit révolution signifie faire table rase de la situation antérieure. Ce n'est évidemment pas le cas même si au laboratoire beaucoup de choses ont changé, les critères sont restés les mêmes.

Bien que pour l'essentiel les objectifs de la CFAO soient de promouvoir la réalisation d'éléments prothétiques dans une perspective industrielle, il faut porter à son crédit la possibilité d'utiliser des matériaux aux qualités exceptionnelles qui autrement ne pourraient pas l'être comme le titane, l'alumine et la zircone.

Afin d'obtenir une vision élargie du sujet que constitue la prothèse réalisée sur ordinateur, il nous a semblé intéressant de réunir des points de vue différents : Celui de François Duret, qui a été l'initiateur de la CFAO, il y a plus de trente ans, et qui a observé ses évolutions.

Celui de François Lelièvre, ingénieur céramiste qui s'est investi dans l'étude et la réalisation concrète de biomatériaux à usage dentaire.

Celui d'Alain Lecardonnel, assisté de son fils Guillaume, qui a une longue pratique et une grande expérience « des machines ».

Celui de Romain Chéron, qui en suivant une démarche initiée par Michel Degrange apporte un éclairage personnel sur l'adhésion à l'interface dent-céramique.

Celui de Simon Perelmutter qui a suivi l'évolution de la céramique dentaire depuis quarante ans.

Simon Perelmutter

Conception et fabrication des céramiques assistées par ordinateur

François DURET

La CFAO dentaire a vu le jour en France au début des années 70 (1-2-3), mais ce n'est qu'au milieu des années 80 qu'elle a démontré son efficacité en permettant la réalisation des premiers éléments prothétiques scellés en bouche.

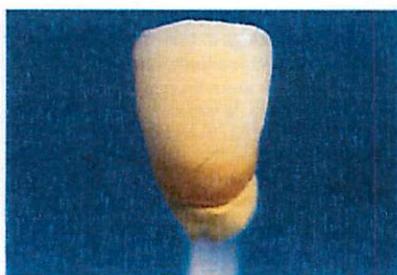
En 1984, utilisant cette même technologie, la collaboration entre la société Desmarquest, le CEA de Grenoble¹ et la société française Hennson à Vienne, a conduit à la réalisation du premier élément connu en zircone (fig 2-1). Mais ce travail n'eut pas de suite immédiate car la société Hennson lui préféra des céramiques plus conventionnelles comme la DICOR® ou l'EMPRESS®, et surtout un composite fibreux multidirectionnel et hétérogène développé avec la société Spad, l'ARISTÉE®.

Une deuxième apparition de l'utilisation de la zircone fut très remarquée à l'IDS de Cologne au début des années 90 : la société Microna a proposé (4) de l'usiner avec son petit appareil pantographique, le « CELAY ». Ce ne fut qu'un succès d'estime malheureusement sans suite (voir l'acquisition au moyen des pantographies) (fig 2-2).

Il fallut attendre le milieu des années 90 et les travaux des sociétés DCS « TITAN » et DEGUSSA « CERCON », pour que débute l'exploitation de la zircone en CFAO.

Degussa est considérée comme la première société à avoir introduit la zircone TZP et le premier logiciel GmhV *Gestion de Modification Homothétique des Volumes*.

La société DMS est sans doute celle qui a proposé au marché dentaire le premier usinage direct de la zircone HIP.



2-1 Jacket céramique usinée en Zirconie TZP, par les sociétés Hennson et Desmarquest (M. Szajner) et transformée en HIP au CEA de Grenoble (dépt. matériaux) en novembre 1984.



2-2 Celay. Ingénieux système préfigurant les pantographies actuels.

1. Le CEA a réalisé les premières « green phases » (pâte crue) pour la dentisterie en novembre et décembre 1984.

Les étapes de fabrication

Les systèmes de CFAO se composent de trois sous unités.
Les unités de prise d'empreinte, de modélisation et d'usinage. Si nous choisissons la zircone TZP, nous devons ajouter un four pour assurer le frittage.

Première étape : module de prise d'empreinte ou acquisition

Il a pour fonction d'enregistrer les contours des préparations, en bouche ou sur modèle, les dents adjacentes et les antagonistes pour l'occlusion.

En général, pour des questions de simplicité, les systèmes opèrent sur des modèles.

Il existe quelques exceptions utilisant des sondes endobuccales. Deux sont notamment connues : le « CEREC en CHAIRSIDE » de SIRONA (5-6-7) et le LAVA COS de 3M Espe (8-9). L'empreinte consiste en un relevé topographique, point par point, organisé en un nuage d'informations et représentant la transposition informatique du modèle.

Le modèle en plâtre est défini par la position des « grains » qui le constitue et qui sont répartis dans l'espace, nous donnant une impression de surface continue.

Le modèle visible sur l'écran de l'ordinateur est lui aussi constitué de points repartis dans l'espace. Le système d'empreinte utilisé par la CFAO, appelé aussi scanner, a pour fonction de les rechercher et de les identifier mathématiquement. Il définit leurs positions spatiales (en x, y et z) et les repositionne à l'écran afin de former la surface continue d'un modèle virtuel. Cette empreinte ou lecture par relevé topographique se fera soit par palpation, soit par empreinte optique.

L'empreinte par palpation

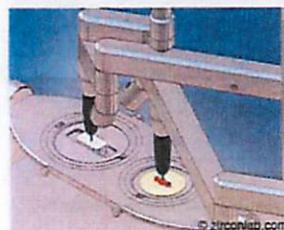
Développée surtout chez NOBEL BIOCARE pour le « PROCERA », elle procède à la lecture du modèle avec l'aide d'un palpeur (10-11).

Le modèle de la préparation est séparé du modèle global et est positionné sur un support effectuant un mouvement de rotation. Le stylet du palpeur descend progressivement de haut en bas pour effectuer la lecture totale de la préparation. Ce relevé s'arrête lorsque le stylet a légèrement dépassé la ligne de finition.

Ces informations sont ensuite adressées à un laboratoire spécialisé et labellisé « NOBEL » pour la modélisation et l'usinage de leur zircone.

Il existe quelques variantes, dont celle inventée par Swinson et adaptée par Mat Anderson pour le Procera, connue sous le nom de « DOUBLE SCANNAGE ». Elle consiste, dans un premier temps, à numériser le modèle représentant la préparation puis, dans un deuxième temps, à faire de même avec l'extrados de la maquette. Les deux images virtuelles obtenues sont superposées par le logiciel de CAO. Cette manière de procéder a pour objectif d'optimiser la forme de la chape de support afin de renforcer la céramique cosmétique.

L'acquisition au moyen des pantographes, comme le CELAY, permet de traiter la zircone. Ces systèmes, en général manuels (à l'exception du 1^{er} Procera), ne sont pas considérés comme des systèmes de CFAO mais comme des systèmes de robotique. Nous y trouvons les systèmes



2-3 Le pantographe ZIRKON ZAHN de E. Steger.

AMANN, SCHUTZ, CERAMIL et surtout ZIRKON ZAHN de E. Steger. Cet appareil, remis constamment à jour depuis plus de 7 ans, permet d'usiner, grâce à son système novateur, toutes sortes de structures prothétiques depuis la simple chape jusqu'aux bridges complets avec conjoncteurs en zircone TZP à contraction constante (12).
www.zirconlab.com (fig 2-3)

L'empreinte optique

Le concept de « balayage » est le même que celui du palpeur mais ce n'est plus une pointe mécanique qui vient toucher le modèle mais un « point lumineux ». Il existe plusieurs méthodes d'empreinte optique :

La lecture peut se faire point à point

Un point lumineux vient balayer la surface du modèle comme le faisait la pointe mécanique du micropalpeur. Cette méthode (GN1 de GC) bien que particulièrement simple (13-14), présente plusieurs inconvénients :

- au regard du temps : plusieurs minutes sont nécessaires pour enregistrer les contours des préparations, puis les dents adjacentes et enfin les dents antagonistes ou le mordu ;
- au regard de la précision : risque de mouvement du modèle durant la lecture.

La lecture peut se faire aussi par ligne

Ce n'est plus un seul point mais un ensemble de points formant une ligne qui vient balayer la surface (voir le ex-PRÉCIDENT (15) de la société BIEN AIR (16) et le CERCON (17) de DEGUSSA). Cette méthode réduit significativement le temps de lecture qui est ramené à quelques dizaines de secondes, mais elle reste encore archaïque au regard des possibilités offertes par la métrologie 3D actuelle. Cela reste malgré tout un bon compromis rapidité/simplicité/coût.

La lecture peut se faire par projection de masque à pas variable

Cette méthode, décrite pour la première fois en 1981 aux USA, est très efficace. Elle a été choisie par la plupart des grands systèmes usinant de la zircone comme l'EVEREST de KAVO, le LAVA de 3M (18-19) version laboratoire ou l'ex-DIGIDENT de GIRRBACH (20) repris par HINT-ELS. Elle est d'une remarquable efficacité par la simplicité de sa mise en œuvre et par la précision qu'elle apporte (fig 2-4).



2-4 Scanner du système LAVA.

La prothèse céramo-céramique par CFAO

Elle consiste à projeter sur le modèle une trame composée de lignes noires et blanches souvent à pas variable, formant une sorte de grille. La combinaison des lectures successives, qui peut atteindre 10 plans différents dans des montages sophistiqués, permet de réaliser une empreinte en quelques secondes avec une précision de 15 à 20 µm pour une résolution de 10 à 15 µm.

La lecture peut se faire par interférométrie en onde cohérente (ou non cohérente)

C'est le raffinement ultime de l'empreinte optique. Elle se retrouve dans les sondes endobuccales de la dernière génération du CEREC, du système LAVA ou du système ITERO (21). Basée sur le concept historique de l'*interférométrie en onde cohérente* qui fut la première méthode utilisée en France dès 1980 (HENNISON), elle est la seule qui peut s'affranchir de la couleur des dents (indépendance totale vis-à-vis de l'albédo) et permettre, grâce à sa rapidité, des vues endobuccales précises et « sans bougé ».

Elle permet de cumuler des images avec un décalage de phase, en moins de 1/20^e de seconde. On peut y ajouter une expression chromatique (CYNOVAD) affinant, optimisant et simplifiant le traitement de l'information en 3 dimensions (22).

De par sa rapidité, c'est la méthode de référence pour la prise de vue endobuccale. Elle sera vraisemblablement la méthode de choix dans les années à venir.

Les méthodes de prise d'empreinte pour la CFAO, qu'elle soit par **palpation** ou **optique** sont totalement indépendantes des étapes suivantes (modélisation et usinage). Il n'existe aucune relation entre le choix du type de modélisation de la maquette prothétique, le matériau usiné et le type de lecture.

Deuxième étape : phase de modélisation

La deuxième étape de la CFAO dentaire, qu'elle soit destinée à la fabrication d'élément en zircone ou non, se fait toujours à l'aide d'un ordinateur et d'un logiciel spécifique, couramment appelé « logiciel de CAO ».

Cette modélisation commence toujours par une étape de traitement d'images, étape indispensable et complètement invisible pour l'utilisateur. Ce traitement consiste à sélectionner les points intéressants parmi ceux qui ont été lus par le système de lecture et qui se présentent sous la forme d'une sorte de « nuage de points ». Elle élimine aussi les informations inutiles ou redondantes. Ce travail minutieux se fait au moyen d'outils mathématiques précis et de filtres d'images très sophistiqués.

