

SCIENCES & NATURE

TECHNOLOGIE

Du 4 octobre au 27 novembre se tiendra à la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette, une exposition sur le thème : «Mécanique du Futur». Coproduite par l'ANVAR, cette manifestation grand public a pour objectif de mettre en valeur des réalisations industrielles mécaniques d'avant-garde utilisant les technologies les plus avancées, grâce notamment aux fantastiques moyens de calcul et d'expérimentation, à l'évolution des matériaux ainsi qu'au processus de conception, de fabrication et de contrôle par ordinateur.

MÉCANIQUE DU FUTUR

RÉVOLUTION DANS LES DENTS

Si on vous parle de mécanique de précision, vous ne pensez pas spontanément à vos dents. Et pourtant, chaque dent est un objet unique, dont la forme est parfaitement adaptée à la mâchoire et à la fonction qu'elle doit remplir. La fabrication d'une couronne ou d'un bridge, destinés à remplacer une ou plusieurs dents défectueuses ou absentes, passe par la production aussi fidèle que possible de ces dents dont on ignore le dessin primitif avec précision.

Mission impossible ? Absolument pas, depuis longtemps les chirurgiens et mécaniciens dentistes savent recréer et implanter des prothèses dentaires.

Aujourd'hui les techniques les plus modernes viennent au secours de leur savoir-faire.

«Fermez la bouche, serrez les mâchoires bien fort, c'est terminé». Montre en main, il y a tout juste 35 minutes que cette personne est entrée dans le cabinet dentaire. Elle va en partir avec une couronne posée et ce, après seulement une visite chez son dentiste. Étonnant ? C'est un service que bientôt votre dentiste sera en mesure de vous proposer.

La plus ancienne prothèse dentaire connue date de 2 000 ans avant notre ère ; en dent naturelle, elle a été posée à un Phénicien.

Vers 500 de la même époque, les Étrusques utilisaient des os sculptés et ce n'est que vers le milieu du XIX^e siècle, il y a tout juste cent ans qu'eut lieu la grande révolution de la dentisterie, quand furent mis au


point les instruments et les techniques encore utilisés aujourd'hui. Depuis, peu de choses ont changé. Même si de nombreuses améliorations sont à mettre à l'actif des chercheurs en ce domaine, sur le fond, rien n'est venu bouleverser la dentisterie.

LA DEUXIÈME RÉVOLUTION DENTAIRE

C'est près de Vienne, dans l'Isère, que la société Hennson prépare ce qui sera la deuxième révolution de l'univers dentaire.

Là, dans le calme d'un petit château au charme désuet qui abrite de modernes laboratoires, elle termine la mise au point de l'invention du Docteur François Duret et s'apprête à passer à la phase de production. Demain, la pose d'une couronne deviendra un acte banal.

Disparues les prises d'empreintes à la pâte et les nombreux et fastidieux essayages. Nous entrons dans l'ère



Organisée autour de trois pôles : une illustration de l'importance de l'industrie mécanique dans l'économie française ; des présentations de réalisations industrielles et de prototypes ; une évocation de l'ensemble des métiers et des formations, l'exposition a pour objectif de convaincre que la mécanique est, pour demain, génératrice de carrières et de métiers d'avenir. Parmi ce qui sera exposé, nous avons choisi une application étonnante qui ne manquera pas d'avoir, des répercussions sur un aspect bien particulier de notre vie.

de la couronne en 20 minutes. Le secret de François Duret, la CFAO : conception, fabrication, assistées par ordinateur, mises au service de cet objet unique qu'est la dent. Bien sûr, en pénétrant dans le cabinet prototype du château de Malissol, le regard est naturellement attiré par le fauteuil surmonté de l'inévitable bras articulé de la roulette. Qui n'y a pas vécu quelques moments difficiles ? Ce premier contact passé, il faut se rendre à l'évidence, si nous sommes bien dans un cabinet dentaire, nous y trouvons au moins quatre appareils inhabituels : deux écrans d'ordinateurs, un étrange engin de la taille d'une grosse machine à écrire et, sur une table, près du fauteuil un objet noir en forme de bouteille au goulot allongé. C'est la face visible de la CFAO dentaire.

