

tonus

ANNÉE SABBATIQUE :
LES RÉSULTATS DU SONDAGE
TONUS-CDPV (page 58)

N° 73 DU 15 AU 30 NOVEMBRE 1985

DENTAIRE

TÉL. : 42.47.13.17



LES PROTHÈSES DENTAIRES
PAR ORDINATEUR

ISSN 0293743

Vers une prothèse informatisée

EN effet, la CFAO (conception et fabrication assistées par ordinateur des prothèses dentaires) indique un nouvel axe de travail et il n'est pas déraisonnable de prévoir son large développement dans un proche avenir au sein de nos cabinets dentaires et de prothèses comme ce fut le cas dans d'autres secteurs techniques. L'aspect inventif du concept nous oblige à parler plus de révolution dans la méthode que d'évolution dans la conduite de l'acte.

Il apparaît comme nécessaire de faire une description du matériel mis au point dans les laboratoires de la société Henson et qui doit être présenté pour la première fois à l'ADF de 1985. Si en 1983, lors des entretiens de Garancière nous annonçons qu'il nous faudrait deux années pour développer un prototype et trois années pour la sortie des premiers appareils (Antenne 2), nous ne savions pas les difficultés techniques que nous allions rencontrer. En revanche aujourd'hui, cette première étape respectée, il ne nous paraît nullement absurde de prévoir la sortie des premiers appareils au 3^e ou 4^e trimestre 1986.

COMPOSITION DU SYSTEME

Le système se compose globalement d'une sonde optique, d'un logiciel de traitement du signal, d'un ensemble microprocesseur + logiciel de CAO, d'une commande numérique et d'une microfraiseuse.

La sonde optique (dessin n° 1) mesure les dents selon les trois axes de l'espace, c'est-à-dire en trois dimensions. L'aspect très innovant du mode utilisé nous oblige à une extrême réserve dans le descriptif de la technologie suivie. Proche parente du Moiré optique tel que décrit par les anciens (CdP n° 50), elle offre l'avantage de

La réalisation actuelle des prothèses dentaires fixées comprend une succession d'étapes étroitement liées les unes aux autres. L'insuffisance de l'une d'entre elles peut amener l'échec de la reconstruction entreprise par le praticien. Au cours de cet acte thérapeutique, le transfert de l'information de corps en corps, support du relief étudié (empreintes, modèles...) et de la forme de la future prothèse (cire, revêtements...) constitue la règle de base d'une technique actuellement unique et vieille de plus de trois siècles. Si des progrès importants ont été réalisés dans la qualité de ces actes et en particulier dans la fidélité du transfert de l'information, il est incontestable que peu de modifications fondamentales ont marquées l'évolution de cette partie de notre travail. Mais tout risque de changer dans les mois qui viennent...

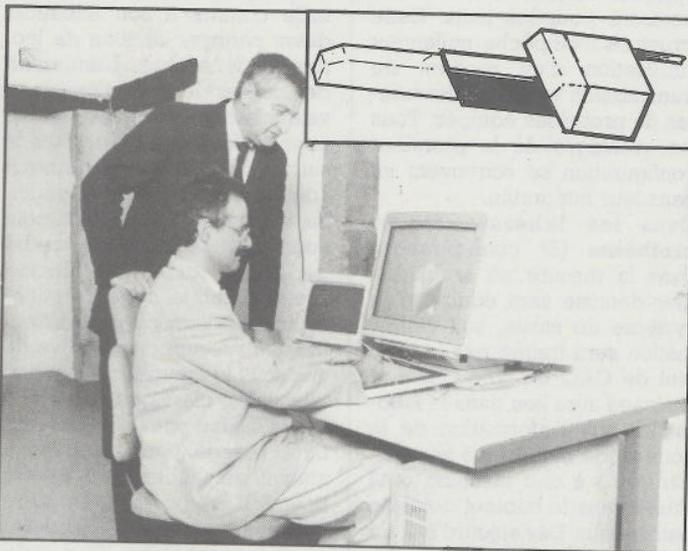


Schéma 1 - La sonde optique.

