

MENSUEL D'INFORMATION SCIENTIFIQUE • SEPTEMBRE 1996 • 14e ANNÉE • N° 114

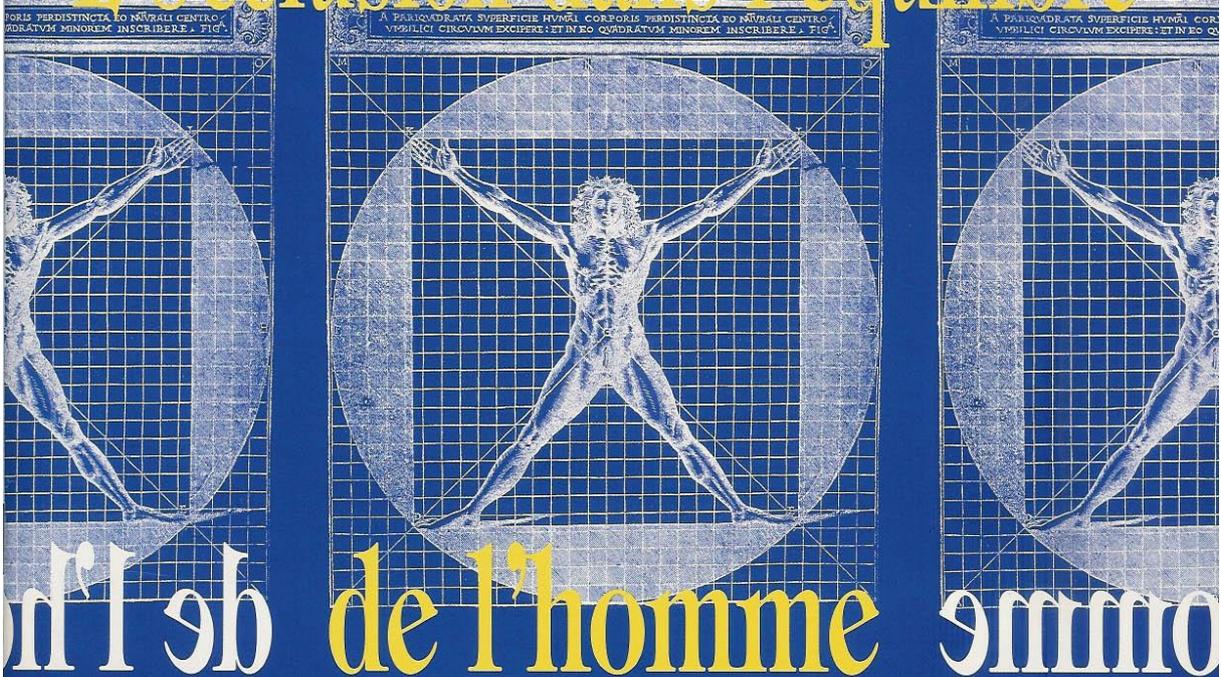


**SOCIÉTÉ
DE
MÉDECINE
DENTAIRE**
asbl

Le point

MAISON DES DENTISTES : AVENUE DE FRÉ, 191 - 1180 BRUXELLES • DÉPÔT DE LIVRAISON POUR LA BELGIQUE : BRUXELLES 8

L'Occasion pour l'admettre L'Occlusion dans l'équilibre



28 septembre 1996

Prof. Cl. Valentin : **Comprendre l'occlusion**

Journal Officiel de la Société de Médecine Dentaire

La robotique dentaire

Pr. François DURET

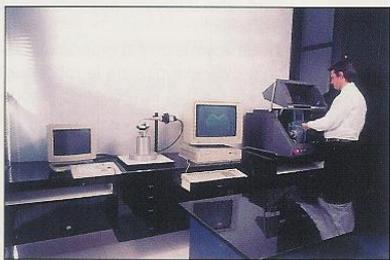
CHAPITRE 1 : Introduction sur une idée généreuse

Notre vie est confrontée à la poussée impérieuse de nouvelles technologies et en particulier à celles associées à l'informatique. Notre métier, la dentisterie, n'a pas échappé à cette règle. Bien au contraire, il en fut indiscutablement le pionnier dans le domaine médical il y a un peu plus de 25 ans. Nous faisons évidemment allusion à la robotique odontologique, et à sa petite soeur la CFAO dentaire (ou dental CAD CAM). Depuis ses débuts, cette technique a beaucoup évolué, aussi nous a-t-il paru intéressant aujourd'hui, d'en faire le point. Ceci va nous conduire, mois après mois, à découvrir ou redécouvrir ce que nous propose la recherche et les industriels. C'est plus de 12 machines qui vont ainsi être présentées et étudiées. Mais avant d'en arriver là, commençons, dans ce numéro, par rappeler les définitions et principes de base. Cela nous évitera d'y revenir lors de l'étude de chaque système et nous permettra d'effectuer des classifications essentielles.

