Sept 1995 a Sept 1996

Rapport de Travail

De Francois DURET
a
Nobel Internationnal Medical Cares

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Annee 1995

Oral and MaxilloFacial Imaging

Pr. Jack Preston Department Chairman

Restorative Imaging

CAD CAM Laboratory

Pr. Francois DURET
docteur d'etat
BsH,DDS,DSO,PhD,MD,PhD,MS,ONM,FADC,FPFA,FICD,FIADR,FSFP
Researsh Professor and Chairman , section of restorative Imaging

School of Dentistry , DEN 4318
University Park , MC 0641
University of Southern California , Los Angeles
CA. 90089.0641

Subject:

The Dental CAD CAM

Research work by Dr Francois DURET([1]), the father of the Dental CAD CAM , from 1971 to 1984 laid the theoretical foundation for the development of a dental CAD/CAM system.

Development work was started in 1984 , with the first prototypes produced in 1988 and selected test sites , out of the manufacture, started in 1989.

Marketing start in 1989 in Europe and 1992 in USA. There were 32 systems in operation in France, 1 in Sweden , 1 in Germany and 4 in United States.

TSI is marketing a computer and laser based system designed to automate the process of producing dental restorations such as crowns, inlays , onlays , bridges , implants , etc... in dental offices or dental laboratories.

At the present time , The CAD CAM system is able to do:

- Crown in ceramic or in Titanium , with a great accuracy (20 to 35 μm) , fast production (2h only , 2 weeks for a traditional technology), very good design and respect of static and dynamic occlusion.
- Coping in ceramic and Titanium , able to be build with a

[1] Dr Francois DURET , Professor and Chairman at University of Southern California (USA) is graduate from the Scientific University (Bachelor and Master in Bio-chemistry),the Dental University (doctor, Master in Periodotonlogy and PhD in Basic Sciences) and a Medical University (bachelor, Master, PhD in Gastroenterology and State Doctor)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

traditional ceramic and with a very good accuracy.

- Inlay and onlay , very soon , 3 times more accurate that the Cerec system of Siemens and with an occlusal surface.Inaly have been already done with a prothotype software.

The system includes three basic components:

1) An imaging system to capture a three-dimensional images of patient's teeth. This system is unique in the world , patented , and able to correlate 16 different views. It's accuracy is 20 μm and the CCD technology uses 250.000 pixels per view.

2) A design station which custom designs a perfectly fitting restoration, based on the images previously recorded. With this station we can develop any prostheses , include bridges and implants , with a minimum of research. The accuracy is 2 to 5 μm and for a crown 5 mn are enough to do all the process. This part is patented too , include the concept of the theoretical teeth.

3) A computer controlled micro-milling machine which mills the restoration ou of a small blank of dental material. This material could be Composite , Ceramic or Titanium. The changing tools is automatic like all the process. The accuracy of the milling is close to 15 μm for a crown.

This technology can be use out of the Dental market , such as industrial and spacial development and , of course in medecine....

Dental CAD CAM is an affordable alternative to traditional technology and offers better result in a very short time. This product offers our customers many advantages over traditional methods:

- Subtantial time saving per procedure
- More consistent quality and better esthetics of restorations
- Use of dental materials previously difficult to handle (Titanium), or new materials not otherwise available (traditional and new porcelains and composites)
- Profitability quickly achieved with a production of 20 units a month.
- Easy to learn without need for computer experience.
- Restoration may be produced and seated in one appointment instead of a minimum of two with traditional method. This saves time for the dental technician , the dentist and for the patient.
- with the possibility of taking pictures directly in the patient's mouth , with the second generation (1998) the intrusive , uncomfortable and time consuming past impression process is

eliminated.

- the possibility to reproduce the same crown 10 ...or more times if we want.

Even though the technology used to create this product is new , the first patents will expire within 8 years and the last one within 18 years. This protection is unique too , because it is the first in the world for the Dental and Medical CAD CAM and 10 other patents have been written by Dr Duret from 1980 to 1992.

Due to the fast changing nature of computer industry, we anticipate that most users will replace their equipement after 5 years , which is the end od the normal lease contract.

Pr Francois DURET
Professor and Chairman

Rapport pour ESM

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Objet du Rapport [1]:

Affaire MICRODENTA

Raisons de ce Rapport:

Depuis les investigations de Dentronic , de TSI puis de vous meme , nous connaissons l'existance d'un appareil , le DENStech System reprenant tres exactement les techologies utilisees et protegee dans les Brevets Duret.

Il etait donc important de lancer une operation d'attaque en contre-facon en temps et heure. Pour SEM , il est temps de faire cette action

Ce sont les elements pour cette action a court terme que je propose dans ce rapport.

Objectifs a atteindre:

Arreter definitement Microdenta et dissuader d'eventuels autres contre-facteurs

Destinataires:

Mr H.M. EL JOMAIH
Mr A. SIRADJ
Mr H. MOSKOVAKIS
Mr F. DURET

[1] Ces Rapports , strictement confidentiels , n'ont pour objet que d'exprimer certaines reflexions par ecrit afin que chacun d'entre nous puisse s'y rapporter tranquillement ou bon lui semble et en dehors des reunions habituelles. Ils peuvent servir aussi a la preparation ou lors de ces dernieres.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

1- Etude des documents en notre pocession:

11- " Microdenta Product Information"

origine: JC Haas le 14 Sept 1994 qui le tiemt lui meme de Dentronic.

111- Analyse page a page:

page 1 et 2:

1a) la definition generale montre trois etapes:
- prise d'empreinte optique
- CAD design
- Cam ou usinage de la prothese

Cette definition est couvert totalement par le revendication "1" du brevet Europeen # 0.040.165 et corespondant a une date de priorite du 9 mai 1980.

1b) les argumentaires qui suivent sont ceux de ce brevet mais aussi du brevet Europeen # 0.091.876 et correspondant a une date de priorite du 14 avril 1982.

1c) Les etapes successives montrent:
- un scanning du platre
- une conversion analogique numerique
- une correlation des vues
- l'utilisation de la deformation de la dent theorique
- une modification interactive fine
- l'usinage de la dent elle meme.

L'ensemble du descriptif est couvert par l'ensemble des brevets 1 , 2 et le troisieme brevet # 0.110.797 avec une revendication au 30 Novembre 1982.

La seul question discutable est : peut on considerer le model en platre , donc cet intermediaire , comme le " corps a analyser " ?

Le corps ne doit pas etre pris au sens , corps humain , mais au sens corps d'une partie de quelque chose (le corps du carburateur d'une voitrure ...). D'ailleur le corps humain , en aucun cas n'est la dent ou un ensemble du dent.

- un scanning du platre: il s'agit d'une projection de lumire pour collecter des informations suivant la methode stereoscopique en lumiere structuree . La description en est faite dans la revendication 1 du Brevet Europeen # 0.091.876. Il n'est pas question a ce niveau de methode interferometrique.
- une conversion analogique numerique. Cette conversion peut se faire de different maniere mais nous dirons que les revendications 1du brevet Europeen # 0.040.165 et les revendication 1 , 12 et 13 du brevet Europeen # 0.091.876
- une correlation des vues, clairement defini dans le texte du brevet Europeen # 0.091.876 , entre autre page 6 col 9 lignes 37-44 , mais aussi dans les brevets US , # 4.742.464 fig 8 et # 4.663.720 revendication 3.
- l'utilisation de la deformation de la dent theorique. Cette definition fait le corps des brevets (revendication 1) Europeen # 0.040.165 , des revendications 12, 13, 14 et 15 (cette derniere pour l'occlusion) du brevet Europeen # 0.091.876 mais aussi les brevets Us 4.742.464 fig 9.10.11.12.13 avec la revendication 4 et # 4.663.720 revendication 4,5,6 et 7.
- une modification interactive fine: idem
- l'usinage de la dent elle meme: revendication 1 brevet Europeen # 0.040.165 (et de nombreuses fois dans le texte) , des revendications 1 et figure 31 a 37 du brevet francais et Us correspondant (US # 4.611.288) du brevet

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Europeen # 0.091.876 mais surtout du brevet Europeen 0.110.797 , revendication 1 et suite.

page 3 _

la description de la "station d'impression optique" , confirme l'utilisation de la lumiere structuree , donc de la revendication 1 du breuvet Europeen # 0.091.876 . La correlation etant mecanique , il n'apparait pas de revendication a y opposer.

la description de la " Denstech Modeling Station" nous avons une reelle copy de la propriete. Ceci se trouve au niveau:

- conversion analogique digitale et envoie direct de l'information:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Letter to NIMC

To - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS
- Dr H. DJAOUK
- Dr B. DURET

From - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Subject of letter :

Interet TSI et Medioni

Chers amis,

Suite a de recents evenements intervenus dans les relations entre TSI et NIMC il m'a semble opportun de preciser par ecrit ma position avant la mise en jeux de tout financement significatif.

Cette position n'engage que moi mais elle est le reflet de toute ma pensee et de mes limites en matiere de RetD et de relationel humain.

1- Les contrats:

Mr El Jomaih et moi-meme avons respecte nos engagements en fonction des elements qui nous etaient presentes. Pouvait-il en etre autrement ?

pour les esprits currieux je tiens a porfiter de l'occasion qui m'est offerte pour redire et ecrire l'immense estime que je porte a Mr El Jomaih , homme a la fois pur et fort et la joie que j'ai eu a le cotoyer dans son pays.

Je tiens aussi a redire que d'avoir ete pret de Mr Siradj a ete pour moi enrichissement spirituel et joie temporelle.

Au dela de la merveilleuse rencontre de ces hommes hors du commun , et des meeting constructifs que j'ai eu avec mes confreres , les autorites de ce pays et la banque , il me reste a repreciser les deux points restes en suspend:

- que le contrat signe en Arabie etaient accompagne de <u>deux mauvaises annexes</u> (voir mon courrier precedent) malgre les precautions que j'avais prise 2 semaines avant mon depart.

Je vous adresse les bonnes annexes par le present courrier que je vous demanderai de signer et de me renvoyer (en detruisant les autres)

- que le contrat de consultant est pour moi <u>une piece indissosiable</u> du contrat de cession de licence et que l'un n'existe pas sans l'autre.Il represente , je vous le rappelle , la conversion des minimums "ne payant pas un travail reel " , par une activite effective de meme valeur financiere .

Celui propose par Elypse est trop complexe , lourd et plein de couloir ne respirant pas assez la confiance qui doit nous animer. En particulier 13 articles (1 par mois) c'est me semble t-il bien eloigne du desir formule par tous de faire simple et court.

j'ai donc repris le texte adresse precedemment , accepte par Hennson puis Sopha ! , auquel j'ai remis quelques elements qui m'ont semble important , au travers des lignes , pour la direction de NIMC (??). De toute facon ce n'est pas le nombre d'article qui nous feront reussir mais notre volonte et notre imagination.

Je vous l'dresse par le present courrier que je vous demanderai de signer et de me renvoyer (en detruisant les autres)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

2-Affaire TSI:

Au-dela de mes interets personnels , que je n'ai jamais cache , l'interet de la reprise de tout ou partie de TSI est capitale pour l'avenir de notre developpement , sa duree , sa reussite , sa credibilite et l'homologation de la machine.

Cette reprise est aussi capitale en terme de gain financier et de certitude d'aboutir.

1- J'ai la certitude (j'espere me tromper) que , sans les sources des Softs TSI:

- de prevoir sortir une machine de CFAO dentaire a un an remplissant le cahier des charges predefini (a savoir Inlay/onlay , chappes et couronnes) est impossible
- de penser , dans cette meme annee avoir fait les tests necessaires minimum pour la mettre en marche est impossible.
- de penser avoir un parfait conportement du hardware au regard des exigences de la dentisterie a mi 1996 , en particulier en matiere de materiaux et d'outils de coupe est utopique.

2- Avec les Sources TSI cela est tres difficile mais pas impossible.

3-J'ai aussi la certitude (sans restriction) ,pour l'homologation, que :

- de donner une idee de generations succecives est important ,
- d'utiliser les meme softs de CAO est facilitant
- de s'appuyer sur mes resultats cliniques non encore publies est capital (homologation UL et FDA 510 K)

4- En terme de droit et propriete ,de posseder le droit d'exploitation des actifs (qu'il ne faut pas confondre avec le droit des Brevets) evitera bien des conflits et qu'en leurs absences , il me sera impossible de vous informer sur l'ex-machine Hennson Sopha , ce qui me parait purement et simplement ridicul.

5- discuter la valeur de Technodent SARL France , a savoir les actifs palpables de Vienne n' a aucune importance en soit . Chercher a savoir pour 500.000 F quel est l'etat de l'usine pour moi n'a aucun sens et represente du temps et de l'energie depenser au depend du start-up que nous devons avoir dans les semaines qui viennent.

Avoir les softs de CAO s'est economiser , selon moi au minimum , plus de 2 ans avec 3 Ing de CAO soit environ 2 MF , economiser aussi plus de 1 an de tetst trajets d'outils (en soft) soit 0.2 MF , economiser 2 ans de testt clinique avant de publier les premiers resultats (obligatoire pour la FDA) soit entre 1 et 2 MF , nous permettre de nous consacrer a d'autres travaux plus importants que ceux de refaire ce qui a deja ete fait et teste... soit encore une economie de 1 a 2 MF.

Avoir le suivi homologation signifie un gain de 0.1 a 0.2 MF mais surtout 1 an minimum de gagne sur le marche soit un retour income de quelques MF 1 an ou 2 ans plus tot.

Enfin reste le fameux materiel , objet de tant d'amour !:

Je pense d'abord que l'on a autre chose de plus important a faire que de se soucier de l'etat du materiel de Vienne (moins de 10% de la valeur de negociation)

Supposons que les degas soit considerables:

Quelqu'en soit l'etat les valeurs minimales sont:

- le materiel de bureau et papeterie , soit 15.000 F ,
- l'outillage de tests materiaux soit 20.000 F
- l'outillage general (Facom) pour les ing mecaniciens... et les etablits (Facom aussi)soit 50.000 F
- l'outillage optique soit 50.000 F
- le materiel de stokage ,.... frigidaires...soit 20.000 F
- le laboratoire de prothese avec un four ceramique et tout le materiel necessaire (tours , taille platre ....) soit 100.000 F minimum.
- enfin une machine de tests complete a demonter pour etude (30.000 F) et deux machines fonctionnelles titane et ceramique (150.000 F) pour les tests materiaux..

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Nous arrivons , sans compter les droits a 435.000 F de materiel , soit ce que nous payons reellement et qui nous couterait au minimum entre 1 a 2 MF a achete (et il faudra l'acheter !).

Soit nous achetons le materiel prix "casse" et nous avons gratuit les softs , les droits ... soit nous achetons les softs au 1/10e de ce que cela nous couterait et l'etat du materiel n'a alors plus aucune importance.

L'achat de TSI represente une economie de 5 a 7 MF minimum pour NIMC . Ne pas acheter , hors tous les problemes relationnels qui ne manqueront pas d'arriver , cela represente un gaspillage d'argent et un risque de reussite. Il est impensable que l'on puisse encore se poser la question de l'achat , il est completement stupide de la mettre en cause si l'on parle de 400 ou 600.000 F , soit 10% de l'economie realisee (ou alors je ne maitrise pas tous les elements).

Aujourd'hui la negociation que je menais a ete cassee , je n'ai pas d'etat d'ame si ce n'est la certitude que c'est une tres grosse faute pour l'avenir et que cela va nous obliger a emprunter des chemins incertains.En tout etat de cause je n'ai plus les elements minimum en matiere de soft...dont j'avais besoin pour assurer mes angagements.

Je vous transmet le flambeau en vous souhaitant bonne chance a tous .

Au dela de ce probleme se pose d'une maniere beaucoup plus generale la notion d'equipe car , derriere tout probleme rencontre peu se cacher quelque chose pouvant etre tres important dans l'avenir de notre collaboration.

Mon experience Americaine m'a inculquee , faconnee la notion d'equipe . Equipe aux USA , surtout en Ceinture Pacific , n'est pas un bon mot philosophique " a la francaise" mais une realitee quotidienne , souvenir sans doute des grandes traversee d'Est en Ouest et des risques qu'elles comportaient. Cette notion je l'ai mise en pratique et rodee ensuite au japon pays de "l'equipe" au sens le plus extreme.

La France est a mes yeux le contraire de l'esprit d'equipe , non que cela soit moins bien puisque l'individualisme peut etre mere de creation , mais il en est ainsi.

Or :

- je suis convaincu que nous ne pourrons reussir que dans un parfait esprit d'equipe c'est a dire en totale confiance en ce que fait l'autre sans passer son temps a le verifier .La confiance et l'esprit d'equipe ne faisant qu'un , elle doivent etre presente quelque soit les apparences (qui sont souvent aussi trompeuse que des mirages....ou le reflet de soit meme).

- Je dois vous dire aussi que je ne desire plus travailler hors du contexte "equipe" car il est trop "usant" psychologiquement de cotoyer des esprit , certe souvent brillant , mais par trop individualiste . Cela est mon choix de vie et de recherche et je ne l'impose a personne.D'individualiste forcene j'ai ete guide vers la cooperation rationnelle.

Mais voila:

- Je ne suis malheureusement pas du tout convaincu aujourd'hui que cette avis soit partage par tous dans notre jeune societe et plutot que de voir un probleme s'emplifier en silence , au risque de ternir notre travail ,je prefere l'aborder simplement pour que chacun se positionne et juge.

3- Medioni

Avant tout engagement fiancier dans le domaine du traitement d'image et de la CAO , je demande clairement et precisemment a etre consulte .Je n'ai pas le pretention de decider mais celle d'apporter autre chose

Je suis le seul aujourd'hui , dans l'equipe , a connaitre ce sujet plus precisemment dans le domaine dentaire et veux comparer en connaissance de cause les projets concurrentiels a ceux de Medioni.

Hors Medioni n'a jamais fait l'objet d'un quelconque audit.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Je denonce cet etat de fait car il ne me semble pas aller dans le sens de la reussite du projet.

A la difference de TSI , je ne pretend pas qu'il s'agisse d'un passage obligatoire mais je suis personnellement convaincu que c'est un cas tres tres interessant qui peut nous permettre de respecter les temps preconises par notre president. Je dois admettre aussi que l'absence d'information sur les demarches faite par NIMC ne me permette pas d'avoir un avis objectif.

Bien amicalementa tous .

Francois DURET

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Objet du Rapport [1]:

Reception de la maquette de faisabilite (?) chez Stil
Le 30 Novembre 1995

Raisons de ce rapport:

A la suite de la decision de Noble de faire travailler la societe Stil pour le developpement d'un capteur optique extra-buccal, un accord semble etre intervenu entre Nobel et Stil pour la realisation de ce programme en plusieurs etapes.

Le present rapport n'a pour ambition que de rappeler les observations que j'ai faites durant et a l'issue de cette visite de controle.

Il est clairement precise que, hormis une rencontre de 1 heure a Paris en juillet 95, je n'ai eu aucun contact et aucune infirmation sur cette affaire avant ma visite a Aix.

Dans ces conditions il va de soi que mon objectif ne peut etre que parfaitement empirique.

Voir conclusion

Objectifs a atteindre:

On desire effectuer le balayage d'une empreinte dentaire par un faisceau, que l'on appellera "spectral" et calculer les coordonnees 3D de chaque point adresse (methode de triangulation)

Phase 1: elle doit aboutir au dimensionnement complet du systeme et a la redaction des specifications techniques detaillees des sous-ensembles :

- expose des principes physiques
- modelisation mathematique et parametrage
- predimensionnement photometrique
- choix d'une architecture systeme
- tableau comparatif des technologies
- choix technologique
- gestion des interfaces
- specifications techniques des sous-ensembles
- programmation de tests et cahier de recette.

Destinataires:

Mr H.M. EL JOMAIH
Mr A. SIRADJ
Mr El COURASHI (a me preciser ?)
Mr H. MOSKOVAKIS
Mr F. DURET

---

[1] Ces Rapports, strictement confidentiels, n'ont pour objet que d'exprimer certaines reflexions par ecrit afin que chacun d'entre nous puisse s'y rapporter tranquillement ou bon lui semble et en dehors des reunions habituelles. Ils peuvent servir aussi a la preparation ou lors de ces dernieres.

SCHOOL OF DENTISTRY

1- Etude des documents en notre possession:

11- " presentation Stil project"
origine: H Moskovakis le 11 decembre 95 par fax (15 pages)

Il est indiscutable que l'idee "chromatique" est seduisante. L'originalite ne sera verifiee qu'apres le depot d'un brevet (recherches d'anteriorite) et d'une analyse personnelle (il est a signaler que Mr Cohen Seban nous a assure n'avoir jamais rien lu de semblable - y compris dans "applied optical" magazine de reference s'il en est)

Il est urgent de deposer un brevet. Ce serait une faute grave de ne pas le faire rapidement car les nouvelles idees sont souvent dans l'air du temps.....

12- etude du document :

Je n'ai , a priori , aucun commentaire particulier a ce jour car il s'agit plus d'un plaidoyer pour la technique qu'un document experimental.

Je dois signaler a premiere lecture qu'un bon champ de lecture pour notre systeme doit etre :

- 25 mm x 50 mm x 20 mm (x, y , z)
- que si la resolution peut etre de 20 ~μm , il faut que la precision finale du systeme (usinage compris) soit de 50 μm maximum (± 25 μm) donc que la precision de lecture soit proche de 20 μm.
- Donc sur 20 mm , il faut prevoir 1000 lignes de lecture par face , soit entre 3000 et 5000 sur une lecture complete.

Les donnees page 10 correspondent en terme de precision , mais il serait bon de les confirmer en terme de temps de lecture. (< a 5 secondes ?)

Je dois aussi demander si un cahier des charges a ete remis dans le passe a Stil. Cette operation est fondamental pour le bon suivi et la bonne reussite du projet " capteur Still CAO" Il doit faire l'objet d'un accord contractuel precis et signe par les parties.

Ce document , d'aucune maniere , represente un cahier des charges de notre part.

2- principe de l'analyse effectuee:

N'etant pas , alors , informe de l'etape representant notre visite , ma recherche a surtout cherche a savoir l'influence du volume , de la texture et de la couleur de l'objet sur cette technologie.

Ce choix a ete fait compte tenu de l'importance que representent ses donnees sur la pretention d'un systeme d'acquisition de donnees 3D en medecine.

21- materiel et methode:

Nous avons place devant l'objectif de la camera un certain nombre d'objet afin de determiner :

- le pouvoir de lecture du concept
- la resolution du systeme
- les limites de maquette.

Cet objets avaient comme caracteristiques:

- en *points communs*: D'une taille proche de celle d'une dent normale (ou de plusieurs dents - maximum 5 incisives) donc ayant l'avantage de court-circuiter la soit-disant innevitable analyse taille 2/1 ou 5/1. (echelle 1/1) .
- en *points de difference*: Ils presentaient des formes , des matieres , des textures de surface et des couleurs differentes , ce qui represente le principal obstacle a une lecture 3D en dentisterie. Il est a noter que ces differences etaient strictement limitees au domaine dentaire . Il ne s'agissait pas de presenter des materiaux ou textures inusites dans notre domaine d'application.

21- materiel:

Ont a ete utilises successivement:

(voir planches 1 et 2 jointes)

a) materiaux:

- platre dentaire (Green Collombus , NY)
- platre marron Fujy rock
- platre de Paris

- Or (18 Carats)
- Titane
- Nickel- Chrome dentaire
- Cuivre

- pate d'empreinte de Mordu (blue mousse et Optosyl)

- ceramique frittee avant pression
- ceramique industrielle Fritte pressee (CEA)
- Ceramique Zircon (Demarquet)
- Glass- ceramique (Dycor)
- Ceramique Vita (Cerce)
- Ceramique Vita (Celay)
- MG Ceramique (Dentspley)
- ceramique experimentale GC

- Ceramo-composite experimentale Aristee
- ceramo-composite experimentale GC
- composite Espe
- resine dentaire Ivoclar
- etalon en resine industrielle

- Carbonne Graphite (Procera-Nobelpharma)

- etalons en cire dentaire pure (grise et blanche)
- etalons en cire dentaire chargee oxyde de titane (idem)

- dent naturelle sans obturation
- dent naturelle avec obturation a l'amalgame.

- une plaquette ≠ couleurs ceramique Biodent (Dentsply).

b) le montage Still

Il se compose de:

- une source chromatique (Arc Xenon - 300 a 950 nm)
- une lentille **di**fractive afin d'eviter l'utilisation le mono-chromateur et capable de former une bande de 1 mm de large sur l'objet s'echelonnant de 400 a 800 nm. (gain x 3 par rapport aux solutions classiques de monochromateur)
- une fibre de transmission mono-brain de 200 μm de D.
- un colimateur de filtrage de 100 μm de l. et 25mm le L.
- une camera CCD matriciel IMAsys
- un CCD matriciel, anti-blowing sans filtre IR sensible a taux constant entre 450 et 700 nm (nul au dela de 350 et 1000 nm)
- un spectrocolorimetre Jobin-Yvon
- un carte A/D de marque Imaging Technology
- un ordinateur Pentium 100 Mhtz
- un moniteur SVGA 800x600
- un logitiel IDL Americain (Fast Parallele solution)

Le montage est presente comme l'indique le dessin ci-joint.

fig 3: Montage experimental

22- methode d'analyse:

Le principe consistait a presenter les objets etalons devant la camera et de controler la qualite du message recu par la camera sur l'ecran de l'ordinateur;

L'angle de reception par rapport a l'angle de projection etait situe entre 40 et 45 °

L'analyse effectuee portait sur une simple fente de 100 μm en projection sur l'objet . Le profil d'une seule ligne etait repris par triangulation sur la camera et presente a l'ecran sous la forme de 4 courbes distinctes (figure 4):

- une courbe de profil (sans correction , courbe brute)
- deux traces exponentielles
- une courbe de sommation des bruits (qu'ils restent a definir)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

figure 4: ecran de visualisation

23- methode de calcul:

A ce stade de l'analyse , aucun calcul reel ne peut etre realise du fait de l'absence totale de calibration.

Nous pouvons simplement rappeler qu'il existe:

- une methode simple pour remontee d'un profil triangule sur un objet 3D virtuel (2D 1/2 en realite) dans la mesure ou il est possible de "sommer " mecaniquement chacune des courbes d'analyse:

soit le montage theorique (voir figure 3)

$$X = \frac{\infty + \beta\, nx}{\infty + \Delta\, nx}$$

$$Z = \frac{\infty' + \beta'\, nx}{1 + \Delta'\, nx} \qquad \text{formule (1)}$$

ou nx est le nombre de Pixel ou se trouve le centre de l'image par rapport au point chromatique de couleur definie .

Lorque l'on a lu une ligne (trajet de la fente) on se deplace d'un pas Y.

Chaque profil ainsi reconstitue peut etre envoye a la station CAO par une liaison ethernet.

De toute evidence , et pour rassurer tout le monde , il est necessaire de preciser que les methodes de calibration , sur un support rigide , avec connaissance a priorie de la position de la camera % a l'objet est une operation relativement simple , rapide et fiable.

3- Resultats

31-presentation des resultats :

+ qualite de la lecture ' c'est a dire qualite du profil observe sur la courbe de reproduction (ligne 1)

+ effet speculaire ou lambersien c'est a dire qualite de la reflexion sur l'objet (extremement dependant de l'etat de surface)

+ effet de transparence de l'objet pouvant conduire a de l'imprecision et de la perte d'information.

Ces deux derniers criteres sont dependants de la texture de la surface. Il influence de facon considerable la qualite d'une lecture 3D justifiant de l'utilisation de coating.

+ les zones projetees peuvent provoquer des zones de fausses lectures (artefact)

+ la resolution , montree sur une courbe specifique (courbe 4) donnera un apercu de la precision finale esperee et confirmera les deux observations precedentes.

