

Spécial CFAO

La Conception Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), après avoir pris de plus en plus d'importance dans les laboratoires de prothèse, s'installe peu à peu dans l'esprit puis dans les cabinets d'un nombre grandissant de chirurgiens-dentistes. Investissement conséquent, peur de l'inconnu, manque d'enseignement pendant de nombreuses années... ont constitué autant de freins à une prise en main par le plus grand nombre d'une technologie favorisant la précision et donc la pérennité des reconstructions prothétiques.

Mais les choses changent. Pour le prouver, *L'Information Dentaire* vous propose deux numéros consacrés à la CFAO, logiquement codirigés par François Duret, son inventeur. Nous remercions les auteurs pour leur travail, leurs compétences... et pour avoir supporté si gentiment nos demandes.

L'équipe du second numéro vous offrira prochainement des articles cliniques illustrant l'application de la CFAO pour des thérapeutiques de plus en plus précises et sécurisées.

Excellente lecture !
Michel Bartala

Sommaire

La CFAO appliquée à notre profession est une "découverte" née en grande partie de l'esprit génial de François Duret, il y a plus de 40 ans. Il nous raconte la genèse de cette évolution technologique. Des pages passionnantes, captivantes, révélatrices du courage et de la détermination des hommes innovants pour lutter contre les idées reçues et le manque d'ouverture d'esprit. **p. 18**

Les laboratoires de prothèse ayant été plus précoces que la majorité des praticiens dans l'utilisation de la CFAO, le premier article traite de la CFAO indirecte qui permet au laboratoire, à partir d'une empreinte "conventionnelle", de modéliser les modèles en plâtre. Maxime Hollender et ses coauteurs niçois illustrent ici parfaitement la collaboration étroite entre praticiens et prothésiste nécessaire à la réalisation de thérapeutiques abouties. **p. 22**

L'article d'Arnaud Soenen illustre ensuite la chaîne numérique entre le laboratoire de prothèse et le cabinet dentaire, en nous faisant partager son expérience de la technique de CFAO semi-directe où l'empreinte est réalisée à l'aide d'une caméra puis transmise au laboratoire sous forme de fichier pour l'élaboration prothétique. **p. 30**



L'évolution de la technique semi-directe peut être la centralisation de l'ensemble de la chaîne numérique au cabinet dentaire (prise d'empreinte par caméra, conception et fabrication prothétique). Il est assez intéressant de voir que beaucoup de praticiens qui ont investi dans l'empreinte optique ont aussi, d'emblée, opté pour la supervision totale de la procédure de l'empreinte à la réalisation prothétique. Cette procédure prend donc souvent l'appellation anglo-saxonne de « chairside »... où tout se passe à côté du fauteuil. Fabienne Jordan et Max Cordelette nous font partager dans leur article leur expérience et leur évolution dans l'utilisation de cette technique. **p. 38**



Pour pouvoir réaliser des éléments prothétiques, ces techniques de prise d'empreinte optique permettent d'enregistrer les arcades dentaires, les dents préparées et les rapports, ou plutôt l'engrènement occlusal de ces arcades entre elles... Cependant, l'enregistrement de la seule position d'intercuspidation peut se révéler insuffisant dans certaines situations cliniques. Aussi, Maxime Jaisson et Sébastien Felenc se proposent de nous exposer toutes les possibilités qu'offrent actuellement ces procédés CFAO pour une reproduction la plus fiable de la cinématique mandibulaire de nos patients. **p. 48**



Une fois toutes les informations cliniques récoltées et la prothèse modélisée, vient le temps de la conception de cet élément prothétique. Aujourd'hui, le praticien et le prothésiste ont une multitude de possibilités dans le choix du matériau constituant la prothèse. La connaissance des propriétés de chaque matériau va faciliter la détermination de l'indication dans un contexte clinique donné. Ainsi, l'équipe ô combien compétente de Jean-Pierre Attal a réalisé, par l'intermédiaire de Solène Marniquet, un guide pratique synthétique des différents matériaux usinables en dentisterie restauratrice et en prothèse fixée. **p. 59**

Coordination scientifique



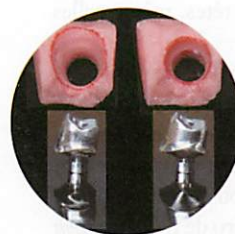
Michel Bartala
*Rédacteur
en chef adjoint*