Comment définir la robotique dentaire ?

La robotique dentaire est un moyen plus ou moins automatisé permettant de simplifier, voire de supprimer certains gestes ancestraux que nous effectuons lors de la pratique de notre métier. C'est cette Cybernétique Odontologique que nous définissons il y a quelques 12 ans dans les colonnes de ce même journal. Par exemple, nous pouvons supprimer la « coulée » de certaines pièces ou leur réalisation en cire grâce à l'utilisation de l'ordinateur ou du robot, celui-ci se chargeant de réaliser la partie pénible du travail en nous laissant toute la partie agréable et créative.

L'intervention du robot est très variable suivant le type d'appareillage



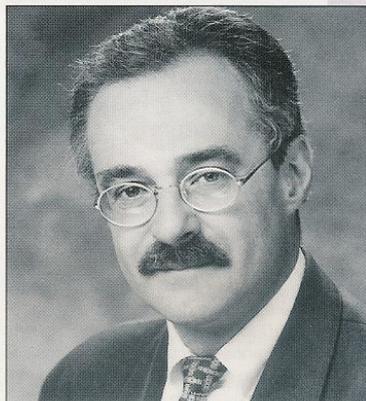
allant de la simplification de la coulée jusqu'à son remplacement par des moyens très sophistiqués.

Le robot s'appellera alors système de CFAO ou Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (ou CAD CAM : Computer Assisted Design and Computer Assisted Manufacturing).

De la dentisterie ancestrale à celle du XXI^{ème} siècle...

Pour ceux qui avaient la chance d'être à Tokyo, au 75^{ème} anniversaire de GC, la vue de la dentisterie du XXI^{ème} siècle était éclatante. Il ne s'agissait plus de ces tentatives maladroites de concilier, voire d'appliquer, le présent au futur mais de réfléchir sans contrainte au devenir de notre travail et de proposer des alternatives.

Nous devons aussi admettre que cette démarche reste difficile si elle n'est pas accompagnée d'un dialogue critique. C'est pour cette raison que, pour compenser l'impossible échange, nous allons préférer la présentation comparative à l'énoncé dogmatique et scientifique. Dans la plupart des cas, réaliser une pièce prothé-



tique, c'est effectuer une prise d'empreinte, une construction en cire et une réalisation par coulée.

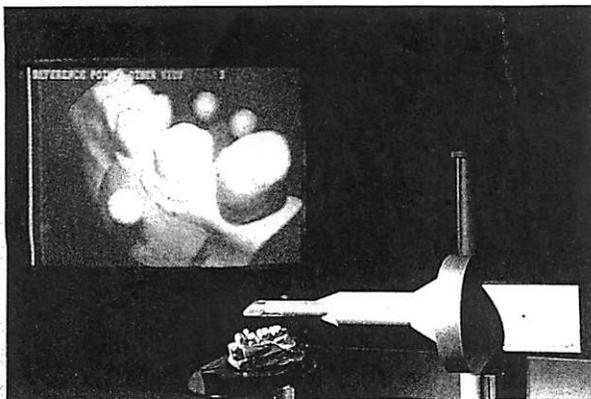
La première étape est la prise d'empreinte

Une prise d'empreinte n'est pas d'utiliser tel ou tel produit pour faire un moule de la bouche, ou empreinte que l'on coulera en plâtre afin de disposer d'une replication sur notre établi de travail. Cette définition, pour le moins trop restrictive et qui doit être retirée de notre vocabulaire professionnel, mélange objectifs et moyens pour les atteindre.

Une prise d'empreinte est la méthode suivie pour collecter les données statiques du volume (empreinte traditionnelle) ou de l'intérieur de l'organisme (RX) et des données dynamiques du mouvement (articulateur) de la bouche du patient. Ces données seront soit stockées de manière analogique (c'est-à-dire palpable) comme dans/sur un modèle en plâtre ou une radio, soit de manière digitale (c'est-à-dire virtuelle) sur une mémoire utilisable par un ordinateur (par exemple).