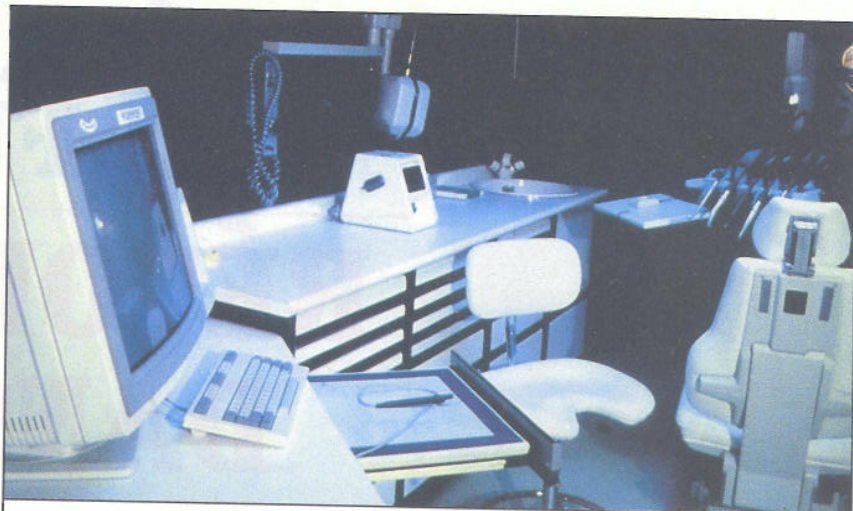
En réalité, la fabrication d'une couronne pose un double problème : l'adaptation parfaite au support préparé, la dent toujours fixée dans la mâchoire et le façonnage de l'extérieur, la partie qui broie les aliments et entre en contact avec les dents environnantes.

Tout repose donc sur une bonne connaissance de ce support et de son environnement.

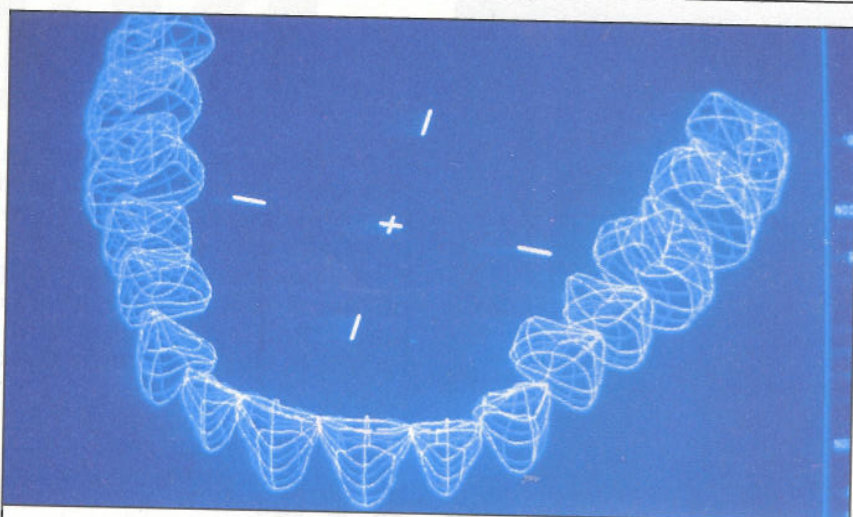
LASER ET COURBES DE NIVEAU

L'analyse de cet ensemble est faite lors de la prise d'empreintes qui s'effectue avec la bouteille. En fait, il s'agit d'une caméra laser perfectionnée à deux endoscopes. La lumière laser est utilisée ici pour sa pureté et les deux sources d'images permettent une meilleure perception du relief. Plusieurs prises de vue sous divers angles sont effectuées. On obtient, grâce à une technique particulière, autant d'images du support constituées de courbes de niveau comparables à celles lisibles sur les cartes de géographie.

Il est bien évident que selon la façon dont est tenue la caméra, celle-ci est plus ou moins proche de l'objet filmé. Un système électronique sait repérer cette distance et va ensuite remettre toutes les images dans le même référentiel spatial, comme si chacune avait été prise exactement à la même distance de l'objet. Il suffit ensuite de fondre en une seule les diverses images, pour obtenir une empreinte électronique en trois dimensions du support sur lequel va



L'ordinateur entre dans les cabinets dentaires.



La forme de chaque prothèse est déterminée en partant d'une dentition théorique.



La fraise à commande digitale exécute l'intérieur et l'extérieur de la couronne.

venir se fixer la couronne. Pour piloter l'outil, la grosse machine à écrire qui va fabriquer la couronne, il faut digitaliser, c'est-à-dire traduire en chiffres l'image obtenue.