Cette opération de traitement terminée, le logiciel construira des surfaces en reliant entre eux les points importants retenus. Progressivement se conduira à l'écran un modèle virtuel ou MPU numérique. C'est ce modèle qui apparaît à l'écran de l'ordinateur comme le modèle en plâtre apparaît lorsque l'on démolit une empreinte en alginate ou en silicone.

C'est un logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur), devenu depuis peu spécifique à la dentisterie, qui permet cette prouesse technologique.

Ces logiciels sont composés de plusieurs niveaux de calcul :

1. Il existe un noyau central très « mathématique », spécifique des sciences et de l'industrie.
2. Sur ce noyau, viennent se « greffer » des logiciels particuliers à la dentisterie, et développés par des équipes associant : informaticiens, prothésistes et dentistes.

Un bon logiciel de CFAO dentaire permet de visualiser la préparation, de la déplacer au gré de l'opérateur sur l'écran à l'aide de la souris et de faire les mêmes gestes (et même beaucoup plus) que ceux qu'il est possible de faire avec de la cire (fig 2-5).

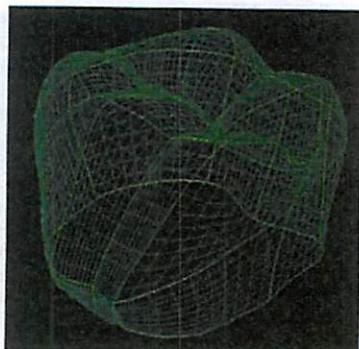
On peut ainsi faire :

- un espace complexe pour le ciment entre la préparation et l'intrados ;
- une épaisseur de coiffe contrôlée et définie ;
- une ligne de finition corrigée ;
- une surface occlusale modifiée, en changeant virtuellement l'orientation des sillons ou la hauteur des cuspides...

Bref tous les gestes qui étaient pratiqués de manière conventionnelle pourront être virtuellement reproduits (fig 2-6).

Certaines fonctions sont même très originales : il est ainsi possible de voir au travers de la future prothèse, de repérer les zones de contre dépouille ou de couper dans tous les sens la couronne ou le bridge sans... les détruire... (fig 2-7).

2-5 CHICAGO MID WINTER représentation d'une couronne 36 type de la CFAO, en surface de Bézier et modélisée par Hennson avec le logiciel Euclid de Matra Datavision. Elle a fait en 1988 la couverture du « Journal of American Dental Association (JADA) ». Réf. : Duret F, Blouin J, Duret B. CAD-CAM in dentistry. Journal of American Association (JADA) 1988 ; 117 : cover & 715-720.



2-6 Les modélisations dites « surfaciques ou volumiques » ont aujourd'hui un rendu proche de la réalité. A l'aide du logiciel de CAO, l'opérateur peut corriger l'espace consacré au matériau de la prothèse et garantir les minimums acceptables pour que la zircone ne risque pas de se fracturer en bouche.



2-7 Modélisation CYNOVAD visualisation par transparence.

Un étage particulier...

Mais qu'est ce qui distingue le plus un logiciel de CAO dentaire classique d'un logiciel spécifiquement dédié aux éléments prothétiques en zircone ?

Cette différence est fondamentale. Elle se trouve au niveau du logiciel de modélisation et est essentiellement mathématique. Sans cette solution apportée par la CFAO dentaire, il serait impossible d'utiliser la zircone en dentisterie. Ceci est vrai qu'il s'agisse des systèmes utilisant des phases d'extension/rétraction comme pour la TZP ou ceux utilisant la HIP qui n'est qu'usinable.

Apparemment rien ne distingue un système de CFAO dentaire travaillant la zircone d'un autre système à l'exception des éléments de calcul contrôlant la dernière étape définissant l'usinage.

Ces logiciels, où se trouve cette spécificité mathématique, sont intermédiaires entre la CAO et la machine-outil. Ils sont appelés logiciels de FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur). Il s'agit de logiciels ayant en charge le calcul des trajets d'outils en fonction du volume et

La prothèse céramo-céramique par CFAO

de la forme de la prothèse modélisée mais aussi de la géométrie des outils utilisés. Par exemple le trajet d'une grosse fraise ronde se déplacera plus loin de la surface à obtenir que le trajet d'une petite fraise ronde.

Pour se faire, le logiciel de FAO calcule une surface, invisible à l'opérateur, parallèle à la surface modélisée en CAO, et espacée du rayon de l'outil. Cette surface reste malgré tout conforme à l'échelle de la préparation en bouche et permet la reproduction d'une couronne parfaitement adaptée au patient.

Or, nous savons que lorsque l'on fritte une céramique zircone TZP ou multiphasique, celle-ci se réduit homothétiquement d'une valeur de 5 à 30 % (suivant les fabricants). Si l'on calculait les trajets d'usinage en fonction des dimensions du modèle de la préparation dentaire, la prothèse résultante, après frittage, serait trop petite. Il faut donc que le logiciel de CAO/FAO crée un modèle virtuel plus volumineux de 5 à 30 % et usine une maquette surdimensionnée en phase préfrittée. Le frittage se chargera de la réduire à la bonne dimension.

Attention : à chaque fabricant correspond une réduction homothétique spécifique. Il ne faut donc pas usiner la TZP d'un fabricant avec le logiciel d'un autre. Vous auriez quelques surprises !

Troisième étape : phase d'usinage

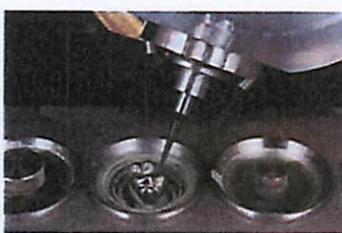
Le protocole est assez semblable, quel que soit le matériau usiné : composites, céramiques traditionnelles, zircomes préfrittées ou « crues », métaux comme le titane et même zircone HIP (malgré quelques petites différences).

Une machine-outil se compose :

- d'un moteur ou broche tournant entre 300 et 200 000 t/min et portant les outils ;
- d'un système de déplacement allant de 3 à 5 axes (5 chez EVEREST DE KAVO) (fig 2-8) ;
- d'un système de lubrification dépendant du matériau travaillé. Cela va de la simple eau savonneuse pour la céramique, aux lubrifiants des plus sophistiqués pour l'usinage des métaux. La projection de ces substances peut être liquide ou gazeuse, en circuit fermé ou ouvert ;
- d'un nombre variable d'outils (ils varient en général entre 2 à 12) souvent changés automatiquement et dont l'usure et la position est contrôlée avant chaque utilisation ;
- de systèmes sophistiqués (résolveurs) de calage et de positionnement des axes déplaçant la broche et/ou la préforme en cours d'usinage.

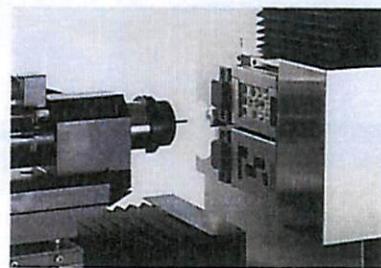
Si on la compare avec les centres d'usinage industriel, une machine-outil de CFAO dentaire n'est pas un outil sophistiqué. Pourtant sa miniaturisation a souvent exigé des trésors d'imagination afin de respecter, dans un volume et un poids limité, une précision d'exécution de quelques dizaines de micron.

Elle doit être bien entretenue car la zircone possède des propriétés particulièrement abrasives qui peuvent très rapidement détériorer les organes mécaniques.



2-8 Broche 5D du système Everest.

La machine assurant l'usinage de la zircone HIP doit être très puissante, et très « industrielle » car ce matériau remarquable est très dur à préparer (fig 2-9).



2-9 Usinage HIP de DCS Précident.

Les méthodes dites par addition ou fusion, par opposition aux méthodes de coupe ou par soustraction dont la firme BEGO (25) est actuellement le leader, ont été récemment introduites sur le marché. N'étant pas encore validées, elles sortent du cadre de cet ouvrage mais il y a de fortes chances de voir se développer ce type d'usinage pour toutes les céramiques dans les années à venir car cette méthode est déjà largement utilisée dans certains domaines industriels...

Le four de frittage

Ce four n'a rien de particulier, si ce n'est son logiciel de traitement. C'est son programme de chauffe et sa capacité à recevoir de nombreux éléments préfrittés qui lui donne une certaine originalité.

Ce programme de chauffe a été conçu pour garantir, quel que soit la taille de l'élément, une réduction homothétique de volume correspondant très exactement à l'augmentation que l'on avait décrite lors de l'usinage (de 5 à 30 % suivant les marques). Ce logiciel de **Gestion de Modification Homothétique des Volumes** (GmhV) contrôle le fonctionnement du four pendant 6 à 9 heures en faisant varier la température (suivant les cas et les marques) de 1 250° à 1 600°.

Le temps de la phase de frittage est donc une phase très longue qu'il ne faut surtout pas oublier d'intégrer dans le temps de réalisation d'une infrastructure en zircone TZP. Ces fours peuvent aussi servir à la caractérisation de la céramique.

La zircone et la CFAO

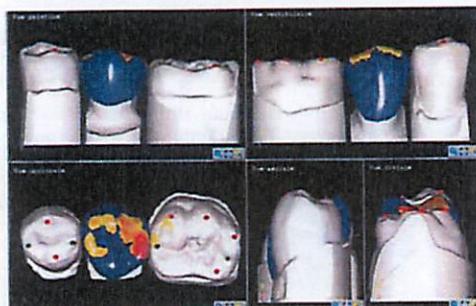
Nous resterons bref car, compte tenu de l'évolution extraordinairement rapide de la CFAO dans le monde dentaire, cet inventaire risque d'être rapidement obsolète.

Pourtant, il nous paraît important de rappeler les systèmes les plus importants parmi les 33 connus à ce jour. Ceci permettra au non-initié de se faire une idée du champ qu'occupent la zircone et la CFAO dans notre environnement professionnel.

Afin de permettre à chaque lecteur de mettre à jour ce document dans les années à venir, nous avons cité pour chaque système, l'adresse du site Web correspondant. Enfin rappelons que pour la CFAO dentaire, plusieurs types d'architecture de système sont en relation avec la zircone :

- les systèmes usinant les différentes formes de Zircone HIP et TZP ;
- les systèmes limités à la HIP ;
- les systèmes limités à la TZP ;
- les systèmes utilisant l'infiltration comme le slip casting (ZIRCONIA®).

Le système CYNOVAD



2-10 Modélisation PRO 50.

Le système CYNOVAD est directement issu du premier système mondial de CFAO dentaire développé en France par HENNSON (Fondée par JP. Hennequin et F. Duret et dirigé par JL. Blouin et G. Deschelette). Après une brève et malheureuse interruption avec SOPHA BIOCONCEPT, en 1995 la société est devenue Canadienne sous le nom de CYNOVAD et a évolué lentement mais sérieusement. Système essentiellement déporté au niveau de l'usinage, elle a adjoint en 2006 une microfraiseuse de type NEO en collaboration avec la firme WIELAND afin d'offrir une option tout en un et pénétrer les laboratoires.

L'empreinte optique se fait par un balayage en interférométrie chromatique qui dure environ 20 secondes (de la société française STILL) ou par un système ingénieux composé de deux caméras mobiles suivant une demie sphère utilisant une lumière structurée (i3 ÉVOLUTION du PRO 50).

