

NOUVELLE FORMULE

CLINIC

FÉVRIER 2021
N°398

Pratiques et concepts actuels en médecine bucco-dentaire

**L'EMPREINTE
OPTIQUE**
DANS TOUS SES ÉTATS

c l i n i c . f r

THIS IS THE WAY



Comment aujourd'hui encore passer outre le **digital** dans notre métier aux disciplines si variées, tant il occupe une place importante dans la plupart des thérapeutiques ?

D'aucuns diraient **This is the way**, mais il faut reconnaître que toute la dentisterie ne peut être numérique. Cependant, l'informatique supprime peu à peu les protocoles traditionnels et de nombreuses approches de traitement la rendent aujourd'hui indispensable.

Ce numéro n'est pas dogmatique mais, derrière ces lignes, tous ici sont convaincus qu'un retour en arrière est difficile après l'adoption de **l'empreinte optique**.

Pensons par exemple à la place funeste de l'imagerie argentique. Et, si le taux de pénétration est encore inférieur à 10 % en France chez les omnipraticiens, il approche les 50 % auprès des orthodontistes, sans doute avec l'essor des aligneurs, selon les revendeurs interrogés.

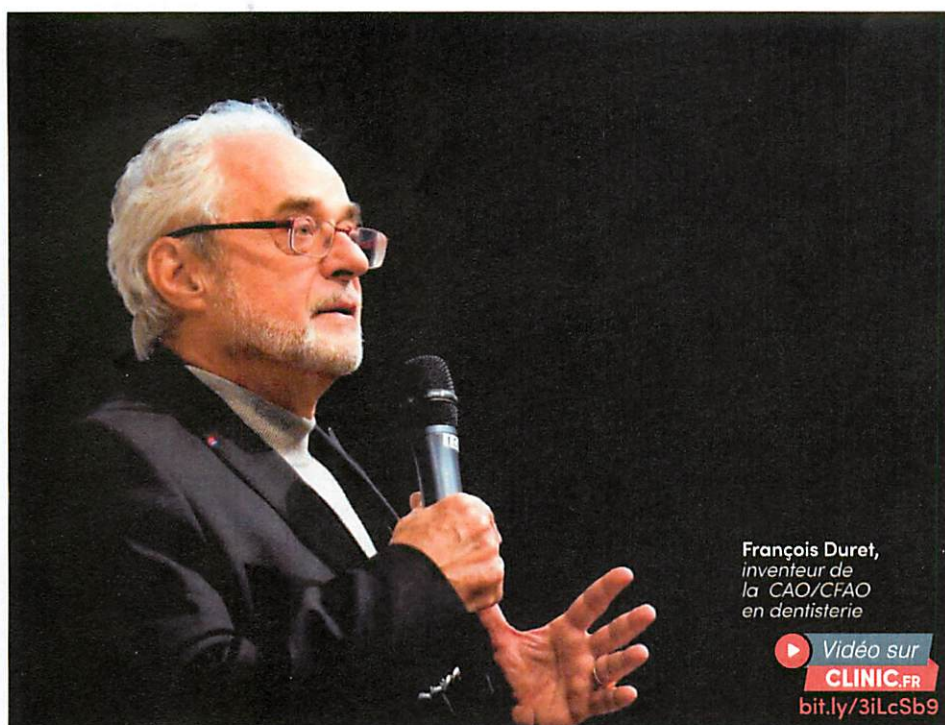
Pour ce premier numéro thématique de **CLINIC** qui nous a été confié, les auteurs qui nous ont fait l'honneur de nous accompagner décrivent avec leur talent notoire leur approche de l'empreinte optique, pilier du flux numérique. **Bases fondamentales, indications et applications cliniques :** de nombreuses clés ont pu être enfin réunies pour vous guider dans vos choix et, nous le souhaitons, vous aider à franchir le pas dans un monde plus vaste. Quant aux utilisateurs actuels de scanners intra-oraux, vous en découvrirez des capacités, mais aussi des limites, que vous ne soupçonniez pas jusqu'ici.