Cette conversion analogique se fait avec un dispositif de transfert de charge ou CCD qui analyse les courbes de niveau et traduit les quantités de lumière obtenues lors de la prise d'empreintes en quantité d'électricité mesurable, donc en valeur numérique.

LA COMMANDE DIGITALE

Un million de chiffres environ par empreinte vont représenter autant de points dans l'espace qui guideront la fraiseuse lors de la fabrication de la dent.

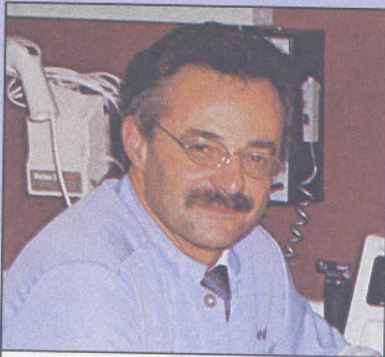
situé la phase la plus étonnante du processus : la création d'un objet, la dent, dont la forme est définie par la mémoire qu'en a gardé son environnement. Hennson a développé un logiciel qui, à partir de cette trace virtuelle va déformer une dent théorique contenue dans la mémoire d'un ordinateur pour en faire une dent qui s'adapte parfaitement à la mâchoire à appareiller.

L'intérieur de la couronne est défini, l'extérieur est reconstitué, il ne reste plus qu'à calculer les trajets d'outils qui vont guider le robot fraiseur avant de passer à la fabrication proprement dite de la dent façonnée dans une masse de matière.

A procédé nouveau, il fallait un matériau nouveau. Ce sont les laboratoires SPAD (Laboratoire MONOD de Dijon) spécialistes des produits et matériaux dentaires qui

LA PLUS ANCIENNE PROTHESE DENTAIRE CONNUE, DATE DE 2 000 ANS AVANT NOTRE ÈRE ; EN DENT NATURELLE, ELLE A ÉTÉ POSÉE A UN PHÉNICIEN. VERS 500 DE LA MEME ÉPOQUE, LES ÉTRUSQUES UTILISENT DES OS SCULPTÉS ET CE N'EST QUE VERS

17 ANS DE RECHERCHE



Le Docteur François Duret, inventeur du système.

C'est très exactement à Noël 1971 que le docteur François Duret imagina d'associer l'optique tridimensionnelle, la conception assistée par ordinateur et la fabrication de prothèses dentaires par une machine à commande numérique. La première difficulté qu'il fallait vaincre était l'invention d'un procédé de prises de vues à trois dimensions, en bouche. Pour cette partie, il tra-

vailla jusqu'en 1981 avec le Professeur Thouvenot spécialiste de l'imagerie médicale.

En 1981, Thomson et Matra s'intéressèrent aux travaux de François Duret et lui permirent de présenter une première machine le 25 septembre 1983 lors des Entretiens de Garancière à Paris. C'est après cette date que le projet fut repris par la société Hennson, filiale du groupe lyonnais Hennequin International filiale du groupe lyonnais Holding Hennequin.

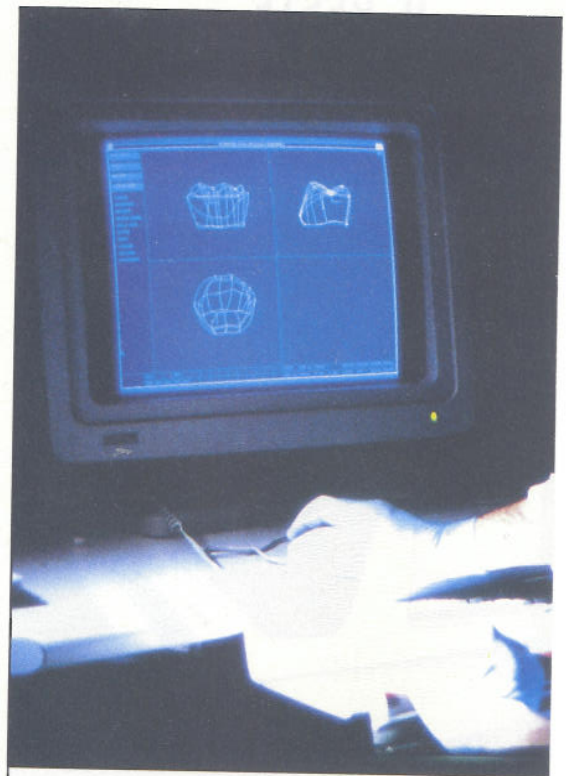
Le 30 novembre 1985, François Duret présentait lors du Congrès International de l'Association Dentaire Française, le premier prototype qui lui permit de réaliser devant ses confrères, la pose d'une couronne en moins de deux heures.