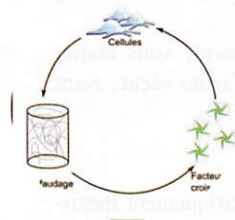
Prof. François Duret
*Inventeur
de la CFAO dentaire*



Puis, pour illustrer cette utilisation de la CFAO au quotidien, l'équipe montpelliéraine reconnue pour sa compétence et son dynamisme nous fait partager, au travers de cas cliniques, les étapes thérapeutiques, de l'analyse de la problématique à la mise en place de la prothèse. Deux cas sont notamment des urgences qui ont pu être traitées dans une séance unique en technique « chairside », permettant ainsi de rassurer immédiatement des patients venus consulter avec le stress de la dent fracturée. **p. 65**



Parfois, malheureusement, la dent fracturée devient une dent à remplacer. L'implantologie peut alors devenir un traitement adéquat. Jérôme Unger et ses prothésistes nous montrent, au travers d'un cas de remplacement d'une prémolaire, comment utiliser au mieux la CFAO dans la confection d'un pilier prothétique favorisant la restauration de l'anatomie gingivale. **p. 72**



Pour clore ce premier numéro, nous avons souhaité vous faire partager ou découvrir les fabuleuses perspectives que cette technologie peut nous faire entrevoir. Terence Barsby et ses coauteurs exposent ainsi les techniques de prototypage rapide et les concepts d'ingénierie tissulaire en médecine bucco-dentaire. Et, cette fois, nous ne ferons pas comme quarante ans plus tôt : nous ferons preuve d'ouverture d'esprit, même si des techniques nous paraissent "incroyables". **p. 83**

L'aventure de la CFAO



Àu plus profond de mes souvenirs, il me semble que c'est dans les années 50 que j'ai vu dans un très beau magazine appelé *Réalité*, les premiers hologrammes. Il y était rapporté que grâce à des images inventées par un certain Dennis Gabor, nous allions pouvoir tourner autour d'objets impalpables (le mot virtuel n'existait pas encore). Il faut dire qu'à cette époque, dans des revues souvent austères, priorité était donnée aux événements scientifiques sur les rumeurs médiatiques. Dans ma famille, où le métier de chirurgien-dentiste dominait celui d'architecte, nous étions loin d'imaginer que cette image « en relief », issue du fameux rayon de la mort, allait bouleverser les fondements même de ces professions. Avec le recul du temps, cette fascination pour cette invention « spatiale » me semble logique car, en entremêlant dans une ronde pleine de douceur l'art et la science, elle avait su amadouer un large public, en y incluant, fait rarissime, ceux qui étaient désespérément imperméables aux aventures technologiques.

Pourquoi vous parler de cela ? Parce qu'on ne peut pas comprendre l'aventure de la CFAO si l'on refuse de s'imprégner de cette atmosphère où tout le monde voulait oublier la deuxième Guerre mondiale en se nourrissant de découvertes scientifiques. L'espoir, l'avenir était radieux dans toutes les têtes, même celles des adolescents dont nous faisons partie.

Nous n'allons pas repartir ensemble dans un article scientifique et historique où seraient décrites les expériences ; agrémentées d'une bibliographie abondante, car vous pouvez trouver cela dans un numéro de 2007, document que nous avons écrit pour notre ami François Unger. Deux autres raisons nous poussent à ne pas le faire. D'abord parce que les auteurs de ce numéro de *L'Information dentaire* et de celui à venir prochainement, consacrés à la CFAO dentaire, dirigés par mon ami Michel Bartala, l'ont fait mieux que quiconque, et ensuite parce que l'histoire a l'avantage de ne pas être modifiable, y compris en y appliquant la célèbre formule d'Einstein, car elle est, c'est tout.

Nous allons donc, simplement et modestement, vous conter l'aventure de la CFAO dentaire comme nous l'avons vécue, avant de vous parler du futur dans le numéro suivant.

Les pionniers

Au début de l'année 60 l'informatique était pratiquement inexistante et, mis à part dans quelques gros calculateurs présents dans des laboratoires de mathématique, essentiellement militaires, aux États-Unis et en Union Soviétique, ce genre de matériel était inapprochable. Il n'en était pas de même de la nouvelle physique

ondulatoire, et plus particulièrement des lasers et de leurs applications en imagerie. Les hologrammes, ces images en trois dimensions, étaient disponibles pour qui voulait les réaliser.

