

EN PREMIERE MONDIALE AUX ENTRETIENS DE GARANCIERE :

Démonstration de l'empreinte optique

SI actuellement le prototype semble imposant et bruyant, et son emploi un peu lourd, les différents éléments du système vont être adaptés à une utilisation courante : réduction de volume, intégration à l'unité, silence lors du fonctionnement.

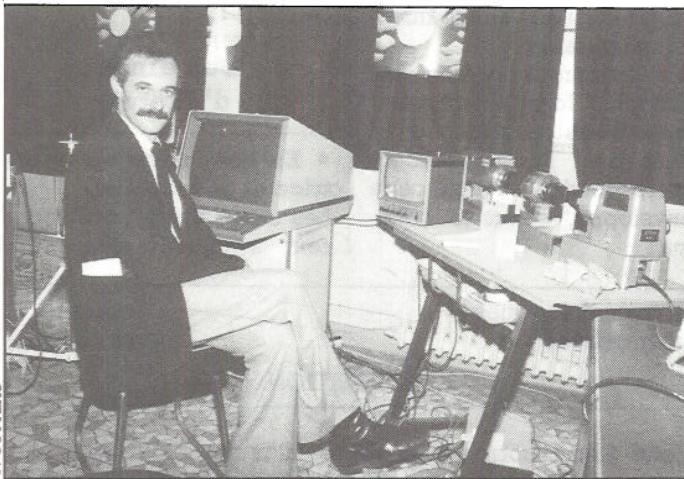
Composition globale de la chaîne

La chaîne se compose principalement d'un ensemble de saisie de forme (c'est une sorte de caméra vidéo), d'un ordinateur (un hard 32 bits) et son logiciel pour le traitement des informations et de ses périphériques : une machine-outil à commandes numériques pour la réalisation de la pièce prothétique et une imprimante permettant la restitution des documents.

• L'empreinte optique

L'ensemble de saisie des formes est l'élément majeur du système et la grande nouveauté qui permet de réaliser l'empreinte optique. Il s'agit d'un système global de prise d'empreinte utilisant une énergie lumineuse comme support de l'information relative au volume, cette information ayant une valeur égale à la restitution. La fonction de l'empreinte optique est la fonction classique d'une empreinte, c'est-à-dire capter en trois

C'est le 22 septembre 1983 qu'eut lieu, dans le cadre des Entretiens de Garancière, la première démonstration réelle de conception et fabrication assistée par ordinateur d'une couronne prothétique. Cette présentation était effectuée par le Dr Duret et son équipe, inventeur de ce procédé révolutionnaire susceptible d'entraîner de nombreuses modifications dans notre profession (voir Tonus n° 16).



Le Dr François Duret et sa « chaîne »

dimensions la forme, la position d'une dent ou d'un groupe de dents et leurs rapports avec l'ensemble des deux arcades, mais avec une précision pouvant atteindre 20μ et en moins d'une seconde.

• Sur quel principe repose-t-elle ?

Il existe plusieurs méthodes intéressantes de restitution d'images en trois dimensions dont trois retiennent notre attention :

— *L'holographie* présentée par Gabor en 1948, basée sur un système d'interférence d'ondes. Son applica-

tion a été rendue possible à partir d'un faisceau laser. C'est une méthode très précise, rapide mais lourde dans ses applications (Duret, Jung, Swinson).

— *La photogramétrie* ou stéréométrie est historiquement la première méthode (XVI^e siècle). Elle permet la reconstitution d'une vue en relief à partir de deux vues plates prises sous 2 angles très légèrement différents soit trois dimensions sur deux. (Système des stéréoscopes très en vogue au début du siècle) (Heiringer, Buthner).

— *La méthode du moiré* basée sur l'interférence de deux ondes de sources non cohérentes (c'est-à-dire de lumière normale) faisant apparaître sur l'objet des courbes de niveau après passage à travers des trames. L'espace entre deux franges est connu et n'est pas fonction de l'individu mais du matériau employé, ce qui permet l'établissement de constantes. On détermine ainsi les coordonnées X et Y sur le plan et Z en comptant les franges en fonction des constantes.

C'est cette dernière méthode qui est choisie et c'est grâce à un « micro-moiré » que l'on peut ainsi coder les formes en X, Y et Z à quelques dizaines de microns près.

• Pourquoi une empreinte optique ?

L'étude de cette méthode est née des inconvénients des systèmes d'empreinte classiques.

En effet, quel que soit le matériau utilisé, le passage de l'information volumétrique se fait de système en système : matériau d'empreinte, plâtre, cire, revêtement et métal coulé. La précision est empirique dans une telle succession d'étapes quand on sait que la position d'un « point » dans un ensemble dépend de l'énergie dans lequel il existe ; donc toute variation d'état entraîne une variation de position de ce « point » ;

plantations immédiates, il est très difficile d'adapter un implant géométrique dans une alvéole de forme complexe.

Actuellement, le Dr Duret et son équipe proposent la démarche suivante : après avoir chargé un lambeau de taille moyenne, on extrait la dent et on effectue la première empreinte optique qui met en évidence les zones de contre-dépouille à éliminer à la fraise.