32-les resultats :

D'une maniere generale la courbe de profil donne les resultats suivants:

- platre dentaire (Green Collombus , NY)
  + tres bonne lecture avec ou sans coating
  + par d'ombre portee
  + aucune influence du coating
  + resolution entre 5 et 15 μm
- platre marron Fujy rock
  + bonne lecture avec ou sans coating
  + pas d'ombre portee
  + resolution entre 5 et 15 μm
- platre de Paris
  + tres bonne lecture avec ou sans coating
  + pas d'ombre portee
  + aucune influence du coating
  + resolution entre 5 et 15 μm

- Or (18 Carats)
  + lecture moyenne sur les parties mates
  + effet speculaire prononce mais peu genant
  + perte de 50% de l'information
  + resolution de 15 μm en zone lambertienne pouvant atteindre 80 μm en zone speculaire
  + zone d'ombre projetee importante
- Titane
  + lecture tres moyenne
  + effet speculaire prononce
  + perte de 70% de l'information
  + resolution de 15 μm en zone lambertienne pouvant atteindre 80 μm en zone speculaire
- Nickel- Chrome dentaire
  + impossible
  + trop speculaire
  + resolution de 200 μm
- Cuivre
  + lecture tres moyenne
  + effet speculaire prononce
  + perte de 70% de l'information

- pate d'empreinte de Mordu (blue mousse et Optosyl)
  + lecture tres bonne
  + effet speculaire nul
  + pas de perte d'information
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 10 μm

- ceramique frittee avant pression (verte)
  + lecture bonne
  + effet speculaire faible
  + legere perte d'information
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 10 μm
- ceramique industrielle Fritte pressee (CEA)
  + lecture bonne
  + effet speculaire faible
  + pas de perte d'information notoire
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 10 μm

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- Ceramique Zircon (Demarquet)
  + lecture tres mauvaise
  + effet speculaire tres eleve
  + 80 % de perte d'information
  + zones projetees importantes
  + resolution sans doute proche de 100 μm
- Glass- ceramique (Dycor)
  + lecture bonne
  + effet speculaire faible
  + peu de perte d'information (20-30%)
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 15-20 μm
- Ceramique Vita (Cerce)
  + idem
- Ceramique Vita (Celay)
  + idem
- MG Ceramique (Dentspley)
  +idem
- ceramique experimentale GC
  + lecture bonne
  + effet speculaire nul
  + 10% perte d'information
  + pas de zone projetee mais transparence (20 %)
  + resolution sans doute proche de 20 μm
- Ceramo-composite experimentale Aristee
  + lecture tres bonne
  + effet speculaire nul
  + perte d'information par transparence 10% (?)
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 10-20 μm
- ceramo-composite experimentale GC
  + idem avec plus de transparence (20%)
- composite Espe
  + idem mais sans tranparence
- resine dentaire Ivoclar
  + idem
- etalon en resine industrielle
  + idem

- Carbonne Graphite (Procera-Nobelpharma)
  + lecture quasi nulle
  + effet speculaire nul mais couleur noire non lue
  + pas d'information (10 % ?)

- etalons en cire dentaire pure (grise et blanche)
  + lecture tres bonne
  + effet speculaire nul
  + pas de perte d'information
  + pas de zone projetee
  + resolution sans doute proche de 10 μm
- etalons en cire dentaire chargee oxyde de titane (idem)
  + lecture excellente
  + effet speculaire nul
  + pas de perte d'information
  + pas de zone projetee
  + resolution maximale

- dent natuerelle sans obturation
  + lecture bonne

SCHOOL OF DENTISTRY

+ effet speculaire normal pour une dent
+ perte d'information faible par transparence et effet speculaire
+ pas de zone projetee
+ resolution sans doute proche de 20-30 μm

- dent naturelle avec obturation a l'amalgame
  + au niveau de la dent voir precedente analyse
  + au niveau de l'amalgame voir graphite

- une plaquette ≠ couleurs ceramique Biodent (Dentsply).

Aucune influence des couleurs n'a ete observee. La surface tres rugueuse peut expliquer ce comportement independant de la teinte. L'effet de transparence rappelle celui observe sur les ceramiques Dycor avec independance des couleurs. Effet speculaire certain mais faible et independant des couleurs. Perte d'information independante des couleurs.

4- Discussion

41-sur le montage hardware :

Proche de la nullite.

Rien de special . Tout est ordinaire.

Proche des TP de 2e cycle en Certif de physique general.

On nous a fourgue un montage deja existant (en ajoutant sans doute quelques lentilles de visu... macro)

42-sur les resultats :

D'une maniere generale , les resultats sont bons , voir tres bons. Cette observation se retrouve au niveau de chaque materiau.

Compte tenu de la grande pauvrete du montage presente (voir chapitre 41) on peut esperer beaucoup de l'idee de Cohen lorsqu'un reel effort sera apporte a l'etude.

421- influence des materiaux:

Nous noterons une grande cohesion dans les resultats.

1) Comme d'habitude l'effet speculaire se retrouve sur les materiaux brillants , mais il est notoirement diminue par rapport a ce que j'ai l'habitude de voir. Il semblerait que le poli-chromatisme "assomme" l'effet hyper energetique du vecteur speculaire (a etudier)

Touts les materiaux classiquement lambersiens , c'est a dire ayant une texture de surface "rugueuse" presente un excellent message de positionnement se traduisant par une absence de parasitage (reflexions parasites) et par un tres bon niveau de lecture (en constante energetique et en niveau energetique). Cette absence de dispersion permet d'avoir une courbe propre.

2) la couleur reste egale a elle meme lorsqu'il s'agit du noir (graphite) c'est a dire information proche de zero.

Par contre il y a quasiment aucun effet des couleurs , hors noir , sur le niveau de l'information et ceci est a la fois remarquable et tres encourageant.

3) l'ensemble des materiaux dentaires semble bien s'accommoder de ce type de lecture.

422- influence du montage:

Impossible a estimer , du fait de la fixite et de la pauvrete du montage.

43-sur les facteurs de risque :

1) Il me semble que le facteur de risque n'est plus , a mes yeux , le materiau qui sera presente a la machine. En effet ce systeme a une tres bonne reponse au platre dentaire , aux metaux mats , aux ceramiques et composites et aux materiaux de mordu.

Donc tous les materiaux presents sur un platre de lecture extra buccal sont lisibles.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

2) par contre , comme le montre clairement toute mesure metrique , qui je le rappelle n'a pas fait l'objet de presentation sur ce montage , depend de la connaissance precise du point par rapport au centre du CCD.

C'est un point majeur qu'il faudra connaitre avec certitude.

3) il en est de meme du temps de lecture qui me parait sous estime.

4) il en est , enfin , de meme du cout du montage (prix du spectro ???)

44-sur le resultat phase 1 :

Il m'est difficile de savoir a quoi correspond cette premiere visite car cela ne m'a pas ete precise.

Je vais donc supposer , ce qui me parait logique , que nous sommes entre la phase 0 et la phase 1 .

Pour se situer , je me rapporte a la "recette proposee page 11 du fax Stil"

1)elle doit aboutir au dimensionnement complet du systeme:

Ceci **n'a pas ete discute** en ma presence donc valeur 0/1

2)et a la redaction des specifications techniques detaillees des sous-ensembles :

Ceci **n'a pas ete discute** en ma presence donc valeur 0/1

- expose des principes physiques , oui mais j'attends un document plus complet que celui fourni , trop general (valeut 0/1)
- modelisation mathematique et parametrage: **non** (valeur 0/1)
- predimensionnement photometrique,**oui** , en partie(valeur 1/1)
- choix d'une architecture systeme , **non** (valeur 0/1)
- tableau comparatif des technologies, **non** (valeur 0/1)
- choix technologique , **oui** , en partie (valeur 1/1)
- gestion des interfaces, **non** (valeur 0/1)
- specifications techniques des sous-ensembles,**non** (valeur 0/1)
- programmation de tests et cahier de recette. **non** (valeur 0/1)

soit une valeur de 2/10.

Si le cout est de 69.000 x2 = 138.000 F , la valeur actuelle de l'etude ne saurait depasser 27.600 F

5- CONCLUSION:

1- le montage propose a une excellente reponse aux materiaux que nous aurons a lire sur un capteur extra buccal.

2- la resolution , pour ces materiaux , semble tres correcte (sous couvert d'une etude metrologique)

3- aucun essai metrologique n'a ete fait
4- aucune etude theorique specifique n'a ete presentee
5- le systeme hardware presente etait trop standard
6- nous sommes tres loin de la recette phase 1

7- nous devons formaliser un cahier des charges precis pour guider Stil
8- nous devons definir clairement nos objectifs , en interne.
9- nous devons ecrire et deposer un brevet immediatement.

Mon sentiment general: de gros espoirs sont permis a la vue de cette premiere etape. Les resultats sont excellents compte tenu de la pauvrete du montage presente. Je suis tres confiant dans l'avenir de ce systeme , mais je souhaite voir l'etude metrologique avant tout engagement definitif.

Pr Francois DURET
Tarailhan le 13 decembre 1995

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

FAX / telecopie From François DURET fax :1.310.837.7665

School of Dentistry , room 305
University Park ,University of Southern California
Los Angeles ,California,90089-0641, USA
Tel: (1)213.740 .1082 or Fax: (1)310.837.7665

professor and Chairman od University

Chateau de Tarailhan
11.560 , Fleury d'Aude, FRANCE
Fax:(33).68.33.54.98
Tel:(33).68.33.83.99

LOS ANGELES : October 8, 1996

Please Deliver the following pages to Mr/Mrs : Mrs A Siradj
(SVP remettre ce fax a)

NUMBER OF PAGE(s) of this fax : 1/

Mon cher Ami

Je me permets de vous adresser ce fax pour essayer d'y voir un peu plus clair .
Il me semble donc logique de rechercher la lumiere..... .
Pour cela je me propose de vous poser un certain nombre de questions et de vous exposer un certain nombre de mes reflexions.
Afin d'etre sur de ne pas oublier certains points importants (pour moi) ou de faire certaines erreurs d'interpretation , je vous adresse tout ceci par fax.

Historique:
Je ne reviendrai pas sur les etapes de Novembre 94 a Aout 95 .

C'est a partir de Septembre , c'est a dire a partir de votre voyage a L.A. , qui devait marquer le lancement officiel du projet , que commence cette analyse.

1) entre Juillet et Septembre est decide par Hamad et vous meme de tout faire faire par USC , via Preston. Pour ce faire est organise par Riyad un ensemble de rendez vous aboutissant a la definition d'un cahier des charges et la redaction d'un contrat , non signe finalement.

2) au retour de tout le monde en France ,
- est remis en question la prestation CAO de USC, travail de Medioni .
- est decide l'achat de TSI pour les sources....
- est decide de developper en interne la CAO (dental-CAD)
- est decide de chercher un site de developpement pour le Noble CAD
- est decide de tout lancer dans la semaine qui suit votre arrivee a Riyad , y compris la creation de la societe definitive (?) , sans doute quelque part en Italie.

3) 1 semaine apres votre arrivee a Riyad (debut Novembre) est propose par Berok une alternative a "Still developpement" (ce qui ne supprime en aucun cas le traitement image ou le CAD , c'est a dire ne modifie pas les decisions de Septembre, je tiens a l'ecrire)

4) ensuite est repousse pour des questions internes d'organisation , presence de l'un ou de l'autre..... , la creation definitive de Noble.

5) doit etre enfin creer la structure definitive de Noble ce Samedi 9 decembre 95:
- avec la presence de Mr Al Courashi (et son frere ?) au capital
- son intervention personnelle pour la realisation du prototype
- le deblocage immediat des fonds pour cela.
- achat immediat de TSI pour 200.000$ (negociation finale)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

J'ajouterai a cela que vous m'avez clairement rappele , a plusieurs reprises face a mon insistance quelque fois un peu maladroite (excusez-moi) que ni la volonte des acteurs de la societe , ni leur argent , n'etaient mis en question dans le deroulement de cette affaire et que ces episodes decrits n'etait que le deroulement logique de l'analyse et de la cristallisation d'un projet.

Voila , mon cher ami , le resume tres (trop) rapide que je puisse faire personnellement de l'evolution des choses depuis 6 mois. Je n'ai pas aborde le probleme des relations humaines car celui-ci est toujours delicat. Je ferai simplement la remarque que le rapprochement Moskovakis-Duret s'est fait spontanement et amicalement comme chacun en avait fait le voeu , ce qui ne peut qu'amplifier l'efficacite de l'action dans le futur.

Commentaires:

Tout est donc reuni pour lancer le travail dans des conditions , certes moins bonnes qu'il y a 1 an , mais suffisamment favorables pour nous conduire vers une forte reussite. Ce lancement liberera les actionnaires du souci "de s'en occuper en permanence" et , tout en les responsabilisant , motivera enfin les acteurs de l'action.

Le demarrage et la liberation du budget (sous controle bien sur) aura l'enorme avantage de permettre a tous d'etre dans "sa peau" et d'etre a la place qu'il a toujours desire.

Commentaires:

Les deux etapes logiques semblent etre celles-ci:

1) **fixation et execution** definitive du business-plan pour la realisation du proto respectant les donnees suivantes (celles-ci n'etant plus remise en cause pour le fiabilite du travail de chacun). Il est admis:

-Que deux teams doivent travailler:Noble et USC (sous le controle de Noble)

- Que USC travaillera sous les directives Preston , sur le capteur Berok, le traitement info Medioni, le CAM et la machine outil Berok.

- Que Noble , hors le controle de USC via Preston , sera en charge d'une equipe de CAD pour transposer sous PC ou autre ordinateur peu couteux , le soft de TSI ceci permettant une valorisation de la societe a moyen et long terme. Que Noble (toujours) developpera via Still une alternative optique au capteur Berok pour elargir les choix et applications et introduire le developpement du capteur endo-buccal.

- Que TSI sera achete (tout ou partie) pour 200.000$ pour avoir des sources et nous liberer de tout probleme juridique.(Nous sommes passes de 325.000 a 200.000 $!! il faut savoir un jour arreter pour ne pas perdre plus que ce que l'on gagne) .

- Que nous aurons entre 12 et 16 mois pour arriver a un proto fonctionnel a presenter au board de Noble. La s'arrete la premiere etape.

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Pour la realisation de ce plan doit etre prevue la somme de 2 a 2.5 M$ sur le 12/16 mois , et pour etre efficace liberes en debut de trimestre la somme de 500.000 $ environ (avec un pic au depart pour englober TSI et le passif)

La prise en main financiere est surtout supportee par la maison El Courashi (?)

Commentaires:

Tout ceci me parait simple , clair et efficace si les capitaux et la volonte sont presents.

Tout ceci peut etre mis en place immediatement si la volonte est la

Tout ceci liberera la volonte de chacun pour reussir et non... pour s'inquieter

Enfi tout ceci vous liberera et liberera Amad de l'intendance journaliere et vous permettra de consacrer votre analyse sur nos resultats partiels puis finaux.

Commentaires:

2) lancement marketing , commercial et Industriel du projet avec prise en charge par la maison Al Jomaih de l'etape suivante.

Cette etape sera definie durant l'execution de la premiere etape.

Commentaires:

Voila , mon cher ami , resume mes questions et analyses de la situation actuelle , vues depuis mon petit horizon . Je vous demanderai simplement de lancer cette operation dans les jours qui viennent car rien ne peut justifier de nouveaux reports et aussi parce que tous les reports precedents depuis Septembre n'ont rien apporte a la societe et ont augmenté l'effort a fournir.

Je sais que vous faite tout ce que vous pouvez avec professionnalisme et amitié. Je sais aussi que vous etes un homme a qui j'ai donne mon amitie et qui m'a fait la joie de l'accepter avec une profonde sincerite. C'est sans aucun doute ce qui me pousse aujourd'hui a aborder avec vous ces choses confidentielles et ennuyeuses. Lancons ce projet , donc l'aspect materiel des choses, afin de retrouver le spirituel le plus vite possible. Ce projet est le modeste travail de ma vie. Dieu nous a fait rencontrer un jour , sans aucune raison pre-meditee , ce qui ne peut etre un hasard entre ses mains. Il faut donc honorer son desir par l'aboutissement de ses voeux.

Voyez , mon cher Abdlah , proche d'une decision je sais me rappeler ou est la lumiere et je pense que cela vous fera plaisir. Je sais aussi me rappeler ce que je dois faire pour la respecter, la proteger. Merci de m'y aider car , en dehors des profits , nous pouvons apporter beaucoup aux autres .

Avec toute ma profonde amitie.

Francois DURET

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Annee 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Janvier 1996

Rapport pour ESM

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Objet du Rapport

Argumentaire TSI

Raisons de ce Rapport:

demande par Mr Siradj , afin de resumer ma position actuelle sur les actifs de TSI.

Objectifs a atteindre:

Aider A Siradj a convaincre notre amis Amed du bien fonde d'acheter TSI.

Destinataires:

Mr H.M. EL JOMAIH (via .....)
Mr A. SIRADJ
Mr H. MOSKOVAKIS
Mr F. DURET

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

1- rappel des argumentaires passes:

Tout d'abord , je souhaiterais rappeler le texte que j'avais adresse sur cette affaire en Juillet 95

" 2-Affaire TSI:

Au-dela de mes interets personnels , que je n'ai jamais cache , l'interet de la reprise de tout ou partie de TSI est capitale pour l'avenir de notre developpement , sa duree , sa reussite , sa credibilite et l'homologation de la machine.

Cette reprise est aussi capitale en terme de gain financier et de certitude d'aboutir.

1- J'ai la certitude (j'espere me tromper) que , sans les sources des Softs TSI:

- de prevoir sortir une machine de CFAO dentaire a un an remplissant le cahier des charges predefini (a savoir Inlay/onlay , chappes et couronnes) est impossible

- de penser , dans cette meme annee avoir fait les tests necessaires minimum pour la mettre en marche est impossible.

- de penser avoir un parfait conportement du hardware au regard des exigences de la dentisterie a mi 1996 , en particulier en matiere de materiaux et d'outils de coupe est utopique.

2- Avec les Sources TSI cela est tres difficile mais pas impossible.

3-J'ai aussi la certitude (sans restriction) ,pour l'homologation, que :

- de donner une idee de generations succecives est important ,

- d'utiliser les meme softs de CAO est facilitant

- de s'appuyer sur mes resultats cliniques non encore publies est capital (homologation UL et FDA 510 K)

4- En terme de droit et propriete ,de posseder le droit d'exploitation des actifs (qu'il ne faut pas confondre avec le droit des Brevets) evitera bien des conflits et qu'en leurs absences , il me sera impossible de vous informer sur l'ex-machine Hennson Sopha , ce qui me parait purement et simplement ridicul.

5- discuter la valeur de Technodent SARL France , a savoir les actifs palpables de Vienne n' a aucune importance en soit . Chercher a savoir pour 500.000 F quel est l'etat de l'usine pour moi n'a aucun sens et represente du temps et de l'energie depenser au depend du start-up que nous devons avoir dans les semaines qui viennent.

Avoir les softs de CAO s'est economiser , selon moi au minimum , plus de 2 ans avec 3 Ing de CAO soit environ 2 MF , economiser aussi plus de 1 an de tetst trajets d'outils (en soft) soit 0.2 MF , economiser 2 ans de testt clinique avant de publier les premiers resultats (obligatoire pour la FDA) soit entre 1 et 2 MF , nous permettre de nous consacrer a d'autres travaux plus importants que ceux de refaire ce qui a deja ete fait et teste... soit encore une economie de 1 a 2 MF.

Avoir le suivi homologation signifie un gain de 0.1 a 0.2 MF mais surtout 1 an minimum de gagne sur le marche soit un retour income de quelques MF 1 an ou 2 ans plus tot.

Enfin reste le fameux materiel , objet de tant d'amour !:

Je pense d'abord que l'on a autre chose de plus important a faire que de se soucier de l'etat du materiel de Vienne (moins de 10% de la valeur de negociation)

Supposons que les degas soit considerables:

Quelqu'en soit l'etat les valeurs minimales sont:

- le materiel de bureau et papeterie , soit 15.000 F ,

- l'outillage de tests materiaux soit 20.000 F

- l'outillage general (Facom) pour les ing mecaniciens... et les etablits (Facom aussi)soit 50.000 F

- l'outillage optique soit 50.000 F

- le materiel de stokage ,.... frigidaires...soit 20.000 F

- le laboratoire de prothese avec un four ceramique et tout le materiel necessaire (tours , taille platre ....) soit 100.000 F minimum.

- enfin une machine de tests complete a demonter pour etude (30.000 F) et deux machines fonctionnelles titane et ceramique (150.000 F) pour les tests materiaux..

Nous arrivons , sans compter les droits a 435.000 F de materiel , soit ce que nous payons reellement et qui nous couterait au minimum entre 1 a 2 MF a achete (et il faudra l'acheter !).

Soit nous achetons le materiel prix "casse" et nous avons gratuit les softs , les droits ... soit nous achetons les softs au 1/10e de ce que cela nous couterait et l'etat du materiel n'a alors plus aucune importance.

L'achat de TSI represente une economie de 5 a 7 MF minimum pour NIMC . Ne pas acheter , hors tous les problemes relationnels qui ne manqueront pas d'arriver, cela represente un gaspillage d'argent et un risque de reussite. Il est impensable que l'on puisse encore se poser la question de l'achat , il est completement stupide de la mettre en cause si l'on parle de 400 ou 600.000 F , soit 10% de l'economie realisee (ou alors je ne maitrise pas tous les elements).

Aujourd'hui la negociation que je menais a ete cassee , je n'ai pas d'etat d'ame si ce n'est la certitude que c'est une tres grosse faute pour l'avenir et que cela va nous obliger a emprunter des chemins incertains.En tout etat de cause je n'ai plus les elements minimum en matiere de soft...dont j'avais besoin pour assurer mes angagements.

Je vous transmet le flambeau en vous souhaitant bonne chance a tous .

Au dela de ce probleme se pose d'une maniere beaucoup plus generale la notion d'equipe car , derriere tout probleme rencontre peu se cacher quelque chose pouvant etre tres important dans l'avenir de notre collaboration.

Mon experience Americaine m'a inculquee , faconnee la notion d'equipe . Equipe aux USA , surtout en Ceinture Pacific , n'est pas un bon mot philosophique " a la francaise" mais une realitee quotidienne , souvenir sans doute des grandes traversee d'Est en Ouest et des risques qu'elles comportaient . Cette notion je l'ai mise en pratique et rodee ensuite au japon pays de "l'equipe" au sens le plus extreme.

La France est a mes yeux le contraire de l'esprit d'equipe , non que cela soit moins bien puisque l'individualisme peut etre mere de creation , mais il en est ainsi.

Or :

- je suis convaincu que nous ne pourrons reussir que dans un parfait esprit d'equipe c'est a dire en totale confiance en ce que fait l'autre sans passer son temps a le verifier .La confiance et l'esprit d'equipe ne faisant qu'un , elle doivent etre presente quelque soit les apparences (qui sont souvent aussi trompeuse que des mirages....ou le reflet de soit meme).

- Je dois vous dire aussi que je ne desire plus travailler hors du contexte "equipe" car il est trop "usant" psychologiquement de cotoyer des esprit , certe souvent brillant , mais par trop individualiste . Cela est mon choix de vie et de recherche et je ne l'impose a personne.D'individualiste forcene j'ai ete guide vers la cooperation rationnelle.

Mais voila:

- Je ne suis malheureusement pas du tout convaincu aujourd'hui que cette avis soit partage par tous dans notre jeune societe et plutot que de voir un probleme s'emplifier en silence , au risque de ternir notre travail ,je prefere l'aborder simplement pour que chacun se positionne et juge."

2- Analyse de la situation au 1 janvier 1996:

21-changement de situation:

Il va de soit que beaucoup de choses ont change depuis Juillet 95.

sur la plan humain , Il y a eu une rencontre a Paris entre TSI et NIMC , sans beaucoup de succes il faut bien le dire.

ceci a conduit a durcir les positions des uns et des autres:

- ni NIMC , ni TSI ne veulent collaborer aujourd'hui sur un projet commun.
- il a eu echange de courriers plus ou moins durs.
- puis les choses semblent s'etre amelioree entre TSI et Moskovakis.

sur le plan materiel, tout le materiel de Viennes a ete vendu , disperse ou mis en garde sans que l'on sache quoi , comment , ou et par qui.

Personne aujourd'hui ne peut vraiment dire ce qui l'en est de la partie hardware.

sur le plan financier , TSI a , par l'intermediaire de Muray enrichi sa position (Muray aurait -?- vendu partiellement son affaire de voiture en faisant de substentiels benefices et Cohen allignerait aujourd'hui 8 Millions de $ en banque - d'ou vient cette information chez NIMC que Cohen n'a pas d'argent ?)

22- Arguments ayant disparu:

Ne sont plus d'actualite par rapport a ma position de Juillet:

- le raisonnement sur le materiel de Vienne.

Nous n'avons donc plus la possibilite de recuperer le materiel de Vienne. La valeur minimale estimee a l'epoque etait de 95.000 $ (435.000 FF)

Ceci confirme le fait que la nouvelle somme discutee n'apporte rien de positif a NIMC. Ce n'est que la soustraction de ce que nous n'avons plus.

Il est vrais que cela supprime aussi la masse de materiel de Vienne.

Ceci confirme l'avis de Hass , que le prix ne change pas depuis 8 mois et , sans doute ne changera plus.

- Cette liberation du "poids mort Vienne" a ete acompagne d'un renforcement financier de la "famille Hass" grace a la vente d'une grande partie de "Dollar rent a car"

23- Arguments nouveaux

- Nos hesitations depuis 6 mois ne sont pas passees inapercues dans l'environnement dentaire. Notre position vis a vis d'ingenieurs clefs et du monde dentaire a diminue notablement. Il nous faut un acte reellement positif et concret vis a vis d'un passe (Henson et Sopha) reconnu par beaucoup comme important meme si il est aussi l'objet de critiques parfois violentes.

- Nous avons aujourd'hui la certitude que les softs "Henson" ont ete achetes par les plus importants de la dentisterie en general (Siemens) , ou de la CFAO dentaire en particulier (Suede , Microdenta , ... et Aten bien sur

Nous n'avons donc encore moins de raison de douter de leurs interets.

- J'ai la certitude qu'il y a de l'argent chez les acteurs de TSI.

Cette lenteur dans les negociations a conduit a un renforcement de la stature de TSI. Il me semble aujourd'hui que le combat va changer de terrain.

Il me semble va se mettre a developper un dental- CAD CAM.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- ma connaissance des developpements des capteurs optiques (USC et Stil) proposes me fait encore penser d'une facon la plus forte , si cela est possible , que nous devons avoir dans notre actif la possibilite de se rabattre sur la technique Henson , a savoir la sonde Bertin.

- ma conviction de l'apport des softs CAD de TSI n'a fait qu'etre renforcee devant les alternatives proposees.

+ Aten n'est qu'une transposition de Henson , non teste sur le clinique , tres chere et ne beneficiant pas des 3 annees d'etude et de travail de Sopha.

+ toutes les autres propositions ne sont que des suppositions sur une eventuelle competence.

- les travaux d'usinage de materiaux dentaires effectues par Henson et Sopha sont une part importante de notre reussite.

3- Resumes des arguments a retenir au 1 janv 96:

31) argument #1:**les sources CAD de TSI nous permettent beaucoup.**

1- de faire un transfert nous assurant un CAD fonctionnel sur PC dans un an.

dans le cas inverse , c'est a dire sans les sources , nous devons tous refaire sans aucune certitude de reussite dans les temps aloues. C'est reellement de la folie.

2- d'eviter un recrutement engeenering trop rapide, pointu des le premier mois (action a risque maxi)

dans le cas inverse , et en absence de source , nous allons mettre plusieurs mois avant d'etre fonctionel avec une equipe efficasse.

3- d'avoir alors a notre disposition un soft teste cliniquement depuis de nombreuses annees.

dans le cas inverse , ne pouvant justifier d'aucun passe , c'est aujourd'hui une tache impossible ,en medecin,e d'imposer immediatement un produit aux pratitciens.