En dentisterie, l'outil mathématique et physique n'était pas l'objet de toutes les attentions. La priorité était donnée à la dextérité manuelle plutôt qu'à la connaissance fondamentale et l'expression « art dentaire » avait non seulement toute sa signification, mais bénéficiait aussi d'une vénération proche de l'étouffement. Certes, nous mêlions création artistique et copie parfaite de la nature, mais le geste était précis et il nous permettait d'oublier que la science avait évolué depuis le XIX^e siècle.

C'est dans ce contexte dentaire, si j'ose dire ancestral, que se sont réveillés les chercheurs en matériaux puis, et surtout, les orthodontistes. Devant certains problèmes complexes à analyser, ils se sont dit qu'il y avait peut-être quelque chose à faire avec ces nouveaux outils si prometteurs.

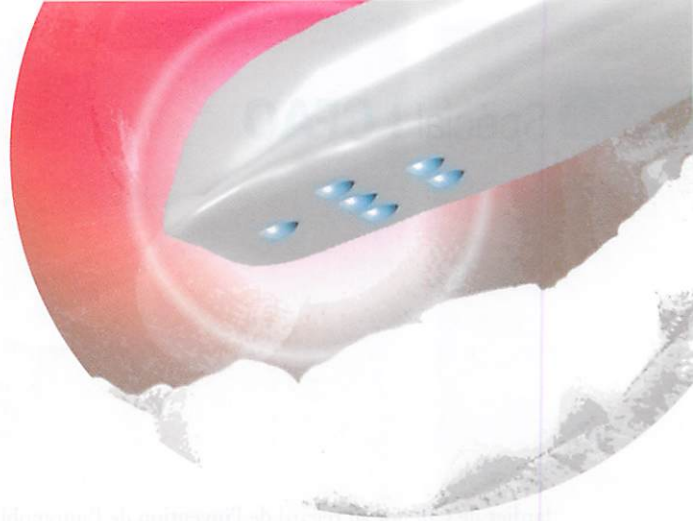
Les premiers, surtout aux États-Unis (Savara ou Lang), ont réalisé des interférométries ondulatoires, appelées élasticimétrie, leur permettant de mettre en évidence des contraintes dans les matériaux. Ces chercheurs des Universités comme Stamford, Chicago ou Boston ne se doutaient pas que, associée à des méthodes métrologiques, la CFAO dentaire allait s'appuyer sur ces principes trigonométriques pour faire des empreintes optiques au XXI^e siècle. Les orthodontistes, de leur côté, ont vu dans cette grosse machine à calcul un bon moyen pour analyser la multitude des lignes, angles et courbes supports nécessaires à leurs diagnostics. Il faut bien reconnaître qu'ils furent les premiers à sentir le vent. Il faut dire aussi qu'ils en avaient cruellement besoin, car les analyses devenaient de plus en plus complexes. Lorsque Pryputniewicz analysa visuellement la variation des surfaces occlusales entre les jumeaux homozygotes, il ne se doutait pas que le moiré qu'il avait mis en œuvre allait être repris pour faire les premières empreintes optiques.

Mis à part ces travaux épars, antécambriens, dans les années 60, rien d'autre n'existait. Pourtant, comme le disent souvent les inventeurs, quelque chose planait dans l'air.

À cette époque, en 1970, nous étions de jeunes étudiants en Master à la faculté des Sciences de Lyon, avec un professeur remarquable par son esprit imaginaire et par la liberté de pensée qu'il laissait à ses étudiants : le Professeur Jacques Dumas. Ce fut notre chance, car il avait travaillé quelques années plus tôt sur les premiers lasers disponibles en France et il était très intrigué par l'holographie. Comme à l'époque j'étais en même temps étudiant en 3^e année à l'école dentaire, il vous est facile aujourd'hui de comprendre quel était l'objet de nos discussions enflammées dans son laboratoire.

dentaire

François Duret



J'avoue avoir eu un choc lorsque j'ai vu le décalage entre les hologrammes à la faculté des Sciences et les casseroles d'eau chaude pour le Sten's à l'école dentaire (située à moins de 100 mètres l'une de l'autre). Ma rencontre avec Messieurs Bernard et Decaudin en 1971 a fait le reste. Deux ans plus tard, en 1973, était déposé un gros document, une thèse de 2e cycle de 300 pages, intitulé simplement « Empreinte optique » définissant les grands principes de la CFAO dentaire (www.francois-duret.com). Ce fut la base de tout notre travail et de toutes nos publications jusqu'en 1983, date de la première présentation mondiale d'un « appareil préprototype » de CFAO dentaire, aux entretiens de la Garancière de Paris.