À ces appareils d'empreinte optique est associée une modélisation par CAO (NEODESIGN) qui peut commander une machine pour différents matériaux incluant les céramiques dures (OVAMIL C), une machine spécialisée pour la zircone (OVAMIL Z) ou des appareils de prototypage rapide (WAXPRO ET NEOPRINT).

Le logiciel de CAO sur PC est particulièrement esthétique et bien construit. Son utilisation est très professionnelle. Il est possible de disposer d'une fraiseuse au laboratoire ou faire appel via Internet à un centre spécialisé. www.cynovad.com

Le système CERA



2-11 Empreinte CERASYSTEME.

Ce système est entièrement dévolu à la zircone TZP préfrittée (CERA-ZR). Il contient un logiciel CAO/FAO de *Gestion de Modification Homothétique des Volumes* (GmhV) mais oblige à passer par le four « CERA HEAT SINTERING ». L'empreinte optique s'obtient avec un « scanner » à projection par points lasers (environ 2 000 points) couplé à un logiciel de CAO (CERADESIGN). L'usinage est réalisé avec une machine-outil compact (CERASYSTEM MILL). L'ensemble est à la fois esthétique et parfaitement adapté aux laboratoires de prothèses. www.cerasystems.com

Le système EKTON



2-12 Le scanner EKTON.

ETKON a opté pour une solution simple et précise : créer un immense réseau Internet pour réunir les laboratoires et réaliser les prothèses. Le « scannage » et la modélisation sont faits dans le laboratoire alors que l'usinage d'une zircone très pure (ZERION) est fait dans des centres spécialisés.

ETKON est apparu au cours des années 90 et s'est spécialisé dans la production de systèmes « scanner » et logiciel CAO qu'elle a introduit progressivement dans de nombreux laboratoires. Si pendant très longtemps la collaboration technique a été étroite avec DCS, elle est aujourd'hui terminée.

À l'IDS de Cologne en 2007, ETKON a présenté une superbe macrofraiseuse aux dimensions impressionnantes.

Aujourd'hui, c'est un acteur incontournable de la CFAO et de la zircone dans la technologie dentaire.

Le « scanner » ETKOM ES1 est un scanner à ligne proche du DCS Précident.
www.etkonusa.com

Le système CERCON, de DEGUDENT



2-13 « le système CERCON est le seul ensemble remarquablement compact composé de trois éléments regroupés dans un seul appareil. Sur la partie gauche se situe un lecteur optique et dans la partie centrale la machine outils où est usinée une préforme de taille variable en zircone TZP ».

C'est à DEGUSSA que l'on doit le développement d'un appareil spécifiquement destiné aux laboratoires : le CERCON appelé aussi « SMART CERAMICS ». Cette société a été la première à introduire la zircone TZP, en « phase crue » (green phase) accompagnée de l'un des premiers logiciels de *Gestion de Modification Homothétique des Volumes* (GmhV).

Cet appareil compact (CERCON BRAIN) se compose de 3 parties :

- * un centre de lecture par ligne qui balaie la maquette en cire fixée dans un cadre rigide (ce n'est pas la préparation mais la maquette qui est lue, à la différence des systèmes décrits précédemment) ;

La prothèse ceramo-céramique par CFAO

- un petit centre d'usinage, à 3 axes longitudinaux, accolé à la droite du module de lecture et permettant d'usiner rapidement un bloc de zircone TZP (ZIRCONIUM OXIDE BLANK OU CERCONOXID), reconnu par un astucieux lecteur par barre code-barres.
- un four, spécialement conçu pour ce système et sa zircone TZP, le CERCON HEAT (1 350° pendant 8 heures) ayant pour fonction la transformation de la TZP en HIP et autres cuissons de caractérisation.

DEGUDENT a proposé à l'IDS 2007 une solution éclatée reprenant le principe du « scanner » par lecture en ligne classique (Zeno...) (CERCON EYE), pouvant se connecter sur un CERCON BRAIN simplifié. Ce petit « scanner » est capable de lire les modèles, les antagonistes ou les modèles positifs et de construire par modélisation CAO la maquette de la future prothèse (CERCON 3D).

Il existe aujourd'hui une grande modularité dans le système CERCON : d'un système très fermé (CERCON BRAIN 1^{re} génération), il est devenu un système ouvert. Ainsi à partir de l'empreinte effectuée avec le « scanner » du CERCON BRAIN ou du CERCON EYE, il est possible soit d'envoyer l'information à des centres spécialisés d'usinage via Internet, si on dispose de la CAO, soit de passer par des centres de modélisation et d'Usinage sans devoir à travailler sur le modèle. www.cercon-smart-ceramics.com

Le système HINT-ELS



2-14 MOCN de HINT-ELS.

Qui ne connaît A. Goupil et S. Grynfas ne peut prétendre faire partie du monde de la CFAO. Porteurs perspicaces du système DIGIDENT depuis plusieurs années, ces auteurs ont su en tirer la quintessence et communiquer leur expérience.

Le DENTALCAD SYSTÈME DE HINT-ELS se compose :

- d'un « scanner » à projection de franges (masque noir/blanc), à pas variable développé par la FRAUNHOFER INSTITUT, c'est un « scanner » de table qui existe en deux versions en fonction du nombre de caméras utilisées, suivant la précision et la rapidité souhaitées (HISCAN ET HISCANμ). Il existe aussi une version endobuccale en cours de développement :
- d'un logiciel de conception de toute forme de prothèse (HINT-ELS, BASIS) :

- de deux types de machines outil :
 - la HICUT, machine 4 axes à changement d'outil et à contrôle automatique ;
 - la HICUT DMSX, machine 5 axes, plus puissante et plus rapide, destinée aux grands centres d'usinage. Elle dispose en permanence d'une capacité de 30 outils et 30 pré-formes dans le « magasin », avec une calibration automatique en cours d'usinage. Il s'agit d'un véritable centre d'usinage professionnel ;
 - de trois types de zircone :
 - a) la ZIRCONE HIP (B2) à pression isostatique,
 - b) la zircone TZP très dense (18 % de contraction),
 - c) la zircone infiltrée, NANOZIR. www.hintel.com

Le système KATANA de NORITAKE

La société japonaise NORITAKE est très connue dans le monde industriel pour ses machines d'usinage de haute précision. Le nom « KATANA », associé aux sabres des samouraïs, a été choisi pour désigner une microfraiseuse de haute précision.

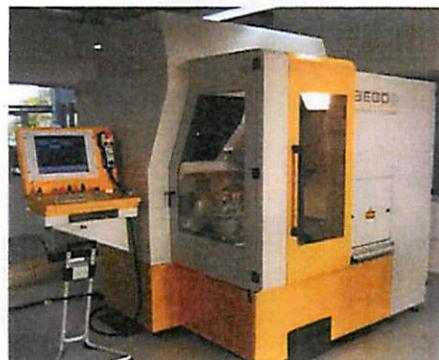
La firme NORITAKE propose des systèmes adaptés aux petits comme aux grands laboratoires.

Nous y retrouvons les modules habituels :

- le « Scannage » par balayage laser sous huit angles différents ;
- le logiciel de modélisation prothétique (chape et infrastructure de bridge) ;
- la machine-outil et son logiciel de FAO (GmhV) ;
- le four NORITAKE CZR.

NORITAKE propose sa propre zircone TZP avec des teintes dans la masse en rapport avec le teintier Vita. www.noritake-dental.co.jp

Le système BEGO



2-15 Machine outil du système BEGO.

La société BEGO existe depuis 120 ans.

Crée par un dentiste le Dr Wilhem, BEGO s'est très tôt intéressée à la CFAO dentaire comme le prouve sa présentation en 1992 du DENTICAD de D. Rekow à l'IDS Cologne.

C'est aussi la première société à avoir proposé un système de fabrication par addition qui fait aujourd'hui référence en la matière.

Ce système est un concept d'usinage délocalisé (à distance).

La prothèse céramo-céramique par CFAO

Le prothésiste dispose d'un appareil d'empreinte optique LE SPEEDSCAN, semblable à celui de CYNOVAD connu sous le nom générique 3SHAPE (www.3shape.com) associant prise de vue stéréoscopique et balayage laser, un logiciel de modélisation très réaliste (SOFT-SHAPE) et une communication à distance avec le centre de fabrication Bego pour l'usinage. Bien que la spécialité de la société BEGO soit la fusion atomique des métaux, la zircone (qui est un métal, rappelons-le) sous toutes ses formes se trouve au catalogue. On dispose ainsi de VITA IN-CERAM ZIRCONIA, de DIGIZON HIP ou de DIGIZON GUN TZP PRE-FRITTEE dans le catalogue des options de réalisation dans le centre spécialisé d'usinage. Le post-frittage se fait aussi à l'usine BEGO et c'est une pièce terminée qui est retournée au laboratoire. www.bego.com



2-16 BEGO Frontal cast.

2-17 BEGO Dental Designer « La société Bego s'est distinguée très rapidement par son choix pour la méthode de réalisation par addition. Si le scanner n'a rien d'original, les modélisations sont d'une grande qualité et la machine-outil, réservée aux grands laboratoires, est très industrielle ».

Le système EVEREST de KAVO



2-18 Système EVEREST.

La société KAVO, dont on connaît la réputation, s'est distinguée en présentant son premier système de CFAO dentaire : l'Everest. Il est issu d'un travail de préparation sérieux et d'une mise sur le marché particulièrement soignée. On n'a pas été déçu, surtout par la très belle machine-outil 5 axes qui est encore aujourd'hui la plus belle du marché.

Le système EVEREST se compose de 4 unités :

- un système d'empreinte optique décliné en deux versions, LE KAVO EVEREST SCAN et LE KAVO EVEREST SCAN-PRO (ce dernier présentant une richesse 4 fois plus importante en pixels, avec la même durée de lecture). Le principe de la projection de masque noir/blanc à pas variable (15 séquences successives) est utilisé par ces appareils ;
- un logiciel de CAO (EVEREST CAD ENERGY) offrant un large éventail de possibilités (de la simple couronne à la coiffe d'implant en passant par les inlays et les bridges) ;
- une très belle machine-outil (KAVO ENGINE). Rétellement en 5 axes (3 translations et 2 rotations) avec changement d'outil et calibration automatique, qui est d'une précision diabolique. La broche, spécialité de KAVO INDUSTRIE, s'échelonne entre 5 000 et 80 000 tours minutes suivant le mode d'usinage choisi ;
- un four de grande qualité (LE THERM) avec des programmes de cuisson qui s'échelonnent entre 7,9 voire 13 heures à 1 510° en fonction des indications.

KAVO propose toute une gamme de zircone à usiner. La zircone préfrittée BIO ZS BLANK qui comporte une « échelle de teinte type Vita », la zircone HIP BIO ZH-BLANK et du Silicato-zirconia BIO-HPC sans contraction à la cuisson. www.kavo.com

Le système PROCERA de NOBEL BIOCARE



2-19 Palpeur PROCERA FORTE.

Un des leaders de la CFAO dentaire depuis que Mat Anderson a proposé le premier centre d'usinage à GOTTEBORG en Suède.

LE PROCERA s'adresse aussi bien aux petits qu'aux grands laboratoires.