Photo 2 - Logiciel de création et microprocesseur 32 Bits.

respecter un cahier des charges particulièrement sévère, à savoir surtout moins de 20 µm d'incertitude absolue dans la détermination d'un point dans l'espace de la dent étudiée. Connecté à la sonde et très dépendante de celle-ci se trouve le système de traitement d'image - QOS n° 39 - il doit répertorier de manière numérique les éléments transmis par le DTC (dispositif à transfert de charge) et trier les informations, pour éviter une surcharge au niveau de l'ordinateur. Le DTC (CCD pour les anglosaxons) est une sorte de micro-

capteur matriciel remarquable par la fidélité de sa lecture et la rapidité de son « balayage » (3 à 6 Méga hertz). Il permet entre autre d'avoir une image sur une surface plane et ce plusieurs fois par seconde. Il générera une information fidèle et précise de l'environnement appréhendé par la sonde et les valeurs en résultant, traitées par un processeur câblé ou non, seront aptes à être digérées par le logiciel d'exécution de la prothèse. Le processeur de traitement d'image à donc pour fonction de numériser, simplifier puis transmettre les

zones d'appui du calcul de la future prothèse.

Utilisant un microprocesseur 32 Bits, léger, puissant et rapide le logiciel de création de la prothèse (photo n° 2) a pour fonction première de générer la future prothèse respectant l'identité du patient traité. Il ne s'agit pas de refaire n fois le même élément mais de générer une forme intérieure et extérieure respectant les impératifs de la bouche à reconstituer. C'est réellement une conception assistée par ordinateur réalisée par des dentistes pour des dentistes et utilisant un noyau classique de CAO (ici Euclid de Matra Datavision). La création de l'intrados n'est pas une croissance spécifique et calculée mais le résultat d'un triple souci lié au dynamisme d'écoulement des fluides, la minimisation de l'espace et la résistance à la désinsertion. L'extrados, forme et volume créés par le logiciel, s'appuie sur ce qui sera identifié comme des zones privilégiées à savoir les zones de contact, courbures vestibulaires et linguales et espace de l'articulé. Il y a donc création d'une dent théorique originale et idéale que le dentiste pourra garder ou modifier.

Au-delà de cette création se trouve la commande numérique (CNC) de la machine outil. Ce logiciel spécifique, mixte câblé/écrit, doit générer non pas une forme mais un trajet d'outil. Ce trajet est en rapport d'une part avec la définition exigée pour une prothèse dentaire et d'autre part avec les caractéristiques géométriques de l'outil de taille. Mis au point spécifiquement pour notre application elle permet de diriger la machine outil dans l'exécution d'un usinage des parties internes et externes de la future prothèse selon un déplacement en trois axes.

La machine outil à commande numérique ne fait qu'appliquer les ordres transmis

le a plusieurs outils et plusieurs supports de forme, respectant en cela les exigences d'un bon usinage automatique exécuté par des moteurs à placement pas à pas lissés linéaires. Le rendu final peut être une finition semi-automatique pour permettre le scellement immédiat (préformes à valeurs prédéterminées) ou le aquillage pour les praticiens plus exigeants.

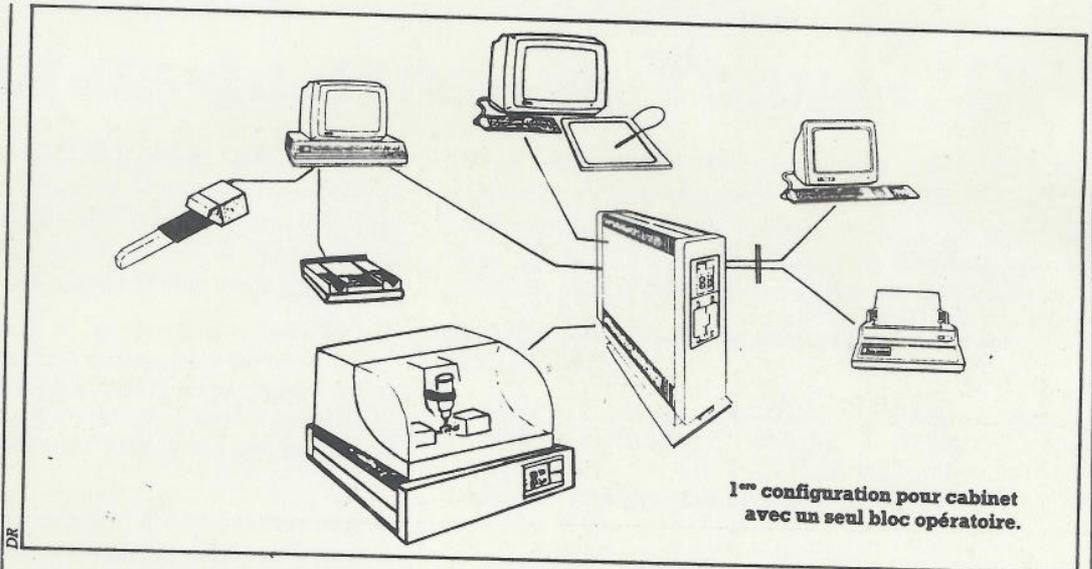
Les matériaux utilisés dans cette technologie sont nouveaux et ont des caractéristiques mécaniques et biologiques proches de celles de la dent qu'ils doivent remplacer. Le fait qu'ils soient préparés industriellement et qu'ils ne subissent aucune déformation structurale avant leur insertion en bouche explique l'importance de cette évolution et la qualité du respect des valeurs physiques du milieu buccal.