Comme nous le disions, l'idée était dans l'air, surtout aux États-Unis. Fort des travaux sur l'élasticimétrie de Lang et Craig, en 1973 Altshuler réalisa les premiers hologrammes de dents dans un rapport interne à l'US Navy où, sur une dizaine de lignes, il évoque la possibilité de réaliser des prothèses avec un calculateur. L'orientation de son travail était essentiellement dirigée vers la dentisterie médicale légale pour identifier les corps en période de guerre, car il appartenait et disposait de la puissance des laboratoires de l'armée, mais il a osé l'écrire lui aussi deux ans plus tard. Sans le savoir, nos travaux allaient alors se dérouler en parallèle, lui aux États-Unis, entre autres avec Young, et nous entre Lyon et Tours avec les Professeurs Dumas et Thouvenot. C'est vingt ans plus tard que, vivant en Californie, nous nous sommes finalement rencontrés.

Si l'on prend le temps de lire ces documents, nous pouvons voir qu'au début des années 80, tous les principes utilisés par les appareils actuels étaient décrits avec une très grande précision. Plus encore, les premiers usinages avaient été réalisés en laboratoire et les premières équipes constituées. Vous comprenez maintenant combien il est irrespectueux pour ces chercheurs qui ont pris les vrais risques, celui du ridicule décrédibilisant, de dire que la CFAO a été inventée en 1985. A cette date, le principal avait été fait. Il restait maintenant à le démontrer cliniquement.

Les démonstrations

C'est au début des années 1980, qu'un événement curieux et marquant pour longtemps allait se produire: le centre de gravité de la CFAO dentaire, qui se situait quelque part au centre de l'océan Atlantique, à mi-distance entre les États-Unis et La France, allait se déplacer pour n'être plus qu'europpéen. Curieusement, les chercheurs américains ont totalement arrêté leurs travaux en 1981 après que « les frères » Alschuler ont déposé un brevet fondamental en interférométrie par masques à pas variables qui

servira de base aux systèmes pour les prises d'empreintes optiques utilisés par la plupart des scanners de laboratoire et... le Cerec. Nous nous sommes donc retrouvés seuls en France à développer la CFAO dentaire, mais pas pour longtemps!

A cette période chaotique des pionniers, accompagnée d'une folie passionnée, succéda une autre beaucoup plus sage, plus rigoureuse, mais surtout plus formelle. On l'appelle aujourd'hui la « période des démonstrations ». Chaque nouveau développement était suivi d'une présentation publique que les revues professionnelles, à quelques rares exemptions près (Cahier de prothèse, Jada, I.Dentaire, CDF et surtout Tonus), se refusaient à publier. Nous étions interdits pour cause d'hérésie.

De toute façon, les chercheurs impliqués n'avaient plus le choix, car les développements coûtaient cher, très cher, et nos maigres ressources personnelles n'y suffisaient plus. Il nous fallait montrer que la CFAO dentaire fonctionnait pour recevoir l'aide des industriels. Après avoir été ridiculisés, nous devions affronter des oppositions farouches et souvent sectaires. Heureusement pour nous, les industriels répondirent à notre appel et comprirent l'intérêt qu'ils pouvaient tirer de ces travaux. Ils vinrent nous appuyer avec leurs équipes, mais aussi leurs moyens financiers.