4- d'acquerir au sein de la societe un savoir faire grace au transfert d'ecriture qui donnera a nos ingenieurs une vue precise et concrete , voir meme complete de ce qu'ils doivent faire dans l'avenir.

dans le cas inverse , il va faloir tout expliquer , ce qui est une tache impossible en un an , a des ingenieurs qui ne savent meme pas ce qu'est une ligne de plus grand contour.

5- d'aborder sereinement et sagement la re-ecriture des softs et l'agencement harware , intermediaires, pour les prototypes (CAM et capteur optique).

dans le cas inverse , et compte tenu de la situtation de temps impose a l'equipe , des choix essentiels devront etre faits avant meme de connaitre les performances reelles du capteur de donnees et du realisateur de la piece !

6-- de preparer lentement et surement le choix du moteur CAD associe au meilleur hardware.

dans le cas inverse , ce choix devra etre fait trop vite et sans connaitre les performances demandees reelement.

32) argument #2: **L'acquisition des actifs nous donnent des droits:**

1- celui de pouvoir utiliser une multitude d'informations , dont je dispose , et qui me semblent capitales pour le bon deroulement des operations futurs. Je n'ai jamais separe notre collaboration de l'acquis des actifs.

dans le cas inverse il y a une multitude d'informations que je ne pourrai pas transmettre. Ceci sera souvent penalisant pour ne pas dire stupide.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

2- celui de remedier a tous les conflits futurs avec TSI. Conflits entre le monde TSI , le monde NIMC et d'autres connus ou non. Nous ignorons tout des accords avec "Sopha" ou avec TSI. Compte tenu de ce que peuvent etre les interets en jeux a moyen et long terme il faut etre prudent et discuter maintenant. Le cout en est bien inferieur a celui d'un avocat !.

Ceci ne correspond pas forcement aux droits des brevets.

dans le cas inverse rien ne permet d'affirmer ce qui pourrait se passer. Et ce n'est pas forcement en terme de droit de licence, cela peut etre en terme de savoir-faire industriel.

3 - supprimer toute pretention sur les brevets , ceci creant un etat de tension permanent entre tous le monde , climat peu propice a une bonne action de recherche.

dans le cas inverse ,cela m'oblige a justifier sans arret du bien fonde de mon droit (et c'est toujours la notion de "parole contre parole" qui domine)

33) argument # 3: **Avoir acces a une information marketing imposante.**

1- Beneficier d'un support marketing imposant (photos , brochures , bandes video , historique....) capital pour la bonne image du produit.

dans le cas inverse nous perdons cette masse imposante d'information qu'il me parait si necessaire d'utiliser.

2- Utiliser un reseau de communication mondial au travers de toutes les connections etablies depuis 1983.

dans le cas inverse nous ne pourrons pas beneficier completemment de ces connections.

3 - Utiliser des informations financieres capitales sur l'amortissement des machines (tableaux excel....)

dans le cas inverse nous perdons un savoir important

34) argumentaire #4: **Faciliter l'homologation FDA**

1 - l'utilisation des tests cliniques passes , en comparaison des nouveaux resultats , permettra de dire qu'il n'est pas logique de ne pas homologuer une machine ayant de meilleur resultats que la generation precedente. Pour cela il faut publier des resultats anterieurs.

dans le cas inverse , nous devrons tout refaire, et tout prouver (1 a 3 ans minimum)

2- L'utilisation , au depart des meme softs, transposes est un element important pour rasurer et engager la decision.

dans le cas inverse , il faut tout redemontrer donc attendre la fiabilisation complete de la machine.

35) argumentaire #5: **reduire le cout financier global de l'operation:**

1- En limitant les risques a court terme nous limitons le cout financier car nous garantissons une mise en marche plus rapide et plus sure.

En effet le lancement de la vente un an plus tot (au minimum) nous raportera bien plus que le cout de TSI aujourd'hui.

dans le cas inverse , la perte peut etre estimee , si l'on parle d'une marge de 20.000 $, de 400.000 a 1 million de $ pour 20 a 50 machines.

2- En limitant les risques a moyen terme nous limitons le risque financier en garantissant , par exemple , la prise endo-buccale.

Qui peut garantir aujourd'hui que le capteur Stil ou le systeme de delamination va marcher. Qui peut garantir que l'on pourra passer en bouche avec ces systemes ? L'enjeux tres rapidement sera la prise en bouche. Le cout du developpement d'une sonde sera tres eleve. Il nous faudra des garanties de succes. La sonde Sopha est une garantie (son concepte)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

une perte de marche endo buccal peu etre estime a plusieur dizaines de millions de dollars.

3- l'homologation permet de gagner 1 a 2 ans sur la mise en marche permettant d'esperer une penetration plus rapide aux USA.

Ce gain peut etre estime de 6 mois a 1 an , (alors que les ventes seront deja commencees ailleurs) .

dans le cas inverse la perte sera de l'ordre de 50 a 100 machines , c'est a dire de 1 million a 2 millions de dollars.

4- les documents , articles et publications peuvent nous permettre de gagner des sommes tres importantes.

-Une publication , compte tenu du temps et du cout des materiaux et experimentateurs , peut couter entre 30.000 $ et 50.000 $.

- reconstituer un parc diapo comme celui que j'ai aujourd'hui peut etre estimer a 100.000 ou 150.000 $.

- enfin l'energie depensee pour un livre de reference , capital a la vente , peut etre estimee a 200.000 $ minimum.

La non acquisition de TSI conduira a devoir tout refaire.

4- Analyse globale de la situation: (strictement subjectif)

41-Nous ne pouvons pas , pour des questions de conflit personnel , continuer a perdre notre temps et notre energie

pour des sommes aussi ridicules.

42-La discussion a ete apre et brillante mais le resultat:

- n'a pas change d'un pouce depuis mai 1995.
- n'a pas conduit TSI dans le mur , c'est l'inverse
- n'a pas faciliter notre travail

Nous devons l'admettre

43-Pour gagner 200.000 $, nous allons perdre 1 voir beaucoup plus de Millions de dollars.

Je ne comprend pas.

44-Nous parlons sans arret des softs , sans parler du reste de TSI , decrit precedemment. Nos tergiversation de Septembre a decembre nous ont fait perdre Vienne. C'est bien dommage.

Mais il n'y a pas que cela.

45-Nous pouvons certe dire que nous ne connaissons pas l'etat des softs , mais est-ce possible de sous-estimer un acquis de tests cliniques publiable demain pour creer un passe "artificiel" a une machine afin de l'assoir sur le marche ?

Rien ne le justifie.

Sinon pour des raisons que je ne connais pas...

4- Conclusion:

Je terminerai cet argumentaire , comme j'ai commence le premier il y a 8 mois:

"Au-dela de mes interets personnels , que je n'ai jamais cache , l'interet de la reprise de tout ou partie de TSI est capitale pour l'avenir de notre developpement , sa duree , sa reussite , sa credibilite et l'homologation de la machine.

Cette reprise est aussi capitale en terme de gain financier et de certitude d'aboutir."

- Prevoir une identification type ISO:
  # de dossier
  # de serie
  ....
- Prevoir des plans et references type ISO.

- esthetique:
  Le prototype doit etre simple mais compact.

- temps de lecture;

  + la machoire / moignon:
    nb de vues: 5 maxi
    temps : 2 mn ideal 4 mn maxi pour les 5 vues

  + le mordu:
    nb de vues: 1 maxi
    temps: 1 mn maxi

  + l'oppose:
    nb de vues: 2 maxi
    temps 1 a 2 mn maxi

2- assurance produit:

21-utiliser <u>des pieces types connues</u>.
(voir dessin pieces types)

Ce maitre modele doit , en toute logique , se composer d'une partie interne et d'une partie externe representant astucieusement ce que pourrait etre une prothese (type inlay).

Afin de ne pas etre sensible aux variations thermiques mais aussi de resister a l'usure, nous proposons l'utilisation d'un materiau type Invar , alliage de Ni (36%) et de Fe (63%) qui a l'avantage de presenter une courbe de dilatation thermique horizontale entre 0 et 100°.

Lorsque l'on parle d'une mesure a 20 microns , il va de soi que la maitrise de la courbe thermique est capitale (echauffement a la lumiere)

Ce maitre modele sera fixé a la place d'une 1e molaire , dans une empreinte de 4 dents (2 PM et 1 M).

Une empreinte sera realisee:
+ cette empreinte sera mesuree avant coulee.
+ cette empreinte sera coulee puis mesuree.

Les specifications definies ici devront se retrouver sur ces deux mesures.

On effectuera la lecture et la transmission des donnees a la CFAO pour controler la fiabilite du transfert.

Tous les moteurs CAO ont un module de mesure. On l'utilisera pour ce controle supplementaire.

22- responsable de la redaction <u>du rapport final</u>: AD
23- reunions assurances produit: AD

Francois DURET
pour NIMC

133- **Le mouvement de capteur**

Le deplacement du modele doit se faire avec un bon alignement mecanique entre le balayage laser et la camera. Ceci a l'avantage de permettre une bonne mesure mais aussi de simplifier les problemes soft de correlation.

La tolerance de positionnement doit etre de l'ordre de la precision absolue (si le pixel fait 13x13 μm, cela fait pour un champ de 50 mm, environ 23x23 μm) Une precision de positionnement de 30 μm est acceptable.

mouvement:

+ type de mouvement	AD
+ vitesse du mouvement	AD
+ precision du mouvement	± 15 μm
+ principe de controle	deplacement d'un calibre

134- **le capteur**

Capteur CCD en standard Video ou multiple (si possible):

+ mini 1024 x 1024 sinon	
+ tache maxi acceptee:	3 pixels contigus
+ surface totale entachee:	0.5% de la surface totale
+ densite des taches:	repartition aleatoires

+ pas de tache de poussiere superieure a 10μm

la resolution de l'optique doit etre la meme que celle du CCD au centre de l'optique. Absence d'effet de bord.

135- **l'image:**

- Elle doit etre interpretable au yeux (voir precedemment)
- Le praticien doit voir la meme image que celle du modele mesure

14- <u>Conditions d'ambiance d'utilisation:</u>

- environnement naturel:

  + doit fonctionner en eclairage ambiant (600 lux)
  + conditions de temperature (+15 a +40°)
  + conditions d'humidite naturelle (40 a 90%)

- environnement cree par le capteur:

  + il ne doit pas parasite le reseau electrique (il doit repondre aux nouvelles normes europeennes).
  + un temoin lumineux non agressif doit informer de son fonctionnement.
  + risque , type electrocution ou brulure peu probable.
  + risque d'occurence inf a 10-8
  + respect des normes FDA et CE

- maintenance:

- duree de vie (fixee a 5 an ou 10.000 h de tension)

- encombrement:
  - estimation a 50 x 50 x 50 cm
  - poids de 8 kg maximum.

SCHOOL OF DENTISTRY

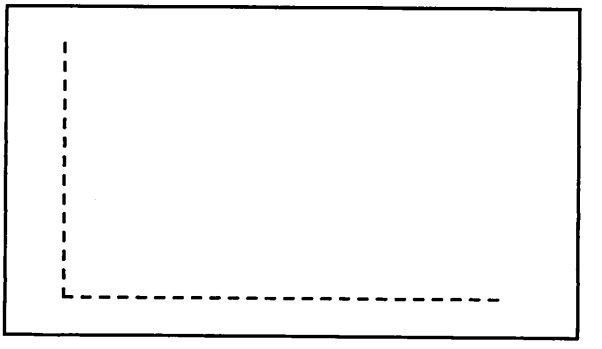
UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

En particulier, le coating doit etre proscrit de l'utilisation.

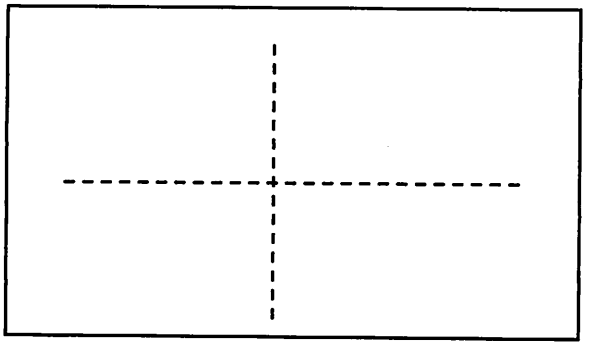
131- **caracteristique du capteur:**

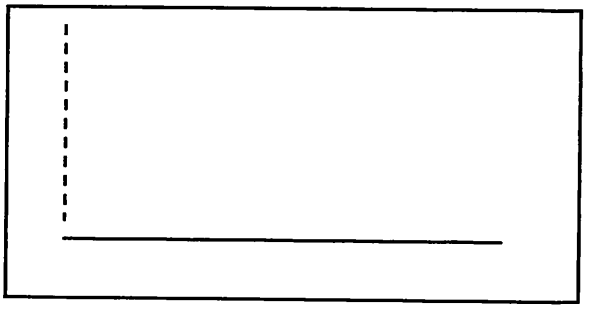
constructeur:	Still
puissance nominale:	AD
temps pour atteindre la stabilite (temps de chauffe):	1 a 2 mn
temps ou l'on gardera cette stabilite:	5 ans
stabilite mesuree apres 10 mn sous tention:	- de 5%
stabilite du spectre	AD
repartition spectrale:	AD

- repartition du spectre:



- sensibilite du capteur:





132- **caracteristiques de jonction:**

puissance:

+ de l'eclairage	AD
+ type d'eclairage:	A preciser

voltage:

+ 110/220
+ 50/60 Hrz

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

note: cette valeur est indiquee avec le nuages de points apres correlation des vues.

<u>mesure en X</u> (plan frontal) :
+ precision absolue ± 20 μm (au pire ± 25 μm)
+ repetabilite: 0.2 %

<u>mesure en Y</u> (plan Sagital)
+ precision absolue ± 20 μm (au pire ± 25 μm)

+ repetabilite: 0.2 %

<u>mesure en Z</u> (plan horizontal) (au pire ± 25 μm)
+ precision absolue ± 20 μm
+ repetabilite: 0.2 %

- image nette avec un minimum de zone d'ombre

d) Il doit permettre la prise de vue des tailles de couronnes et piliers de bridge (classiques , avec epaulement ou/et avec chanfrein) et des Inlays/ onlays (occlusaux , bifaces (pour les 4 faces) trifaces ou de type onlay)

e) Le systeme doit etre imperativement polyvalent.
Cette polyvalence peut passer par l'adjonction , conviviale , d'un sous-ensemble (objectif) optionnel.

12- <u>utilisation:</u>

Prise de vue moignon , 4 dents (3 molaires et moignon) avec une precision a la ligne de finition qui ne doit pas depasser ± 25 μm apres correlation des vues.

L'analyse des contres depouilles , que ce soit sur un modele en platre ou sur les empreintes , oblige a une certaine bascule des modeles . Cette bascule peut atteindre valeur de ± 30° , dans l'axe de l'empreinte , grace a un berceau goniometrique.

Une croix lumineuse peut etre utilisee pour centrer rapidement le modele dans une bonne position.

Le capteur doit pouvoir etre testable en laboratoire (chez NIMC) comme en laboratoire de prothese ou en cabinet dentaire.

13- <u>exigences fonctionnelles:</u>

le choix de lecture a ete fige
le lecteur doit prendre la mesure avec une precision constante dans tout le champ.
le nombre de vues , par modele , doit etre au minimum de 1 (inlay) et au maximum de 5 (couronne).
il doit etre efficace pour tous materiaux d'empreinte dentaire et de reconstruction de modele.Ces materiaux peuvent etre de differentes couleurs en masse et en surface (zone geographique). Mesure quelque soit la couleur de l'objet.
Certains points doivent etre reperables par leurs types de marquage.
reperage de l'horizontalite dans la vue et le plateau porte objet.
Cette efficacite doit etre constante , c'est a dire sans reglage supplementaire , quelque soit le materiau (la notion d'albedo - de reponse Lambertienne doit etre minimale - de sensibilite)

1- Principe de la mesure:

Il s'agit d'une triangulation dite "Spatio-chromatique" clairement decrite dans le document Dentaire/PTF/95321.A.

Lorsque l'on a realise un profil , chaque profil reconstitue est envoye a une station de travail qui fournit en sortie les coordonnees de chaque point de l'objet en X, Y et Z ainsi que le systeme referenciel. Les points doivent etre en un seul nuage pour x vues se rapportant soit a l'arcade porte taille, a l'arcade antagoniste et au mordu dentaire.

Cette methode fait partie du projet Body 50.C et sera couvert par un brevet d'application Medical (incluant le domaine dentaire) et dont le proprietaire sera NIMC.

1- caracteristiques generales du besoin:

11- generalites:

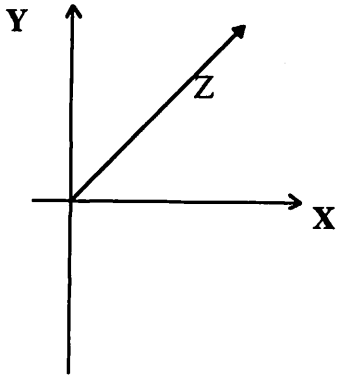
a) La prise prise d'empreinte (relief complet) doit pouvoir se faire sur:
- arcade (4 a 5 dents) et le ou les moignons issus de la taille du dentiste.
- arcade antagoniste.
- leur association en occlusion statique , c'est a dire :
  + une vue laterale correlative des arcades haut et bas , a la hauteur de la taille (celle-ci se situant au centre) .
  + ou/ du mordu antagoniste

b) Ceci correspond a un Champ visuel **et** a un champ de mesure:
- longueur soit axe Y (45 mm mini a 55 mm maxi)
- largeur soit en axe X (25 mm)
- profondeur soit en axe Z (25 mm)

La distance entre l'objet mesure et la partie la plus externe du capteur et la plus proche de cet objet doit se situer entre 15 cm mini et 30 cm maxi.

La mesure la plus precise doit se faire a 17 mm en Z (orientation capteur support objet)

Rappel de l'orientation en fonction d'une arcade dentaire:



c) La qualite de l'image doit respecter des regles dentaires a savoir:
:

- Toute image qu'il est necessaire d'utiliser pour faire fonctionner correctement le systeme (controle , adjonction d'information , visualisation....) doit etre interpretable par un prothesiste et un dentiste. Le bon exemple est l'image type Video TV.

- Les mesures doivent respecter les normes suivantes :

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour ESM

Pour - NOBEL
- STIL

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Objet du Rapport

specification Generale du Capteur dentaire

Raisons de ce Rapport:

avoir un cahier des charges precis entre Stil et NIMC

Objectifs a atteindre:

definir les memes criteres de reference pour chaque partie , criteres servant de reference lors de la reception de la maquette.

On desire effectuer le balayage d'une empreinte dentaire par un faisceau lumineux et calculer les coordonnees 3D de chaque point adresse (methode de triangulation associee a une analyse spectrale).

Destinataires:

STIL : Mrs
NIMC: Mrs

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Mars 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Cette methode etait utilisee chez hennson pour tester la precision de la chaine globale.

32-usinage d'une forme preprogrammee:

Le principe est de se rapprocher le plus possible de ce que peut etre une couronne.

Deux voies peuvent etre suivie:

- celle proposee par Jack Preston
- la notre et son maitre model.

Si la premiere peut satisfaire un dentiste , elle est trop complexe pour ne pas cacher des tares et surtout rendre complexe leurs recherches.

Je prefere la deuxieme car elle est rigoureuse , denuee de tout artifice et peut servir a tout moment de methode de recalibrage. Ce travail n'est donc pas seulement une methode de controle mais aussi une methode de reference pour l'avenir.

4- exemple de maitres models

Les premiers dessins presentent les dents les plus grosses afin de doner une idee des volumes de ces dents.

Ces volumes pourrons servir de reference aux futurs maitres models.

sont presentes ensuite des maitres models types:

- ADA
- ADA modifies
- Moskovakis

Tarailhan le 1 fevrier 1996

1- concepte du maitre model:

Ce maitre model doit , en toute logique , se composer d'une partie interne et d'une partie externe representant astucieusement ce que pourrait etre une prothese.

11- composition:

Afin de ne pas etre sensible aux variations thermiques mais aussi de resister a l'usure, nous proposons l'utilisation d'un materiau type Invar , alliage de Ni (36%) et de Fe (63%) qui a l'avantage de presenter une courbe de dilatation thermique horizontale entre 0 et 100°.

Lorsque l'on parle d'une mesure a 20 microns , il va de soit que la maitrise de la courbe thermique est capitale , tant pour l'analyse du capteur de stil (echauffement a la lumiere) que du systeme de prise d'empreinte chimique de USC (elevation thermique a la prise d'empreinte).

12- realisation:

Il est conseille de realiser ce maitre model par usinage (et non par coulee) , afin d'etre certain de ses dimensions:

- prendre une barre d'Invar de 17 mm de diametre et de 30 mm de haut.
- usiner un cylindre de 11 mm de haut et de 7 mm de diametre
- realiser ensuite un tronc de cone de 5° par rapport a l'axe du coneet sur 8mm
- realiser ensuite un epaulement de 1 mm en hemi-circonference
- et un conge de 0.5 mm sur l'autre face

2- realisation de la manipualtion proprement dite:

Ce maitre model sera fixé a la place d'une 1e molaire , dans une empreinte de 4 dents (2 PM et 1 M).

Une empreinte sera realisee , cette empreinte sera ensuite coulee puis coupee par le systeme de delamination.

On effectuera la lecture et la transmission des donnees a la CFAO.

Tous les moteurs CAO ont un modul de mesure. On l'utilisera pour ce control.

critique: Il va de soit qu'a ce niveau de la manipulation , USC ne realisant pas la CAO , elle sera tente de dire que l'absence de precision provient du moteur CAO.

Pour parer a ce genre de critique , il suffit de faire des mesures de pieces croissantes et de comparer l'evolution des differences a la place de la mesure elle meme (principe de la double pesee appliquee a la CAO) attention , cette idee est personnelle , elle peut donc etre stupide !.

3- concepte du maitre model pour l'usinage:

Deux voies s'ouvrent a nous. Il me semble que les deux doivent etre explorees:

- usinage du maitre model issu de la prise empreinte .
- usinage d'un model pre-programme comme celui que vous m'avez adresse,

31- usinage du maitre model de l'emreinte:

Nous avons la reference en la "personne" du maitre model en Invar.

Celui ci est traite par le systeme FAO (apres control des cotes a l'entree du CAD) puis usine.

La comparaison des cotes du maitre model et de la piece usinee nous donnera la precison globale de la chaine.

Rapport pour ESM

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: October 8, 1996

Objet du Rapport

Realisation d'un maitre model

Raisons de ce Rapport:

maitre model de reference pour l'etude de la precision du system de USC.

Objectifs a atteindre:

avoir une reference solide et indiscutable en terme de precision , afin de faire une juste et honnete evaluation du systeme de lecture et du systeme d'usinage.

Destinataires:

Mr H.M. EL JOMAIH (via Mr Moskonavakis)
Mr A. SIRADJ
Mr H. MOSKOVAKIS
Mr F. DURET

Fevrier 1996

Avril 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Materiaux Ceramiques dentaires

	Ivoclar	Dentsply	Duceram	GC		Dent	
nom commercial	OPI ou OPII	Dicor MGC	Ducera	Cosmoth Porc		email	dentine
Composition	Lencite K Al Si2 O6 vitroceramique repart inhomoge	Taeniolite-2M1 K Li Mg2Si4O10 F2 critallite inf a 2μm bonne rapart vitreus	Leucite K Al Si2 O6 vitroceramique reapart inhomog				
Densite (g/cm3)		2.8				290	2.15
Durete Vickers	530	360	520				
Durete Brinel							
porosite	10 a 20 μm	2 μm	10 a 20 μm.				
Resist a la compression (MPa)						385	265
resistance a la flexion (% MPa)	115	240	58			90	138
resistance a la traction (MPa)							
Modul d'elasticite (E en GPa)		68					
Tenacite (MPa)		1.5		10		10	40
Conductibilite thermique (W/m°K)			1.6				
Dilatation Thermique (10°/°C)		6.4					
Interval de fusion (C)	1290 a 1350	1250 a 1370	1212 a 1318	1075 a 1180			
Chaleur specifique (J/Kg°K)		74.1					
Indice de reflexion (NA).		1.52					
translucidite		0.41					

SCHOOL OF DENTISTRY

Materiaux Metalliques dentaires

	Nickel Chrome	Chrome Cobalt	Semi-Precieux	Precieux	Titane	
nom commercial	Nirad	Corad	Ceramzyl	Diazeram	T40	TA6V
Composition	Ni 62% Cr 22% Mo 9% Nb et Ta 4%	Co 61% Cr 26% Mo 10% Si 2%	Au 59.8% Pb 28.8% In 7.7 %	Au 85.5% Pt 8% Pd 2.5%	C < 0.08% H2 < 0.0125 % O2 < 0.25% Fe < 0.25%	Al 5.5 a 6.75% V 3.5 a 4.5% Fe et O <0.25% H2 < 0.015%
Densite	8.4	8.3	15.2	18.5	4.51	4.43
Durete Vickers	210	380	180	210	117 a 160	280
Durete Brinel						
Resistance a la corrosion pot Galva	182	220	217	356	5	5
Resist a la rupture (Rm en MPa)	720	820	550	650	390 a 540	900
Lim elastique (Re 0.2% MPa)	330	600	350	540	<275	830
Allongement en %	env 45%	env 4%	env 17%	env 12%	>20%	env 10%
Modul de Young (E en GPa)	200-230	210.250	116 a 117	90 a 96	108	110 a 116
Conductibilite thermique (W/m°K)	14.6	7.95		250	18.8	6.7
Dilatation Thermique (10°/°C)	12.9 a 14	13.2 a 14.2	14 a 15.5	13.5	8.5	8.6
Interval de fusion (C)	1290 a 1350	1250 a 1370	1212 a 1318	1075 a 1180	1670	1650
Temperature de coulee (°C)			1450	1300	3260	3260
Tr thermique durcissement			550° a 30mn	525° a 30mn		

SCHOOL OF DENTISTRY

Mai 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Etude de l'efficacite de la turbine retro de Mrs Martinez

Raisons de ce rapport:

Parmi les problemes importants rencontres par Hennson ou Sopha , celui de la turbine reste present a tous les esprits. Ce n'est qu'a la suite de long tatonnement parseme d'erreur que Sopha est arrive a une pseudo-solution. Se pencher des maintenant sur ce probleme est , a mes yeux , d'une logique implacable.

Le present rapport n'a pour ambition que de rappeler les observations que j'ai faites durant et a l'issue de cette visite de controle a Moissac. Je n'ai pas eu de contact, autre , avec ces personnes.

Il a aussi pour fonction de rappeler certains faits qui ont jallone le passe se rapportant a la turbine afin de transmettre aux responsables NIMC une partie de la memoire du projet CAD-CAM.

Dans ces conditions il va de soi que mon objectif ne peut etre que parfaitement empirique et subjectif.

Objectifs a atteindre:

Nobel desire trouver une solution simple , efficace et economique pour l'usinage des materiaux dentaires. Dans cet esprit elle a signe un accord specifique avec USC pour la realisation d'une machine outil a commande numerique (ce qui semble impliquer , a priori , le choix de la broche).

Parallelement H Moskovakis a mene un certain nombre de recherche via SVP , INPI , Internet ..... sur ce sujet et en particulier celui de la broche.

Devant , d'une part , les questions quelque peu surprenantes de USC et d'autre part les investigations interressantes de H Moskovakis , il a semble interessant a tous d'approfondir le pre-contact etabli auprès de Mr Mrs Martinez a Moissac et de parfaire cette relation naissante par un visite in situ a leur laboratoire.

L'objectif de cette visite etait de tester la faisabilite de la dite turbine en rapport avec les materiaux dentaires et en comparaison des methodes aujourd'hui connues.