CONFIGURATION D'UN SYSTEME

Cette brève représentation de l'ensemble des composants de ce système fait ressortir un aspect modulaire qui permet son insertion dans les cabinets dentaires quelque soit leur configuration.

Les cabinets dentaires n'ayant qu'un seul bloc opératoire (1^{ère} configuration) il est possible d'utiliser un système complet avec seulement une sonde et un système de transmission (modem). Tous ces systèmes de transmission respectent la confidentialité de l'information comme le secret (codage d'accès aux données) et permettent des modifications de logiciels spécifiques. Ils offrent enfin au praticien la possibilité de suivre l'évolution des programmes dans le temps.

Dans un cabinet à plusieurs bureaux (2^e configuration), le partage de certains éléments est parfaitement compatible avec la structure modulaire de l'ensemble. Ainsi le microprocesseur, le logiciel de CAO ainsi que la microfraiseuse et sa commande numérique peuvent être reliés à plusieurs sondes



optiques comme l'est le compresseur pour les unités. Cette structure n'empêche nullement l'utilisation d'un modem de transmission vers les laboratoires de prothèses équipés. Tous les avantages de la première configuration se retrouvent ici dans leur intégralité.

Dans les laboratoires de prothèses (3^e configuration) dans la mesure où le chirurgien-dentiste sera équipé d'un système de saisie, soit l'information sera traitée par le logiciel de CAO du laboratoire et l'usinage aura lieu dans le laboratoire soit l'information de la commande numérique sera retransmise à une machine outil située dans le cabinet dentaire demandeur. Dès aujourd'hui, un certain nombre de prothésistes attache à leur formation de base celle de la CAO pour être prêt à répondre à cette nouvelle demande.

LA METHODE D'UTILISATION

Nous pouvons schématiser l'acte de réalisation d'une couronne esthétique ou non par plusieurs étapes. Ces étapes dépendent essentiellement du mode de configuration adoptée.

Dans la première configuration (cabinet entièrement équipé) nous effectuons les opérations suivantes :