La première grande étape de cette nouvelle période fut française. Ce fut « la démonstration de l'empreinte optique », pour reprendre le titre de la revue aujourd'hui disparu Tonus dentaire en septembre 1983. Directement en congrès, nous avons présenté un premier prototype composé de trois éléments séparés, l'un pour la prise d'empreinte optique utilisant des fibres et deux caméras vestibulaires et linguales, un ordinateur de modélisation s'appuyant sur le logiciel « Euclid » et une machine-outil à commande numérique développée par la société Eteckma de Grenoble et capable d'usiner un extrados très grossier. A ma connaissance, ce fut la première présentation publique, c'est-à-dire hors des filtres flatteurs et incontrôlables que l'on connaît si souvent d'articles issus des laboratoires.

Cette démonstration poussa d'autres équipes à se lancer dans la bagarre dont celle, pour le bonheur de la CFAO, de Moermann et Brandestini à Zurich. Elle fut suivie, moins de deux ans plus tard, par une deuxième étape que nous considérons comme essentielle: la présentation de l'ADF à Paris en 1985. C'est seulement à cette date que nous avons compris que notre travail depuis 1970 avait évolué: d'une hypothèse de travail il était devenu réellement une invention. Nous en avons respecté la définition: d'un descriptif aussi précis soit-il, doit succéder un appareil capable de le mettre en œuvre (...et croyez-moi, ce n'est pas le plus simple!). C'est la différence entre la force de la vapeur de Denis Papin et le

gardier de Cugnot au regard de l'invention de l'automobile. Dans cette séance dont nous allions garder le souvenir toute notre vie, nous avons réalisé, avec huit ingénieurs et mon oncle Bernard, une couronne complète sur prémolaire. Nous avons fait une prise d'empreinte en bouche, une modélisation de l'intrados incluant son espace ciment, un extradados en occlusion statique et un usinage avec un maquillage de surface suivi du scellement en bouche. Le tout a été réalisé, non pas en laboratoire, mais directement en salle de congrès à moins de 4 mètres de nos confrères. L'essai était marqué, il fallait maintenant le transformer.

L'IDS 1992...

À cette même époque, l'équipe de Moermann, à Zurich, publia ses premiers résultats de laboratoire en montrant l'usinage de l'intrados d'un inlay à l'aide d'un petit appareil analogique appelé the Cerec « lemon ». Une nouvelle forme de CFAO voyait le jour grâce à ce chercheur, celle des « chairsides ». Cela nous troubla sans nous inquiéter. L'histoire ne se refait pas ! Une chose était sûre, nous n'étions plus seuls sur la piste de danse.

La présentation de l'ADF fut suivie de la vente du premier système de CFAO dentaire en 1987 qui ne fut pas le système Cerec, comme on le lit trop souvent à tort, mais le système Français Hennson développé par la PME lyonnaise de Jean-Pierre Hennequin, soutenue par l'Anvar (la BPI d'alors) et le ministère de la Recherche français. Ce système réalisa progressivement, étape par étape, couronnes, bridges, inlays, onlays, dents à tenons (C Georget), avec occlusion statique et puis dynamique (JP Toubol et F Jourdan), braquets d'ODF et même les premiers implants... Bref, tout ce qui se fait aujourd'hui. Malheureusement, c'était vingt-cinq ans trop tôt, le marché n'était pas prêt, la manipulation trop complexe et le prix trop élevé.

Apparu ensuite sur le marché en 1988, soutenu par le géant allemand Siemens, le Cerec 1 remplaçant du « lemon ». Il réalisait l'intrados des inlays, certes sans surface occlusale, mais à un prix très accessible ! La lutte fratricide européenne, Allemand contre Français, s'avérera très inégale. Le système français Hennson/Sopha disparut en 1993 par manque de soutien financier, abandonnant à leur sort les confrères courageux et respectables qui lui avaient fait confiance et les quarante ingénieurs qui y travaillaient. Ce ne fut pas perdu pour tout le monde puisque certains d'entre-deux allèrent « à la concurrence », alors que d'autres sont à l'origine de Cynovad puis de Dentalwing.

Malgré cela et forts de l'intérêt suscité par Hennson, fleurirent en Europe au début des années 90 pas moins de sept nouveaux systèmes de CFAO dentaire présents à l'IDS de 1992. Certes, Hennson dominait encore le terrain, mais, en plus du convivial

Cerec 1, apparurent le Procera (Nobel Biocare ex-Nobel pharma) orienté vers la CFAO indirecte avec un palpé en laboratoire et un usinage de titane par électroérosion déporté à Göteborg, le DCS devenu aujourd'hui le système Straumann (*via* Etkom) avec son palpeur mécanique remplacé par une mesure optique et sa très belle machine-outil industrielle, et le Ceramatic (pento-graphe que Zham perfectionnera). Nous vîmes aussi le Cicero de Van der Zeel, le Digident, le Ritter et le Cad-esthetic d'Ivoclar, tous les quatre mort-nés. Les équipes qui survivront le devront surtout aux sociétés engagées à leur côté.