Enfin, cette édition spéciale « Empreinte optique » n'aurait pu être complète sans une personne chère à la profession qui, tel un Steve Jobs, depuis sa chambre d'étudiant, révolutionna la dentisterie à jamais, voilà 50 ans. Nous remercions chaleureusement le **P^r François Duret** de nous avoir accordé son temps pour une entrevue, à découvrir également sur **CLINIC.FR**

Derrière tous ces circuits imprimés et clics de souris, un élément revient : **la place de l'humain**. L'humain, que ni l'intelligence artificielle ni la machine ne remplaceront *in fine*, n'en déplaît aux amoureux de la science-fiction et admirateurs des nouvelles technologies que nous sommes, est cet être au cœur de la relation patient-praticien et des échanges prothésiste-praticien qui, vous le constaterez page après page, n'en sont que renforcés.

Les caméras intra-orales changeront votre exercice, tout comme elles ont changé le nôtre.

Marc BARANES et Jérôme LIPOWICZ



François Duret,
inventeur de
la CAO/CFAO
en dentisterie

Vidéo sur
CLINIC.FR
bit.ly/3iLcSb9

RENCONTRE AVEC FRANÇOIS DURET

CFAO : 50 ANS POUR UNE TECHNOLOGIE DE POINTE

Propos recueillis par Marc Baranes et Jérôme Lipowicz

CLINIC : Comment vous est venue l'idée du concept de l'empreinte optique et de la CFAO ?

François DURET : C'est très exactement durant les congés de Noël 1970 que m'est venue l'idée de la CFAO dentaire. C'est en suivant en même temps mes cours en maîtrise de chimie à la Faculté des sciences et ceux de 3^e année à la Faculté dentaire, mais surtout en bataillant avec mes premières coulées en plâtre dans le sous-sol de la place Desperet à Lyon, que j'ai sans doute inconsciemment cherché à trouver une autre voie « plus scientifique » pour répondre à mes tracasseries quotidiennes. Ce fut une pure invention car elle n'était fondée sur aucune recherche antérieure (j'avais 22 ans) sinon sur des essais Laser avec mon maître en Sciences, le Professeur Jacques Dumas. J'ai imaginé la chaîne complète en une nuit et il a validé l'idée en janvier 1971. Je l'ai souvent écrit, mais ce que je n'ai jamais dit car je l'ai

réalisé de nombreuses années plus tard en analysant ma thèse de 2^e cycle « Empreinte optique » afin de la traduire, ce sont mes implications dans l'IA ou dans le workflow dès 1973 (disponible sur www.francoisduret.com).

C'est en étudiant les fondements d'Alan Turing que j'ai réalisé que ma thèse décrivait, sans doute, le premier système d'intelligence artificielle médical jamais mis en œuvre. À partir de la mesure d'une simple préparation et de son environnement, la CFAO était conçue pour être capable de trouver elle-même, et sans l'aide de l'homme, les informations nécessaires pour produire un élément complémentaire inconnu au départ : une prothèse adaptée. Au-delà des idées de Turing, mais en me rapprochant des pensées « très pratiques » de Neumann ou de Goldstine, j'ai découvert seulement en 2010 que j'y décrivais aussi, allez savoir pourquoi, le principe des clouds et d'Internet alors totalement inconnus au-delà d'une unique

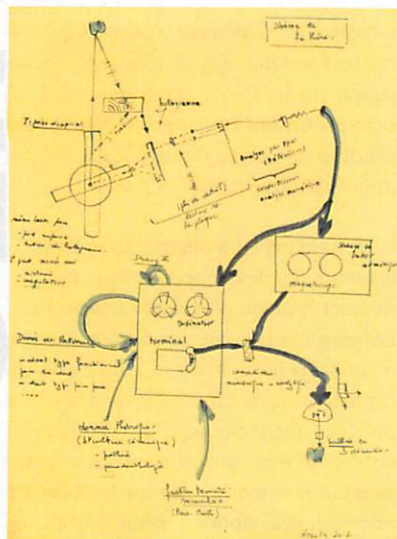
tentative en Californie. C'est ce qui me fait souvent dire depuis lors que la naissance de la CFAO dentaire a été un acte purement intuitif et, au fond, inexplicable de par sa naïveté. Cela ne m'a jamais été pardonné.