— Prise d'empreinte : le prati-

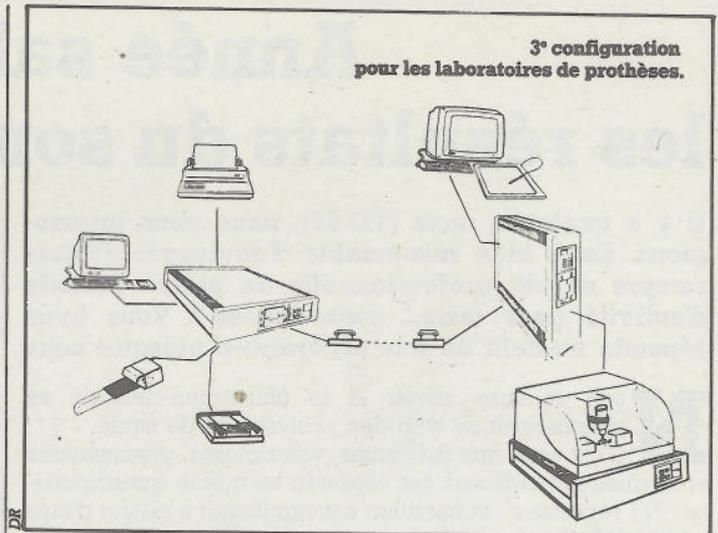
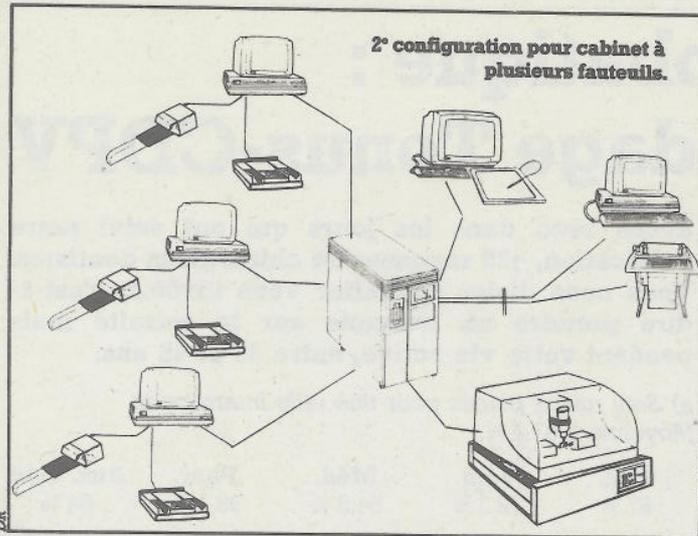
cienn, après avoir effectué sa taille comme à son habitude, devra nettoyer sa zone de lecture et la sécher. L'utilisation des modes de rétraction gingivale classique est souhaitable pour parfaire la lecture dans le sulcus. L'utilisation d'un produit spécifique déposé sur la gencive, voir même sur la dent, peut augmenter la qualité du codage. A ce stade, le praticien prend la sonde, sorte de micro caméra endoscopique, et effectue une succession de prise de vue sous le contrôle d'un moniteur vidéo classique attendant à son unit. Une pédale permet de figer l'image pour un examen attentif, de valider ou de rejeter la vue. Il est possible de relire certaines zones particulièrement inaccessibles. Une main exercée met moins de 3 mn pour faire la lecture de la dent taillée, de ses voisines et la surface antagoniste.

— Un temps relativement court (entre 2 et 4 mn) est nécessaire pour le traitement de l'image et la corrélation des différentes vues. Cela permet au patient de se rincer et au praticien de nettoyer et ranger la sonde. C'est la seule intervention à effectuer dans la bouche d'un patient pour qui l'on prépare un élément unitaire ou de faible étendue.

— La suite du travail s'effectue avec l'aide du logiciel de CAO et peut avoir lieu dans le cabinet dentaire ou dans son labo-

ratoire de prothèse. Il nécessite un minimum d'apprentissage qui fera l'objet d'une formation spécifique et obligatoire lors de l'acquisition du système. Ce type de formation est classique pour l'informatique. Elle est toujours bien acceptée et donne lieu à des échanges d'idées fructueux. Les dents traitées par la sonde apparaissent sur l'écran CAO et peuvent être orientées selon un angle choisi. On procède à la vérification de la taille et à son acceptation ou son refus. Dans ce dernier cas la reprise d'empreinte est nécessaire après retouche du moignon. Si il y a acceptation du travail, le logiciel lissera les contre-dépouilles éventuelles et dilatera le moignon pour permettre l'espace du ciment de scellement (Intrados de la couronne).

La réalisation de l'extrados passera par la proposition d'un modèle au praticien. Celui-ci peut accepter ou modifier la forme en utilisant un certain nombre de fonction interactive. Ainsi un effet de loupe (effet zoom) lui permettra de modifier la forme d'un angle ou de rapprocher des zones de contact. Il est possible aussi de modifier un sillon, le bombé cervical, la position des centrés ou la pointe des cuspidés. En tout état de cause le langage sera simple et utilisera des termes spécifiquement dentaires. Par exemple : il ne sera pas