Ils doivent être équipés d'un système de lecture mécanique, qui est un palpeur couplé avec un logiciel de CFAO. La pièce est réalisée dans le centre situé à distance et retourné au laboratoire pour émaillage.

Ce système se compose donc d'un palpeur (il en existe deux types, l'un très simple « LE PICCOLO » et un autre plus sophistiqué « LE FORTE »). Ils ont récemment établi un contact avec une société importante d'optique qui devrait aboutir à un scanner d'empreinte optique. Le technicien procède à la lecture du modèle que lui a adressé le chirurgien-dentiste.

Puis l'étape de modélisation est réalisée au laboratoire ou dans un centre spécialisé avec le PROCERA SOFTWARE. La modélisation peut aller de la simple coiffe au bridge important et aux coiffes sur implants (BRANNEMARK oblige !). Les informations numérisées sont transmises par Internet au centre d'usinage.

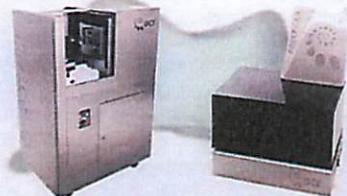
La prothèse céramo-céramique par CFAO

Le centre labellisé par NOBEL BIOCARE, propose des réalisations en différents matériaux. Originellement, il s'agissait du titane (usiné par électroérosion) mais aujourd'hui on trouve la plupart des matériaux, zircone comprise. La zircone « ALLZIRCONE », Oxyde de Zirconium fritté dans le centre de production Nobel, s'est récemment enrichie :

- pour les coiffes opaques : PROCERA CROWN ZIRCONIA 0.4 ;
- pour les coiffes précolorées : PROCERA COLORED ZIRCONIA CROWN.

Le tour de force de NOBEL est de proposer le retour de la pièce usinée en 3 jours maximum. www.nobelbiocare.com

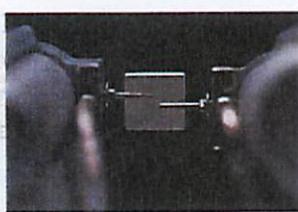
Le système DCS PRECIDENT de SCHREUDER



2-20 « Zircone en place » PRECIMILL.

C'est l'un des plus anciens systèmes connus sur le marché. Il est apparu, à l'IDS de Cologne en 1990. Il fut le premier à proposer une chaîne CFAO complète d'usinage de la zircone HIP. Cette société a été reprise récemment (2007) par Bien Air. Il est muni d'un scanner par ligne « PRECISCAN » qui fonctionne automatiquement et peut traiter simultanément 14 modèles positifs. La société Bien Air a aussi introduit récemment un système de laboratoire compact qui est intermédiaire entre le Cerec inlab et le Cercom de Degussa. Le logiciel de modélisation, très convivial (DENTFORME) a été longtemps le seul à traiter des infrastructures unitaires et plurales mais aussi des éléments implantaires. La machine-outil (PRECIMILL), autorise les changements d'outils automatiques, avec une calibration des axes et une vérification à l'usure de l'outil. Une large gamme de matériaux sous forme de plaques de dimensions variées (par exemple 50 mm x 80 mm). La taille la plus large permet l'usinage de 20 à 30 éléments. Ce système se distingue par un grand choix de matériaux allant de la résine fibrée au verre céramique et aussi de la zircone sous plusieurs formes (IN-CERAM ZIRCONIA OXYDE DE ZIRCONIUM DC ZIRCONE) mais pas de ZIRCONIE PREFRITTEE (TZP). www.dcs-dental.com

Le système SIRONA INLAB



2-21 Système d'usinage CEREC Lab.

LE CEREC est issu des travaux bien connus de W. Moerman et de M. Brandestini.

Le SIRONA existe en plusieurs versions, Cerec 3D pour le cabinet dentaire « chairside », le Cerec « INLAB » réservé au Laboratoire et la version intermédiaire entre le laboratoire et le CHAIR SIDE des cabinets dentaires. Un nouveau scanner est en cours de développement. Le logiciel de modélisation dentaire fonctionne à partir d'images capturées avec un « scanner » sur table (INEOS) qui fait appel à la triangulation laser. La machine-outil, se décline en deux versions, une simple et une typiquement « laboratoire », beaucoup plus rapide.

SIRONA a mis au point une version de zircone, L'INCORIS ZI déclinée en 6 degrés d'intensité (allant de S0 à S5), qui se présentent sous forme de blocs préfrittés. L'usinage est réalisé sur des éléments surdimensionnés et le frittage final aura lieu dans l'enceinte d'un four spécifique. www.sirona.fr/ecomaXL

Le système LAVA de 3M



2-22 Système LAVA de 3M.

Si l'approche de cette grande compagnie dans cette nouvelle technologie s'est faite lentement, elle s'est faite avec panache.

Pendant plusieurs années, surtout grâce à J.A. Sorensen, le système a été éprouvé aux USA avant d'être commercialisé.

Nous y retrouvons les trois étapes essentielles :

- *le système d'empreinte optique* :
 - le Lava system de laboratoire intégrant un scanner « multilayer » à pas variable (LAVAS-CAN ST) ;
 - la première caméra 3D endobuccale dynamique développée conjointement avec BRONTES TECHNOLOGIES (MIT-USA) introduite sur le marché en mai 2008 ;

- *le logiciel de CAO*

Ce logiciel est très perfectionné et offre la possibilité de modéliser les zircons en phase « crue ». LAVA a opté pour une zircone TZP préfrittée et une « IN-CERAM ZIRCONIA (70/30 %) ».

- *la machine-outil à commande numérique*

Le nouveau centre d'usinage « LAVA FORM » est particulièrement performant et permet d'usiner plusieurs éléments en parallèle. Le frittage est effectué dans un four (LAVA THERM), et dure de 6 à 7 heures. www.3mespe.com

La prothèse céramo-céramique par CFAO

Le système WOL-CERAM de WOL-DENT



2-23 Système WOL-CERAM.

La société, fondée par le Dr Wolz, existe depuis plus de 15 ans. Elle s'est spécialisée dans l'automatisation du « SLIP CASTING » (barbotine) de Michael Sadooun, en y incorporant la technique de l'électrophorèse.

Ce système « tout en un » comporte une unité de lecture et une unité de barbotine dans la même enceinte. La polarisation positive du modèle favorise le dépôt en couches successives des particules de céramique chargées négativement.

Il existe deux versions de la machine du Dr Wolf :

- LA WOL-CERAM ELC CAD/CAM 2020, 4 axes, rapide et réalisant tout type de prothèses (y compris les coiffes d'implants) ;
- la version simple, WOL-CERAM « ONE » pour les infrastructures de couronnes et bridges (à 2 axes seulement).

La barbotine est constituée d'IN-CERAM ALUMINA classique ou d'IN-CERAM ZIRCONIA (33/67 %). www.Wolceram.de

Le système ZENO de WIELAND



2-24 ZENO D250.

Cette société a été fondée en 1871 par le chimiste T. Wieland.

Elle propose un système dentaire CFAO composé :

- de deux systèmes de lecture multitechnique de la société 3SHAPES :

- d'un logiciel : ZENO CAD permettant la modélisation et la gestion des trajets d'outils de la fraiseuse ;
- de trois types de machines outils :
 - la ZENO PREMIUM 4820, très industrielle pouvant fonctionner 24 h/24 ;
 - la ZENO 3020, identique mais plus petite et mieux adaptée aux laboratoires de prothèse ;
 - la ZENO 4030 spécifiquement développée pour l'Oxyde de Zirconium.

Quel que soit la machine-outil utilisée, le système informatique permet l'usinage de la zircone HIP ou TZP.

La petite machine ZENO 4030 peut usiner automatiquement jusqu'à 80 éléments en zircone TZP et la grosse machine (ZENO 4820) peut dépasser les 100 pièces dans différents types de matériaux.

L'usinage peut être effectué à distance dans un centre de production WEILAND, ou sur place au laboratoire. www.wieland-dental.com

Le système GN1 de GC



2-25 Système GN1 de GC.

La société GC s'est lancée dans la CFAO en 1993 en réunissant :

- un ingénieur : A. Kikuchi ;
- un spécialiste des matériaux : M. Hirota ;
- et un dentiste : F. Duret, après son départ de Sopha Bioconcept.

Ils ont présenté avec l'assistance de l'université de Sapporo, le premier GN 1 en 1999 à Berlin. GN signifie, GC et NIKON, NIKON étant en charge du développement du capteur et du logiciel de CAO, GC ayant la responsabilité de la machine-outil et du matériau.

Le GC SYSTEM se divise en 3 parties :

- un scanner laser à point, bientôt remplacé par un scanner en lumière structurée ;
- un logiciel très performant traitant tout type de prothèses, avec ou sans les surfaces occlusales ;
- une machine-outil susceptible de fonctionner 24 h/24 qui peut usiner du titane, des résines et tous les types de zircone.

Depuis plus de 15 ans, GC étudie une zircone HIP et une TZP qui lui sont propres.
www.gcdental.com

Conclusion

Parler de CFAO dentaire devient presque banal aujourd'hui. Depuis qu'il a été créé des revues spécifiquement développées pour cette Science et que des congrès entiers lui sont consacrés, nous savons que c'est la CFAO dentaire qui a fait entrer puis a permis à la zircone d'être utilisée en dentisterie. Comme nous le savons, plus de 17 % des prothèses ont été réalisées par CFAO en 2008 et cela représente plus de 30 % du CA dans les laboratoires équipés pour la zircone (soit une multiplication par 3 depuis 2003). Nous avons donc fort à parier que dans les années à venir la CFAO sera de moins en moins chère et de plus en plus utilisée. Même si nous pensons que les matériaux hétérogènes remplaceront les structures homogènes comme la zircone, cette dernière associée aux systèmes de CFAO, qu'elle soit TZP ou HIP, a encore de beaux jours devant elle. Les scanners de laboratoires disparaîtront, l'empreinte se fera en bouche et... la zircone deviendra de plus en plus esthétique.

Bibliographie

1. Duret F, Duret B, Pelissier B. CFAO, le Temps des démonstrations. Information dentaire. 2007 ; 29 : 1663-8.
2. Duret F. La CFAO dentaire d'hier, d'aujourd'hui et de demain : 35 ans d'histoire. Alpha Omega News. 2006 ; 99 (2) : 6-11.
3. Duret F, Duret B, Pelissier B. CFAO, Histoire vécue : le Temps des pionniers. Information dentaire. 2007 ; 29 : 1659-63.
4. Dubs E, Rieser C. Ceramic inlay to full ceramic bridge. Celays News 1995. 1995 (january) : 1-2.
5. Arnetzl G, Pongratz D. Milling Precision and fitting accuracy of Cerec Scan Milled restorations. Int J Comp Dent. 2005 ; 8 (4) : 273-82.
6. Schneider W. No Compromise, The new cerec MC XL and InLab MC XL Milling Machines. Int J Comput Dent. 2007 ; 10 (1) : 119-26.
7. Bauer H, Schneider W. Work in Progress : The Web Postal That brings Together Cerec Users and Inlab Laboratories - Moving Towards the impression-free Dental Pratice. Int J Comput Dent. 2007 ; 10 (1) : 135-7.
8. Suttor D, Hoescheler S, Hauptmann H, Hertlein G, Bunke K. LAVA – the system for All-ceramic ZrO₂ Crown and Bridge Frameworks. Int J Comput Dent. 2001 ; 4 (3) : 195-206.
9. Nguyen M. La CFAO : Le Système Lava. 2^e cycle, UFR Odontologie-Montpellier 1 ; 2008.
10. Samama Y, Ollier J. Système Procera. vol. 1. Paris : Quintessence Int. ; 2002.
11. Heyblom J, Guillaume A. La révolution du CAD CAM. Techn Dent. 2003 ; 200-201 : 5-175.
12. Probst Y. Zirconium... l'art et la manière. Tech Dent. 2007 ; 252 (11) : 26-37.
13. Duret F, Pelissier B, Ogura H. LE GN 1 ou le Dental CadCam de GC. Quintessenz Zahntech. 2001 ; 27 (9) : 1028-33.
14. Hikita K, Uchiyama Y, Liyama K, Duret F. Function and Clinical application of Dental CAD CAM. Int J Comp Dentistry. 2002 ; 5 (1) : 11-23.
15. Fritzsche J. Zirconium Oxide Restorations with the DCS Precident System. Int J Computerized Dentistry. 2003 ; 6 (2) : 193-201.