Le present rapport se compose donc des parties suivantes:

- rappel des methodes d'usinage dentaire classique.
- etude des etapes "Hennson Sopha"
- expose caracteristiques physiques des materiaux dentaires (rapport 96.4) physiques
- la choix Martinez (architecture technique)
- gestion des interfaces
- realisation des tests
- proposition d'un cahier de recette.

Destinataires:

Strictement Confidentiel
Responsable de Noble Int Medical Care

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

1- Etude des documents en notre possetion:

11- Brevets "Martinez"

origine: Philippe Maureau

Interet: extremement reduit au regard de notre objectif. Il ne s'agit pas d'un brevet destine a l'usinage de protheses dentaires mais d'un prefet , certe tres technique , mais tres loin de nos propre preoccupation.

Il nous reste affiner cette recherche d'anteriorite afin d'etre sur de ne pas etre victime d'une observation maladive.

12-autres documentations:

Celles de Hennson ou de Sopha.
Documentation personnelle et en particulier:

- Encyclopedie medico Chirurgicale
- "technique de reproduction d'une preparation de PM" these 43.12.81.07 de Blanchard.
- "Contribution a l'etude de la liaison Titane ceramique"DEA 7/92 de Pinto.
- et quelques articles professionnels....

2- rappel sur les methodes d'usinage dentaire classique:
(source BV Turb)

- La methode la plus classique est l'utilisation de *tours electriques* (nous rappellons seulement pour memoire que ces tours furent tout d'abord entraines par un villebrequin actionne par une pedale).

Ces tours sont entraines par des moteurs electriques alimentes soit par du courant alternatif et ils sont alors trop brutaux , soit par des courants continus , et ils peuvent alors perdre du couple. Ces derniers sont aujourd'hui les plus utilises et se trouvent sur le marche tres souvent sous le nom de Micro-moteur.

Ces tours transmettent leur rotation:

+soit par l'intermediaire d'un engrenage(le micro-moteur) Quoique ce systeme soit aujourd'hui tres largement repandu (de 80 a 15.000 t/mn ou ....de 300 a 50.000 t/mn , debit d'eau de50 a 80 cm3 / mn, sterilisable a 135°) , il a l'inconvenient d'etre cher et tres complexe , surtout lorsqu'il est destine aux tres hautes vitesses , c'est a dire 150.000 rpm a 300.000 rpm. En dentisterie nous les trouverons pour toute forme de travail comme en temoigne la reclame Kavo (de 0 a 340.000 t/mn). Le plus cher est le Elcomed , qui pour 27.000 F assure 10Ncm a la sortie moteur pour 200 a 500.000 t/mn et une lubrification sterilisee) Ils sont aussi utilises en prothese sous la forme de grosses pieces a main tournant entre 2.000 a 40.000 t/mn , a 500 g (Kavo K11 ...) soit sous la forme de petits micro moteurs d'appoint (Servotorque de Satelec)

+soit par l'intermedaire d'un flexible qui a l'inconvenient d'etre fragile , limite en vitesse et de transmettre de nombreuses vibrations parasites.

+soit par l'intermediaire d'une corde , methode certes tres souple et tres traditionnelle mais trop delicate a mettre en oeuvre , impossible a haute vitesse donc pratiquement abandonnee aujourd'hui. Par ailleurs ils ont de nombreux inconvenients , en particulier d'etre eprouvants pour les patients du fait des vibrations provoquees et tres penibles a utiliser couramment de par les harmoniques ressenties dans le bras de l'operateur.

le deuxieme systeme est la *turbine* tournant a tres hautes vitesses , turbines qui peuvent etre entrainees soit par une forte pression d'air , d'eau ou d'huile. C'est en general l'utilisation de l'air comprime qui sert de vecteur pour les turbines des centres de soin et aujourd'hui certain laboratoire de prothese. Cette methode offre l'avantage de travailler a tres grandes vitesses et de permettre de grandes miniaturisations , mais a l'inconvenient d'obliger a utiliser du materiel fragile , a faible couple et surtout necessitant la projection d'eau pour eviter les surchauffes de la zone traitee. Par ailleurs le bruit de la turbine , qui ne peut etre deporte , est extremement penible pour le soigne et le soignant.

Classiquement ces turbines tournent entre 280.000 et 500.000 t/mn sous 2.5 a 4 kg/cm2 et pour un couple evoluant entre 8 et 15 gf/cm.

- Il existe aussi l'usinage ultrasonique. Ce systeme reste extremement reduit dans son utilisation en dentisterie . Hormis le nettoyage des instruments , signalons un projet de CFAO dentaire associant usinage automatique et CAO. Ce systeme etait etudie en Allemagne en 1993 et avait surtout vocation de travailler les ceramique (evidemment).

- signalon enfin un projet d'usinage LASER que nous avions approche pour le travail du Titane . Cette methode n'est pas ininteressante et meritera d'etre revue dans l'avenir si Noble le souhaite. Il a ete etudie pour son action sur les metaux pour les soudures (projet Procera ou HaasLaser GmbH) mais aussi sur la dent . Kavo commercialise aujourd'hui les travaux de M Frentzen and coll (de Bonn - germany Quintessence int . 23.2/92)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

3- Presentation des etudes Hennson Sopha:

31- Hennson:

Deux broches ont ete utilisees par Hennson:
- la broche Kavo
- la broche Brammer

311- la Broche **Kavo**:

Cette broche , construite par la societe Kavo (le nom de Kavo provient des deux ingenieurs fondateurs en 1909 , Kaltenbach et Voigt) situee a Biberach (pres du lac de Constance) et Leutkirsh.

A titre d'Info: Kavo France , 14 bis rue Montgolfier , 93.115 Rosny sous bois , tel 48.12.27.00 fax 48.94.67.04.

Le type etait la Broche Kavo HF 4051 de 125 Watt pouvant fonctionner plus de 5000h avec un changeur de frequence. (cout 17.000 F/85)

- rotation 31.600 t/mn (pour la ceramique en 1987)
- deplacement 1.5 mm/s en outil cylindrique
  4 mm/s en outil spherique
  3 mm/s en outil sphe. intrados
- lubrification a l'aide d'un ballon de 5L d'eau

312- la broche **Brammer**:

Cette broche a remplace la broche Kavo tres rapidement . En effet la broche Kavo n'a ete utilisee que pour le prototype.

La broche Brammer avait pour vocation d'usiner Ceramique et Composite (Aristee).

- 20.000 a 55.000 t/mn
  il a existe une broche 25.000 t/mn qui a ete remplacee par la broche 60.000 t/mn en 1991.
- puissance de 0.9 KW
- carte de commande ACOMEL
- refroidissement par eau. Il existait un bac de 5l d'eau qui entrainait une surchauffe en 1 h 30 de 48° pour l'eau et 78° pour la broche apres 1 h 30 remplace ensuite par un bac de 40l de liquide de refroidissement car ce n'est qu'apres 6 h 30 d'usinage que la temperature du liquide atteignait 38° pour une temperature de broche de 68° (rapport du 5.5.90).

313- la broche **Precise**:

La societe Precise se trouve a Leichlingen , Precise GmbH , Am Wallgraben 2, D-5653) Le representant en France etait A. Auffret (tel 50.36.90.15 a Viuz en sallaz en Ht Savoie).

Cette broche a ete installee sur la machine outil a partir de 1992 (fin de Hennson). Il s'agit d'une broche hyperfrequence ayant les caracteristiques suivantes:

usinage ceramique:

- 20.000 a 60.000 t/mn
- Broche Precise puissance SC53 (?) L de 0.3 a 0.7 KW en crete
- refroidissement par Lubricam C 40 ou par Rectilub a 5% (avec eau) de la societe Sedem , 1 bis route de l'isle d'Abeau, 38400 Bourgoin - tel 74.93.27.30)

La vitesse peripherique des grains est de:

- 18.8 M/sec pour une C60
- 12.5 M/sec pour une C40

Les profondeurs de passe etaient de 2 a 4 mm maxi

La machine deplace ces axes avec un moteur pas a pas dont l'increment etait de 5 μm en dynamique et 2.5 μm en statique. Donc la machine se deplace de 0.5 μm environ par tour de

SCHOOL OF DENTISTRY

USC

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

fraise.

usinage titane:
- type Precise SC 63L biphase (et no triphase)
- Lardon lateral, goulotte chapeau et sa buse PR1 a 4)
- reglage du convertisseur PVSF 2 tel que 255 B2D corresponde a 30.000t/mn (vitesse maxi) et 1 B2D le plus bas possible soit 1.000 t/mn (en vitesse mini)
- lubrifiant BS 20 de Mecanoil dilue a l'eau a concentration de 4 a 8% maxi.

4- Caracteristiques physiques des materiaux:

Definir un usinage suppose connaitre les caracteristiques generales des materiaux a usiner. Le present chapitre est une introduction a un descriptif plus precis qui suivra. Dans les tableaux joints , utilisés dans notre laboratoire de USC et par Hennson , sont decris les materiaux usines par ces societes.

On y trouve:

Tableau 1: Materiaux metalliques (tableau 1 a la fin)
Tableau 2: Materiaux Ceramiques (tableau 2 a la fin)
Tableau 3: Materiaux Composites (a venir)

Il est a noter que les caracteristiques les plus importantes pour nous sont:
Durete Vickers
Module d'elasticite
Densite.

5- Le Choix Martinez :

51- planning de la visite:

Nous nous sommes rendus a Moissac , pres de Toulouse , afin de rencontrer la famille Martinez pour connaitre plus avant leur concept , soit disant revolutionnaire , de turbine d'usinage.
cette visite s'est deroulee le juin 1996

adresse: Mr R Velez
Bijouterie artisanale
27 Bv Alsace Lorraine
Moissac 82.200
tel: 63.04.98.32

le rendez vous s'est deroule de la maniere suivante:

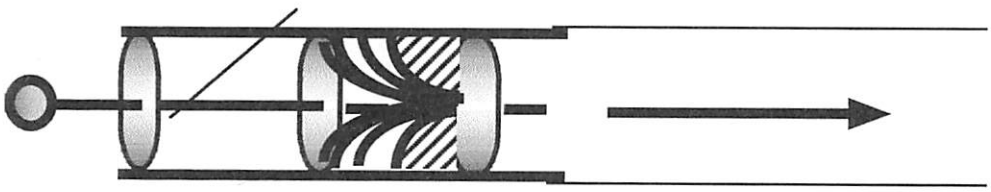
- rencontre et discution informelle (14h a 14h 45)
- essai dans un laboratoire de prothese voisin (14h 45 a 15h 30)
- discution finale et conclusion (15h30 a 16h)

Etant present Mr Velez , Mm et Mr Martinez
Mm Martinez a note l'ensemble des remarques que nous avons fait sur un cahier (sans aucun doute paraphé en mairie apres notre visite - technique Solo)

52- description du materiel:

Le principe de cette turbine est l'optimisation d'une turbine d'aspiration et non pas de poussee. Elle se compose d'un tube d'environ 2.5 cm de diametre dans lequel est serree une turbine, entre deux joints ,portant en son centre un outil de 2mm de diametre.

(non)



Le mecanisme d'aspiration est un simple aspirateur menage , a puissance reglable a l'aide d'un rheostat classique .

53- etude des brevets:

531-recherche

Nous avons engage une etude des brevets avec le Cabinet Maureau , puisque Mr Mm Martinez ont refuse de nous les transmettre pour des raisons parfaitement redicules dans le domaine de la protection industrielle.

Les lettres clefs de recherche etaient :
" dispositif de turbine pneumatique"
" Societe EGIIC"
" Mr ou Mm Martinez"

domaine : France
Europe
PCT Washington
periode: 3 ans (1993/1996)
Classes: F01 a F04 (machine motrices)
A61 (sante)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Sur 150 documents trouves par Maureau , 3 leur ont semble interessants (copie jointe) car ils sont bien issu de Mm Martinez Michele , de Saint Nicols de Lagrave (82)

532- analyse personnelle (documents joints en annexe) :

a) document FR 2.682..428

Le principe est de reguler le debit d'une turbine par effet Venturi en utilisant un injecteur (en amont) ,un systeme divergent (en aval) et un systeme de regulation piezo.

Ce n'est pas le systeme que nous avons vu hormis peut etre la forme de la turbine elle meme mais je ne suis pas specialiste de la question (a voir)

Revendication: RAS car tout est base sur l'injecteur et le capteur piezo , qui etaient absents lors des demonstrations. Il me semble important que nous nous procurions les documents classes X dans le brevet FR-2.682.428. J'attends le feu vert.

b) document FR2.695.678

Le principe est le meme. Le principe de la turbine est l'injection d'un fluide melange (effet venturi en amont)

Revendication: RAS car tout est base sur l'injecteur et le capteur piezo , qui etaient absents lors des demonstrations. Voir peut etre la revendication 6.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

6- La gestion des interfaces :

La gestion des interfaces de cet appareil est tres simple.
Nous avons :

- l'outil de coupe
- la turbine elle meme
- le tuyau d'aspiration
- l'aspirateur a debit variable

L'outil de coupe ne forme qu'une seule piece avec la turbine.
La turbine est tres simple (un tuyau plus ventilateur et deux clapets d'arret) et se compose de 4 pieces. Elle peut etre en metallique ou en produit plastique (on a manipule les deux)
le tuyau etait celui d'un aspirateur. Il oblige a une sterilisation etroite.
L'aspirateur est de type classique a debit variable.

Il existe des regles de normalisation ISO/CD pour des dispositifs d'aspiration en cabinet dentaire:

ISO/CD 10637.2

Je vous joints copie de ce rapport de comite :

" materiel dentaire , dispositifs d'aspiration a volume haut et moyen"

Il est a note qu'il existe trois types d'aspiration en ch dentaire. ("Reflexion sur la conception architecturale de l'espace dentaire " Info dentaire , n°3 1995)

- les classiques pompes a effet venturi sont a proscrire a cause de la contamination de l'eau
- les aspirations seches , dues au principe d'effet par forte aspiration centrale n'ont aucun effet de contamination (dixit Durr Dental) ou il peut etre associe un systeme de desinfection (hygosuc). Dans l'appareil VS 300 , avec un debit de 300L/mn , le systeme d'aspiration separe en continu les constituants liquides et solides aspire, ameliore la tolerance a la mousse donc evite les interruptions trop courantes.
- les aspirateurs a anneau liquide qui suppriment le bac de separation et l'absence de controle de trop plein. La consommation d'eau est reduite de 85% et il existe une separation automatique et sterilisation liquide / solide.

Il est aussi a noter que le tuyau de sortie de l'air doit etre imperativement hors locaux.....

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

6- realisation des tests :

61- materiel et methode:

Nous avons usine un certain nombre de materiaux afin de determiner :
- la vitesse et le couple de la turbine en elle meme
- la puissance au regard des materiaux classiques
- la puissance au regard des materiaux CFAO connus
- les eventuelles vibrations

Ces materiaux avaient comme caracteristiques:
- en points communs: D'une taille proche de celle d'une preforme telle qu'utilisee par la machine Hennson donc ayant l'avantage nous permettre de tester les reelles pieces que nous aurons a usiner dans l'avenir.
- en points de difference: Ils presentaient des matieres , des compositions et des proprietes mecaniques differentes.
- Hormis le laiton , materiau se situant entre l'or et le nickel chrome (d'ou son interet)

Il est a noter que ces differences etaient strictement limitees au domaine dentaire . Il ne s'agissait pas de presenter des materiaux inusites dans notre domaine d'application.

611- materiel:

Ont ete utilises successivement:

a) materiaux:
- laiton industriel
- Titane GC , T40 et Nobel pharma
- Nickel- Chrome dentaire
- Aluminium (CCCP)

- Ceramique Zircon (Demarquet)
- MGC Glass- ceramique (Dycor MGC)
- Glass -ceramique (Dycor)
- IPS Empress (Ivoclar)
- Ceramique Vita (Cerec)
- ceramique experimentale GC

- Ceramo-composite experimentale Aristee
- ceramo-composite experimentale GC

b) le montage d'etude
- outil rond (4mm) , ou cylindrique (5mm) en carbure de tungstene (queue de 3 mm)
- la turbine "Martinez" de 3 cm de diametre connectee a un aspirateur
- coloration ancre Waterman
- loupe binoculaire Zeiss

612- methode d'analyse:

Le principe consistait a usiner les materiaux a l'aide des outils decrit:
- usinage de materiaux dans un sens croissant de durete (l' Aristee etant le premier et la ceramique desmaquet le dernier)
- mise en route du moteur jusqu'a l'obtention d'une vitesse elevee (sans doute proche de 60.000 r/mn)
  + usinage en pression faible (pour "sentir" la tenue de la fraise)
  + moyenne (pour tester les vibrations)

+ forte jusqu'a blocage de la fraise pour estimer le couple (estimation purement empirique)

- classification des usinages
- analyse et photographie avant immersion dans l'encre
- immersion 24h dans l'encre Watermann
- reanalyse pour la detection des micro-fissures eventuelles.

62- Les resultats.

621-presentation des resultats :

+ sensation psychologique dans la manipulation de la turbine
+ reaction de chaque materiaux
+ devenir des copeaux
+ etat de surface avant et apres immersion.

622-les resultats :

+ ***sensation psychologique***:

- laiton industriel
  usinage facile ,penetration rapide sans effort
  pas de vibration
  blocage difficile a obtenir.
- Titane GC , T40 et Nobel pharma
  usinage relativement facile ,penetration facile
  pas de vibration
  blocage moyennement facile a obtenir.
- Nickel- Chrome dentaire
  usinage moyen , penetration avec effort
  vibration tres legere
  blocage relativement facile a obtenir.
- Aluminium dentaire
  usinage facile ,penetration rapide sans effort
  pas de vibration
  blocage difficile a obtenir.

- Ceramique Zircon (Demarquet)
  usinage tests difficile ,penetration lente en evitant la pression
  vibration legere
  blocage tres facile a obtenir.
- MGC Glass- ceramique (Dycor MGC)
- Glass -ceramique (Dycor)
- IPS Empress (Ivoclar)
- Ceramique Vita (Cerec)
  usinage assez facile ,penetration sans effort
  peu de vibration
  blocage moyen a obtenir.
  (idem pour les quatres)
- ceramique experimentale GC
  usinage tres facile ,penetration sans effort
  pas de vibration
  blocage tres difficile a obtenir.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- Ceramo-composite experimentale Aristee
- ceramo-composite experimentale GC
  usinage trop facile ,penetration sans effort
  pas de vibration
  blocage quasi impossible a obtenir.
  (idem pour les deux)

+ ***reaction de chaque materiau*** (voir photo 1 a 10)

- laiton industriel:.usinage net , peu d'effet de bordure (bavures de copeau) sans fonte , etat de surface propre , tirage ou hachure legere.
- Titane GC , T40 et Nobel pharma: .usinage net , effet de bordure tres leger sans fonte pour le Nobel et le T40 , leger pour le GC, etat de surface propre , pas de tirage ou hachure.
- Nickel- Chrome dentaire .usinage net , effet de bordure (bavure de copeau importante) sans fonte , etat de surface propre , pas de tirage ou hachure.
- Alluminium (CCCP) .usinage tres net , pas d'effet de bordure (bavures de copeau large mais rare) sans fonte , etat de surface propre , pas de tirage ou achure.

- Ceramique Zircon (Demarquet): .usinage net , pas d'effet de bordure (bavures de copeau) sans fonte , etat de surface propre comme polis.
- MGC Glass- ceramique (Dycor MGC)
- Glass-ceramique (Dycor): usinage moyennement net , pas d'effet de bordure (bavures de copeau) sans fonte , etat de surface tres moyen avec des zones blanches marquant des fractures certaines , pas de tirage mais hachure en fracture.
- IPS Empress (Ivoclar)
- Ceramique Vita (Cerec): .usinage plus net que dicor , pas d'effet de bordure (bavures de copeau) pas de fonte , etat de surface plus propre avec moins de fracture que le dicor , tirage ou hachure.
- ceramique experimentale GC: usinage moyennement net , pas d'effet de bordure (bavures de copeau) sans fonte , etat de surface tres moyen avec des zones blanches marquant des fractures certaines surtout a l'attaque de l'usinage , pas de tirage mais hachure en fracture.

- Ceramo-composite experimentale Aristee: usinage moyennemant net , effet de bordure (nombreuses bavures de copeau) avec fonte , etat de surface tres moyen avec des zones blanches marquant des tirage . pas de fracture. - ceramo-composite experimentale GC:usinage assez net , peu d'effet de bordure (peu de bavures de copeau) sans fonte , etat de surface moyen avec peu de zones blanches marquant des tirage . pas de fracture.

+ ***devenir des copeaux***:

Ils ont tous ete aspires par la turbine tres facilement degageant en permanence le champ de travail et assurant un pseudo refroidissement. A ce sujet il est important de noter que meme s'il existait une graduation des valeurs thermiques , il etait possible de serrer la fraise entre ses mains avant et <u>apres</u> usinage. Il en etait de meme de la piece de materiau.

+ ***etat de surface avant et apres immersion.*** (voir photo 11 a 15)

Il n'y a aucune fracture sur les metaux et sur les composites (sans surprise)

Les fractures ceramique sont surtout visible sur la surface et semblent etre dues a un appuie tirrage de l'outil diamante.

On notera que la methode utilisee reste precaire puisque qu'il s'agit d'un usinage manuel , associe a des outils standard et se rapportant a une forme non-dentaire.

Globalement on notera que les fractures sont moins importantes qu'en usinage robotise, ce qui est sans doute sans rapport avec la turbine mais lie a la methode d'appui (action-reaction) manuel.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

il est a remarquer que:

+ les outils utilises etaient ceux d'un prothesiste classique , et qu'ils n'etaient pas specialement destines a cet exercice. Ils ont du etre changes apres l'usinage du Zircone.
+ l'usinage du zircone , comme du Nickel chrome reste remarquable puisqu'il etait quasi impossible jusqu'a aujourd'hui.
+ que la manipulation est extrement facile , simple et tres efficace.
+ qu'une turbine a du etre changee en cours d'essai.Ceci marque la generale fragilite du systeme experimental que nous a presente Martinez..

63- Discution

631-sur le montage :

Tres simple mais efficace:
4 pieces de meccano
1 fraise de prothesiste en carbure
1 aspirateur standard
Et l'on usine tout ce que l'on veut , y compris le zircinium ....
Les Martinez connaissent leur systeme , savent que'il vaut quelque chose mais n'ont aucune idee de ce que l'on peut en tirer.

632-sur les resultats :
D'une maniere generale , les resultats sont tres bons , voir meme impressionnants.
Je suis revenu boulverse par l'efficacite du systeme.

- influence des materiaux:
Nous noterons une grande cohesion dans les resultats.
1) Comme d'habitude le materiau metallique est le plus dur mais pas le plus difficile a penetrer. Meme si le titane est usinable , il n'en reste pas moins que nous avons reussi a usiner facilement du nickel chrome ce qui est un tour de force.
2) les ceramiques restent fragiles a l'usinage. C'est ici que l'aspect outil intermediaire entre le micro-tour et la turbine de l'appareil Martinez , prend toute sa puissance.
3) pour le composite , rien a signaler car l'usinage est tres facile.

- influence du montage:
Il va de soi que le montage que nous avons teste , tres vite , reste tres archaique et merite une reprise en main professionnelle. On ne saurait affirmer que cette machine est universelle comme le dit "les Martinez" mais plutot qu'elle semble montrer , a experience identique , des qualites superieures a ses concurrentes. Esperons que ces qualites sont transposables.

633-sur les facteurs de risque :

1) le risque essentiel est d'ordre juridique. Il faut connaitre tres exactement notre possibilite en droit industriel. Pouvons nous contourner , dans notre application , la propriete de Mrs Martinez. A priori je dirai oui. Nous devons savoir s'il n'existe pas un autre brevet encore en phase secrete.
2) L'absence d'envergure industrielle oblige chacun a "doubler" l'equipe Martinez de vrais professionnels
3) aucun teste d'usinage robotise , c'est a dire de meulage a vitesse "programme" mais sans feed back , n'a ete , a ce jour , realise. Il faut imperativement le faire.

634- sur le cout du systeme:

Le cout de la machine Sopha etait de (pour ce qui est de la broche):

+ broche precise:	22.713 FF
+ convertisseur	16.850 FF (acomel)
+ carte d'adaptation precise	825 FF
+ ensemble refroidissement	4.878 FF
+ buse precise	2.358 FF
total	**47.624 FF HT**

Dans le pire des cas , il faut admettre un cout de 5.000 FF. Il faut donc envisage une reduction du cout de la machine Sopha de l'ordre de 25% . Avec cette solution la machine Sopha serait passe de 200.000 FF a 150.000 F environ.

L'interet a ce niveau est donc majeur.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

7- proposition d'un cahier de recette :

Il est , a priori , difficile de positionner un cahier de recette au stade de nos pre-accords.

Nous devons a priori avoir une logique d'approche pour cette broche. Pour cela il me semble logique de:

+ obtenir un accord avec la famille Martinez (1e temps) :
  - d'utilisation du process
  - du droit de fabriquer et d'exploiter (voir de contourner le pb)

+ transformer la maquette de faisabilite en dit prototype:(2e temps)
  - refaire la mecanique
  - ajouter un systeme de lubrification
  - fixer l'ensemble sur un pontique a deplacement robotise
  - mettre des buses de lubrification
  - realiser des preformes dentaires en ≠ materiaux.

+ definir precisement, la premiere phase executee:(3e temps)
  - la vitesse de rotation minimum et maximum (en courbe)
  - l'acceleration a differente vitesse.
  - le couple (en courbe en fonction de la vitesse)
  - la puissance de l'aspiration
  - le poid de la broche (pour ajuster les oteurs d'axes)
  - l'echauffement en centre ferme et en centre ouvert
  - la duree de vie a grande vitesse

+ tester precisement (4e temps)
  - la force en deplacement rapide , moyen et lent
  - une alternative de changement d'outil automatique
  - un soft de premolaire type "Hennson"
  - refaire tous les tests temps 2.

Nous serons alors a meme de connaitre la valeur exacte de cette solution.
Je pense a priori que nous serons tres agreablement surpris par les resultats.

8- Conclusion:

1) le montage propose est excellent. c'est une simplicite capitale en prix et en fabrication.
2) le couple et la vitesse repondent tres bien aux materiaux dentaires testes
3) les materiaux usines ne semblent pas avoir souffert malger l'etat de la fraise.
4) nous risquons de diviser pas 2 ou 3 les temps d'usinage "Hennson"

mais:

4) aucun essai metrologique n'a ete fait, ils doivent imperativement etre fait.
5) aucune etude theorique et pratique specifique n'a ete presentee.
6) les outils ne peuvent pas etre retires.

aussi:

7) nous devons formaliser un cahier des charges precis en interne
8) nous devons trouver un monteur de chassis support MO rapidement.
9) nous devons faire les tests manquant sur ce chassis
10) nous devons proposer une alternative de changement automatiqued'outil
11) nous devons finaliser le gestionnaire imformatique d'aspiration (vitesse)

Il est evident que les avantages d'une telle turbine d'aspiration sont pour notre microfraiseuse (aspiration a haute velocite ou AHV):

- gain de volume par reduction des systemes d'elimanation dechets
- elimination des matieres d'usinage par le systeme d'usinage (un seul tuyau)
- reduction des aerosols septiques
- simplification extreme du systeme de motorisation

Mon sentiment general: de gros espoirs sont permis a la vue de ce materiel presente qui etait a la fois maquette de faisabilite et produit fini.

Je suis tres confiant dans l'avenir de cet appareil , mais je souhaite voir l'etude des donnees mecaniques (metrologie du systeme) avant tout engagement definitif.