Durant les années qui suivirent cet IDS resté célèbre, aucun progrès significatif ne marqua l'évolution de ces applications, mis à part la présentation du Cerec 2 en 1995. A l'usinage grossier du Cerec 1 succédait une véritable petite merveille de machine-outil « bi-fraisage » et une modélisation permettant de construire les surfaces occlusales. L'appareil restait « tout dentiste », mais les résultats étaient conformes aux objectifs des praticiens. Le succès fut immédiat. Le Cerec 2 de Sirona offrait enfin un appareil compact et remarquablement efficace pour qui voulait appliquer la CFAO en cabinet devenue « CAD-CIM puis CFAO directe » dans le langage courant, en opposition à la « CFAO indirecte » pour celle associant cabinet et laboratoire.

Aux États-Unis, personne ne semblait s'intéresser à cette nouvelle application. Les équipes se mirent à travailler de manière indépendante et disparate (Diane Rekow et son Pro-Cam !), alors qu'au Japon la chose fut prise très au sérieux. Sous la houlette d'un responsable national (Sadami Tsutsumi), les quatre plus grandes universités nippones se mirent à l'œuvre, se partageant les tâches : les uns se spécialisèrent en empreinte mécanique (micro-palpé), les autres en empreinte optique, les troisièmes en modélisation et les quatrièmes en matériaux et usinage. Cela donnera, quelque dix ans plus tard, naissance à trois systèmes de CFAO : le Cadim, le Decsy et surtout, en 1999, le célèbre GN 1 de la société GC.

Cette fin de XX^e siècle fut aussi marquée par les premiers grands congrès spécialisés en CFAO dentaire, portés par l'International Collège of Prosthodontic : Hiroshima en 1991, Los Angeles en 1992, Houston en 1993. C'est également à cette époque que, grâce à Mr Haas, de Quintessence, allait naître le premier journal spécialisé en informatique dentaire et CFAO : International Journal of Computerized Dentistry. Il sera rapidement suivi par trois nouveaux magazines spécialisés.

L'IDS qui affichait 10 % de sa surface consacrée à la CFAO en 1993, voit cette influence passer à 25 % en 1997 alors que, en même temps, les grands groupes dentaires commencent à présenter leurs premiers systèmes « CAD-CAM » (CFAO en anglais), comme 3M avec le Lava ou KaVo avec l'Everest (et une très belle machine-outil 5 axes).

La consécration

Pour nous, praticiens, ce siècle se termine surtout par une domination écrasante des équipes européennes, alors que les États-Unis somnolent et que le Japon se réveille. Le début du XXI^e siècle va consacrer la CFAO dentaire, mais pas là où on l'attendait, car c'est à cette époque que les laboratoires de prothèses comprirent tout le parti qu'ils pouvaient tirer de ce nouvel outil censé faire disparaître leur profession.

Le démarrage du nouveau siècle s'accompagna donc d'un nouvel air pour la CFAO. Il fut accompagné d'une mise sur le marché progressive de machines surtout destinées aux laboratoires de prothèse. Il s'agissait de systèmes complètement fermés. Ils se composaient de scanners de table lisant automatiquement les modèles en plâtre, de logiciels de modélisation « maison » de plus en plus stables et performants et de machines-outils allant de la petite fraiseuse portative à l'énorme machine industrielle. Par exemple, en 2001, DCS « Précident » présenta un véritable centre d'usinage automatique tenant à peine dans une pièce et travaillant 24 h/24.

Seul Sirona restait fidèle à sa philosophie « chairside » en introduisant en 2000 le fameux Cerec mark 3 puis en 2005 le mark 3D. Nous avons enfin l'outil compagnon du chirurgien-dentiste. Sa caméra était devenue très précise et permettait la prise de multivues, y compris occlusales, la modélisation était surfacique, ressemblant à un modèle en plâtre à si méprendre et l'usinage était effectué par un petit centre indépendant associant fraisage ou scannage optique du modèle.