16. Guillaume A. Bien Air Cad/Cam. Tech Dent. 2008 ; 256 (3) : 37-8.
17. Gehrke P, Dhom G, Brunner J, Wolf D, Degidi M, Piatelli A. Zirconium Implant abutments : Fracture strength and influence of Cyclic loading on retaining-screw loosening. 2006.
18. Miche J. Everest. Dent Tech. 2004 : 49 : 8-14.
19. Elsaghir T. La CFAO : le système Everest. 2^e cycle, UFR Odontologie, Montpellier 1 ; 2008.
20. Goupil A. Hint-Els Dentacad. Dent Tech. 2005 : 53 (1) : 12-24.
21. Reich S. IDS-News : Digital Impression Systems (Cerec, Lava and Hint-Els). Int J Comp Dent. 2007 ; 10 (2) : 195-7.
22. Heyblom J. Pro 50 (dans la révolution CAD/CAM). Tech Dent. 2003 ; 200 (07-08) : 32-33 : 145-7.
23. Arnaud G. Toutes les idées fausses et vraies au sujet de la zircone. Tech Dent. 2008 ; 260-261 : 101-14.
24. Vollmann. The Innovative DeguDent All Ceramic System : Benchmark for Zirconia Processing. Int J Comput Dent. 2004 ; 7 (3) : 279-91.
25. Brandt T, Stahmer B. Zircone BeCe CAD, la transparence en plus... Tech Dent. 2007 ; 243 (2) : 23-30.
26. Abulius R. Zircone colorée pour chapes translucides. Tech Dent. 2008 ; 262 : 30-6.
27. Guillaume A. Le dossier, systèmes centre de production & machines : qui fait quoi ?... Tech Dent. 2008 ; 260-261 : 25-38.
28. Guillaume A. Centre de Production : une véritable éclosion. Tech Dent. 2008 ; 260-261 : 131-43.
29. Légeron A. Etkon, ce système est adapté à la notion de volume. Tech Dent. 2008 ; 260-261 : 95.
30. Gobert B. Wolceram. Tech Dent. 2003 ; 200 (07-08) : 137-9.
31. Reinhagen J. Is Zirconium dioxide biocompatible. Wieland direct 2008, www.wieland-dental.de (1) : 1-7.
32. Duret F, Duret B, Pelissier B. CFAO, Futur prometteur. Information dentaire. 2007 ; 29 : 1704-12.
33. Guillaume A. CAD/CAM, Qui, Que, quand... Tech Dent. 2008 ; 260-261 : 14-22.
34. Chaix O. Un rendez-vous plein de promesses et des systèmes de plus en plus finalisés et évolutifs : ARIA 2008. Tech Dent. 2008 ; 262 : 9-15.

The all-ceramic prosthesis by CAD / CAM

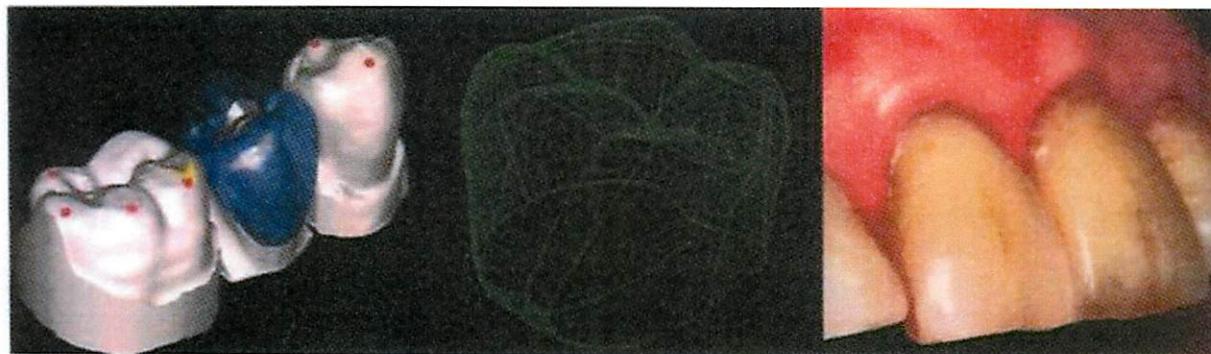
Simon PERELMUTER

François DURET

François LELIEVRE

Alain LECARDONNEL

Romain CHERON



Preface

Christian KNELLESEN

Introduction

Digital technology has invaded our environment: Internet, mobile phones, GPS, photography, computer management and word processing. In our professional field, digital radiography: alveolar retro, panoramic, 3D ... occupies center stage.

But as for the clinic, while waiting for the commercialization of the optical impression, the operator remained a manual craftsman, and for now it is not the machines that perform extractions, endodontics and preparations ... So much so that some might consider that nothing significant has changed.

And yet, although performed outside the dental office, the prosthesis has deeply changed from the technological point of view. Let us remember that the foundry chain inherited from the Renaissance and updated by TAGART in 1904 was until recently the foundation for the development of a fixed prosthesis. In the prosthetic laboratory, CAD / CAM is constantly evolving and fulfilling new performances every day.

The innovations are occurring at a frenetic pace, which has led some authors to say that we might live a revolution. The term is excessive, because revolution means to wipe the slate clean of the previous situation. This is obviously not the case even though in the laboratory many things have changed, the criteria have remained the same. Although the main purpose of CAD / CAM is to promote the production of prosthetic elements in an industrial perspective, it can take some credit for using materials with exceptional qualities which otherwise could not be such as titanium, alumina and zirconia.

In order to obtain an expanded view on the topic of the computer-made prosthesis, it seemed interesting to gather different points of view: that of François Duret, who was the initiator of CAD / CAM more than thirty years ago, and who observed its evolutions; that of de François Lelièvre, ceramic engineer who has invested in the study and the concrete realization of dental biomaterials. Also that of Alain Lecardonnel, that of Alain, assisted by his son Guillaume, who has a long practice and extensive experience in "machines". Romain Chéron's, following an approach initiated by Michel Degrange, brings a personal light on the adhesion to the tooth-ceramic interface. And that of Simon Perelmutter who has followed the evolution of dental ceramics for forty years.

Simon Perelmutter

Design and manufacture of computer-aided ceramics

François DURET

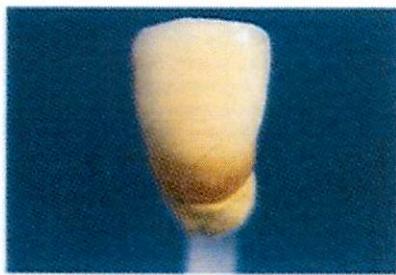
Dental CAD CAM was born in France in the early 70's ([1-2-3](#)), but it was not until mid-80s it has demonstrated its effectiveness by allowing the production of the first prosthetic elements sealed in the mouth.

In 1984, using the same technology, the collaboration between the Desmarquest Company, the CEA of Grenoble and the French Hennson Company in Vienna, led to the realization of the first known element in zirconia ([Fig. 2-1](#)). But this work had no immediate result because the Hennson Company preferred more conventional ceramics such as DICOR® or I'EMPRESS®, especially multidirectional and heterogeneous fiber composite developed with Spad Company, ARISTÉE®.

A second very remarkable demonstration of the use of zirconia was performed at IDS in Cologne in the early 90: the Microna Company proposed ([4](#)) to machine it with its small pantographic apparatus, the "CELAY". Unfortunately it was only a critical success without continuation (see the acquisition with pantographs) ([Fig. 2-2](#)).

It was not until the mid-90s and the work of the companies DCS/"TITAN" and DEGUSSA/"CERCON" that begins exploitation of zirconia in CAD / CAM.

Dégussa is considered to be the first company to introduce TZP zirconia and the first GmhV Homothetic Volume Modification Management software. Undoubtedly, DMS is the company that proposed the first direct machining of HIP zirconia to the dental market.



2-1 Machined ceramic Zirconia TZP jacket, by the companies Hennson and Desmarquest (M. Szajner) and transformed into HIP at CEA of Grenoble (Materials Dept) in November 1984.



2-2 Celay. Ingenious system prefiguring the current pantographs.

Manufacturing steps

CAD / CAM systems consist of three sub-units: impression, modeling and machining units. If we choose zirconia TZP, we have to add an oven for sintering.

First step: impression taking or acquisition module

Its function is to record the outlines of the preparations in the mouth or on model, the adjacent teeth and antagonists for occlusion.

In general, for simplicity's sake, the systems operate on models. There are some exceptions using intra-oral probes. Two are well known: the "CEREC CHAIRSIDE" SIRONA ([5-6-7](#)) and LAVA COS from 3M Espe ([8-9](#)). The impression consists of a topographical survey, point by point, organized in a cloud of data information and representing the digital transposition of the model.

The plaster model is defined by the position of the "grains" constituting it and which are distributed in space, giving us an impression of continuous surface.

The visible model on the computer screen is also composed of points distributed in space. The impression system used by CAD / CAM, also called scanner, has the function of searching for and identifying them mathematically. It defines their spatial positions (in x, y and z) and reposition them on the screen to form the continuous surface of a virtual model. This impression or reading by topographic survey will be done by palpation or by optical impression.

Impression by palpation

Especially developed at NOBEL BIOCARE for the "PROCERA", it proceeds to read the model with the help of a probe (10-11).

The model of the preparation is separated from the global model and is positioned on a carrier performing a rotational movement. The stylus of the probe gradually descends from top to bottom to perform the total reading of the preparation. This scan stops when the stylus is slightly over the finishing line. Then, this information is sent to a specialized labeled "NOBEL" laboratory for the modelling and machining of their zirconia.

There are some variants, including the one invented by Swinson and adapted by Mat Anderson for the Procera, known as "**DOUBLE SCANNING**". First of all, it consists in digitizing the model representing the preparation and then, in a second step, in doing the same with the extrados of the model. The two virtual images are superimposed by the CAD software. This way of proceeding aims to optimize the shape of the holding coping to strengthen the cosmetic ceramics.

The acquisition using pantographs, such as CELAY, makes it possible to treat zirconia. These systems, generally manual (Except the first of Procera), are not considered as CAD / CAM systems but as robotic systems. Here we find the AMANN, SCHUTZ, CERAMIL and especially ZIRKON ZAHN systems by E. Steger.