Pr Francois DURET
Tarailhan le 15 juillet 1996

Juin 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Compte Rendu rapide de visite et emploie du temps

Semaine 27 / 96

Raisons de ce rapport / Rendez vous :

visite a Toulouse pour la these de Mll Fabienne Mont mayeur
Travail sur le rapport "Machine outil" pour repondre , en interne aux demande de USC (non difusable a USC)

Objectifs a atteindre:

Representer la societe NIMC a la soutenance de these de Mll Fabienne Mont mayeur
Repondre , en interne, aux questions de USC (question de Berock)

Destinataires:

Strictement Confidentiel
Responsable de Noble Int Medical Care

Plan:

1- visite de Toulouse
2- emploie du temps du Vend 28 juin au Mercredi 3 juillet

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

1- visite de toulouse

11- Caracteristique du voyage:

Narbonne Toulouse 16h a 18h et 23h a 1h
environ 400 km par autoroute
cout:

12- localisation et ambiance:

la these se deroulait dans la vielle Faculte de medecine , proche du centre de Toulouse , dans une salle antique et tres XIXe , avec de grandes et hauts fauteuils capitones , des tentures rouge sombres , une gallerie des ancetres .... dans une lumiere feutree et une odeur de cire.

Il y avait peu de monde (environ 15 personnes) et uniquement (hors NIMC represente par mon fils et moi-meme) les parents et la gd mere de Allias et de son amie , le frere de cette derniere et les collegues du labo ou elle travaillait a Toulouse.

La soutenance a duree environ 1h30 puis elle a ete suivi d'un petit cocktail a l'hotel Capoul , place Wilson, (Champagne et petit fours) dans une petite suite au 1e etage. Tous les membres du jury etaient au cocktail (bon signe). L'ambiance y etait detendue et mondaine.

13- la soutenance:

Il y a eu trois grandes parties:

- la presentation de la these , environ 25 mn , tres bien menee , tres claire , et bien documentee avec une projection de diapositives (1 ecran). Mll Montmayeur s'est montre egale a elle meme c'est a dire claire et precise , sur d'elle et maitrisant tres bien son sujet. Les photos diapo etaient de meilleure qualite que dans la these elle meme.

- les discussions du jury. Ces discussions ont ete longues (1h 30) , souvent precises et argumentees , en generale amicales , parfois agressives.

Le jury se composait des 6 membres , y compris Thivolet qui avait pu arriver , non sans mal , de lyon , malgre son repas la veille avec la femme de Clinton , les encombrements du au G7 et la greve sauvage de air- inter.

les commentaires ont ete les suivant (dans l'ordre des interventions:

+ MB Delisle: dame de 60 ans, specialiste de l'Affrique , ou elle a longuement vecu.La these est bonne , peu de critique de forme et de fond. Souligne l'aspect diagnotique aise de Kaposi pour les cliniciens de terrain (tres visible par ses symptomes dermatologiques)

+ B Marchou: role du destructeur. Il a critique un ensemble de faute de frappe (forme) et un melange dangereux entre le SIDA et Kaposi, l'un ne voulant pas dire l'autre. Il est specialiste du SIDA et c'est en temps que tel qu'il a critique. Pour lui la these est bonne mais merite d'etre etoffee. Je n'ai pas senti de reelle passion dans ses propos. Il a parle longtemps mais c'etait tres discordant par rapport a la passion de Fabienne M. Par contre il a toujours ete correct.

+ P Brousset: il etait directeur de these. Il a soutenu le travail mais pas assez Fabienne , a mon avis. Son intervention n'a pas eu de panache. Il fera carriere....Il a , quand meme , precise que Fabienne avait su mene a bien et d'elle meme , tout ce travail. A la difference de beaucoup d'etudiant , elle a pris le sujet et s'est debrouillee sans faire appel a lui sans arret.

+ P Gorguet: Elle a peu parle mais bien. tres claire , elle a su montrer l'interet du travail en critiquant , avec amabilite , une certaine confusion dans les tableaux. Elle a un peu jouer le role qui revenait au directeur.

+ Pr Thivolet-Bejui. Elle a critique a la Lyonnaise. Tres soft et precis. D'abord la forme et ensuite le fond (Inverse des Toulousains) Pour elle , pas assez de travail personnel et trop de biblio-reference. Par assez de clinique pour un devoir d'internat. (rapport 2/3 biblio et 1/3 clinique). Elle a parle du caractere courajeux de Fabienne et de sa tres forte volonte d'aboutir. Elle a aussi precise son caractere fort et determine. Elle a , enfin , clairement exprime son accord pour la voir rentrer dans son laboratoire. (c'est un bon mais pauvre laboratoire)

+ Pr Delsol. Je l'ai trouve assez audieux avec Fabienne. Il a critique le travail , peu d'ailleurs , mais il a surtout critique Fabienne M. Avec le recul je retients qu'il la trouve trop sur d'elle , trop exigeante (refuse de travailler le Samedi... ah ce Samedi ils en ont beaucoup parle) trop "vroum...vroum... " en un mot. Il a laisse a tout le monde une impression desagreable

SCHOOL OF DENTISTRY

dans la bouche (il me semble)

14- Mon avis (si j'ose...)

Globalement j'ai trouve Fabienne Montmayeur brillante , precise et determinee. Elle etait dans la position de l'interne qui quitte une fac pour aller dans une autre (Toulouse puis Lyon) et qui conclut un travail avant de partir. C'est une position toujours moralement difficile a soutenir. Elle l'a fait avec brio malgre des critiques qui ont plus portes sur elle-meme que sur son travail.

Je pense qu'elle veut venir a Lyon mais qu'elle n'est pas encore sur de pouvoir y faire une reelle cariere (Allias m'a dit que la labo ou elle pensait pouvoir rentre etait pauvre... no comment). Elle est a un tournant sans savoir ... j'ai une impression d' indecision qui contraste avec sa personnalite tres determinee.

Sa these est une tres bonne these de reference , Ce n'est pas une bonne these d'internat , ce qui explique que si elle a eu la mention "tres honorable" elle ne sera pas propose au prix de these. Personnellement je trouve la these tres bonne pour un doctorat d'exercice , excellente comme reference a Kaposi , mais tres moyenne comme exercice d'internat. C'est un exellent document de reference sur l'Apoptose (Ref 96-TOU 3- 1537) On sent le desequilibre entre l'hospitalier de terrain (que doit etre l'interne) et le travail de recherche en bibliotheque et sur Internet (qui reste de niveau inferieur) . A son niveau on attend deja de l'engagement personnel et moins de descriptif du travail des autres. Pourtant son etude biblio est rellement excellente et remarquable par sa precision.

Quand a Fabienne , je la crois decidee, volontaire , precise mais fragile malgre son caractere trempee dans l'acier.Elle me parait capable de mener fortement un travail mais sa vie privee et ... sportive passera toujours avant. Elle est brillante sur un sujet qu'elle maitrise. Allias la pousse en avant d'une maniere tres energique (trop peut etre) mais il reste le seul et vrai juge.

Quand a savoir s'il faut financer , je vous laisse juge et je vous donnerai mon avis de vive voix.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

2- emploi du temps de la semaine 27 (du 28 juin au 5 juillet)

21- Still: Aucun contact

22- Matra:

J'ai contacte Allias sans succes Vendredi 28 (3 messages pas de reponse). Nous avons longuement discute lors de la soutenance et lui ai passe les messages suivants:

- Nous devons avancer dans notre travail maintenant puisque vous allez recevoir les bandes.
- Je suis a votre disposition mais faites moi savoir tres vite le moment de mon intervention.
- Nos amis Saoudien attendent la proposition de prix mais celle-ci doit etre tres soft car ils ont tres peur des nouvelles technologies.

Lundi et Mardi pas de nouvelle et pas de reponse. En desespoir de cause j'ai utilise sa ligne privee Mercredi matin a la premiere heure et voici les informations recues:

- les 4 bandes sont arrivees Lundi matin avec un mot de Soussan (quel mot , pas de commentaire?)
- elles sont parties pour Paris le jour meme transportees par des ingenieurs de Lyon qui devaient aller aux Ulis.
- Paris doit les "remonter" , les etudier en sous-traitance dans le cadre de l'equipe dite "France" et preparer un devis estimatif pour un transfert sur:
  + Euclide 3 nouveau
  + Techno-montage PC (Cascade)

Je lui ai rappele ma disponibilite , il s'en fou visiblement (??) , je lui ai propose de contacter Calvez pour savoir si cela avancait et si je pouvais l'aider . Il m'a dit absolument "NON , n'interferer pas dans les voix etablies. Continuons a gerer comme avant" (avant c'est quoi ?) Bref j'arrete la mes investigations MATRA.... je ne sais pas gerer ce genre de relationnel et reste a la disposition de chacun si la necessite s'en fait sentir. Je rappelerai a tout hasard demain matin (jeudi).

23- MO/CN.

Ce Lundi et Mardi , j'ai depouille beaucoup de documentation sur les turbines et materiaux pour etre en mesure de repondre a Berock. Vous trouverez le resultat de ce travail dans le rapport que je vous joins ainsi qu'une proposition de reponse.

Je n'ai aucune nouvelle de Berock.

24- USA:

J'ai un fax de Preston pour le deuxieme article a publier. J'y travaille
Il n'est pas parti en Coree , finalement. Je n'ai pas d'autre info. (??)
Je n'ai pas d'info de Haas.

Pr Francois DURET
Tarailhan le 3 Juillet 96

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Compte Rendu rapide de visite et emploi du temps

Semaine 28 / 96

Raisons de ce rapport / Rendez vous :

attente de la visite chez Matra
redaction finale des rapports pour Noble (broche et financier)
redaction de l'article pour Noble

Objectifs a atteindre:

respecter mes engagements malgre l'absence d'information.

Destinataires:

Strictement Confidentiel
Responsable de Noble Int Medical Care

Plan:

1- annonce de rapport (celui de mai et celui de Juin)
2- emploi du temps du jeudi 4 au vendredi 12 juillet
3- info sur Mr Rolet Guy

1- annonce de rapport (celui de mai et celui de Juin)

11- rapport broche:

Ce rapport a pour objet de rappeler un certain nombre de point important en matiere d'usinage.

La base est la description de notre visite chez Martinez.
il permet de proposer un protocole de travail dans l'avenir.

Il me parait tres important de rappeler l'importance de cette partie de la machine.

12- rapport sur la rentabilite du systeme:

Ce rapport a ete commence en mai 1996 , mais devant:

- le nombre de rendez vous
- l'absence d'information financiere malgre mes demandes aupres des organismes officiels
- le retard de reglement des sommes dues.

J'avais du en retarder la "sortie"

Ce rapport me parait important car il marque une reactualisation de la rentabilite du CAD CAM en France par rapport aux chiffres actuels.

Il est facilement transposable aux US (objet du rapport de Juillet)

2- emploi du temps de la semaine 27-28 (du 6 juin au 15 juillet)

21- Still: Aucun contact

22- Matra:

J'ai contacte Allias sans succes a de nombreuses reprises. En particulier je n'ai rien pu articuler puisque je devais me rendre disponible immediatement. J'ai du laisser un diwaine de message du 8 au 12 Juillet.

J'ai eu deux conversations telephoniques .

+ le 9 Juillet pour apprendre que Matra mettait au point le logiciel Cascade et etait concentre sur cela .

+ le 15 avec les informations suivantes:

- il est possible de passer toute l'application Hennson Sopha sur Euclide 3 sans limitation.
- le passage sera fini en Aout et une presentation sera faite la troisieme semaine d'Aout (sem 34 sans doute donc du 19 au 24)
- qu'ils n'ont pas besoin de mon aide.
- que la facture est de 100.000 $ repartie comme suit:
  + 20.000 $ payes par Allias (contribution)
  + 40.000 $ payes par Noble a la commande
  + 40.000 $ paye ensuite par Noble en run time...
- le travail reste important mais faisable . Les dossiers vont passer de 16.000 a 64.000 points/...,..., les common seront sauves....,....
- il faut prevoir un RV a Paris pour discuter argent.

Il m'a demande ce que j'en pensais. Je lui ai dit que je ne savais pas , que j'avais bon espoir mais que mes partenaires etaient des durs en affaire.

Il m'a rappele qu'il faisait un effort dans l'espoir de nous voir... aider Fabienne ... son amie. Je lui ai repondu qu'il me paraissait important qu'elle sache elle meme ce qu'elle voulait faire....

Voila c'est tout mais c'est une bonne nouvelle.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

23- MO/CN.

Voir mon rapport sur les broches
Je n'ai aucune nouvelle de Berock.

24- USA:
j'ai echange une multitude de fax avec Preston sur le deuxieme article sur la CFAO (pour Alpha Omega....) Cela m'a occupe deux jours pleins a expliquer et corriger.
Rien d'autre aux US

Bref no-comment
Je n'ai pas d'info de Haas.

25- Mondial:
Je viens d'etre choisi en Speker principal pour la FDI de Seoul en 1997
Ceci est extrememnt important bien sur.
Ce type de congres (le plus important du monde) se passe une fois par an et reunit environ 50.000 a 80.000 dentistes.
J'ai la chance d'avoir une place de choix (voir le programme , no comment....)

J'espere que nos amis Saoudien apprecieront....

3- info sur Mr Rolet Guy

Il me parait tout aussi important de lancer la politique de protection industrielle. Dans cet esprit voila quelques info sur

Mr G Rollet:

ne le 25 juillet 1948 a La Fere-Aisne (02)

Marie le 28.07.72 , trois garcons de 20 , 18 et 14 ans
conjoint professeur a l'ecole Normale de Lyon

de 1961 a 1968 : Ecole militaire du Mans (72) Bac E mention AB
de 1968 a 1970 Ets optique de precision Morez (39)
de 1973 a 1977 Diplome d'ingenieur CNAM (eclairage optique image - mention B)
en 1980 stage de perfectionnement anglais (S Etienne)
en 1981 stage de Chef de produit CGEOS Paris
en 1982 stage de directeur des ventes ESCL Lyon
en 1984 stage de strategie marketing des biens indu ESCL lyon
en 1987 stage diriger et motiver de E KRAUTHAX
en 1989 stage de base de gestion (IPG Lyon)

de 1980 a 1990 ingenieur puis responsable marketing (Angenieux)
de 1990 a 1992 directeur marketing international chez Hennson
de 1993 a 1996 , sans doute Aten....

4- remarque generale:

en 15 jours je n'ai eu que deux appels telephoniques
Globalement je trouve anormal et frustant de ne pas etre plus imforme de ce qui se passe. Peut etre ai-je tort mais j'en ignore la raison.

Il me parait tres difficile de travailler sereinement dans de telles conditions.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Je n'ai jamais eu la moindre reponse a mon fax sur la demande de reunion. Cela me permet d'estimer l'interet porte a cette demande. Je trouve desolant que cette reunion n'ai pas eu lieu car j'avais des choses me paraissant tres importantes pour le succes de ma mission.

Amicalement a tous

Pr Francois DURET
Tarailhan le 16 Juillet 96

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Etude du contrat de Mr Moskovakis

Raisons de ce rapport / Rendez vous :

etude du contrat pour Mr Moskovakis

Objectifs a atteindre:

repondre a certains points evoques avec Mr Moskovakis

Destinataires:

Strictement Confidentiel
Responsable de Noble Int Medical Care

Plan:

analyse du contrat

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Analyse du contrat:

11- Caracteristique generale:

ce contrat a ete adresse par Mr Soussan a H Moskovakis
Il a ete propose a Mr Moskovakis un deuxieme contrat que j'ai vu mais dont je n'ai pas copie (envoi direct de El Jomaih)
Devant la faiblesse de ce dernier document , il nous a paru interessant de faire une etude des points clefs du contrat Soussan " employment agreement" du 2 mai 1996.
Sont **soulignes en gras** les points qu'il me semble important de faire apparaitre sur le texte El Jomaih.

12- analyse page 1:

le point B (ligne 7...)est tres important car il sous entend clairement que ce n'est pas Mr Moskovakis qui s'estime competant mais Noble pour cette position de DG.
le travail se fait en supervision par le President of the board. Ceci est interessant mais pas logique. Un DG est sense appliquer les decisions du board. Il a liberte sur la voie a suivre (si celle-ci est honnete bien sur...).
La periode France ... US me parait bien restrictive pour une periode avenir dont on ne sait pas ce qu;'elle sera ne me parait pas utile donc et trop restritif dans l'avenir.

Full time (ligne 25....) me parait tres contradictoire avec le travail elypse et autre societe futur. peut-etre serait il interessant de definir une responsabilite de moyen (voir de resultat...) mais pas de temps a un niveau aussi eleve. Peut etre serait il tres interessant d'indexer un calendrier de resultat plutot qu'un calendrier de date.

Preciser les regles de limite: (ligne 32 ...) celles-ci doivent imperativement apparaitre dans le texte El Jomaih pour definir la responsabilite de chacun dans la lenteur d'une procedure de decision.

13-analyse page 2:

l'article 2 (ligne 12...) me parait interessant mais le "full" et la derniere phrase " that would materially....." peut poser des problemes vis a vis de Elypse.

l'article 3 (ligne 20...) rappelle qu'il faut mettre un terme precis a ce type de contrat et que ce terme doit coller a un programme (se reporter au passage precedent)

les articles 4 a) et c) sont beaucoup trop compliques et meritent d'etre oublies au profit d'un systeme tres Francais avec:

- impots
- vacations
- taxes....

14-analyse page 3:

si les articles 4 e) et f) sont gardes , il me parait important de les adosser sur des valeurs precises. Traditionnellement aux USA une valeur de $ 1500 est retenue pour l'assurance vie.

Les vacances , attention pour **l'article 5** (ligne 25...) car la reference sont les vacances a l'americaine et les references jours feriers sont les USA aussi.

la maladie n'est pas evoquee.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

15-analyse page 4:

Il me parait tres important de preciser tres exactement les regles de **rupture avant terme.** revoir les articles 6 a) et b) et 7. et mieux definir les causes d'arret de contrat.
Bien introduire **les regles de confidentialite** (article 9 ligne 26 ....) dans l'article car il faut une reference precise sur ce que l'on appelle concurrence.

16-analyse page 5:

Il va de soi que **l'article 10** (ligne 2 ...) est tres important et doit etre transmis dans le contrat El Jomaih.

les **successeurs** . tres important article 13 (ligne 22...)

les attorney's fee doivent etre payees par chacune des parties.

l'arbitration doit etre faite par des **tribunaux francais** , pas US. (a voir) (aticle 15 ligne 33)

17-analyse page 6:

Il me parait interessant de simplifier la deuxieme partie (ligne 1 a 10) page 6 de l'article 15. et de le maintenir.

L'**article 16** me parait tres important a etre conserve.

Voila . J'attends cette fameuse reunion des gens de Noble.

Pr Francois DURET
Tarailhan le 3 Juillet 96

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Juillet-Aout 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH and E AL QURASHI
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS

de la part de - Dr F. DURET
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Etude de la rentabilite du Systeme CAD CAM de NIMC

Raisons de ce rapport:

Parmis les problemes important rencontre par Hennson ou Sopha , celui de la rentabilite du systeme a toujours ete important. Il a meme fait l'objet d'un article comparatif avec le Cerec.

Le present rapport a pour objet de reactualiser la rentabilite du CAD CAM en fonction du nouveau prix du systeme et des preformes. Il a aussi pour objet de voir notre marche de maneuvre en terme de prix de vente , donc de prix de revient.

Il n'en reste pas mons vrais que chaque cas reste individuel et qu'il faut generaluiser toujours avec beaucoup de prudence (ce que je n'ai sans doute pas toujours fait)

Dans ces conditions il va de soi que mon objectif ne peut etre que parfaitement empirique et subjectif.

Objectifs a atteindre:

Proposer a Noble un rapport plus Marketing que Scientifique integrant:

- des statistiques officielles (ecartant tout "on-dit" en matiere comptable cabient dentaire)
- une analyse de la rentabilite de la machine au regard de ces statistiques officilelles.
- une proposition de prix de vente (ou tout au moins une fourchette)
- les concequences de cette fourchette sur la rentabilite du systeme
- les concequences sur chaque elements prothetiques ou la somme de ceux ci

Le present rapport de compose donc des parties suivantes:

1e Partie:

- -Introduction - principes de bases
- Donnees comptables du Cabinet dentaire
- donnees comptables du laboratoire de prothese
- Prix d'acaht et prix du fonctionnement du CAD CAM
- facteurs influencant le prix de revient de l'element

2e partie:

- seuil de rentabilite par rapport aux methodes traditionnelle
- recherche des meilleurs valeurs pour NIMC
- rentabilite et prix de vente du systeme pour un Laboratoire et un cabinet
- comparatif avec le Cerec systeme

Destinataires: Strictement Confidentiel

Responsable de Noble Int Medical Care

Classification: Marketing # NIMC/96.7/ renta

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Chapitre 1:

Introduction , principes de base:

11-Introduction

Pour cette analyse , nous sommes repartis des base sur une analyse faite par Gerard Gourion portant sur une large tranche statistique de la population dentaire et qui utilisait la méthode dite des integrations cout fixes et coûts variables.

Cette méthode nous a toujours paru très intéressante car elle a l'avantage de reposer sur une distinction tres netteentre :

-les charges fixes (ou de structure) qui existent quelque soit le chiffre d'affaire.

-les charges variables (ou opérationnelles) qui sont bien entendu liése a l'activité.

Ce concept a ete repris et réactualise entre autre par J Vaufrey puis par JM Pernot dans un chapitre intitule " coût unitaire de nos actes" et respectant les mêmes concepts décris par Gourion.

Nous avons reactualise toutes les donnees en utilisant , en particulier , les donnees statitisques de 1423 praticiens ou societes (strictement confidentiel) et celle de quelques cabinets interessants comme celui de B Duret ou mon ancien cabinet du Grand Lemps.

12- donnees de base:

Dans un cabinet dentaire nous retrouvons un certain nombre de frais et en particulier:

-les frais variables (**F V**) comprenant les fournitures de laboratoire, de pharmacie ,de fournitures diverses,de frais de voyages , séjours ou déplacements , de frais de PTT , documentation....

-les frais fixes (**F F**) comprenant le personnel,les taxes, loyers ,charges , leasing, assurances, frais financiers....

-les amortissements spécifiques de la prothèse (**A M P**) ramenés a leur valeur horaire.

-les amortissements non spécifiques a cette prothèse (**AMG**) ramènes au prorata temporis et a sa valeur horaire.

-le prix de revient d'une prothèse pour un dentiste soit :

$$P^{poth} = (P^{hc} + T^{pr}) + P^{lab}$$

ou: P^{poth}= prix de revient de la prothèse

P^{hc} =coût horaire du cabinet[1]

T^{pr}=temps de travail dentaire dans la réalisation de la prothèse

P^{lab}= prix d'achat de la dite prothèse au laboratoire

- le coût horaire du cabinet dentaire , ou Phc96 peut être estimée par la formule suivante:

$$P_{hc96} = \frac{17\,FV + 20\,AMP + 8\,(FF + AMG)}{13\,H\,ta}$$ [2]

Ces coefficients de 17,20,8... sont certes discutables mais ils sont le résultat d'une longue etude statistique portant sur un nombre eleve de cabinet dentaire (plus de 1500)

- le **PR1** (ou prix de revient variable) sera la valeur des elements prothetique ou cout global variable , pour le dentiste ou le prothesiste, qui utilise le CAD CAM hors investissement de la machine.

- le **PR2** (ou prix de revient brut) sera la valeur des elements prothetique ou cout global brut , pour le dentiste ou le prothesiste, qui utilise le CAD CAM inclu l' investissement de la machine.

$$PR2 = PR1 + PR2$$

- le **PR3** (ou prix de revient fixe) sera la valeur des elements prothetique ou cout global fixe , pour le dentiste ou le prothesiste, qui utilise le CAD CAM hors frais de fonctionnement (ou PR1).

1-calcules par la méthode des "coûts variables"

[2] ou: H^{ta} est le nombre d'heure de travail par an .

Chapitre 2:

Donnees Comptables du Cabinet dentaire:

21- Evolution Categorielles:

Si nous étudions la variation de ces différents secteurs depuis 1984 (date de la première formulation) et aujourd'hui en nous basant sur des statistiques d'AGA[3] et sur plus de 4000 cabinets ,la nouvelle valeur des coefficients en question peut se résumer ainsi:

	dates		1985	1990	1995	base choisie
categories	frais fixes	6100	10 a 15%	12 a 18%	16 a 18%	a 15%
		6200	2 a 3.5%	4 a 5%	idem	a 4%
		6300	8 a 11%	idem	8.5 a 12%	a 10%
		6500	env 6%	idem	env 7%	a 7%
		6700	2 a 6%	env 4%	env 6%	a 5%
	frais variables	6000	18 a 25%	20 a 25%	idem	a 22%
		6300	4 a 5%	env 4%	idem	a 4%
		6400	1 a 3%	1 a 4%	idem	a 3%

Il va de soi aussi que ce coût horaire **phc** est directement lie au chiffre d'affaire du cabinet en question . Ceci est vrai au travers des frais variables mais aussi au niveau de la répartition globale des coefficients 17,20,8.... Pourtant nous ne sommes pas convaincus que la variation soit très forte entre les cabinets milieux de gamme et hauts de gamme . Une dépense plus importante en personnel sera contrebalancée par une diminution du coût relatif de la prothèse a façon par rapport a celle faite sur place. Il ne nous parait donc pas abherent de proposer cette formule de manière globale pour l'ensemble des cabinets nous intéressant.

22-Evolution du chiffre d'affaire d'un cabinet dentaire:

Les chiffres d'affaire des cabinets dentaires pour 1983 étaient repartis comme suit (Lejeune M):

-de 0 a 400 000 FF 12 500 dentistes (sans interet pour nous)
-de 400 a 500 KF 4500 soit 14% des dentistes
-de 500 a 600 KF 4000 soit 12%

[3] association de gestion agrée

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

-de 600 a 750 KF	4800 soit 15%
-de 750 a 1000 KF	3700 soit 11.5%
-de 1000 a 1250 KF	1200 soit 4%
-plus de 1250 KF	700 soit 2%

Or si l'on en croit la revue " le Caducee" de Nov 1988 et "DH" 167 (p4) de Oct 1989 si le chiffre moyen des cabinets dentaires se situait autour de 604 000 FF en 1983 , il était de 757 000 en 1987 avec la courbe de croissance suivante:

année	CA	bénef
1983	604000	284000
1984	658000	303000
1985	684000	310000
1986	725000	322000
1987	757000	343000

En 1995 la securite sociale precisait les points suivant (Info dentaire #1 p37):

" de 35211 dentistes en France en 1980 , le nombre est passe a 36777 en 1993 alors que le chiffre d'affaire moyen passait 892.000 F.dont 415000 F de depassement (prothese , rapport 46%) "

L'augmenattion du chiffre d'affaire etait donc de 33% depuis 1980. Ceci nous permet dd'estimer le chiffre d'affaire moyen a 892.000 FF en 1993 avec un benefice de 320.000 F.

Par ailleurs Il ne nous parait pas iraisonnable de parler d'un chiffre moyen de 920 000 FF avec un benefice de 350 000 F pour 1996. Le taux moyen d'augmentation entre 1983 et aujourd'hui (1990 en terme d'année fiscale) est proche de 35%. Nous pouvons donc estimer les nouvelles répartitions comme suit:

- en dessous de 600 000 FF environ 14.500 dentistes
- au dessus de 600 KF environ 15 000 dentistes repartis comme suit:

-600 a 750 KF	7500 dentistes	soit	21%
-750 a 1000KF	7300 dentistes	soit	19%
-1000 a 1250 KF	4300 dentistes	soit	12%
-1250 KF et plus	2200 dentistes	soit	6 %

Ce sont des valeurs moyennes basées sur des statistiques très importantes[4]

[4] Il me parait intéressant de rappeler cette note du service des impôts et de la securite sociale. D'apres ces organismes , le montant réel des revenus d'un dentiste est de 195% du chiffre déclare a la SS. En effet ce chiffre se rapporte d'une part au prestations remboursées mais aussi et seulement a celle susceptible de l'etre. Par ailleurs et malgre la création d'une commission inter régime, il resterait environ 5 a 10 % de prestations remboursées "se baladant dans la nature".
En toute logique nous devons majorer ce chiffre d'affaire d'au moins 50% sans oublier que la quasi totalité de ce surcoût se rapporte a la prothèse et aux implants.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

23-Evolution des Frais du cabinet (FF, FV, AMG,AMP).