Fin juillet 86, un premier équipement complet a été installé dans un cabinet pour la réalisation de tests cliniques.

La fin de cette année devrait voir l'implantation des premiers équipements chez les praticiens.

A ce stade, le support de la couronne est parfaitement connu ; reste à concevoir le plus important, la partie externe de la dent pour laquelle on ne dispose d'aucun autre renseignement que ceux recueillis sur son environnement lors de la prise d'empreintes. C'est peut-être là que se

ont conçu une matière spéciale : l'«Aristée». Le résultat donne un matériau tissé, dur, blanc particulièrement résistant et d'une excellente tenue à l'usure. La fraiseuse en elle-même est une machine outil quatre axes à commande numérique. Trois axes travaillent en coordina-



La dent est reconstituée à l'écran selon les empreintes prises en bouche.

LE MILIEU DU XIX^e SIECLE QU'EUR LIEU LA GRANDE RÉVOLUTION DE LA DENTISTERIE.

**TEMPS
NÉCESSAIRE
POUR
FABRIQUER
UNE COURONNE :
20 MINUTES.
CONNAISSANCES
INFORMATIQUES
MINIMALES :
AUCUNE.
LE DENTISTE
NE SE
TRANSFORME PAS
EN INFORMATICIEN,
IL RESTE
UN PRATICIEN.**



*La fraiseuse, de la taille
d'une grosse machine à écrire.*

**SON INTERVENTION
SE SITUE LORS
DE LA PRISE
D'EMPREINTES OU
SUR LE DESSIN
DE LA DENT.**

tion dans l'espace et peuvent ainsi usiner très précisément les formes arrondies. La machine dispose d'une palette de 12 outils d'usage différents qu'elle change automatiquement selon les besoins.

UNE BELLE VICTOIRE DE LA MÉCANIQUE

Aucune intervention manuelle, si ce n'est pour placer le bloc de matière, remplacer les outils usés ou récupérer la dent usinée qu'il ne reste plus qu'à mettre en place.

Temps nécessaire pour fabriquer une couronne : 20 minutes, connaissances informatiques minimales : aucune. Le dentiste ne se transforme pas en informaticien, il reste un praticien.

Son intervention se situe lors de la prise d'empreintes ou sur le dessin de la dent qu'il peut retoucher sur écran selon son savoir-faire.

Une révolution ?

Oui, mais avant tout une belle victoire de la mécanique de cette fin du XXème siècle qui sait tirer le meilleur parti de tout ce que lui offrent les technologies modernes dans des domaines aussi variés que l'électronique, l'informatique, l'ingénierie logicielle, la conception de matériaux nouveaux adaptés à des usages précis.

QUATRE COURONNES PAR JOUR

A quand la couronne minute ? Inutile pour l'instant de courir chez votre dentiste, les premiers ensembles de CFAO seront installés à la fin de l'année.

Coût du système complet : un peu moins d'1 million de francs, mais calculée en main, François Duret affirme qu'il suffit pour un praticien travaillant dans un cabinet de trois dentistes de poser quatre couronnes par jour pour rentabiliser la machine tout en assurant un meilleur service à ses patients.

Déjà, quelques facultés dentaires comme Marseille ont inscrit au programme de leurs étudiants des cours obligatoires de CFAO et, en Allemagne et aux États-Unis des procédés concurrents sont en train de voir le jour. Mais cette fois, la France a déjà passé la ligne d'arrivée. □

HUBERT DESRUES

UNE BELLE VICTOIRE DE LA MÉCANIQUE
DE CETTE FIN DU XXÈME SIÈCLE
QUI OSAIT TIRER LE MEILLEUR PARTI
DE TOUT CE QUE LUI
OFFRENT LES
TECHNOLOGIES
MODERNES.
INUTILE POUR L'INSTANT
DE COURIR CHEZ
VOTRE DENTISTE,
LES PREMIERS
ENSEMBLES DE
CFAO SERONT
INSTALLÉS A LA FIN
DE L'ANNÉE.