2-3 The ZIRKON ZAHN pantograph by E. Steger.

This device, constantly updated for more than 7 years, allows the machining of all kinds of prosthetic structures from simple coping to complete bridges using TZP zirconia connectors with constant contraction thanks to its innovative system (12). www.zirconlab.com (Fig. 2-3).

Digital impression

The concept of "reading" is the same as that of the probe but it is no longer a mechanical spike that touches the model but a "point of light". There are several methods of optical impression:

Reading can be done point to point

A luminous point comes across the surface of the model as did the mechanical pick of the micro probe. This method (GNI GC) although particularly simple (13-14), has several disadvantages:

- In terms of time: it takes several minutes to record the contours of the preparations, then the adjacent teeth and finally the opposing teeth or the bite;
- In terms of accuracy: risk of model movement during reading.

Reading can also be done by line

It is no longer a single point but a set of points forming a line that comes across the surface (see the former PRÉCIDENT (15) of the company BIEN AIR (16) and the CERCON (17) of DEGUSSA).

This method significantly reduces the playing time is reduced to a few tens of seconds, but it is still archaic in light of the opportunities the current 3D metrology. This is still a good compromise speed / simplicity / cost.

Reading can be done by mask projection with variable pitch

This method, first described in 1981 in the US, is very effective. It has been chosen by most major zirconia systems such as KAVO's EVEREST, 3M LAVA ([18-19](#)) laboratory version or the ex-DIGIDENT of GIRR BACH ([20](#)) taken over by HINT-ELS. It is remarkably effective for the simplicity of its implementation and the precision it brings ([Fig. 2-4](#)).



2-4 LAVA System Scanner.

It consists in projecting on the model a frame composed of black and white lines often with variable pitch, forming a kind of grid. The combination of successive readings, which can reach 10 different shots in sophisticated montages, allows to make an impression in a few seconds with an accuracy of 15 to 20 µm for a resolution of 10 to 15 µm.

Reading can be done by coherent wave interferometry (or non-coherent)

This is the ultimate refinement of the optical impression. This is found in the latest-generation CEREC, LAVA or ITERO ([21](#)) end-of-body soundings. Based on the historical concept of coherent wave interferometry, which was the first method used in France in 1980 (HENNISON), it is the only one who can overcome the color of the teeth (total independence vis-à-vis the albedo) and allow, thanks to its speed, accurate endo buccal views and "without moving". It makes it possible to accumulate images with a phase shift, in less than 1/20th of a second. We can add a chromatic expression (CYNOVAD) that refines, optimizes and simplifies the processing of information in 3 dimensions ([22](#)).

Because of its speed, it is the reference method for the endo buccal shooting. It will likely be the method of choice in the coming years. Impression methods for CAD / CAM, whether by palpation or optical, are completely independent of the following steps (modelling and machining). There is no relation between the choice of the type of modeling of the prosthetic model, the machined material and the type of reading.

Second step: modelling phase

The second step of dental CAD / CAM, whether it is intended for the manufacture of zirconia element or not, is always performed using a computer and specific software, commonly called "CAD software". This modeling always starts with an image processing step, indispensable step and completely invisible for the user. This treatment consists in selecting the points of interest among those that have been read by the reading system and which are in the form of a kind of "cloud of points". It also eliminates unnecessary or redundant information. This meticulous work is done using precise mathematical tools and very sophisticated image filters.

When this processing operation is complete, the software will build surfaces by connecting the important points between them. Gradually, a virtual model or digital MPU will occur on the screen. It is this model that appears on the computer screen as the plaster model appears when removing an alginate or silicone impression. It is a CAD software (Computer Aided Design), which has recently become specific to dentistry, which allows this technological feat. These programs are composed of several levels of calculation:

1. There is a very 'mathematical' central core, specific to science and industry.
2. In this core, "software" specific to dentistry are added, and developed by teams that combine: computer scientists, prosthodontists and dentists.

A good dental CAD / CAM software allows to visualize the preparation, to move it at the discretion of the operator on the screen using the mouse and do the same actions (and even much more) than those that can be done with wax casting ([Fig. 2-5](#)).

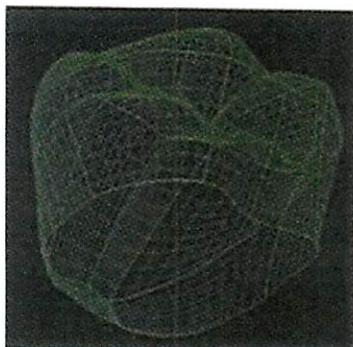
We can thus do:

- A complex space for the sealing cement between the preparation and the intrados;
- A controlled and defined coping thickness;
- A corrected finishing line;
- A modified occlusal surface, virtually changing the orientation of the grooves or the height of the cusps...

In short, all the gestures that were practiced conventionally, could be virtually reproduced ([Fig. 2-6](#)). Some functions are even very original: it is thus possible to see through the future prosthesis, to identify areas of undercutting or to cut the crown or the bridge in all directions without ... destroying them ... ([Fig. 2-7](#)).

2-5 Representation of a 36 type CAD / CAM crown, on the surface of Bézier and modeled by Hennson with Euclid Matra Datavision software. In 1988, it was on the cover of the "Journal of the American Dental Association" (JADA).

Ref.: Duret F, Blouin J, Duret B. CAD-CAM in dentistry. Journal of American Association (JADA)
1988; 117: Cover & 715-720.



2-6 The so-called "surface or volume" modellings are today close to reality. Using CAD software, the operator can correct the space devoted to the prosthesis material and guarantee the minimum acceptable so that the zirconia will not fracture in mouth.



2-7 CNOVAD Modelling, visualization by transparency.

A particular step...

But what most distinguishes a conventional dental CAD software of a dedicated software for prosthetic elements zirconia?

This difference is fundamental. It is located at the modelling software and is essentially mathematical. Without this solution provided by dental CAD / CAM, it would be impossible to use zirconia in dentistry. This is so true whether using systems using extension / retraction phases as for the TZP or those using the *HIP which is only usable*.

Apparently, nothing distinguishes a dental CAD / CAM system working zirconia from another system, except the controlling computational elements of the last step defining the machining.

These programs, where this mathematical specificity is, are intermediate between CAD / CAM and the machine-tool. They are called CAM (Computer Aided Manufacturing) software. This is software that support the calculation of tool paths based on the volume and shape of the modeled prosthesis, but also the geometry of the tools used.

For example, the path of a large round bur (milling cutter) will move farther from the surface to be achieved than the path of a small round bur.

To do so, the CAM software calculates a surface, invisible to the operator parallel to the CAD modeled surface and spaced from the tool radius. This surface is still consistent with the scale of the preparation in the mouth and allows the reproduction of a crown perfectly adapted to the patient.

However, we know that when sintering a TZP or multiphasic zirconia ceramic, it is homothetically reduced of 5 to 30% (depending on the manufacturers). If one calculated the machining paths according to the dimensions of the model of the dental preparation, the resulting prosthesis, after sintering, would be too small. The CAD / CAM software must therefore create a virtual model larger of 5 to 30% and produce an oversized mockup in the pre-sintered phase. Sintering will take care of reducing it to the correct size.

Attention: each manufacturer has a specific homothetic reduction. So do not machine the TZP from one manufacturer with the software of another. You will see some surprises!

Third step: Machining phase

The protocol is quite similar, regardless of the machined material: composites, traditional ceramics, pre-sintered or "raw" zirconia, metals such as titanium and even HIP zirconia (despite some small differences).

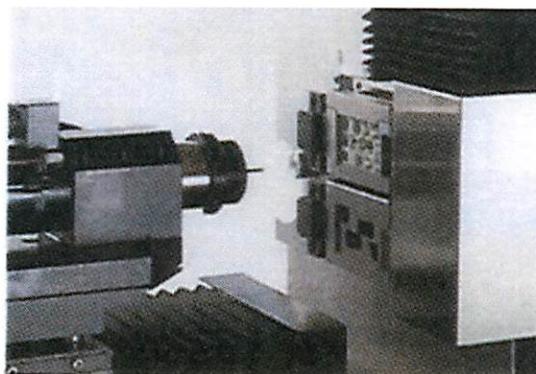
A machine tool consists of:

- An engine or spindle, running between 300 and 200 000 rpm and carrying the tools;
- A displacement system ranging from 3 to 5 axes (5 axes at EVEREST of KAVO) ([Fig. 2-8](#));
- A lubrication system according to the material worked. This ranges from simple soapy water for ceramics, to the most sophisticated lubricants for metal machining. The projection of these substances can be liquid or gaseous, in closed or open circuit;
- Variable number of tools (typically from 2 to 12) often automatically changed and whose wear and position is checked before each use;
- Sophisticated systems (resolvers) for setting and positioning the axes, moving the spindle and / or the pre-form during machining.

When compared to industrial machining centers, a dental CAD / CAM machine tool is not a sophisticated tool. Yet its miniaturization has often required treasures of imagination to meet a precision of execution of a few tens of microns, in a volume and a limited weight. It must be well maintained because zirconia has particularly abrasive properties that can rapidly deteriorate the mechanical parts.



[2-8](#) 5D pin of the Everest system.



[2-9](#) DCS Precedent HIP machining.

Methods known by addition or melting, as opposed to cutting or subtraction methods whose firm BEGO (25) is currently the leader, have recently been introduced on the market. Not yet validated, they are beyond the scope of this book but there are strong chances of developing this type of machining for all ceramics in the coming years because this method is already widely used in some industrial areas...

The sintering oven

This oven is nothing special, except its processing software. It is its heating program and its ability to receive many pre-sintered elements that gives it a certain originality. This heating program is designed to ensure, whatever the size of the element, a homothetic reduction volume corresponding exactly to the increase which had been described during machining (5 to 30% depending marks). This **Homothetic Volume Modification Management Software** (GmhV) controls the operation of the oven for 6 to 9 hours by varying the temperature (depending on the case and the marks) from 1250° to 1600°.

The time of the sintering phase is therefore a very long phase that we must not forget to integrate in the time of realization of a zirconia infrastructure TZP. These ovens can also be used for the characterization of ceramics.

Zirconia and CAD / CAM

We will remain brief because, given the extraordinarily rapid evolution of CAD / CAM in the dental world, this inventory may soon be obsolete.

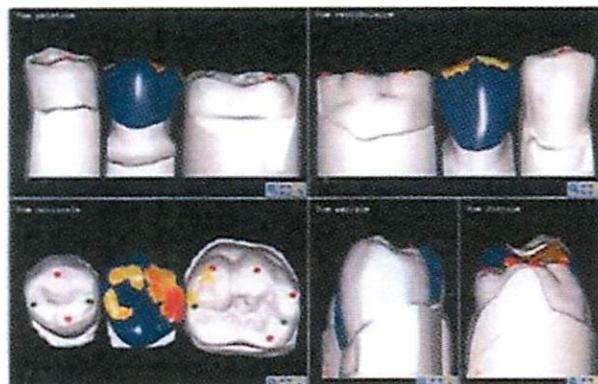
However, it seems important to recall the most important systems among the 33 known to date. This will allow the uninitiated to get an idea of the field occupied by zirconia and CAD / CAM in our professional environment.