La communication suivait ce mouvement irréversible puisqu'en 2003 l'IDS passait à 40 % de ses stands occupés par cette nouvelle technologie (ils sont plus de 75 % aujourd'hui) et le premier congrès français ARIA uniquement consacré à la CFAO dentaire ouvrait ses portes en septembre de la même année à Chambéry. La dentisterie numérique tirait sa révérence aux professionnels qui en doutaient encore.

Pourtant, tout n'était pas encore réalisé, loin s'en faut.

Les matériaux, hormis les travaux d'Ivoclar ou de Vita pour le Cerec, restaient traditionnels. C'est au début du XXI^e siècle que la zircone sous toutes ses formes est arrivée grâce à l'effort de Degussa et son système Cercon. Ce nouveau matériau « céramique/métal » avait l'avantage de permettre les armatures blanches, mais l'inconvénient de ne pouvoir être travaillé que par CFAO. Ce fut justement là la chance de cette dernière et l'on ne peut pas séparer la montée en puissance de la numérisation des laboratoires et la mise en marché de cet oxyde métallique couleur de dents. Poussés par cette véritable locomotive « matériau » alimentée par l'aspect novateur qu'elle représentait et les demandes des chirurgiens-dentistes, les laboratoires ont commencé à

s'équiper pour atteindre le chiffre record de 60 % aujourd'hui en France.

Forts de ce succès, les industriels ont jugé le moment propice pour élargir la gamme des modes d'usinage comme ils avaient élargi celle des matériaux. Au fraisage, c'est-à-dire à l'usinage par soustraction, s'ajoutèrent les imprimantes 3D, c'est-à-dire les méthodes « par addition ». Cette nouvelle approche commença timidement avec la stéréo lithographie (polymérisation des résines et des cires à couler) du pro 50 puis s'amplifia avec le Medifactory de Bego (fusion laser de différents matériaux comme le titane, le chrome cobalt ou certaines céramiques). Aujourd'hui, cela permet de concevoir les prothèses adjuvantes partielles ou totales par CFAO, mais aussi d'élargir la gamme des matériaux destinés à la dentisterie.

Comme la prothèse et ses matériaux, l'implantologie allait vite être rejointe par la CFAO dentaire. Elles ont vécu une longue période de fiançailles, essentiellement chez Nobel Biocare. Une tendance un peu protectionniste empreinte d'une recherche de l'absolue perfection propre à cette grande société médicale explique sans doute cette lente évolution vers le mariage. Ce qui a tout bousculé est l'apparition et la vulgarisation du Cone Beam vers les années 2005. Cela a littéralement boosté leur union. L'implantologiste, chirurgien aux mains d'or, pouvait trouver avantage à utiliser ce procédé : fini les longues séances d'essayage. Comme l'avait prédit Mat Andersson dans les années 90, il devenait possible d'unir la prise d'empreinte optique et la vue RX des scanners en un seul nuage de points très précis et en 3 dimensions. Nous pouvions appliquer les logiciels de modélisation destinés à la CFAO prothétique devenu performant. Sur un modèle numérisé à l'aide d'un scanner de laboratoire, nous pouvions prépositionner les implants, visualiser les prothèses à réaliser... avant de les fabriquer et confectionner les guides. Nous pouvions même les associer à des analyses faciales. L'étude des cas devenait un jeu d'enfant, si j'ose dire, en comparaison de la lourdeur de la méthode traditionnelle. Nous comprenons que les implantologistes considèrent cet outil comme plein d'avenir entre leurs mains.

Pourtant, au début des années 2010, il restait une grande absente, la prise d'empreinte optique en bouche (mis à part Sirona), étape essentielle pour qui veut optimiser la chaîne de la précision. La question était toujours la même : pourquoi devoir passer par le modèle en plâtre ?

Et bien, cela, je vous le conterai avec l'avenir de la CFAO dans le deuxième numéro de ce formidable recueil sur la CFAO dentaire de *L'Information Dentaire*. Ce recueil, nous le devons à un seul homme qui a su fédérer avec compétence et courtoisie une équipe d'auteurs de renom. Je veux parler évidemment de Michel Bartala.