Comment expliquer le décalage entre les premiers développements et la démocratisation plus de 30 ans après ?

L'affaire n'a pas démarré il y a 30 ans, mais il y a 50 ans, bref... plus d'une vie professionnelle. La mise en place d'une nouvelle technologie à la fois très novatrice et très perturbante face à des habitudes ancestrales met toujours de nombreuses années pour s'imposer. C'est un phénomène classique que tous les inventeurs connaissent bien.

Tout d'abord, si l'inventeur a été exclu du bercail « universitaire », la percée de toute nouvelle idée est très complexe pour ne pas dire impossible. L'exemple le plus connu est celui du célèbre chimiste Langevin.

Ensuite, il ne faut pas se décourager... Et ce n'est pas le plus simple. Il faut trouver des appuis pour développer le prototype afin d'être capable de démontrer à une assistance professionnelle suspicieuse, voire moqueuse, que cette idée est réalisable. Dans le cas de la CFAO dentaire, il aura fallu des années à tous les acteurs travaillant dans ce sens pour convaincre et trouver des appuis scientifiques sérieux, débloquer les aides financières et pousser des industriels à prendre le risque de s'engager dans cette nouvelle voie. Pour ma part, il m'aura fallu 15 ans pour arriver à présenter le premier prototype aux entrepreneurs de Garancière en 1983 puis pour réaliser en public la première couronne sur patient au congrès de l'ADF de 1985. Il faut ensuite passer au stade industriel et commercial, c'est-à-dire fournir une machine capable de concurrencer ce qui existe en cabinet et laboratoire. Comme nous étions le premier et seul système de CFAO dentaire, la route fut tellement difficile que la société Hennson (puis Sopha) n'y résista pas.



Description du flux numérique par François Duret en 1973 dans sa thèse de 2^e cycle.



Le premier système de CFAO au monde, le système Hennson.

La CFAO dentaire redémarra quasiment au point de départ en 1995. C'est sans doute la raison qui explique les 30 années ayant séparé les premières présentations et aujourd'hui. Ce sont les prothésistes qui reprirent le bébé entre 1995 et 2005, sans la partie la plus complexe, le scanner intra-buccal. Ils permirent de fiabiliser les logiciels de CAO et les machines-outils. Leurs implications furent capitales pour la réussite de cette nouvelle technologie. Je leur dois beaucoup. À partir de 2005 sont arrivées les nouvelles générations de scanners IOS plus rapides et conviviaux. Des rayons divergents multi-vues

du système Hennson, nous sommes passés au système confocal à rayonnement parallèle, qui a permis de simplifier significativement la prise de vue en bouche. Enfin, en 2007, grâce à 3M, nous avons fait les premières prises de vues full motion (mesure vidéo 3D). Tout cela a pris du temps, même si ce fut très rapide au regard du très haut niveau de technologie mis en œuvre.

Quelle est selon vous la place de l'usinage dans les prochaines années ? La verra-t-on disparaître au profit de l'impression 3D ?

Les deux méthodes seront utilisées (sans aucun doute avec d'autres, encore plus novatrices...).

La méthode conventionnelle par enlèvement de matière, ce que vous appelez « usinage », à l'inconvénient du « copeau » mais garantit que la pièce que vous mettez en bouche est stable et contrôlable dans ses qualités. Dans les méthodes d'usinage non conventionnel, l'impression 3D a l'avantage de sa souplesse, de sa variété et de son économie de matière mais elle a l'inconvénient des risques liés aux ruptures dans la chaîne qui garantit les « qualités » des matériaux puisque ces derniers sont « construits » dans les officines des dentistes ou des prothésistes.