231-frais fixes (FF):

En utilisant les codes comptables classiques, nous retrouvons dans cette categorie:

-Cat 6100 (salaires et charges)

-Cat 6200 (taxes etc....)

-Cat 6300 (loyer et leasing)

-Cat 6500 (assurances)

-Cat 6700 (interets des emprunts)[5]

En 1984 , les frais fixes oscillaient entre 33 et 38% du chiffre d'affaire du Cabinet. Le chiffre le plus eleve se rapporte au cabinet a haut chiffre d'affaire.

En 1990 on a une valeur oscillant entre 35 et 38%

En 1996 on doit avoir une valeur entre 37 et 41%

232-frais variables(FV)

-Cat 6000 (fournitures et frais de laboratoires)[6]

-Cat 6300 (petit materiel , eau gaz elect et entretiens...)[7]

-Cat 6400 (voyages et deplacement)

-Cat 6500 (PTT.....)

En 1984 les frais variables oscillaient entre 25 a 34 %.

En 1990 on a une valeur oscillant entre 27 et 38%

En 1996 on doit avoir une valeur oscillant entre 25 et 29%

233-amortissements generaux (AMG):

L'amortissement est evidement directement fonction du CA du cabinet mais aussi et surtout de la volonte du praticien a investir dans l'outil professionel. Sa valeur evoluait de 5 a 7% si l'on s'en rapporte aux statistiques de 1983. En 1989 ces chiffres sont passes a 9-12% marquant le tres net interet pour les nouvelles methodes (computer , RVG,Orthopento, Softs divers...) Aujourd'hui ils ont regresse a 2 voir 1%

234-amortissements propres a la prothese (AMP):

On retrouve le gros materiel pour la prothese du cabinet (pas du labo dans le cabinet!!) comme par exemple le bain hydrocolloide, le four specifique ou les articulateurs complexes.

Alors qu'en 1983 , ce poste ne depassait pas 0.5 % du CA , aujourd'hui nous sommes proche de 1%.

235-remarques generales:

Bien sur , il y aurait lieu de rajouter la notion dite de "salaire differe" ou l'on trouve toutes les charges d'impot portant sur des bien de capitalisation d'assurance ou sur les avantages en "nature"dont ne beneficie pas le liberal. Nous les concidererons comme inexistants pour la simplicite du calcul et parce qu'ils sont tres variables d'un praticien a l'autre ,mais il faut savoir qu'ils representent jusqu'a 60% des

---

[5] il y aura lieu de placer a ce niveau le leasing de la CFAO

[6] il y aura lieu de placer a ce niveau les depenses de materiel liees a la CFAO

[7] sans doute la place du SAV de la CFAO

charges detaillees ci dessus (J Vaufrey 1989).

Si l'on etudie la periode 1987-1991 de plus pres (K Zahar DH 245 ,1991) on decouvre que si les recettes ont une croissance superieure a celle des depenses , le phenomene s'est inverse ensuite ce qui confirme notre courbe d'analyse statistique presentee a la page precedente (l'augmentation est d'environ 2.4% par an pour le tarif conventionnel)

N'oublions pas , enfin l'abattement d'impot de 10 a 20% sur les AGA.

a) Il existe 41 190 inscrits au tableau de l'ordre le 31 janvier 1989 (bulletin du CO 2e trim89) dont:

-37 836 en exercice (10 555 femmes pour 27 281 hommes) dont 36777 conventionnes

-1/1758 en 1982 et 1/1524 en 1989

-3600 ne font pas de protheses (Ch Dent Conseils, Sp ODF...) soit 34 000 nous interessant pour la CFAO. Par prudence j'ai deduit les 1000 nouveaux inscrits. J'ai donc fait mes calculs sur une population de 33 000 dentistes.

-les exercices se repartissent comme suit: (voir cartes a la fin)

b) il existe , au niveau mondial:

- 5200 laboratoire de prothese en France
- 33.000 cabinet dentaire pour 41.000 dentiste en Allemagne
- 11.800 laboratoires en Allemagne
- 80.000 cabinet dentaire (pour 250.000 dentistes) aux USA
- 9.000 laboratoires de protheses aux USA

24-determination du cout horaire d'un cabinet dentaire en 1996

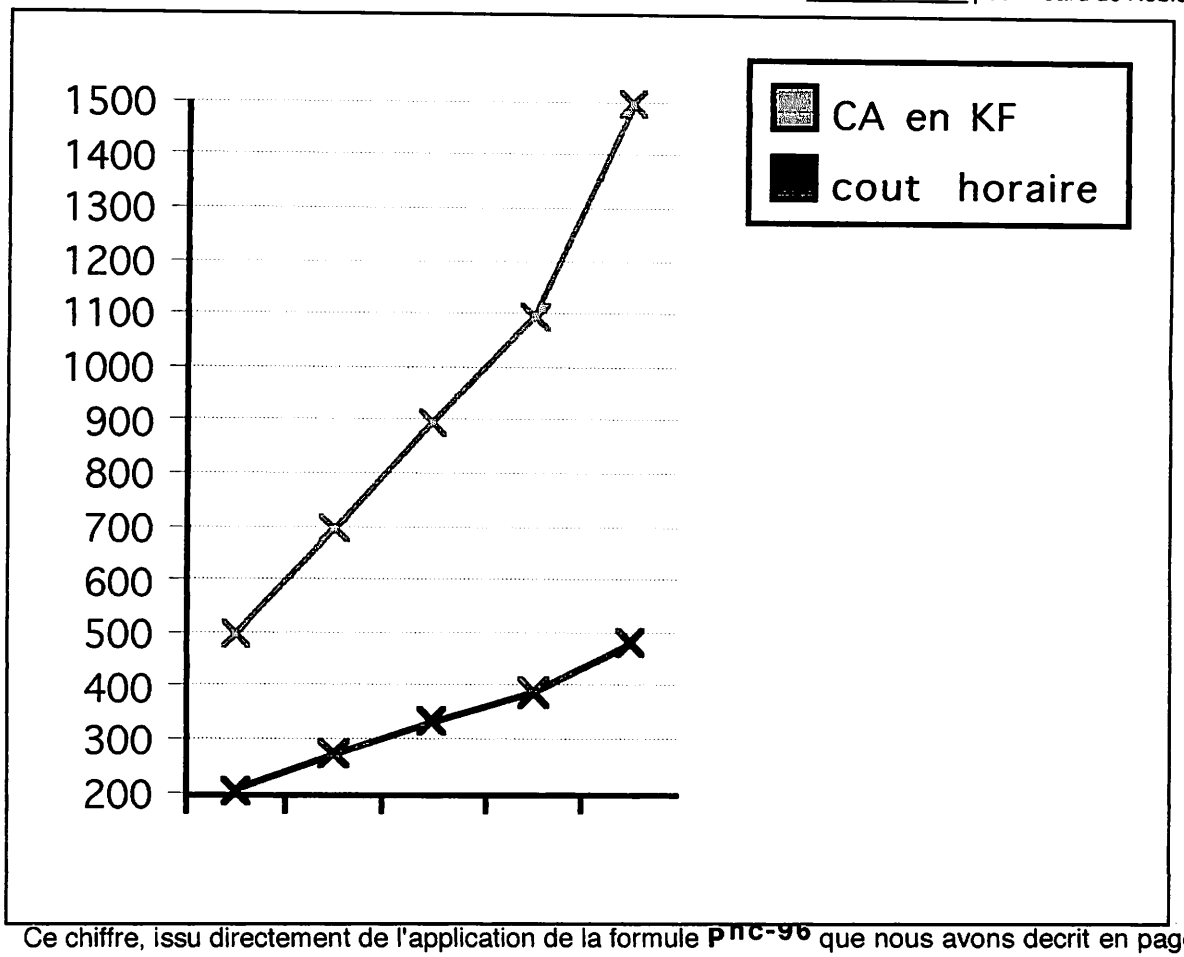
Fort des chiffres que nous venons de detailler , il nous est possible de definir ce qu'est le cout horaire d'un cabinet dentaire en fonction de son chiffre d'affaire. Ce chiffre ne definit que le cout horaire sans inclure la marge beneficiaire. Il represente le chiffre minimum que se doit de faire le praticien s'il veut recouvrir ses frais . C'est en quelque sorte le Pr du dentiste.

Pour des raisons de simplification nous divisons nos cabinets dentaires en cinq classes:

-classe1 : CA inferieur a 600 000 FF	valeur choisie: 500 000 FF
-classe 2: CA entre 600 et 750 KF	valeur choisie: 700 000 FF
-classe 3: CA entre 750 et 1000 KF	valeur choisie: 900 000FF
-classe 4: CA entre 1000 et 1250 KF	valeur choisie: 1 100 000FF
-classe 5: CA superieur a 1250 KF	valeur choisie: 1 500 000FF

Les resultats sont les suivant:

Hpa	FF en %		FV en %		AMG e %		AMP en %		CA en KF	cout horaire
1500	37	185000	27	135000	5	25000	1	5000	500	210
1600	38	266000	27	189000	5	35000	1	7000	700	275
1750	39	351000	28	252000	5	45000	1	9000	900	335
1900	40	440000	29	319000	5	55000	1	11000	1100	390
2100	41	615000	29	435000	5	75000	1	15000	1500	485



Ce chiffre, issu directement de l'application de la formule P^{hc-96} que nous avons decrit en page2, va nous permettre de connaitre le cout d'un element prothetique dans chaque type de Cabinet par la simple connaissance de son CA. En effet en appliquant cette valeur a la premiere formule de Gourion (page 2) nous allons en deduire le cout d'un element donc pouvoir faire un etat comparatif entre la methode traditionnelle et la CAD-CAM.

25--determination du cout d'un element prothetique en Cabinet dentaire

251 - Cabinet dentaire SANS laboratoire:

Il va de soi que la determination d'un element prothetique, decrit mathematiquement par la formule :

$$P^{poth} = (P^{hc} + T^{pr}) + P^{lab} \qquad (4)$$

-La valeur **Phc** ou Prix horaire du Cabinet connu ou calculable par la formule precedente page 2
- la valeur **T pr** ou temps de prothese est le temps passe par le praticien pour sa realisation.
-La valeur P^{lab} est le prix d'achat de la prothese au laboratoire.

2511- determination du Phc (cout horaire de cabinet)

Dans cette depense le " prix d'achat au laboratoire" se rerouve dans le calcul, une fois au niveau du poste 6000 pour le calcul du cout horaire du cabinet et une fois au niveau de la valeur de P^{lab} dans la formule ci-dessus.

SCHOOL OF DENTISTRY

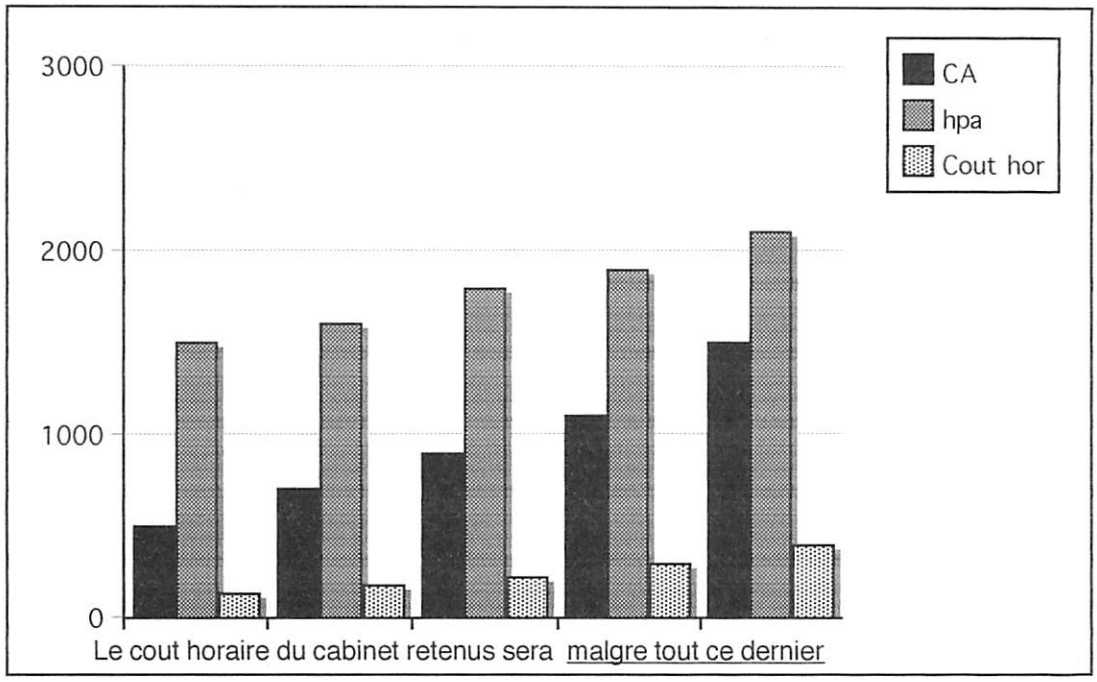
UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Certes cette position et discutable est risque d'alourdir le prix d'un element en methode traditionnelle mais elle a le merite de rendre compte exactement de la situation " comptabilite previsionnelle" du cabinet objet de l'etude.

Pour eviter toutes critiques sur ce point, nous allons faire deux types d'analyse , l'une incluant cette valeur dans le cout horaire (ce qui est le cas des tableaux precedents) et l'autre ne l'incluant pas. (tableau ci dessous)

CA	*FF%*	FF en KF	*FV%*	FV en KF	*AMG%*	AMG KF	*AMP%*	AMP KF	CA	hpa	Cout hor
500	*35*	175	*7*	35	*9*	45	1	5	500	1500	126
700	*36*	252	*9*	63	*9*	63	1	7	700	1600	180
900	*37*	333	*11*	99	*10*	90	1	9	900	1800	225
1100	*38*	418	*14*	154	*11*	121	1	11	1100	1900	290
1500	*38*	570	*18*	270	*12*	180	1	15	1500	2100	400

Cette nouvelle etude sous forme de graphe (voir ci apres) montre une evolution du prix horaire (pch 96) evoluant entre 100 FF (CA de 500 KF) a 200 F (CA de 1500 KF) pour un CA evoluanyt lui meme de 500 a 1500 KF.



Le cout horaire du cabinet retenus sera malgre tout ce dernier

2512- determination du T pr (temps pour realiser une protheses en Cabinet)

Ce temps correspond au 2 , 3 ou 4 visites du patient pour la realisation d'une prothese:

- temps 0 et 1:	realisation de la demande (Radio) de la taille et de l'empreinte	45 mn
- temps 2:	pose (couronne metalique)	20 mn
	essayage de la chape , verif couleur (CIV et ceram)	20 mn
- temps 3:	Ajustement et Scellement	25 mn

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- temsp 4: re-ajustement[8] et pose (scellement apres pose provisoire) 15 mn

2513- determination du P lab (prix des protheses en 96)

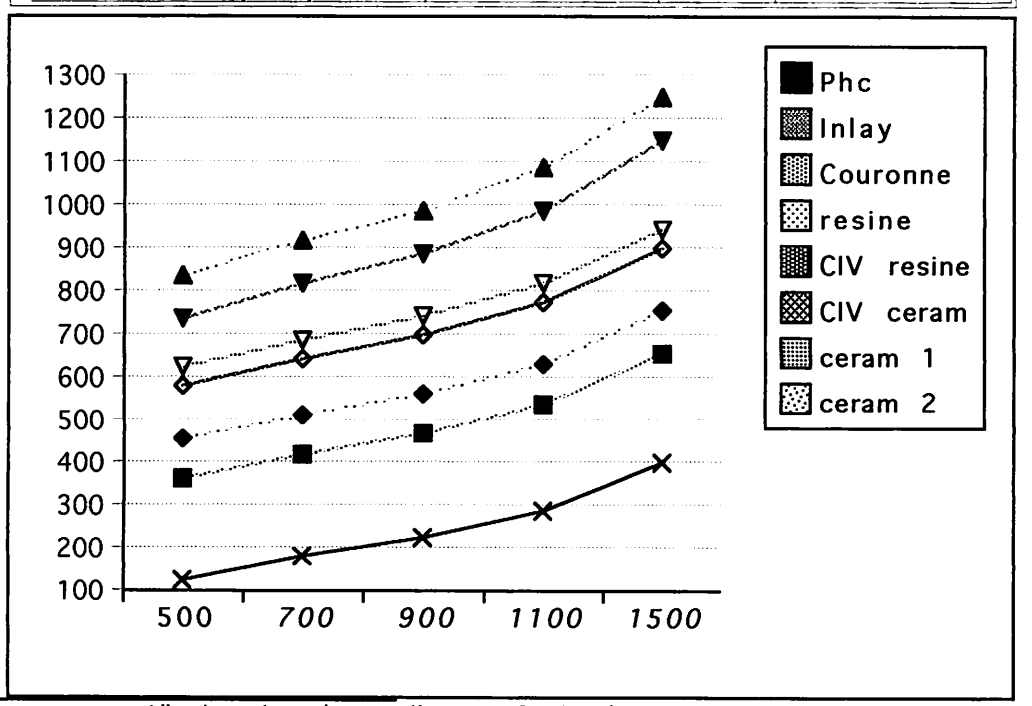
Ce Cout prothetique a ete retenu sur la moyenne de 6 laboratoires sur 1996.

	INLAY	Couronne	Resine	CIV resine	CIV ceram	ceram 1	ceram 2	pontique
Laboratoire 1.	0	170	0		550	350		
Laboratoire 2	200	230	420	390	420	550	620	230
Laboratoire 3	0	240	280		380	500	680	
Laboratoire 4	0	209	280	512	490		518	
Laboratoire 5	0	280	0		860			
Laboratoire 6	250	230	300	400	590	510	770	240
moyenne	225	226.5	320	434	550	477.5	647	235

2514- Court reel des protheses suivant le Chiffre d'affaire:

Ces trois elements nous permettent d'appliquer la formule (4) vue precedemment :

chiffre d'affaire			500	*700*	*900*	*1100*	*1500*
prix lab	temps	Phc	126	*180*	*225*	*290*	*400*
225	*65*	Inlay	362	420	469	539	658
225	*65*	Couronne	362	420	469	539	658
320	*65*	resine	456	515	564	634	753
435	*70*	CIV resine	582	645	698	773	902
550	*90*	CIV ceram	739	820	888	985	1150
480	*70*	ceram 1	627	690	742	818	947
650	*90*	ceram 2	839	920	988	1085	1250
235	*30*	pontique	298	325	348	380	435



[8] il est a noter qu'une prothese sur 3 est reajustee ou scellee 10 a 15 jours apres l'essayage

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Ce tableau et ces graphes nous donnent une idee precise de l'evolution du prix d'une prothese dans un cabinet dentaire sans laboratoire.

252- Cabinet dentaire AVEC laboratoire:

Il va de soi que la determination d'un element prothetique, decrit mathematiquement par la formule :

$$\boxed{P_{poth} = (P_{hc} + T_{pr}) + P_{lab\ int}} \qquad (4)$$

-La valeur **Phc** ou Prix horaire du Cabinet connu ou calculable par la formule precedente page 2
- la valeur **T pr** ou temps de prothese est le temps passe par le praticien pour sa realisation.
-La valeur **P lab int** est le prix de revient du laboratoire interne (estime a 80% du prix a facon).

2521- determination du Phc (cout horaire de cabinet)

Le cout horaire du cabinet avec ou sans laboratoire est evidemment different.

Nous pouvons estimer ce cout:

-en incluant les depenses du laboratoire dans les differentes colonnes comptable

- en incluant l'amortissement du materiel , salaires et les charges sociales dans un prix "fictif interne" devenant une sorte de cout de l'element prothetique.

Nous choisirons cette deuxieme solution pour des questions de confort de calcul et de realite comptable. Mais attention , Cette presentation ne doit pas cacher un fait capital : l'investissement CAD CAM sera bien plus evident dans ce cas de cabinet avec laboratoire , car ces derniers ne feront que deplacer un investissement deja existant.

Nous preserverons donc le meme cout de cabinet en fonction du laboratoire et repercuterons

CA	*FF%*	FF en KF	*FV%*	FV en KF	*AMG%*	AMG KF	*AMP%*	AMP KF	CA	hpa	Cout hor
500	*35*	175	*7*	35	*9*	45	1	5	500	1500	126
700	*36*	252	*9*	63	*9*	63	1	7	700	1600	180
900	*37*	333	*11*	99	*10*	90	1	9	900	1800	225
1100	*38*	418	*14*	154	*11*	121	1	11	1100	1900	290
1500	*38*	570	*18*	270	*12*	180	1	15	1500	2100	400

2522- determination du T pr (temps pour realiser une protheses en Cabinet)

Ces temps correspond a 1, 2 , 3 visites du patient pour la realisation d'une prothese sont tres differents dans le cas d'un laboratoire integre. Par exemple la plus part des actes sont ecourte par la presence du prothesiste en relation etroite avec le dentiste et le patient. Nous pouvons estimer les nouvelles valeurs

- temps 0 et 1:	realisation de la demande (Radio) de la taille et de l'empreinte	45 mn
- temps 2:	pose (couronne metalique)	20 mn
	essayage de la chape , verif couleur (CIV et ceram)	10 mn
- temps 3:	Ajustement et Scellement	15min
- temsp 4:	re-ajustement[9] et pose (scellement apres pose provisoire)	15 mn

[9] il est a noter qu'une prothese sur 3 est reajustee ou scellee 10 a 15 jours apres l'essayage

SCHOOL OF DENTISTRY

USC

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

2523- determination du P lab (prix des protheses en 96)

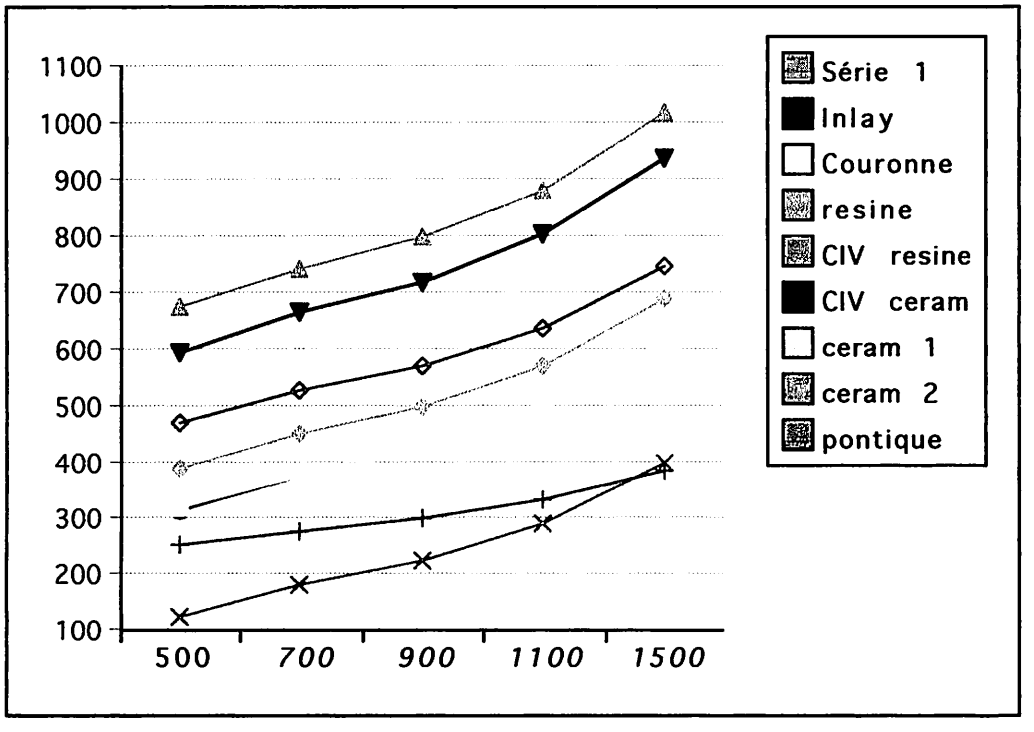
Ce Cout prothetique a ete retenu sur la moyenne de 6 laboratoires sur 1996.

	INLAY	Couronne	Resine	CIV resine	CIV ceram	ceram 1	ceram 2	pontique
Laboratoire 1.	0	170	0		550	350		
Laboratoire 2	200	230	420	390	420	550	620	230
Laboratoire 3	0	240	280		380	500	680	
Laboratoire 4	0	209	280	512	490		518	
Laboratoire 5	0	280	0		860			
Laboratoire 6	250	230	300	400	590	510	770	240
moyenne	*225*	*226.5*	*320*	*434*	*550*	*477.5*	*647*	*235*
reduction de 80%	*45*	*45.3*	*64*	*86.8*	*110*	*95.5*	*129.4*	*47*
cout	180	181.2	256	347.2	440	382	517.6	188

2524- Court reel des protheses suivant le Chiffre d'affaire:

Ces trois elements nous permettent d'appliquer la formule (4) vue precedemment :

chiffre d'affaire			500	*700*	*900*	*1100*	*1500*
prix lab temps			126	*180*	*225*	*290*	*400*
180	*65*	Inlay	316	375	424	494	613
181	*65*	Couronne	318	376	425	495	614
256	*65*	resine	392	451	500	570	689
347	*60*	CIV resine	473	527	572	637	747
440	*75*	CIV ceram	598	665	721	802	940
382	*70*	ceram 1	529	592	644	720	849
518	*75*	ceram 2	676	743	799	880	1018
188	*30*	pontique	251	278	300	333	388



Chapitre 3:

Donnees Comptables du Laboratoire de Prothese

31- Analyse globale:

Il est admis courrement qu'un laboratoire de prothese multiplie par 1.8 sont prix de revient lorsqu'il vend une porthese. Ceci est parfaitement logique si l'on rapporche ce chiffre des 80% du cout d'une prothese dans un laboratoire.

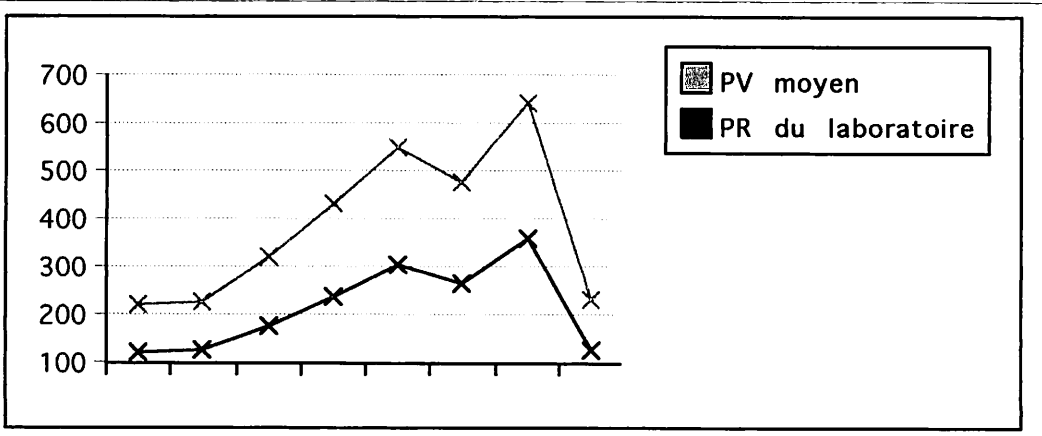
Nous allons donc nous reporter au tableau de vente moyen (voir cabinet avec ou sans cabinet) et diviser par 1.8 chaque chiffre pour avoir le prix de revien de chaque prothese.