In order to allow each reader to update this document in the coming years, we have listed for each system the address of the corresponding website. Finally remember that for dental CADCAM, several types of system architecture are related zirconia:

- Systems machining the different forms of Zirconia HIP and TZP;
- Systems limited to HIP;
- Systems limited to TZP;
- Systems using infiltration as slip casting (ZIRCONIA®).

CYNOVAD system

2-10 PRO 50 modelling.



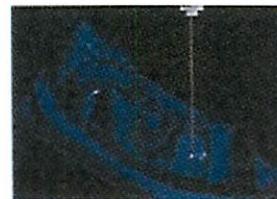
The CYNOVAD system comes directly from the world's first dental CAD / CAM system developed in France by HENNSON (founded by JP Hennequin and F. Duret and directed by JL Blouin and G. Deschelette). After a brief and unfortunate interruption with SOPHA BIOCONCEPT, in 1995 the company became Canadian under the name of CYNOVAD and evolved slowly but seriously. Essentially remote system at the level of machining, it was added, in 2006, a 'NEO' type micro milling machine, in collaboration with the WIELAND company to offer an all-in-one option and enter the laboratories.

The optical impression is performed by a scanning in chromatic interferometry which lasts about 20 seconds (from the French company STILL) or by an ingenious system composed of two moving cameras following a half sphere using a structured light (i3 EVOLUTION of the PRO 50).

To these optical impression devices, is associated a modelling by CAD (NEODESIGN) which can control a machine for different materials including hard ceramics (OVAMILL C), a specialized machine for zirconia (OVAMILL Z) or rapid prototyping devices (WAXPRO AND NEOPRINT).

Computer CAD software is particularly aesthetic and well-constructed. Its use is very professional. It is possible to have a milling machine in the laboratory or to call a specialized center via the Internet. www.cynovad.com

CERA system



2-11 CERASYSTEME impression

This system is entirely dedicated to pre-sintered TZP zirconia (CERA-ZR). It contains Homothetic Modification Management (GmhV) CAD / CAM software but requires to go through the "CERA HEAT SINTERING" oven. The optical impression is obtained with a laser dot projection "scanner" (about 2000 points) coupled with a CAD software (CERADESIGN). The machining is performed with a compact machine-tool (CERASYSTEM MILL). The set is both aesthetic and ideal for prosthetic laboratories. www.cerasystems.com

EKTON system



2-12 EKTON scanner

ETKON has opted for a simple and precise solution: to create a huge Internet network to bring together laboratories and manufacture prostheses. The "scanning" and modeling are made in the laboratory while machining a very pure zirconia (Zerion) is done in specialized centers.

ETKON appeared in the 90s and specialized in the production of scanner systems and CAD software that were gradually introduced in many laboratories. If for a very long time, technical collaboration was close with DCS, it is now over. At the IDS in Cologne in 2007, ETKON presented a superb macro milling machine with impressive dimensions.

Today, it is a key player in CAD / CAM and in dental technology zirconia.

The ETKOM ES1 "scanner" is a line scanner close to the DCS Précident. www.etkonusa.com

CERCON system of DEGUDENT

2-13 the CERCON system is the only remarkably compact package consisting of three elements in a single unit.

On the left side is an optical reader and in the central part the machine-tools where is machined a pre-form of variable size in TZP zirconia



We owe to the company DEGUSSA, the development of a device specifically intended for laboratories: the CERCON also called "SMART CERAMICS".

This company was the first to introduce TZP zirconia, in "green phase" accompanied by one of the first Homothetic Modification Management Software (GmhV).

This compact device (CERCON BRAIN) consists of three parts:

- A line reading center that scans the wax model fixed in a rigid frame (it is not the preparation but the model that is read, unlike the systems described above);
- A small machining center, with 3 longitudinal axes, attached to the right side of the reading module and allowing to quickly machine a block of TZP zirconia (ZIRCONIUM OXIDE BLANK OR CERCONOXID), recognized by a clever barcode reader.
- An oven, specially designed for this system, and its zirconia TZP, the CERCON HEAT (1350 ° for 8 hours) whose function is the transformation of the TZP into HIP and other characterization cooking.

DEGUDENT has proposed, at IDS 2007, a fragmented solution using the principle of "scanner" by classical online reading (Zeno ...) (CERCON EYE), which can connect to a simplified CERCON BRAIN. This small "scanner" is able to read the models, the antagonists or the positive models and, by CAD modeling, to build the model of the future prosthesis (CERCON 3D).

There is today a great modularity in the CERCON system: from a quite closed system (CERCON BRAIN 1st generation), it has become an open system. Thus from the impression made with the CERCON BRAIN or CERCON EYE "scanner", it is possible either to send the information, via Internet, to specialized machining centers, if one has the CAD, or to go through modeling and machining centers without having to work on the model. www.cercon-smart-ceramics.com

HINT-ELS system

2-14 MOCN of HINT-ELS.



Who does not know A. Goupil and S. Grynfas cannot claim to be part of the world of CAD / CAM. Insightful bearing elements of the DIGIDENT system for several years, these authors have been able to draw the quintessence and communicate their experience.

The DENTALCAD SYSTEM OF HINT-ELS consists of:

- A "scanner" with latticed light projection (mask black / white), with variable pitch developed by the FRAUNHOFER INSTITUE, it is a "scanner" of table that exists in two versions in function of the number of cameras used, according to the desired accuracy and speed (HISCAN AND HISCANp). There is also an oral endo version under development;
- A design software for any form of prosthesis (HINT-ELS, BASIS);
- Two types of machines-tools:
 - The HICUT, a 4-axis machine with tool change and automatic control;
 - The HICUT DMSX, a 5-axis machine, more powerful and faster, for large machining centers. It permanently has a capacity of 30 tools and 30 preforms in the "warehouse", with an automatic calibration during machining. It is a true professional machining center;
 -
- Three types of zirconia:
 - a) The HIP ZIRCONIA (B2) with isostatic pressure,
 - b) A very dense TZP zirconia (18% contraction),
 - c) The infiltrated zirconia, NANOZIR. www.hintel.com.

KATANA system of NORITAKE

The Japanese company NORITAKE is well known in the industrial world for its high precision machining machines. The name "KATANA", associated with samurai swords, was chosen to designate a high precision milling machine. NORITAKE offers systems adapted to small and large laboratories.

We find there the usual modules:

- The "scan" by laser scanning from eight different angles;
- The prosthetic modeling software (coping and bridge framework);
- the machine-tool and its CAM software (GmhV),
- The NORITAKE CZR oven.

NORITAKE offers its own TZP process-dyed zirconia in connection with the Vita shade guide. www.noritake-dental.co.jp

BEGO system

2-15 BEGO system machine-tool.



The BEGO Company has existed for 120 years.

Created by a dentist Dr. Wilhem, BEGO was early interested in dental CAD / CAM, as evidenced by its 1992 presentation of D. Rekow's DENTICAD at IDS Cologne.

It is also the first company to have proposed an addition-based manufacturing system that, today, serves as a benchmark on the subject. This system is a delocalized (remote) machining concept.

The dental technician has an optical impression device LE SPEEDSCAN, similar to that of CYNOVAD known as the 3SHAPE generic name (www.3shape.com), combining stereoscopic shooting and laser scanning, a very realistic modeling software (SOFTSHAPE) and remote communication with the Bego manufacturing center for machining.

Although the main interest of the BEGO company is the atomic melting of metals, zirconia (which is a metal, let's remember it) in all its forms can be found in the catalog. VITA IN-CERAM ZIRCONIA, DIGEON HIP or PRE-SINTERED DIGIZON GUN TZP are available in the catalog of production options in the specialized machining center. The post-sintering is also done at the BEGO factory and it is a finished part that is returned to the laboratory. www.bego.com



2-16 BEGO Frontal cast.

2-17 BEGO Dental Designer "The company Bego distinguished itself very quickly by its choice for the method of realization by addition. If the scanner is not original, models are of high quality and the machine tool, reserved for large laboratories, is very industrial".

EVEREST system of KAVO

2-18 EVEREST System.



The company KAVO, whose reputation is well known, has distinguished itself by presenting its first dental CAD / CAM system: Everest. It comes from a serious preparation work and a particularly careful marketing. We were not disappointed, especially with the beautiful 5-axis machine tool that is still the most beautiful on the market today.

The EVEREST system consists of 4 units:

- An optical impression system available in two versions, the KAVO EVEREST SCAN and the KAVO EVEREST SCAN-PRO (the latter having a pixel richness 4 times greater, with the same playing time). The principle of the black/white mask variable pitch projection (15 successive sequences) is used by these devices;
- A CAD software (EVEREST CAD ENERGY) offering a large selection of possibilities (from simple crowns to implant caps to inlays and bridges);
- A finest machine tool (KAVO ENGINE). Actually 5-axis (3 translations and 2 rotations) with tool change and automatic calibration, which is diabolically accurate. The spindle, KAVO INDUSTRIE specialty, ranges from 5,000 to 80,000 rpm depending on the selected machining mode;
- A high quality oven (The THERM) with cooking programs that range from 7, 9 or 13 hours at 1510° depending on the indications.

KAVO offers a whole range of zirconia to be machined. BIO ZS-BLANK pre-sintered zirconia with "Vita shade scale", BIO ZH-BLANK HIP zirconia and BIO-HPC Silicon zirconia without firing shrinkage. www.kavo.com

PROCERA system of NOBEL BIOCARE

2-19 PROCERA FORTE probe



One of the dental CAD/CAM leaders since Mat Anderson proposed the first machining center at GOTTEBORG in Sweden. The PROCERA is aimed at both small and large laboratories.

They must be equipped with a mechanical reading system, which is a probe coupled with CAD / CAM software. The part is made in the remote center and returned to the laboratory for enameling.

This system therefore consists of a probe (there are two types, one very simple "The PICCOLO" and another more sophisticated "The FORTE"). They have recently made contact with a major optical company that is expected to result in an optical impression scanner. The technician proceeds to read the model sent to him by the dentist.

Then the modeling step is performed in the laboratory or in a specialized center with PROCERA SOFTWARE. Modeling can range from the simple cap to the large bridge and implant caps (That's BRANEMARK!). The scanned information is transmitted over the Internet to machining center.

The center accredited by NOBEL BIOCARE offers achievements in different materials. Originally, it was titanium (machined by electro erosion) but today we find most of the materials, zirconia included.

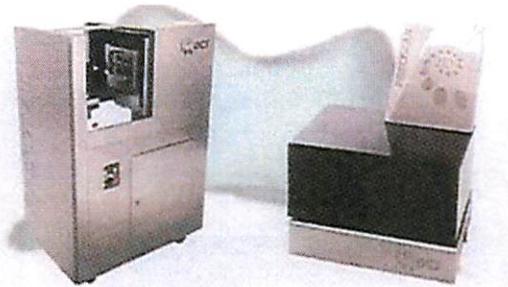
Zirconia "ALLZIRCONE", Sintered Zirconium Oxide in the Nobel production center, has recently been enriched:

- For opaque caps: PROCERA CROWN ZIRCONIA 0.4;
- For pre-colored caps: PROCERA COLORED ZIRCONIA CROWN.