Après excision des tissus pathologiques, on prend une deuxième empreinte optique puis l'on commande à l'ordinateur et à la machine outil l'usinage d'un implant qui s'adaptera à 20 microns près. C'est-à-dire les meilleures conditions pour une intégration de l'implant.

Le lambeau est suturé et une prothèse provisoire en matériau biocompatible est ajustée grâce à une troisième empreinte optique. La contention est traitée de manière classique.

Et quelques questions...

Dès la fin de la démonstration les questions furent nombreuses, concernant notamment la prothèse fixée :

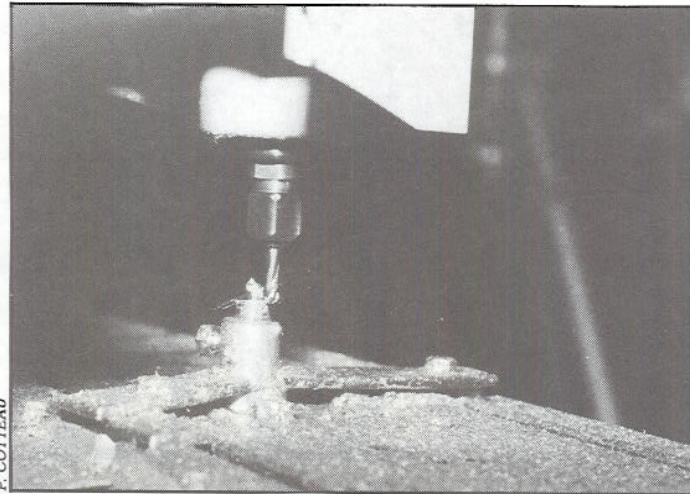
— « Possibilité de réaliser des empreintes sous-gingivales » ?

On effectue une empreinte optique après avoir rétracté la gencive classiquement.

— « Réalisation de dents à tenon » ?

Il suffit d'utiliser des tenons calibrés dont les cotes sont stockées en mémoire par l'ordinateur. Lors de l'empreinte optique, l'ordinateur code la partie apparente du tenon, en déduisant les cotes de la partie intracanaulaire.

Le pivot est usiné de la



Réalisation automatisée de la couronne.

même manière que la pièce dans le même matériau.

— « La réalisation de couronnes céramo-métalliques est-elle possible » ?

On peut envisager d'utiliser le procédé dans ce cas : la forme programmée est celle d'une chape destinée à recevoir un matériau cosmétique ; l'épaisseur y est prise en compte. Une deuxième chape métallique est usinée qui correspond à la forme définitive : cette clé représente l'enveloppe externe. Il suffit alors de procéder à une injection de céramique sous pression.

D'autres questions moins « techniques » furent posées : le temps d'usinage par la machine-outil fut évalué à une quinzaine de minutes.

Le système d'usinage peut fonctionner la nuit, les formes des prothèses à réaliser étant gardées en mémoire.

— « La réalisation d'un bridge de plusieurs éléments est-elle possible » ?

Le Dr Duret fit remarquer que la réalisation d'un bridge de N éléments n'était que N fois la réalisation d'un élément simple.

Enfin, la période possible de commercialisation est évaluée à trois ans.

Coût et amortissement du système

Le Dr Duret précisa que les chiffres donnés n'étaient qu'une estimation. Les coûts des équipements informatiques marquent une tendance à la baisse d'année en année.

Le Dr Thermoz décrit trois possibilités d'achat :

1. le système d'empreinte seul et un MODEM qui assurera la transmission des informations vers un ordinateur situé hors du cabinet dentaire : chez un autre confrère ou chez le prothésiste.

2. le système d'empreinte plus le support électronique nécessaire à la conception de la prothèse par le praticien.

3. le système global d'empreinte de conception et de réalisation de la prothèse.

Le coût du premier système est estimé à 100 000 F. Celui du deuxième à 250 000 F et celui du troisième donc

de la chaîne globale à 500 000 F.

Il est aussi possible d'admettre le système optique de conception et la machine-outil chez le praticien, alors que l'ordinateur et le logiciel seront communs à plusieurs : coût, environ 350 000 F.

L'investissement est à la carte. On peut dans un premier temps acheter le système d'empreinte puis compléter. Le système global contient l'ordinateur qui peut être utilisé à d'autres fins que la CAO : gestion financière ou fichier patients.

Le Dr Thermoz prit le cas de deux cabinets, l'un de deux praticiens, l'autre de quatre praticiens pour démontrer que l'amortissement du matériel était réalisable en cinq ou six ans.

Est-ce la fin des prothésistes ?

La méthode apparaît révolutionnaire puisque c'est la première fois que la réalisation d'une prothèse est entièrement assistée par un ordinateur, de sa conception à sa fabrication.

Faire la préparation et sceller la couronne dans la même séance n'est donc plus un rêve. Mais que deviennent les prothésistes ?

Le Dr Duret assure que son invention n'entraînera pas la fin des prothésistes mais une conception nouvelle de leur travail et l'informatisation de leur laboratoire.

Le passage du prototype au modèle commercialisable est maintenant principalement un problème de capitaux, qui nécessite peut-être une mobilisation de la profession et des pouvoirs publics.

**Bruno Maria
et Soizick Naudinat**