Quelle est la place du prothésiste dans cette chaîne technologique ?

Toujours la même, mais plus fusionnelle avec le chirurgien-dentiste. La CFAO dentaire offre au praticien de nouveaux outils pour parfaire ses analyses diagnostiques et le débarrasse de tâches lourdes, répétitives et imprécises comme celle consistant à travailler manuellement sur des modèles en plâtre avec des outils du XXI^e siècle. Le dentiste peut enfin se consacrer à ce qui est le cœur de son métier : diagnostiquer, soigner et rétablir une fonction esthétique et anatomo-physiologique. Le prothésiste est celui qui appliquera

les directives issues de ces diagnostics ou des actes thérapeutiques et prothétiques voulus par le clinicien. Il sera doté de plus de compétences pour utiliser les appareils de CAO et de FAO devenus plus performants. Peut-être travaillera-t-il une partie de son temps comme assistant au fauteuil pour des tâches bien précises ?

Si vous étiez ce jeune chercheur, dans quelle voie vous investiriez-vous ?

Sur l'imagerie et l'intelligence artificielle.

Pensez-vous que l'IA et la robotisation permettront de s'affranchir de l'acte manuel du chirurgien-dentiste ?

Si vous incluez l'intelligence artificielle dans la CFAO dentaire, je pense que oui, mais cela nécessitera plus de temps et une mise en œuvre de systèmes experts et d'imagerie très complexes.

Quelle est pour vous la prochaine innovation qui marquera notre exercice dans les 10 prochaines années ?

C'est devenu un sujet sensible, pour deux raisons. D'une part, 10 ans c'est court. Aussi, j'hésite entre trois domaines : les nouveaux scanners, l'IA et les matériaux. Les scanners deviendront intuitifs, ne nécessiteront plus de formation et travailleront dans toute la profondeur de champ de la bouche, la Chine investit de ce côté-là. L'IA et l'imagerie s'associeront pour faciliter nos actes, et les matériaux à structure hétérogène structurée feront sans doute un retour fracassant grâce à la CFAO, associée aux techniques d'usinage additif.

D'autre part, chaque fois que j'ai exprimé mon sentiment sur l'avenir, il s'en est suivi des publications s'y rapportant, en oubliant de me citer. Il suffit de lire un livre très récent où l'auteur américain reprend à l'identique mon introduction sur les 50 ans à venir dans une revue très connue du même éditeur... sans me citer. ■

- In what year and how did you come up with the idea of the optical impression concept and CadCam?

It was precisely during the holidays of Christmas 1970 that I came up with the idea of dental CadCam. Being both in Master of Chemistry at the Faculty of Science and in 3rd year at the dental school of Lyon (it was not yet a Faculty), fighting with my first casts in plaster in the sub-Desperet Square I probably unconsciously tried to find another «more scientific» way to answer my daily worries. It was a pure invention because it was not based on any particular research (I was 22 years old) except on LASER tests with my master in Science, Prof. Jacques Dumas and I imagined the complete chain in one night.

This I have often stated, but what I have never said, because I realized it many years later, are the following points that everyone will be able to verify in my thesis which is on my website: It wasn't until much later, and by studying the foundations of Alan Turing, that I realized that my graduate thesis was undoubtedly describing the first medical artificial intelligence system ever implemented: from the measurement of a simple preparation and its environment, the CadCam was built to be able to find itself and without the help of man, the information necessary to produce an unknown complementary element at the beginning: a suitable prosthesis.

Beyond the ideas of Turing but by getting closer to the «very practical» thoughts of Neumann or Goldstine, I realized only in 2010 that I was also describing there, go find out why, the principle of Clouds and Internet then totally unknown beyond California.”

This is what often makes me say since the birth of the CadCam was a purely intuitive and, basically, inexplicable act by its naivety. This has never been forgiven.

- How to explain the discrepancy between the time of the first developments and the democratisation which began more than 30 years later?

The case did not start 30 years ago but 50 years ago, in short ... more than one working life.