question « d'agir sur un vecteur de déformation » mais de « mérialiser la cuspide vestibulo-linguale » de la molaire du bas. Les mouvements occlusaux pourront être étudiés selon plusieurs théories et le choix de ces dernières conduira à la modification du relief occlusal spécifique. Nous voyons que l'action permise par le logiciel de CAO s'apparente totalement à la création de la maquette de cire et à la modélisation de la surface occlusale. L'usinage et le scellement constitue la dernière phase de l'opération. Si la modélisation sur l'écran CAO peut durer entre 2 et 10 mn, la phase d'usinage sera d'autant plus longue que l'élément est complexe, que le matériau est dur et que l'on souhaite avoir un bon état de finition. Cette phase de travail doit être abordée avec le plus grand soin car elle représente l'étape ultime et surtout l'instant de la matérialisation des données chiffrées. Il y a lieu donc de veiller à sa bonne exécution et même si elle est entièrement automatisée (y compris le changement d'outil et le retournement de pièce) il est essentiel de vérifier régulièrement son bon déroulement. Après avoir choisi une préforme dans une couleur classique adaptée à la bouche (2B, 4A...), la pièce à usiner est posée sur le plateau, fixée automatiquement et le cycle d'usinage lancé par l'intervention

sur un seul bouton (marche-arrêt). Le cycle dure aujourd'hui entre 15 et 20mn par élément pour un excellent fini mais celui-ci peut être réduit en usinant l'intrados pendant la création de l'extrados en CAO et en perfectionnant la machine de coupe.

Un polissage, maquillage de surface (détails) et un vernissage ou glaçage (suivant le matériau) est souhaitable. Il est possible de contrôler l'exactitude de la pièce en la relisant avec la sonde optique et en comparant ce résultat avec celui qui avait servi de base de travail à la commande numérique.

Il a donc fallu entre 20 et 25 mn pour réaliser une couronne esthétique prise d'empreinte comprise et ce en une séance. Il est possible durant l'usinage d'effectuer un soin de bouche afin de ne pas bloquer le patient trop longtemps sur le fauteuil sans raison thérapeutique. Dans la configuration avec modem seuls l'empreinte, son contrôle et une partie du traitement d'image ont lieu dans le cabinet dentaire (entre 5 et 7 mn). Le reste du travail pourra être exécuté rapidement dans le laboratoire de prothèse, dans la journée si nécessaire.

DEVELOPPEMENTS ULTERIEURS

La présente explication concerne les éléments unitaires

ou de faible portée. Il est prévu de développer dans les 6 mois à 9 mois les bridges de grande étendue ainsi que l'analyse occlusale directe. Il en sera de même pour les inlays, les dents à tenon et les attachements. Il ne s'agit à ce stade que de compléter l'étude CAO et le mode d'usinage.

Pour 1987 sont ciblés l'aide au diagnostic en ODF et parodontologie ainsi que l'usinage des brackets et des attelles, première porte ouverte sur la prothèse adjointe...

Le logiciel de gestion fera partie très certainement des premières versions. Il faut dire que la puissance des moyens informatiques mis en œuvre permet d'espérer déboucher vers un programme puissant, rapide et simple de manipulation.

Les logiciels seront évolutifs et seront disponibles comme c'est aujourd'hui le cas pour la micro-informatique individuelle. Il sera possible de se procurer tel ou tel logiciel de telle ou telle école dans la mesure où cette dernière aura collaboré efficacement au développement correspondant à la ligne des travaux de notre laboratoire. Il en sera de même de la formation qui, sous le contrôle d'une équipe strictement dentaire, assurera l'apprentissage théorique et pratique de la CFAO en prothèse. N'est-ce pas une bonne méthode pour, marier les moyens industriels et

la formation de l'odontologiste par les odontologistes.

Fin 1983 nous annonçons qu'il nous fallait deux ans pour sortir un système prototype, nous tenons parole. Nous arrivons aujourd'hui en phase d'expérimentation clinique. Elle permettra de modifier et de rendre de plus en plus compatible un système aujourd'hui au stade du prototype. C'est ainsi qu'une équipe dentaire de plus de 50 chirurgiens-dentistes et médecins, dont j'ai la responsabilité, œuvre autour des éléments pour apporter leurs expériences pour le développement du système.

L'objectif reste pour la société d'exploitation des licences de commercialiser les premiers équipements de série dans le courant du deuxième semestre 1986. Parallèlement nous menons des travaux très importants sur de nouveaux matériaux dont certains seront présentés au cours du premier semestre 1986.

Des cycles de formations à la nouvelle méthodologie débiteront dès avril 1986 dans des structures spécialement étudiées pour les prothésistes et pour les chirurgiens-dentistes. Reste à expliquer le coût et les conditions d'amortissement d'un tel matériel. Cela fera l'objet d'un prochain article dans les colonnes de Tonus.

Dr François Duret