The challenge of NOBEL is to propose the return of the machined part in 3 days maximum. www.nobelbiocare.com

DCS PRECIDENT system of SCHREUDER

2-20 "Zirconia in place" PRECIMILL



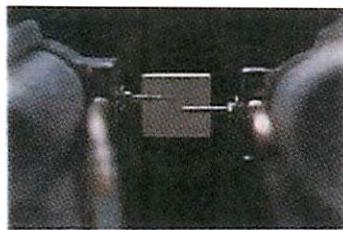
This is one of the oldest systems known on the market. This emerged at the IDS in Cologne in 1990. It was the first to propose a complete chain CAM machining of the HIP zirconia. This company was recently taken over (2007) by Bien Air.

It is provided with a line scanner "PRECISCAN" that operates automatically and can simultaneously process 14 positive models. The Bien Air Company has also recently introduced a compact laboratory system that is intermediate between the Cerec inlab and Cercom Degussa. The modeling software, very friendly, (DENTFORME) has long been the only one dealing with unit and multiple infrastructure but also implant elements.

The machine tool (PRECIMILL) allows automatic tool changes, with axis calibration and tool wear verification. A wide range of materials in the form of various sized plates (e.g., 50 mm x 80 mm). The widest size allows the machining of 20 to 30 elements. This system is distinguished by a large choice of materials ranging from fiber-reinforced resin to glass-ceramics and also several forms of zirconia (IN-CERAM ZIRCONIA, ZIRCONIUM OXIDE, DC ZIRCONE) but not PRE-SINTERED ZIRCONE (TZP). www.dcs-dental.com

SIRONA INLAB system

2-21 CEREC Lab. machining system.



CEREC is based on the well-known works of W. Moerman and M. Brandestini.

The SIRONA is available in several versions, Cerec 3D for the dental practice "chairside", the Cerec "INLAB" reserved for the Laboratory and the intermediate version: between the laboratory and the "CHAIRSIDE" of the dental practices. A new scanner is under development. The dental modelling software works from images digitalized with an on table "scanner" (INEOS) that uses laser triangulation. The machine-tool is available in two versions, a simple and a typically "laboratory" much faster.

SIRONA has developed a zirconia version, the INCORIS ZI, available in 6 degrees of intensity (from S0 to S5), which are in the form of pre-sintered blocks. Machining is performed on oversize elements and the final sintering will take place in the enclosure of a specific oven. www.sirona.fr/ecomaXL

LAVA system of 3M

2-22 LAVA System of 3M.



If the approach of this great company in this new technology was slow, it was done with great panache. For several years, especially thanks to J. A. Sorensen, the system was tested in the USA before being marketed.

Here we find the three essential steps:

- The optical impression system:
 - The laboratory Lava system integrating a « multi-layer » scanner with variable pitch (LAVASCAN ST),
 - The first dynamic 3D intra-oral camera jointly developed with BRONTES TECHNOLOGIES (MIT-USA), introduced on the market in May 2008 ;
- The CAD software,
 - This software is very advanced and provides the ability to model zirconia in "raw" phase. LAVA opted for a pre-sintered TZP zirconia and a "IN-CERAM ZIRCONIA (70/30%)".
 - The CNC machine-tool.

The new machining center "LAVA FORM" is particularly efficient and allows to machine several elements. The sintering is performed in an oven (LAVA THERM), and lasts from 6 to 7 hours. www.3mespe.com

WQL-CERAM system of WOL-DENT

2-23 WOL-CERAM System



The company, founded by Dr. Wolz, has been in existence for more than 15 years. It specialized in the automation of Michael Sadooun's SLIP CASTING by incorporating the technique of electrophoresis. This "all in one" system includes a reading unit and a slip unit in the same enclosure. The positive polarization of the model promotes the deposition of the negatively charged ceramic particles in successive layers.

Il existe deux versions de la machine du Dr Wolf :

- The WOL-CERAM ELC CAD / CAM 2020, 4-axis, fast and performing all types of prostheses (including implant caps);
- The single version: « ONE » for crown and bridge infrastructures (2 axes only).

The slip consists of classic IN-CERAM ALUMINA or IN-CERAM ZIRCONIA (33/67%). www.Wolceram.de

ZENO system of WIELAND

2-24 ZENO 0250.



This company was founded in 1871 by the chemist T. Wieland.

It proposes a dental CAD / CAM system composed of:

- Two multi-technical reading systems from 3SHAPES
- A software: ZENO CAD allowing the modeling and management of toolpaths of the milling machine;;
- Three types of machine tools:
 - The ZENO PREMIUM 4820, very industrial that can operate 24/24 ;
 - The ZENO 3020, the same but smaller and better adapted to prosthesis laboratories,
 - The ZENO 4030 especially developed for Zirconium Oxide.

Whatever the machine tool used, the computer system allows the machining of HIP or TZP zirconia.

The small ZENO 4030 machine can automatically machine up to 80 TZP zirconia elements and the big machine (ZENO 4C20) can exceed 100 pieces in different types of materials.

Machining can be done remotely in a WEILAND production center, or on the spot in the laboratory. www.wieland-dental.com

GN1 system of GC

2-25 GN1 System of GC.





GC has embarked on CAD / CAM in 1993 by bringing together:

- An engineer: A. Kikuchi;
- A materials specialist: Mr Hirota;
- And a dentist: F. Duret, after leaving Sopha Bio concept.

They presented with the assistance of the University of Sapporo, the first GN 1 in 1999 in Berlin. GN stands for GC and NIKON, NIKON being in charge of the development of the sensor and CAD software, GC of the machine-tool and the material.

The GC SYSTEM is divided into 3 parts:

- A point laser scanner soon replaced by a structured light scanner;
- A powerful software processing any type of prostheses with or without occlusal surfaces;
- A machine tool operable 24/24 which may be machined titanium, resins, and all types of zirconia.

For more than 15 years, GC has been working on its own HIP and TZP zirconia. www.gcdental.com

Conclusion

Today, it is almost trite to talk about dental CAD / CAM.

Since it was created, magazines developed specifically for this Science and whole conferences are devoted to it. We know this is dental CAD/CAM who brought and then allowed the zirconia to be used in dentistry.

As we know, over 17% of the prostheses were made by CAD/CAM in 2008 and it accounts for over 30% of sales in laboratories equipped to zirconia (by a factor of 3 since 2003).).

Therefore, it is likely that in the coming years CADCAM will be less and less expensive and increasingly used. Although we believe that the heterogeneous materials replace homogeneous structures such as zirconia, the latter associated with CAD/CAM systems, whether or TZP HIP, still has good days ahead.

The laboratory scanners will disappear, the impression will be in the mouth and ... zirconia will become more and more aesthetic.

Bibliography

1. Duret F, Duret B, Pélissier B. CFAO, le Temps des démonstrations. Information dentaire. 2007; 29: 1663-8.
2. Duret F. La CFAO dentaire d'hier, d'aujourd'hui et de demain : 35 ans d'histoire. Alpha Omega News. 2006; 99 (2): 6-11.
3. Duret F, Duret B, Pélissier B. CFAO, Histoire vécue : le Temps des pionniers. Information dentaire. 2007; 29: 1659-63.
4. Dubs E, Rieser C. Ceramic inlay to full ceramic bridge. Celay News 1995. 1995 (January): 1-2.
5. Arnetz G, Pongratz D. Milling Precision and fitting accuracy of Cerec Scan Milled restorations. Int J Comp Dent. 2005; 8 (4): 273-82.
6. Schneider W. No Compromise, The new Cerec MC XL and InLab MC XL Milling Machines. Int J Comput Dent. 2007; 10 (1): 119-26.
7. Bauer H, Schneider W. Work in Progress: The Web Postal That brings Together Cerec Users and Inlab Laboratories - Moving Towards the impression-free Dental Pratice. Int J Comput Dent. 2007; 10 (1): 135-7.
8. Suttor D, Hoescheler S, Hauptmann H, Hertlein G, Bunke K. LAVA — the system for Allceramic ZrO₂ Crown and Bridge Frameworks. Int J Comput Dent. 2001; 4 (3): 195-206.
9. Nguyen M. La CFAO : Le Système Lava. 2e cycle, UFR Odontologie-Montpellier 1 ; 2008.
10. Samama Y, Ollier J. Système Procera, vol. I. Paris: Quintessence Int.; 2002.
11. Heyblom J, Guillaume A. La révolution du CAD CAM. Techn Dent. 2003; 200-201: 5175.
12. Probst Y. Zircone... l'art et la manière. Tech Dent. 2007; 252 (II): 26-37.
13. Duret F, Pelissier B, Ogura H. LE GN 1 ou le Dental Cad/Cam de GC. Quintessenz Zahntech. 2001; 27 (9): 1028-33.
14. Hikita K, Uchiyama Y, Liyama K, Duret F. Function and Clinical application of Dental CAD CAM. Int J comp Dentistry. 2002; 5 (1): 11-23.
15. Fritzsche J. Zirconium Oxide Restorations with the DCS Precedent System. Int J Computerized Dentistry. 2003; 6 (2): 193-201.
16. Guillaume A. Bien Air Cad/Cam. Tech Dent. 2008; 256 (3): 37-8.
17. Gehrke P, Dhom G, Brunner J, Wolf D, Degidi M, Piattelli A. Zirconium Implant abutments: Fracture strength and influence of Cyclic loading on retaining-screw loosening. 2006.
18. Miche J. Everest. Dent Tech. 2004; 49: 8-14.
19. Elsaghir T. La CFAO : le système Everest. 2e cycle, UFR Odontologie, Montpellier 1; 2008.
20. Goupil A. Hint-Els Dentacad. Dent Tech. 2005; 53 (I): 12-24.
21. Reich S. IDS-News: Digital Impression Systems (Cerec, Lava and Hint-Els). Int J Comp Dent. 2007; 10 (2): 195-7.
22. Heyblom J. Pro 50 (dans la révolution CAD/CAM). Tech Dent. 2003; 200 (07-08): 3233: 145-7.
23. Arnaud G. Toutes les idées fausses et vraies au sujet de la zircone. Tech Dent. 2008; 260-261: 101-14.
24. Vollmann. The Innovative DeguDent All Ceramic System: Benchmark for Zirconia Processing. Int J Comput Dent. 2004; 7 (3): 279-91.



Design and manufacture of computer-aided ceramics
The all-ceramic prosthesis by CAD / CAM

25. Brandt T, Stahmer B. Zircone BeCe CAD, la transparence en plus... Tech Dent. 2007; 243 (2): 23-30.
26. Abulius R. Zircone colorée pour chapes translucides. Tech Dent. 2008; 262: 30-6.
27. Guillaume A. Le dossier, systèmes centre de production & machines : qui fait quoi ?... Tech Dent. 2008; 260-261: 25-38.
28. Guillaume A. Centre de Production : une véritable éclosion. Tech Dent. 2008; 260-261: 131-43.
29. Légeron A. Etkon, ce système est adapté à la notion de volume. Tech Dent. 2008; 260-261: 95.
30. Gobert B. Wolceram. Tech Dent. 2003 ; 200 (07-08) : 137-9.
31. Reinshagen J. Is Zirconium dioxide biocompatible. Wieland direct 2008, www.wielanddental.de (I): 1-7.
32. Duret F, Duret B, Pélissier B. CFAO, Futur prometteur. Information dentaire. 2007; 29: 1704-12.
33. Guillaume A. CAD/CAM, Qui, Que, quand... Tech Dent. 2008; 260-261: 14-22.
34. Chaix O. Un rendez-vous plein de promesses et des systèmes de plus en plus finalisés et évolutifs : ARIA 2008. Tech Dent. 2008; 262: 9-15.