Au fond le support de l'empreinte, c'est-à-dire le produit utilisé, importe peu. Ce qui compte, c'est de comprendre que la captation des données sera d'autant plus précise et vivace dans le temps qu'elle sera sous une forme plus proche de données inaltérables dont le numérique est aujourd'hui le meilleur exemple. Une distance de 2 mm reste de 2 mm après 5 siècles alors qu'un plâtre s'effritera. C'est vers cette fiabilité que se tourne aujourd'hui nos technologies dentaires modernes.

C'est aussi vers la stabilité du stockage et vers la simplicité de leur utilisation que nous nous tournerons.



La deuxième étape est la réalisation de la maquette

Cette deuxième étape correspond à la seule phase créative de notre métier. Fort de règles et de statistiques, suivant un certain nombre de préceptes établis par l'histoire de la recherche dentaire, nous allons, en quelque sorte, réparer ce que la nature a détruit. Cette réparation est en général exécutée en cire (maquette de cire) et correspond au volume de la future reconstruction. Ce n'est qu'une reconstruction en volume dans la plupart des cas qui s'appuie sur ce que devrait être la dent idéale.

Seront alors appliqués un certain nombre de critères morphologiques, fonctionnels ou esthétiques correspondant à ce que nous estimons être ce futur volume de reconstitution et propre à notre patient.

Le CAD CAM utilisera ce même principe. La seule différence est que ne seront accessibles que les fonctions correspondant à une réelle création. Il n'est plus question de bâtir en cire, couche après couche, la forme ou volume de la dent arrive directement de la mémoire de l'ordinateur comme si nous pouvions aujourd'hui modeler notre maquette en cire à l'aide d'un livre de morphologie !

Plus encore, si l'on est en mesure de suivre cette reconstitution, nous pourrions comparer les résultats obtenus années après années et enrichir la qualité des critères que nous utilisons pour modeler une prothèse dans l'avenir. Nous parlerons alors d'un système expert dentaire ou prothétique. Ce ne sont plus les diktats de quelques personnes qui nous définiront la prothèse future, mais la conjonction des observations individuelles. Ce dynamisme adaptatif sera plus que capital dans un monde où le «mélange des genres et

des espèces» nous force à une adaptation quasi quotidienne.

Cette comparaison se fera sur des observations statiques, mais aussi dynamiques (analyse et intégration des mouvements mandibulaires).

Les systèmes de Robotique que nous allons voir ensemble présentent toutes les étapes d'automatisation, depuis l'absence de modélisation jusqu'à la complète analyse tridimensionnelle statique et dynamique en passant par le pseudo 3D, c'est-à-dire une analyse successive plane puis rassemblée comme cela est fait avec le scanner RX.

Enfin la dernière étape est la réalisation de la pièce

Dans tous les cas, aujourd'hui, nous effectuons la technique ancestrale (plus de 5000 ans d'âge !) de la coulée à la cire (ou autre chose) perdue.

Le fait de récupérer des données numériques de la deuxième étape, nous permet de commander tout système d'usinage existant, qu'il soit conventionnel (fraisage et meulage) ou non (électro-érosion, bombardement...). Il va de soi que cela ne veut pas dire qu'il faut tous les utiliser, mais que nous pouvons potentiellement tous les envisager. Hormis la rapidité d'exécution, moins de 6 minutes aujourd'hui pour usiner un inlay céramique et 15 pour une infrastructure en titane, c'est l'immense choix des matériaux qui nous intéresse.

Aujourd'hui, c'est moins de 2% des matériaux de l'écorce terrestre dont nous disposons. Cette situation n'est pas le fait de règles de biocompatibilité mais une restriction technologique. Nous ne pouvons utiliser que des matériaux coulables ou céramifiables dans le cadre d'un laboratoire individuel. Les problèmes rencontrés avec l'utilisation du titane dans notre exercice professionnel représentent l'exemple éclatant de cette situation paradoxale où on demande au praticien d'appliquer les dernières techniques reconnues pour son patient et où la plus vieille, la coulée, l'empêche d'utiliser des matériaux de qualité.

Nous voyons que la grande révolution ne viendra plus de la robotique. Elle est connue et reconnue aujourd'hui. Elle viendra des matériaux où nous verrons enfin disparaître ces reconstitutions céramiques contre-nature.