Pourtant il faut savoir qu'au facteur cout , le CAD-CAM offrira en plus un gain de temps pouvant se traduire par une augmentation de production d'elements journaliers. A ceci peut etre repondu que le marche n'est pas perpetuellement extensible. ... bref de nombreux debats m'obligeant a etre tre "factuel"

En tout etat de cause , il s'agit d'etre extremement prudent dans toute analyse.

32- Le cout d'une prothese dans un laboratoire

	INLAY	Couronne	Resine	CIV resine	CIV ceram	ceram 1	ceram 2	pontique
Laboratoire 1.	0	170	0		550	350		
Laboratoire 2	200	230	420	390	420	550	620	230
Laboratoire 3	0	240	280		380	500	680	
Laboratoire 4	0	209	280	512	490		518	
Laboratoire 5	0	280	0		860			
Laboratoire 6	250	230	300	400	590	510	770	240
PV moyen	*225*	*226.5*	*320*	*434*	*550*	*477.5*	*647*	*235*
PR du laboratoire	125	126	178	241	306	265	359	131



Chapitre 4:

Prix d'achat et
cout de fonctionnement du CAD-CAM NIMC

41- Introduction:

Apres avoir etudie les couts de chaque protheses realisees en methode traditionnelle , nous allons maintenant definir le cout d'un appareil CAD-CAM dans le cadre d'un exercice et ses repercussions sur la comptabilite en fonction du Chiffre d'Affaire (CA).

42- Prix d'achat d'un appareil CAD-CAM de NIMC:

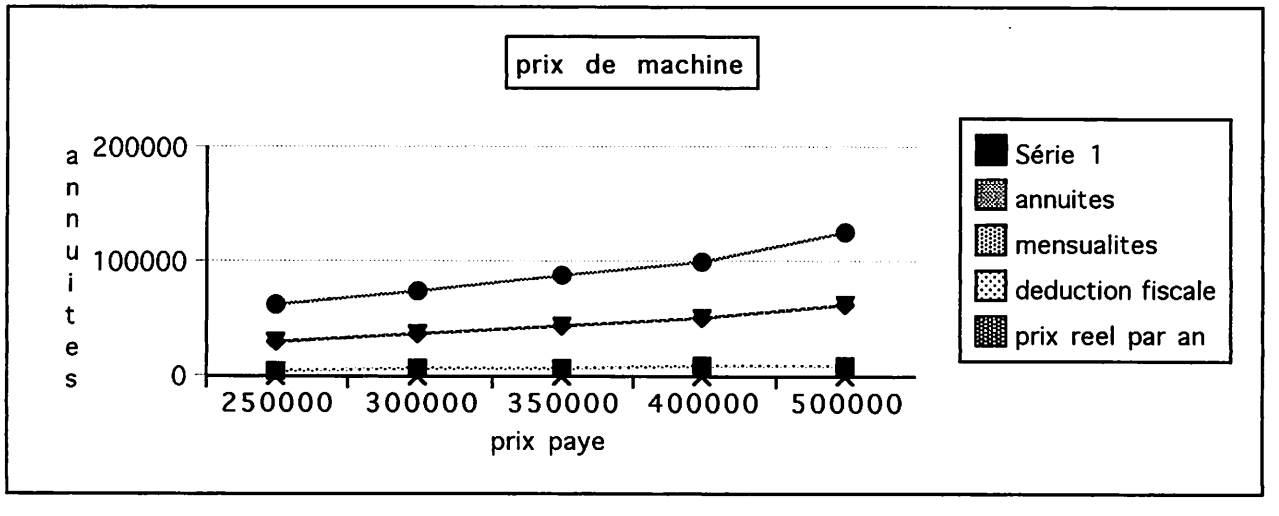
Cela consiste a rechercher le **PR3** du CAD CAM (voir introduction)

Nous allons activer notre soft "emprunt" sur 5 valeurs prix de vente:

- 250.000 FF TTC (page 15)
- 300.000 FF (page 16)
- 350.000 FF (page 17)
- 400.000 FF (page 18)
- 500.000 FF (page 19)

Ceci represante , sur 5 ans , les etats financiers suivantes (imposition a 50%):

A	B	C	D	E	F	G
prix de machine		annuites	mensualites	deduction fiscale	prix reel par an	prix paye
250000		62640	3915	31320	31320	313210
300000		75168	6264	37584	37584	375852
350000		87700	7308	43850	43850	438494
400000		100224	8352	50112	50112	501136



SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Montant prêt	**$250,000**
Taux	**9.00%**
Durée (ans)	**5**
Versements/an	**4**
Date début	**1/07/96**
Nb versements	20
cout trimestriel	$15,660.52
Coût total	$313,210.35

cas n° 1 : cout 250000 FF TTC

(soit 3915 F par mois)

Nb vers.	Date	Report solde	Intérêts	Principal	Solde	Intérêts cumulés
1	trim1	250,000.00	1,875.00	13,785.52	236,214.48	1,875.00
2	trim2	236,214.48	1,771.61	13,888.91	222,325.57	3,646.61
3	trim3	222,325.57	1,667.44	13,993.08	208,332.49	5,314.05
4	trim4	208,332.49	1,562.49	14,098.03	194,234.46	6,876.54
5	trim 5	194,234.46	1,456.76	14,203.76	180,030.70	8,333.30
6	trim 6	180,030.70	1,350.23	14,310.29	165,720.41	9,683.53
7	trim 7	165,720.41	1,242.90	14,417.62	151,302.79	10,926.43
8	trim 8	151,302.79	1,134.77	14,525.75	136,777.04	12,061.20
9	trim9	136,777.04	1,025.83	14,634.69	122,142.35	13,087.03
10	trim10	122,142.35	916.07	14,744.45	107,397.90	14,003.10
11	trim11	107,397.90	805.48	14,855.04	92,542.86	14,808.58
12	trim12	92,542.86	694.07	14,966.45	77,576.41	15,502.65
13	trim13	77,576.41	581.82	15,078.70	62,497.71	16,084.47
14	trim14	62,497.71	468.73	15,191.79	47,305.92	16,553.20
15	trim15	47,305.92	354.79	15,305.73	32,000.19	16,907.99
16	trim16	32,000.19	240.00	15,420.52	16,579.67	17,147.99
17	trim17	16,579.67	124.35	15,536.17	1,043.50	17,272.34
18	trim18	1,043.50	7.83	1,051.33	0.00	17,280.17

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Montant prêt	**$300,000**
Taux	**9.00%**
Durée (ans)	**5**
Versements/an	**4**
Date début	**1/07/96**
Nb versements	20
cout trimestriel	$18,792.62
Coût total	$375,852.42

cas n° 2 : cout 300000 FF TTC

(soit 6264 F par mois)

Nb vers.	Date	Report solde	Intérêts	Principal	Solde	Intérêts cumulés
1	trim1	300,000.00	2,250.00	16,542.62	283,457.38	2,250.00
2	trim2	283,457.38	2,125.93	16,666.69	266,790.69	4,375.93
3	trim3	266,790.69	2,000.93	16,791.69	249,999.00	6,376.86
4	trim4	249,999.00	1,874.99	16,917.63	233,081.37	8,251.85
5	trim 5	233,081.37	1,748.11	17,044.51	216,036.86	9,999.96
6	trim 6	216,036.86	1,620.28	17,172.34	198,864.52	11,620.24
7	trim 7	198,864.52	1,491.48	17,301.14	181,563.38	13,111.72
8	trim 8	181,563.38	1,361.73	17,430.89	164,132.49	14,473.45
9	trim9	164,132.49	1,230.99	17,561.63	146,570.86	15,704.44
10	trim10	146,570.86	1,099.28	17,693.34	128,877.52	16,803.72
11	trim11	128,877.52	966.58	17,826.04	111,051.48	17,770.30
12	trim12	111,051.48	832.89	17,959.73	93,091.75	18,603.19
13	trim13	93,091.75	698.19	18,094.43	74,997.32	19,301.38
14	trim14	74,997.32	562.48	18,230.14	56,767.18	19,863.86
15	trim15	56,767.18	425.75	18,366.87	38,400.31	20,289.61
16	trim16	38,400.31	288.00	18,504.62	19,895.69	20,577.61
17	trim17	19,895.69	149.22	18,643.40	1,252.29	20,726.83
18	trim18	1,252.29	9.39	1,261.68	0.00	20,736.22

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Montant prêt	**$350,000**
Taux	**9.00%**
Durée (ans)	**5**
Versements/an	**4**
Date début	**1/07/96**
Nb versements	20
cout trimestriel	$21,924.72
Coût total	$438,494.50

cas n° 3 : cout 350000 FF TTC

(soit 7308 F par mois)

Nb vers.	Date	Report solde	Intérêts	Principal	Solde	Intérêts cumulés
1	trim1	350,000.00	2,625.00	19,299.72	330,700.28	2,625.00
2	trim2	330,700.28	2,480.25	19,444.47	311,255.81	5,105.25
3	trim3	311,255.81	2,334.42	19,590.30	291,665.51	7,439.67
4	trim4	291,665.51	2,187.49	19,737.23	271,928.28	9,627.16
5	trim 5	271,928.28	2,039.46	19,885.26	252,043.02	11,666.62
6	trim 6	252,043.02	1,890.32	20,034.40	232,008.62	13,556.94
7	trim 7	232,008.62	1,740.06	20,184.66	211,823.96	15,297.00
8	trim 8	211,823.96	1,588.68	20,336.04	191,487.92	16,885.68
9	trim9	191,487.92	1,436.16	20,488.56	170,999.36	18,321.84
10	trim10	170,999.36	1,282.50	20,642.22	150,357.14	19,604.34
11	trim11	150,357.14	1,127.68	20,797.04	129,560.10	20,732.02
12	trim12	129,560.10	971.70	20,953.02	108,607.08	21,703.72
13	trim13	108,607.08	814.55	21,110.17	87,496.91	22,518.27
14	trim14	87,496.91	656.23	21,268.49	66,228.42	23,174.50
15	trim15	66,228.42	496.71	21,428.01	44,800.41	23,671.21
16	trim16	44,800.41	336.00	21,588.72	23,211.69	24,007.21
17	trim17	23,211.69	174.09	21,750.63	1,461.06	24,181.30
18	trim18	1,461.06	10.96	1,472.02	0.00	24,192.26

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Montant prêt	**$400,000**
Taux	**9.00%**
Durée (ans)	**5**
Versements/an	**4**
Date début	**1/07/96**
Nb versements	20
cout trimestriel	$25,056.83
Coût total	$501,136.57

cas n° 4 : cout 400000 FF TTC

(soit 8352 F par mois)

Nb vers.	Date	Report solde	Intérêts	Principal	Solde	Intérêts cumulés
1	trim1	400,000.00	3,000.00	22,056.83	377,943.17	3,000.00
2	trim2	377,943.17	2,834.57	22,222.26	355,720.91	5,834.57
3	trim3	355,720.91	2,667.91	22,388.92	333,331.99	8,502.48
4	trim4	333,331.99	2,499.99	22,556.84	310,775.15	11,002.47
5	trim 5	310,775.15	2,330.81	22,726.02	288,049.13	13,333.28
6	trim 6	288,049.13	2,160.37	22,896.46	265,152.67	15,493.65
7	trim 7	265,152.67	1,988.65	23,068.18	242,084.49	17,482.30
8	trim 8	242,084.49	1,815.63	23,241.20	218,843.29	19,297.93
9	trim9	218,843.29	1,641.32	23,415.51	195,427.78	20,939.25
10	trim10	195,427.78	1,465.71	23,591.12	171,836.66	22,404.96
11	trim11	171,836.66	1,288.77	23,768.06	148,068.60	23,693.73
12	trim12	148,068.60	1,110.51	23,946.32	124,122.28	24,804.24
13	trim13	124,122.28	930.92	24,125.91	99,996.37	25,735.16
14	trim14	99,996.37	749.97	24,306.86	75,689.51	26,485.13
15	trim15	75,689.51	567.67	24,489.16	51,200.35	27,052.80
16	trim16	51,200.35	384.00	24,672.83	26,527.52	27,436.80
17	trim17	26,527.52	198.96	24,857.87	1,669.65	27,635.76
18	trim18	1,669.65	12.52	1,682.17	0.00	27,648.28

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Montant prêt	**$500,000**
Taux	**9.00%**
Durée (ans)	**5**
Versements/an	**4**
Date début	**1/07/96**
Nb versements	20
cout trimestriel	$31,321.04
Coût total	$626,420.71

cas n° 5 : cout 500000 FF TTC

(soit 10.440 F par mois)

Nb vers.	Date	Report solde	Intérêts	Principal	Solde	Intérêts cumulés
1	trim1	500,000.00	3,750.00	27,571.04	472,428.96	3,750.00
2	trim2	472,428.96	3,543.22	27,777.82	444,651.14	7,293.22
3	trim3	444,651.14	3,334.88	27,986.16	416,664.98	10,628.10
4	trim4	416,664.98	3,124.99	28,196.05	388,468.93	13,753.09
5	trim 5	388,468.93	2,913.52	28,407.52	360,061.41	16,666.61
6	trim 6	360,061.41	2,700.46	28,620.58	331,440.83	19,367.07
7	trim 7	331,440.83	2,485.81	28,835.23	302,605.60	21,852.88
8	trim 8	302,605.60	2,269.54	29,051.50	273,554.10	24,122.42
9	trim9	273,554.10	2,051.66	29,269.38	244,284.72	26,174.08
10	trim10	244,284.72	1,832.14	29,488.90	214,795.82	28,006.22
11	trim11	214,795.82	1,610.97	29,710.07	185,085.75	29,617.19
12	trim12	185,085.75	1,388.14	29,932.90	155,152.85	31,005.33
13	trim13	155,152.85	1,163.65	30,157.39	124,995.46	32,168.98
14	trim14	124,995.46	937.47	30,383.57	94,611.89	33,106.45
15	trim15	94,611.89	709.59	30,611.45	64,000.44	33,816.04
16	trim16	64,000.44	480.00	30,841.04	33,159.40	34,296.04
17	trim17	33,159.40	248.70	31,072.34	2,087.06	34,544.74
18	trim18	2,087.06	15.65	2,102.71	0.00	34,560.39

Commentaires:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

43- Cout de fonctionnement d'un appareil CAD-CAM de NIMC:

Connaitre le prix d'achat d'un appareil de CAD-CAM n'implique pas . explicitement que cela represente le cout reel de l'element prothetique fait par le systeme. Aussi le present sous-chapitre va essayer de degager le cout reel d'un element realise par l'appareil:

- sans inclure le prix d'achat:
- en incluant le prix d'achat

Ceci nous permettra de connaitre le **PR1** de la prothese ou frais Variable de l'element (voir chapitre 1)

431 - prix attache au personnel:

On estime que la realisation d'un inlay , d'une couronne ou d'une chappe par CAD-CAM occupera , au maximum coulee comprise s'il s'agit d'un travail sur platre , un prothesiste basse calification pendant 10mn.

Si nous devons realiser , en plus , une ceramisation , on parlera alors de 20 mn. (le temps d'usinage ou de cuisson ne sont pas compte car il s'agir de temps "cache" utilisable a d'autre fins.

Un prothesiste de cette qualification a un salaire se situant entre 9500 et 12000 F par mois soit environ 11.000 F net (ou 17.000 F charges patronales comprises)

Ceci represente un cout annuel de 204.000 F (132.000 F)

Ce qui represente un cout horaire , charges patronales comprises , 100 F de l'heure.

Une moyenne de 15 mn par elemen represente:

25 F Par element.

432 - prix attache au materiau:

Plusieurs types de materiaux peuvent utilises.

Si nous nous reportons au cout Celay (85 F pieces) , Cerec (150 FF) et Hennson Sopha (80 FF) et si nous admettons d'avoir une position agressive au sens marketing , il me semble que

quelque soit le materiau (l'un equilibrant l'autre).

50 FF TTC est un prix tres acceptable

433- prix attache aux outils:

Supposons que nous utilisions 4 outils differents et que nous soyons dans l'obligation d'effectuer les changements toutes les 20 couronnes . En verite certains outils seront tres resistant alors que d'autres devront etre remplace tous les 4 a 6 couonnes.

Cela represente donc 1 outil pour 5 couronnes .

Si nous nous reportons aux prix Celay (moyenne 500 F) Cerec (environ 100 F) et Hennson Sopha (200 F) , il me semble qu'un cout de 100 F n'est pas deraisonnable soit :

Pour une prothese , ou 1/5e d'outil soit

20F de frais outils par elements

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

434 - prix attache aux autres depenses:

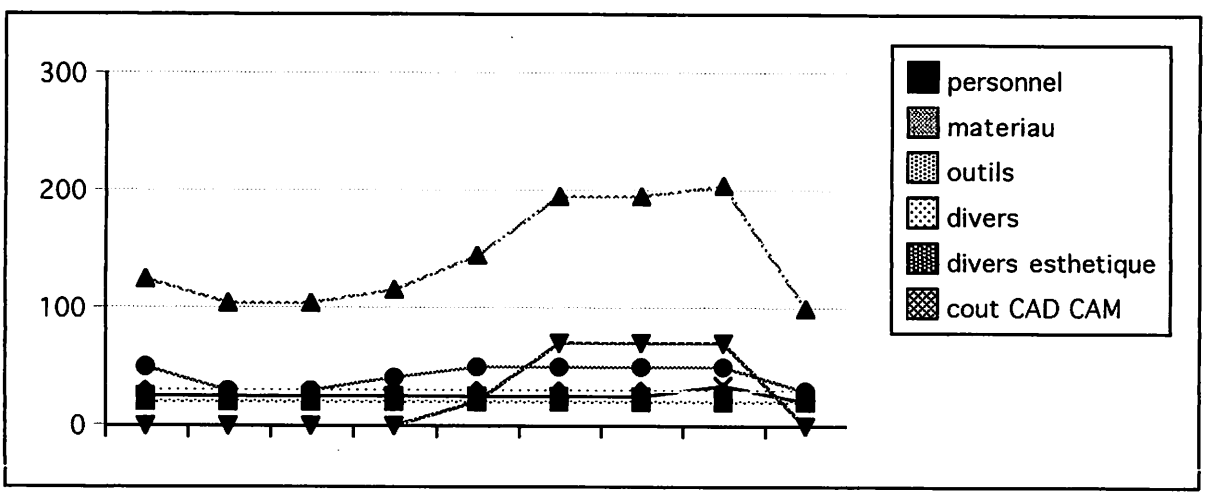
Nous entendons par autres depenses les depenses liees a l'environnement de l'appareil specifiquement. On trouvera ainsi:

- l'entretien informatique et robotique	12.000 F par an
- l'electricite	5.000 F
- l'eau et divers	1.000 F
- le materiel de prothese hors CAD-CAM (loupes ...)	3.000 F
total commun toute prothese:	21.000 F
soit pour 210 j de travail annuel	100 F
soit pour 3 elements jours	30 F par element
- et pour les ceramiques , le four	10.000 F par an
soit 210 jours et 1 ceramique jour	50 F par ceramique
- les maquillants	20 F par elements esthe.

435 - prix global resume:

Il nous est possible de calculer Hors investissement machine le cout reel de l'element CAD CAM.

	personnel	materiau	outils	divers	divers esthetique	cout CAD CAM
Inlay/onlay	25	50	20	30	0	125
couronne	25	30	20	30	0	105
Chape	25	30	20	30	0	105
jacket resine	25	40	20	30	0	115
CIV resine	25	50	20	30	20	145
CIV ceram	25	50	20	30	70	195
ceram 1	25	50	20	30	70	195
ceram 2	35	50	20	30	70	205
pontique	20	30	20	30	0	100



SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Nous voyons donc qu'un element prothetique realise par la machine coute entre 100 F pour le plus bas (Pontique) et 205 F pour le plus eleve (ceramique esthetique). Ce prix est calcule pour la realisation de 3 elements par jour dont 1 ceramique et 210 jours de travail par an.

Ce prix inclu :

- le personnel a raison de 25F par element (35F pour la ceramique)
- le materiau a raison de 30 (Titane) a 50 FF (ceramique)
- les outils d'usinage (Fraise) a raison de 20 F par elements (1 outil pour 5 element)
- les depenses d'entretien ,y compris un contrat d'entretien . pour 30 F par element
- le cout d'un four ceramique achete sur 1 an pour le cout des ceramiques (50F par el.)

Remarques:

Il va de soit , bien entendu , que ces donnees numeriques vont etre extremement importante pour calculer la rentabilite d'un systeme CAD-CAM.

Connaitre le prix de revient d'une prothese , c'est savoir a quel moment un systeme de CAD CAM devient rentable. Cela exclu toute analyse subjective du type:

- amener une image Hight-tech dans un cabinet
- donner un souffle de modernisme au praticien
- augmenter le contact petient-dentiste ou dentiste-prothesiste
- etc, etc....comme maitriser les depenses de sante.

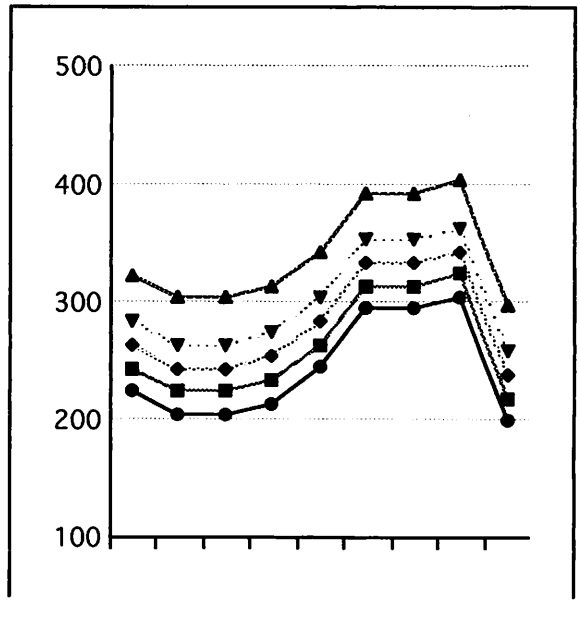
Chapitre 5

Etude des facteurs influencant le prix de revient du CAD CAM

51- Influence du prix de l'appareil

Cette etude se rapporte a une estimation de la realisation de 3 elements jours et 210 jours de travail par an. Cela suppose un leasing de 9% sur 5 ans.

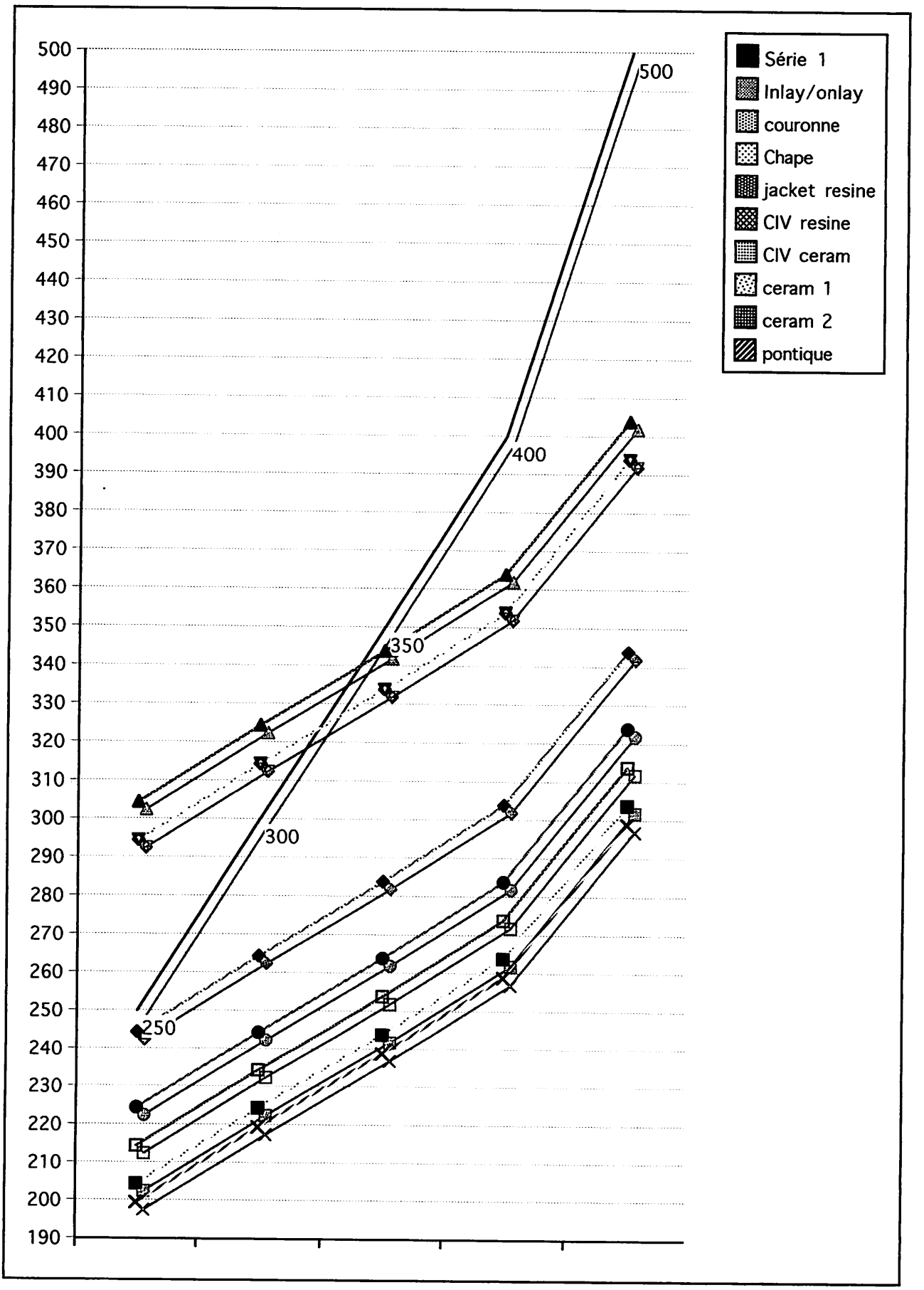
A	B	C	D	E	F	G
	P de vente	250000	300000	350000	400000	500000
	annuite	62640	75168	87700	100224	125283
	nb d'element pa	3	3	3	3	3
	P par elements	99	119	139	159	199
PR1		250	300	350	400	500
125	Inlay/onlay	224	244	264	284	324
105	couronne	204	224	244	264	304
105	Chape	204	224	244	264	304
115	jacket resine	214	234	254	274	314
145	CIV resine	244	264	284	304	344
195	CIV ceram	294	314	334	354	394
195	ceram 1	294	314	334	354	394
205	ceram 2	304	324	344	364	404



Il existe donc une correlation directe entre le prix de la machine et la valeur d'un element.

Cette valeur de l'element passera d'une moyenne de 250 F a une valeur moyenne de 350 F si la machine passe de 250.000 a 500.000 F

Globalement le passage de 250 KF a 500 KF fait passer le cout de l'element de 250 F a 350 F

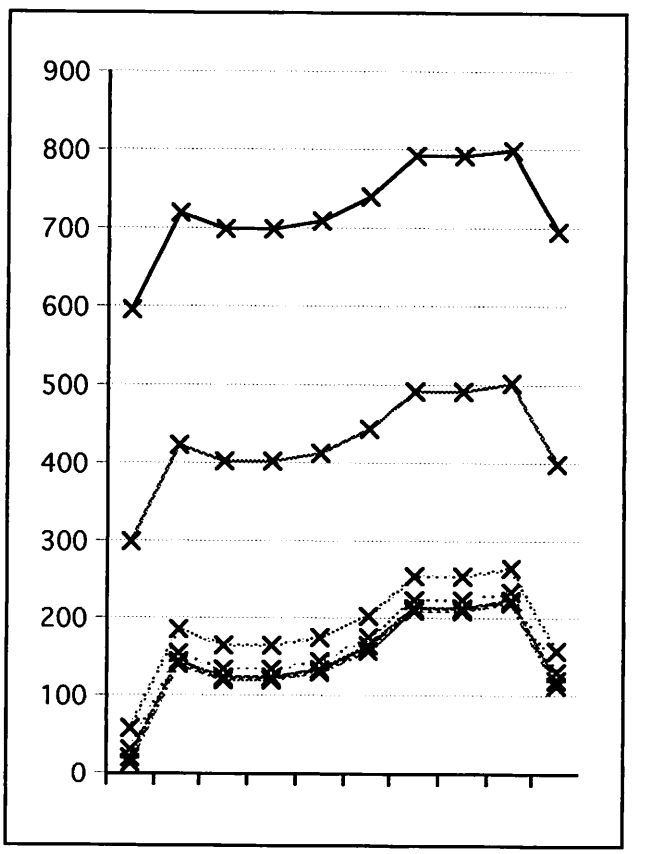

500
490
480
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380
370
360
350
340
330
320
310
300
290
280
270
260
250
240
230
220
210
200
190
500
400
350
300
250
Série 1
Inlay/onlay
couronne
Chape
jacket resine
CIV resine
CIV ceram
ceram 1
ceram 2
pontique

52- Influence du nombre d'element jour

Nous avons base notre etude sur 3 elements par jour. Il nous parait interessant de connaitre l'influence du nombre d'element sur le cout de l'element . En effet , a la difference de la methode traditionnelle qui est dominee par les FV (ou frais variables) le CAD CAM est domine par le cout de l'appareil (FF ou frais fixe) et la diminution du nombre d'heure passee sur la prothese.