The introduction of a new technology that is both very innovative and very disruptive in the face of ancestral habits always takes many years to establish itself. This is a classic phenomenon that all inventors are familiar with.

First of all, if the inventor has been excluded from the «academic» fold, the breakthrough of any new idea is very complex, if not impossible. The best known example is the famous chemist Langevin.

Then you don't have to be discouraged.... and that's not the easiest thing. It is necessary to find support to develop the first prototype in order to be able to demonstrate to a suspicious professional assistance, not to say mocking, that his idea is feasible. In the case of dental CadCam I have spent years convincing and finding serious scientific support, releasing the necessary financial aid and pushing industrialists to take the risk of embarking on this new path. It took me 15 years to be able to present the first prototype at Garancière's congress in 1983 and then make the first crown in public on patient at the ADF dental congress of 1985. Then you have to go to the industrial and commercial level, which is to provide a machine that can compete with what exists in the cabinet and laboratory. As we were initially the first and only dental CadCam system (we must not forget that the Cerec 1 is only a device that copies a cavity of Inlay without occlusal surface) the road was so difficult that the company Hennson (then Sopha) did not resist and the dental CadCam restarted almost at the starting point.

It was the prosthetists who took over the baby without the most complex part between 1995 and 2005, that is to say without the intra-oral scanner. They made CAD and machine tools

more reliable. It is from this date that the new generations of IOS scanners arrived faster and more user-friendly.

- Do you think that today intra-oral scanners are at their maximum?

No, of course not. Fortunately, science never stops because it meets a need, which is the case today for dental CadCam. It's as if you said in 1925 that the automobile will not evolve.

- What do you think the place of machining will be in the next few years? Will we see it disappear in favour of 3D printing?

Both methods will be used (without a doubt with others even more innovative ...). Conventional machining by material removal, what you call "machining" to the disadvantage of the "chip" but guaranteed that the piece you put in mouth is stable and controllable in its qualities. In unconventional machining methods, 3D printing has the advantage of its flexibility, variety and material economy but the disadvantage of the risks associated with breaks in the chain that guarantee the «qualities» of the material since they are «constructed» in the offices of dentists or prosthetists

- What is the role of the prosthetist in this technological chain?

Always the same but more merges with the dentist. The dental CadCam offers the dentist new tools to perfect his diagnostic analysis and rid him of some slow, heavy, repetitive and imprecise stains like the one of working manually on and plaster models with tools of the nineteenth century. The dentist will finally be able to devote himself to what is the heart of his profession: diagnosing, treating and restoring an aesthetic and anatomic-physiological function.

The prosthetist is the one who will apply the guidelines resulting from these diagnoses or the therapeutic and prosthetic procedures desired by the clinician. It will have more competence to use CAD and CAM devices which will be increasingly complex and efficient. Perhaps he will eventually work part of his time as an assistant in the chair for very specific tasks.

- If you were this young researcher in 2020, where would you go?

On imaging and artificial intelligence.

- Do you think AI and robotics will free up the manual act of the dental surgeon?

If you include Artificial Intelligence in dental CadCam, I think so, but it will take a long time and will require the implementation of very complex expert and imaging systems.

- What is your next innovation for our fiscal year in the next 10 years?

It has become a sensitive subject.

Allow me to play my joker a bit, not out of rudeness, but because each time I expressed my personal feeling, it was often followed by related works and publications, text forgetting to quote the author. I have for example a very recent book where the American author uses almost identical but forgetting to quote me the introduction I published on the future of our profession in a very well known journal of the same publisher.

Of course it happens to me (less and less reassure you) to revolt like everyone else but it is always unsuccessful .

There is also, and I must say this pitifully, that I still hesitate between three areas: new scanners, AI and new materials. The new scanners will probably work in all the depth of field in the mouth, China is investing on this side. The AI and imaging will work together to facilitate our clinical actions and materials with a structured heterogeneous structure will no doubt make a resounding return thanks to CadCam combined with additive machining techniques.