La Robotique propose aujourd'hui essentiellement deux méthodes

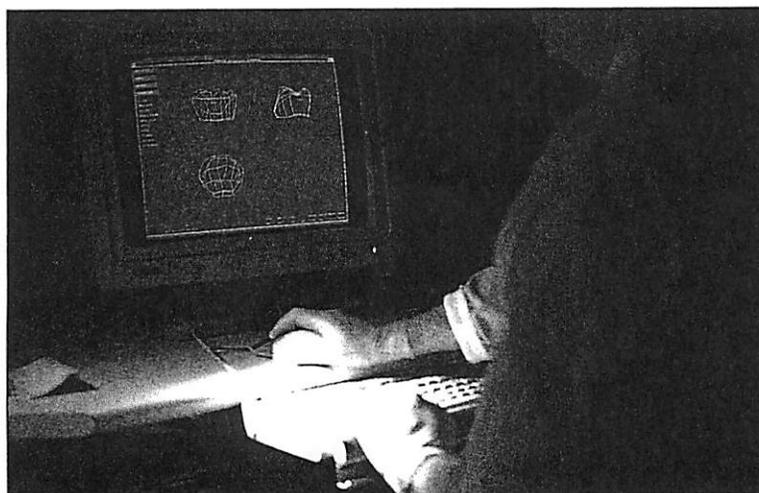
En effet cette approche permettra le stockage des données, des mesures, sous une forme inaltérable (Science exacte par excellence), le nombre. Certes un modèle en plâtre est l'expression réelle d'une mesure mais sa duplication et son stockage reste fragile et imprécis alors que le stockage des mesures de ce plâtre sous forme numérique est duplicable à l'infini et indestructible dans le temps (ou beaucoup moins).

Plus encore, la simplification que nous apporte l'utilisation des données numériques à la place des plâtres nous permettra une multitude de manipulations jusqu'alors inimaginables comme de transmettre ces informations par voie hertzienne. Il n'y aura plus aucune notion de localisation et de transport, chaque donnée pouvant être transmise, étudiée, diagnostiquée à distance par un nombre infini d'opérateurs.

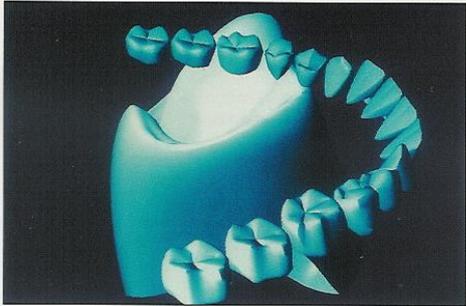
Il va donc de soi que la dentisterie moderne utilisera de plus en plus l'empreinte numérique à la place de l'empreinte traditionnelle ou analogique.

Nous verrons qu'aujourd'hui déjà les systèmes robotiques proposent plusieurs solutions pour accéder à ces données analogiques et numériques :

- le micro-palpape
- l'empreinte optique...



d'usinage, les méthodes de fraisage et meulage, et les méthodes d'électro-érosion. Dans l'avenir, cet éventail s'élargira au fur et à mesure des nécessités d'usiner de nouveaux matériaux. Pour ce qui est des matériaux, l'originalité n'est pas encore de mise mais elle se prépare. Nous l'aborderons à la suite de cette série sur la robotique, si Dieu nous le permet.



Comment présenter la robotique dentaire...

Aujourd'hui il existe très exactement 12 systèmes sur le marché ou en passe de l'être :

- le Celay (palpeur, pas de CAO et meulage pantographique manuel)
- le Ceramic (palpeur, pas de CAO et meulage pantographique automatique)
- le Procera (palpeur/optique, peu de CAO et meulage panto/électro-érosion)
- le Pro-Cam (palpeur, CAO et meulage/fraisage)
- le Titan (palpeur, CAO et fraisage automatique)
- le Nissan (optique point/ligne, CAO, fraisage automatique)
- le Cicero (optique point/ligne, CAO, fraisage automatique)
- le CAP (optique point/ligne, CAO, fraisage automatique)
- le Cerec (optique matriciel, CAO faible, fraisage/meulage automatique)
- le Riter (optique matriciel, CAO faible, fraisage/meulage automatique)
- le Dens (optique matriciel, CAO, fraisage automatique)
- le Dental CAD-CAM (optique matriciel, CAO, fraisage automatique)

Pourquoi avoir choisi cette classification... ?

Nous n'avons pas la prétention de dire que c'est la meilleure mais nous pensons qu'elle a le mérite d'exister et d'avoir été reprise un certain nombre de fois par plusieurs auteurs.

La base de cette classification est le mode de captage des données :

- série # 1 : captage chimico-manuel (empreinte actuelle à la pâte..)
- série # 2 : captage par palpeur
- série # 3 : captage optique, ss21 - optique par point ou lignes, ss 22 - optique matricielle

En effet, le principe de notre méthode de reconstitution d'une prothèse et ce qui déterminera sa qualité est la précision de la mesure de l'objet sur lequel nous allons travailler (empreinte).

C'est la base de notre travail et cette donnée n'est pas liée à une époque (c'est une mesure). Elle est intemporelle donc intéressante

comme base de classification. L'est-elle scientifiquement ? Plus cette mesure sera précise et plus la qualité du travail sera élevée. Hors nous savons qu'en métrologie (Science des mesures), mesurer un objet suppose de l'énergie et cette énergie est toujours puisée sur l'objet que l'on mesure par le système de mesure. Plus ce système est invasif, important et prenant, et plus l'énergie mise en jeu «en quelque sorte volée à l'objet» est importante. Hors plus cette énergie transmise est élevée et plus l'objet restitué après la mesure est différent de l'objet initial et mémorisé (nous connaissons bien cette dégradation de l'information lors des empreintes et duplications successives des modèles en plâtre).

La méthode la plus violente est, bien entendu notre prise d'empreinte chimico-manuelle actuelle. La moins invasive est la méthode optique matricielle (elle affleure, à peine, l'objet par son onde électro-magnétique).

Voici résumée rapidement la raison de ce choix pour une classification générale en Robotique Médicale. Elle n'a aucune base d'intérêt industriel mais elle a pu servir de base dans un choix à long terme.

Après cela, dans chaque classe, rentre en jeu successivement :

- l'action manuelle ou non (cela va de soi, pour ses critères cliniques)
- l'existence et la complexité du choix de CAO (ou CAD).

En effet, ce critère est très important et le sera de plus en plus. Sa puissance dépendra de la création et de l'effort faits par l'équipe de développement et par l'industriel. C'est à ce niveau que l'avenir extraordi-

naire de la dentisterie de demain se situera (système expert, mouvements mandibulaires..).

- enfin le critère matériau auquel sera associé celui de l'usinage.

Est-ce une méthode d'avenir .. ?

Il n'est plus nécessaire de défendre la Robotique dentaire. Lorsque vous inventez une technologie, vous êtes toujours subjectif, surtout si vous êtes attaqué. C'est en quelque sorte votre enfant que l'on agresse.

Aujourd'hui les chiffres parlent d'eux-mêmes :

Plus de 3000 systèmes vendus en 5 ans.

Plus de 9 systèmes Robotique sur le marché dentaire aujourd'hui et 3 en passe de l'être, sans parler de tous les laboratoires travaillant sur le sujet, j'en ai dénombré 23 ! Plus de 10.000 millions de Yens (300 millions de Francs Belges) libérés par le gouvernement japonais pour financer le CFAO dentaire en 1995 !

Les plus grandes sociétés dentaires développent leurs systèmes de Robotique (Siemens, Nobel-Biocare...) les plus grands groupes industriels s'y lancent (Nikon, Général Motors, Nissan...).

Voici aujourd'hui la situation de la CFAO dentaire que nous vous avons présenté en avant-première, si j'ose dire, en 1984 en Belgique. Que de chemin parcouru en 10 ans ! Et quel va être le chemin futur avec l'incroyable poussée technologique informatique. Et dire qu'il y en a encore qui doutent !

Nous allons donc essayer, dans les numéros suivants, d'aborder les systèmes robotiques tels qu'ils sont classés plus haut, les uns après les autres. Nous allons essayer de le faire techniquement, cliniquement et plus si nous pouvons.

Nous allons le faire en espérant vous transmettre notre passion pour cette technologie fantastique et peut-être en vous permettant de faire votre propre choix dans ce «grand» fleuve tranquille qu'est devenu «La robotique dentaire».

Donc demain... le Celay système.

Pr. François Duret,
DDS, DSO, MD, MS, PhD
Research Professor
and Chairman
University of Southern
California (USC)
Los Angeles, CA, USA

Adresse de l'auteur :

Ch. de Tarailhan
11560 Fleury d'Aude (France)
Fax:0033/68.33.54.98