521- appareil a 250.000 FF

P de vente		250000	250000	250000	250000	250000	250000
annuite		62640	62640	62640	62640	62640	62640
nb d'element par J		0.5	1	5	10	15	20
P par elements		597	298	60	30	20	15
Inlay/onlay	125	722	423	185	155	145	140
couronne	105	702	403	165	135	125	120
Chape	105	702	403	165	135	125	120
jacket resine	115	712	413	175	145	135	130
CIV resine	145	742	443	205	175	165	160
CIV ceram	195	792	493	255	225	215	210
ceram 1	195	792	493	255	225	215	210
ceram 2	205	802	503	265	235	225	220
pontique	100	697	398	160	130	120	115
moyenne	*143*	*740*	*442*	*203*	*173*	*163*	*158*



Il va bien sur de soit que l'influence du nombre d'element est capitale. La zone la plus importante semble se situe entre 1 et 5 elements par jour (soit 18 a 90 elements par mois - ou 4 a 20 elements par semaine)

Nous allons donc presenter un deuxieme tableau plus rapproche.

Il est a noter que le prix de la machine par element passe de 597 F (10 elements mois) a 15 franc (350 elements mois).

522- appareil a 300.000 F:

P de vente		300000	300000	300000	300000	300000	300000
annuite		75168	75168	75168	75168	75168	75168
nb d'element par J		0.5	1	5	10	15	20
P par elements		716	358	72	36	24	18
Inlay/onlay	125	841	483	197	161	149	143
couronne	105	821	463	177	141	129	123
Chape	105	821	463	177	141	129	123
jacket resine	115	831	473	187	151	139	133
CIV resine	145	861	503	217	181	169	163
CIV ceram	195	911	553	267	231	219	213
ceram 1	195	911	553	267	231	219	213
ceram 2	205	921	563	277	241	229	223
pontique	100	816	458	172	136	124	118
moyenne	*143*	*859*	*501*	*215*	*179*	*167*	*161*

523- appareil a 350.000 F:

P de vente		350000	350000	350000	350000	350000	350000
annuite		87700	87700	87700	87700	87700	87700
nb d'element par J		0.5	1	5	10	15	20
P par elements		835	418	84	42	28	21
Inlay/onlay	125	960	543	209	167	153	146
couronne	105	940	523	189	147	133	126
Chape	105	940	523	189	147	133	126
jacket resine	115	950	533	199	157	143	136
CIV resine	145	980	563	229	187	173	166
CIV ceram	195	1030	613	279	237	223	216
ceram 1	195	1030	613	279	237	223	216
ceram 2	205	1040	623	289	247	233	226
pontique	100	935	518	184	142	128	121
moyenne	*143*	*979*	*561*	*227*	*185*	*171*	*164*

524- appareil a 400.000 F:

P de vente		400000	400000	400000	400000	400000	400000
annuite		100224	100224	100224	100224	100224	100224
nb d'element par J		0.5	1	5	10	15	20
P par elements		955	477	95	48	32	24
Inlay/onlay	125	1080	602	220	173	157	149
couronne	105	1060	582	200	153	137	129
Chape	105	1060	582	200	153	137	129
jacket resine	115	1070	592	210	163	147	139
CIV resine	145	1100	622	240	193	177	169
CIV ceram	195	1150	672	290	243	227	219
ceram 1	195	1150	672	290	243	227	219
ceram 2	205	1160	682	300	253	237	229
pontique	100	1055	577	195	148	132	124
moyenne	*143*	*1098*	*621*	*239*	*191*	*175*	*167*

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

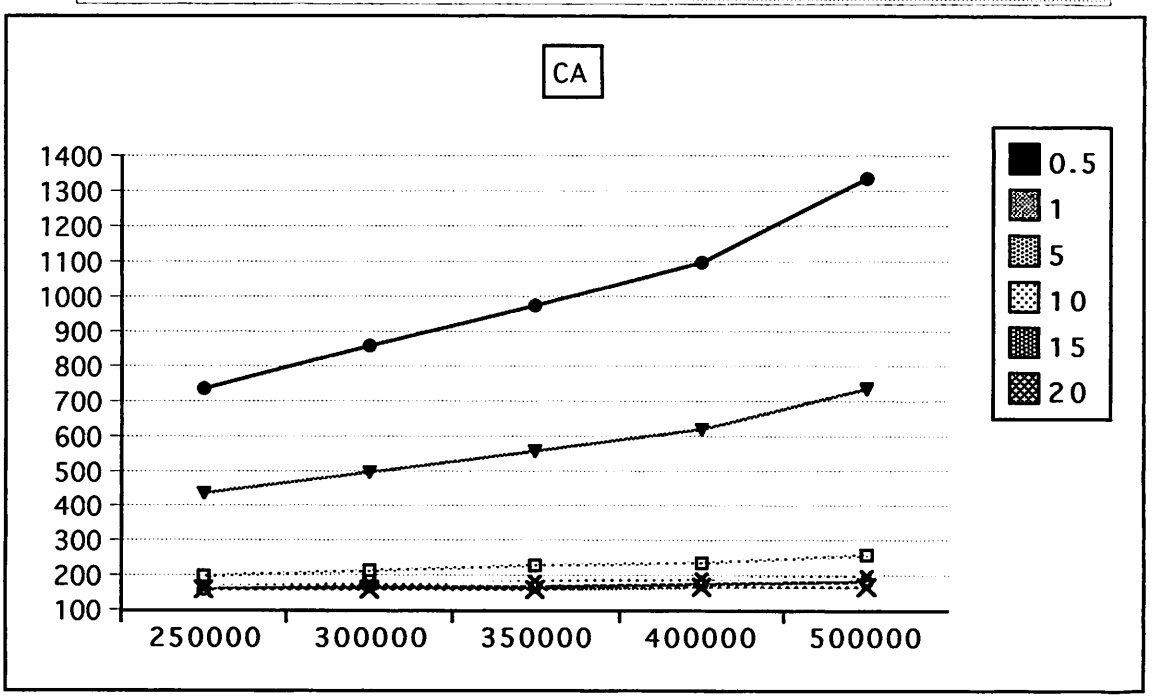
University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

525- appareil a 500.000 F:

P de vente		500000	500000	500000	500000	500000	500000
annuite		125283	125283	125283	125283	125283	125283
nb d'element par J		0.5	1	5	10	15	20
P par elements		1193	597	119	60	40	30
Inlay/onlay	125	1318	722	244	185	165	155
couronne	105	1298	702	224	165	145	135
Chape	105	1298	702	224	165	145	135
jacket resine	115	1308	712	234	175	155	145
CIV resine	145	1338	742	264	205	185	175
CIV ceram	195	1388	792	314	255	235	225
ceram 1	195	1388	792	314	255	235	225
ceram 2	205	1398	802	324	265	245	235
pontique	100	1293	697	219	160	140	130
moyenne	*143*	*1337*	*740*	*263*	*203*	*183*	*173*

526- resume de l' influence du nombre d'element sur les cout moyen de l'element prothetique:

	nb d'element par jour					
CA	0.5	1	5	10	15	20
250000	740	442	203	173	163	158
300000	859	501	215	179	167	161
350000	979	562	227	185	171	164
400000	1098	621	239	191	175	167
500000	1337	740	263	203	183	173



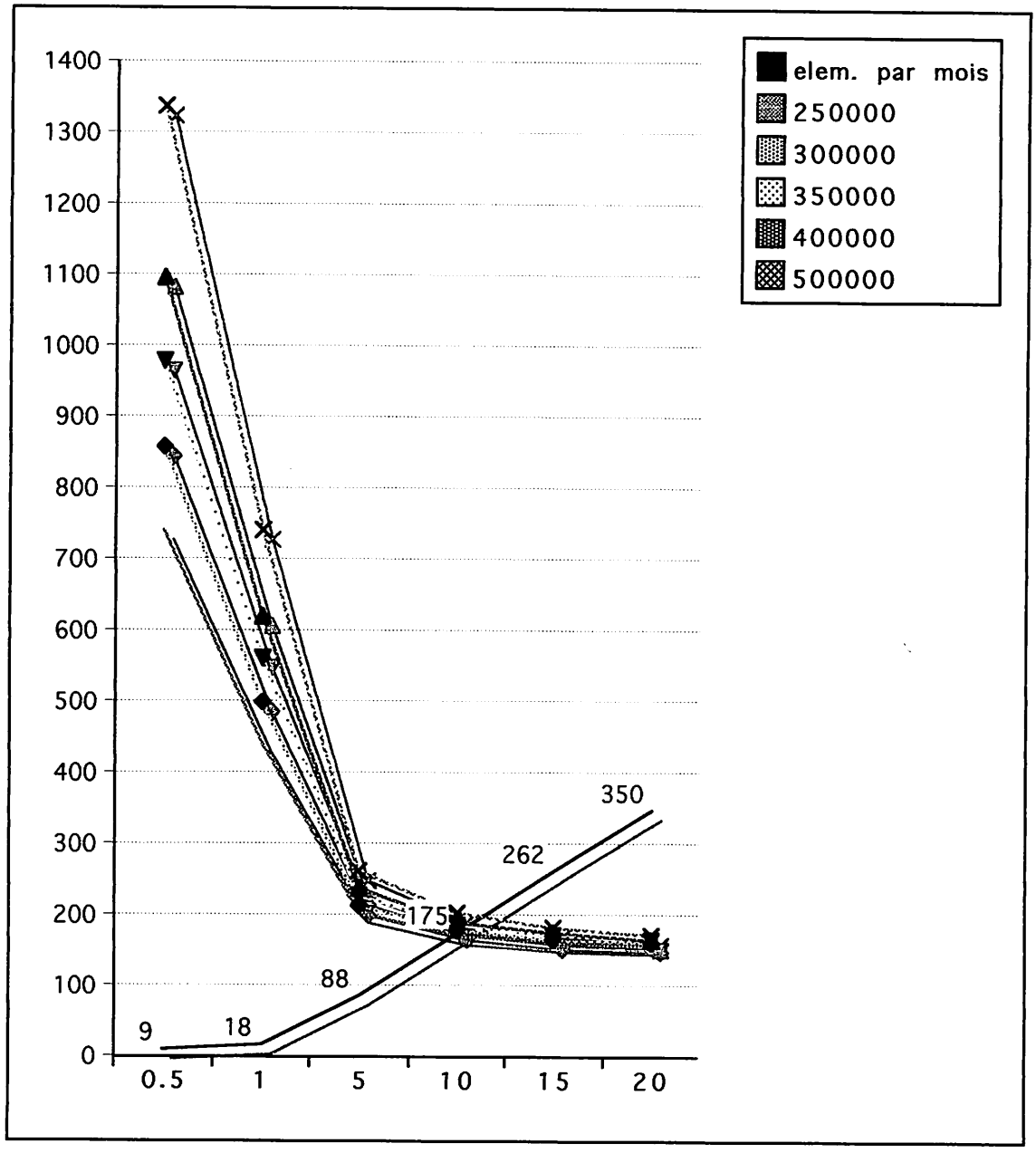
graphe de l'influence du nombre d'element jour sur le prix moyen et en fonction du PV

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

	nb d'element par jour					
	0.5	1	5	10	15	20
elem. par mois	9	18	88	175	262	350
250000	740	442	203	173	163	158
300000	859	501	215	179	167	161
350000	979	562	227	185	171	164
400000	1098	621	239	191	175	167
500000	1337	740	263	203	183	173



Analyse: 1) Il apparait clairement au regard de ces chiffres que quelquesoit la serie , l'influence du PV pour Noble est quasi-nul sur l'element au dela de 10 unite par jour.

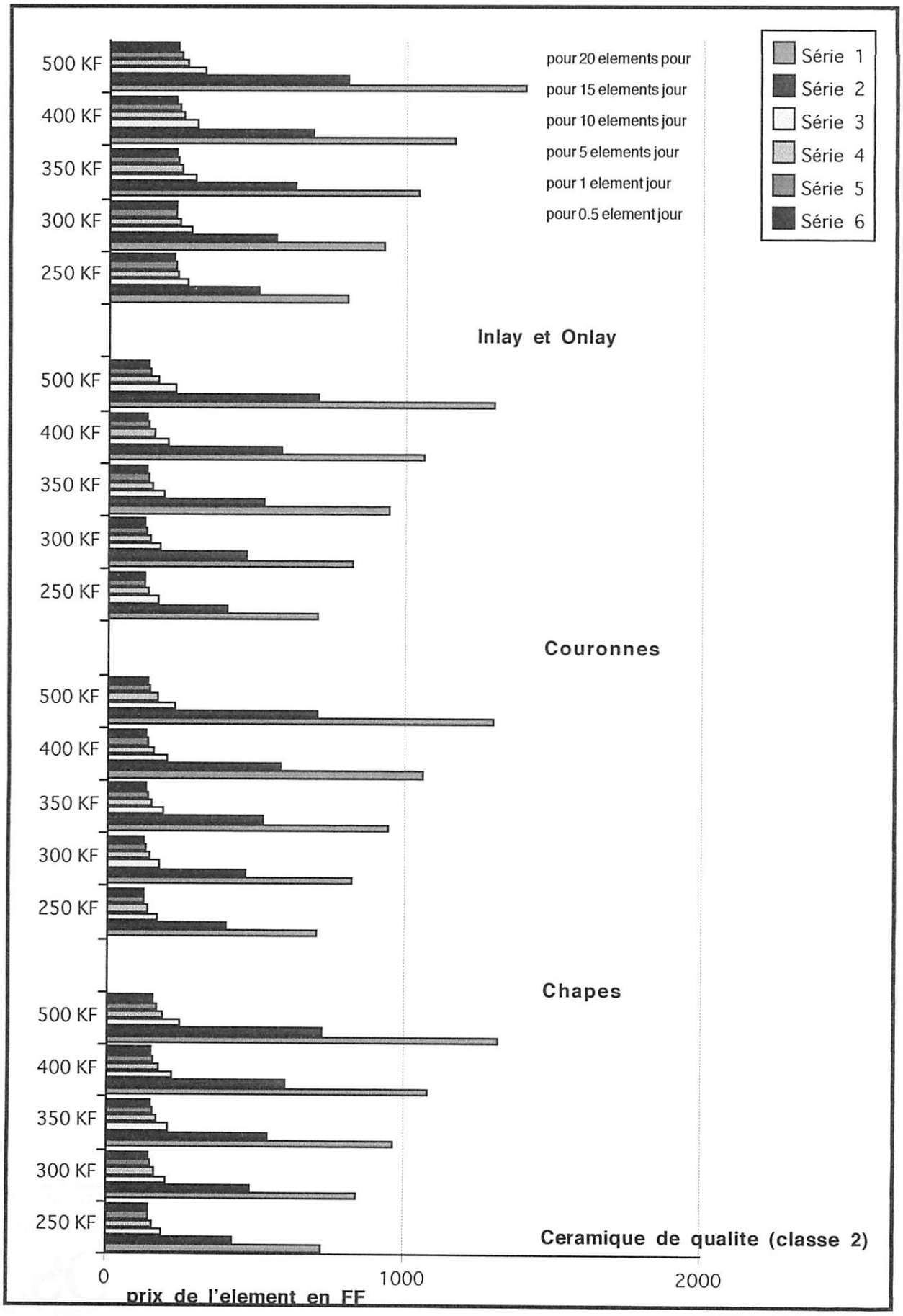
2) c'est entre 1 et 5 element jour que se situe le point critique car nous passons d'un element a , en moyenne , 450- 750 FF a un element a 200-280 FF.

Nous nous baserons dersormais sur 5 elements par jours

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641


500 KF
400 KF
350 KF
300 KF
250 KF
pour 20 elements pour
pour 15 elements jour
pour 10 elements jour
pour 5 elements jour
pour 1 element jour
pour 0.5 element jour
Série 1
Série 2
Série 3
Série 4
Série 5
Série 6
Inlay et Onlay
Couronnes
Chapes
Ceramique de qualite (classe 2)
0
1000
2000
prix de l'element en FF

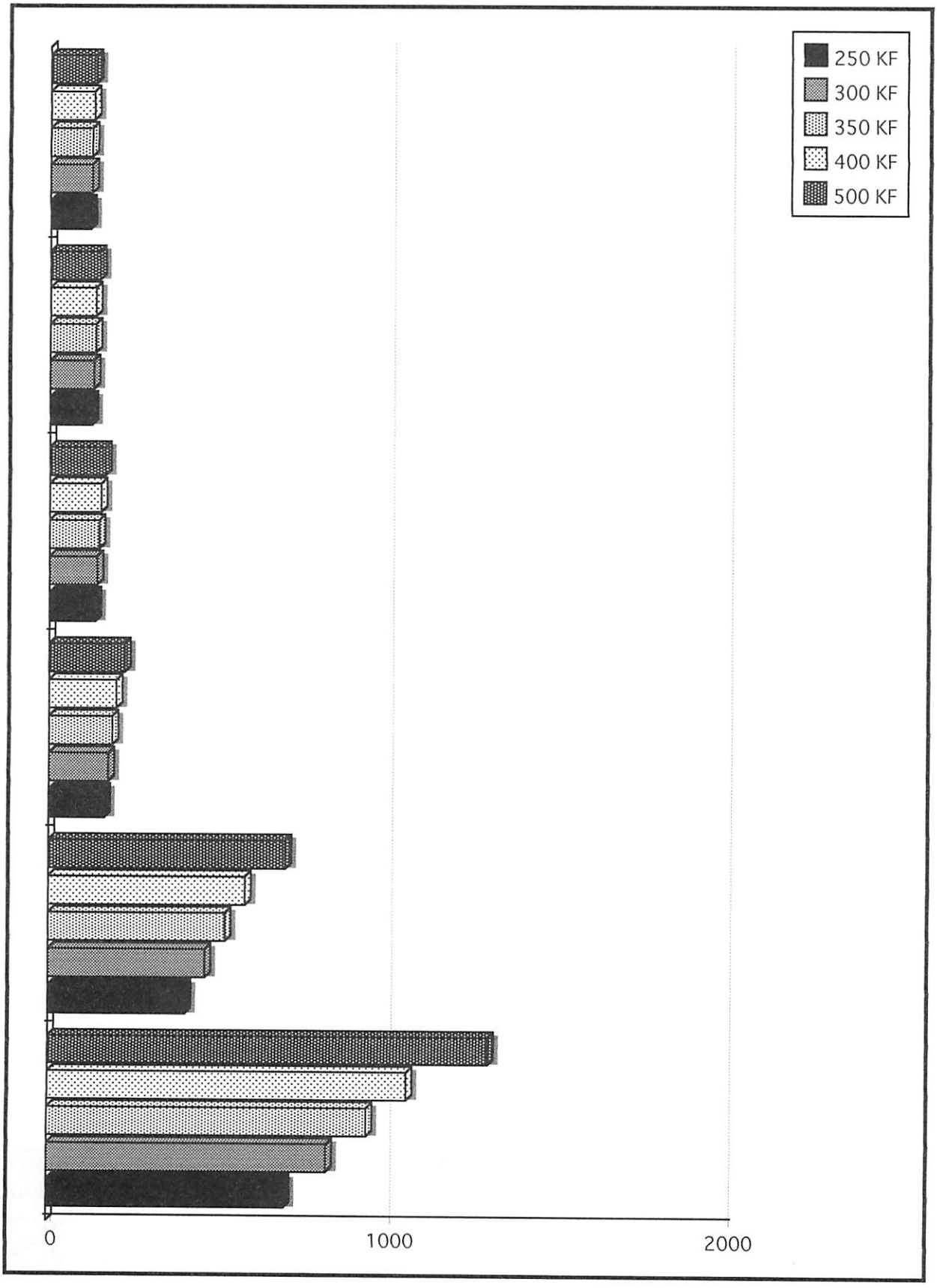
USC

SCHOOL OF DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Exemple : les couronnes pour 05 a 20 elements par mois.



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

53- Influence du prix de la preforme:

Nous allons etudier dans ce troisieme paragraphe l'influence du prix de la preforme sur le prix de l'element Noble- CAD/CAM.

Pour cela nous allons nous rapporter a 5 elements par jours. Cette fixation du nombre d'acte par jour est logique puisque le nombre d'acte entraine sensiblement une progression arithmetique du nombre de consommation de preforme.....

Nous allons nous baser sur des prix de preforme evoluant entre 10 F et 150 F pieces

531- rappel et presentation de la situation:

	personnel	materiau	outils	divers	divers esthetique	cout CAD CAM
Inlay/onlay	25	50	20	30	0	125
couronne	25	30	20	30	0	105
Chape	25	30	20	30	0	105
jacket resine	25	40	20	30	0	115
CIV resine	25	50	20	30	20	145
CIV ceram	25	50	20	30	70	195
ceram 1	25	50	20	30	70	195
ceram 2	35	50	20	30	70	205
pontique	20	30	20	30	0	100

Les prix des materiuax propose evolue de 30 F (metal) a 50 F (ceramique) , c'est a dire sur une moyenne 40F de moyenne.

Si nous nous reportons a 5 elements jours , cela suppose 2 ceramiques pour 3 metalliques, soit :

(50+50+30+30+30) / 5 = 38 F

Pour des raisons de commodites et pour tenir compte de l'utilisation de la resine , nous nous baserons sur un cout de preforme a 40 F de moyen.

Les tableaux suivant donneront une idee des concequences de ce cout moyen sur le prix de l'element et dans les 5 configuration connues evoluants de 250 KF a 500 KF.

	personnel	materiau	outils	divers	esthe	CAM
Inlay/onlay	25	40	20	30	0	115
couronne	25	40	20	30	0	115
Chape	25	40	20	30	0	115
jacket resine	25	40	20	30	0	115
CIV resine	25	40	20	30	20	135
CIV ceram	25	40	20	30	70	185
ceram 1	25	40	20	30	70	185
ceram 2	35	40	20	30	70	195
pontique	20	40	20	30	0	110

	mat:	autre	CAM
Inlay/onlay	40	75	115
couronne	40	75	115
Chape	40	75	115
jacket resine	40	75	115
CIV resine	40	95	135
CIV ceram	40	145	185
ceram 1	40	145	185
ceram 2	40	155	195
pontique	40	70	110

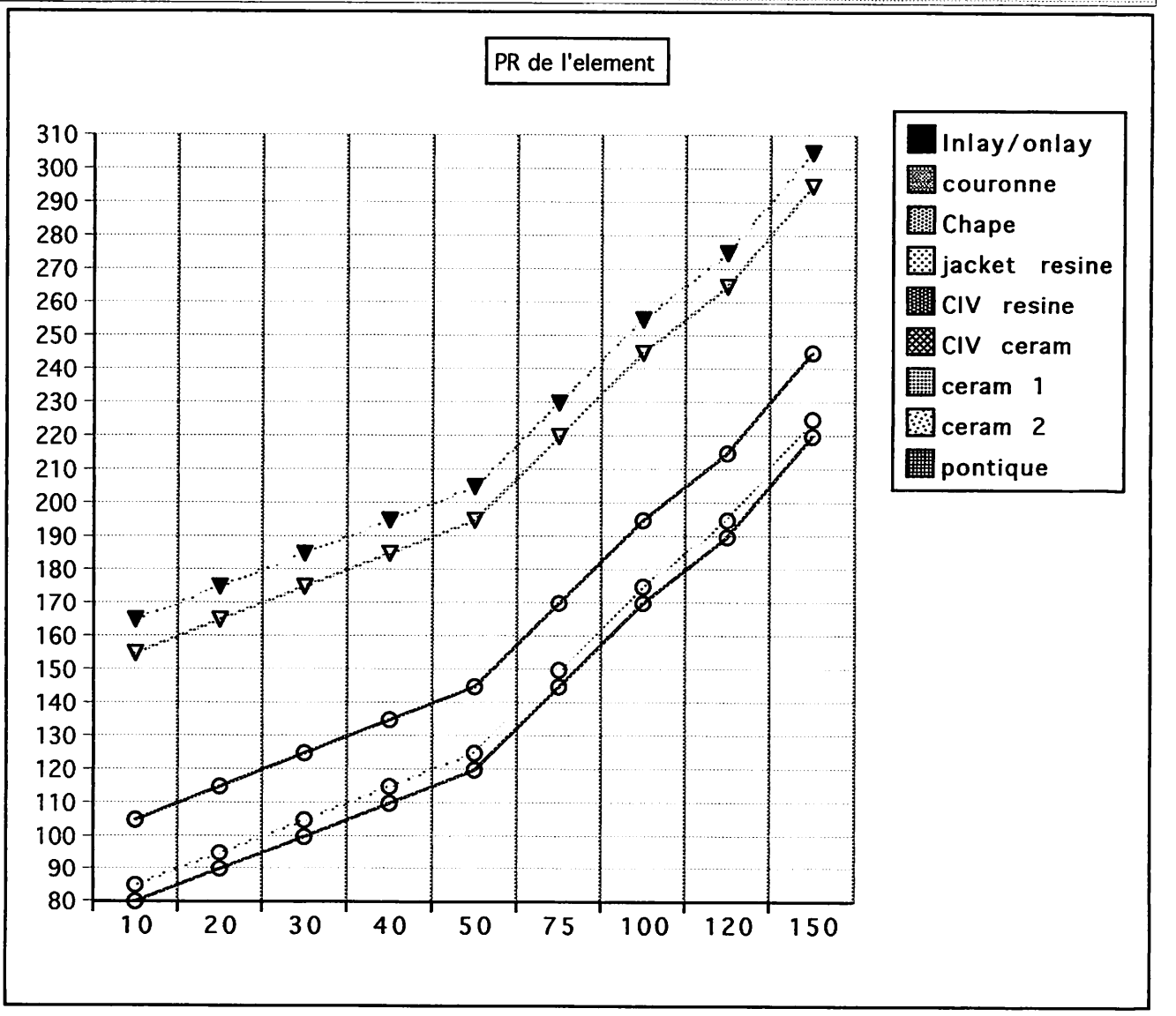
USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Soit pour chaque configuration: (le **PR1** est la somme = personnel+outils+divers+mat. esthetique). Il n'inclu pas l'amortissement de la machine.

PR1	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
75	Inlay/onlay	85	95	105	115	125	150	175	195	225
75	couronne	85	95	105	115	125	150	175	195	225
75	Chape	85	95	105	115	125	150	175	195	225
75	jacket resine	85	95	105	115	125	150	175	195	225
95	CIV resine	105	115	125	135	145	170	195	215	245
145	CIV ceram	155	165	175	185	195	220	245	265	295
145	ceram 1	155	165	175	185	195	220	245	265	295
155	ceram 2	165	175	185	195	205	230	255	275	305
70	pontique	80	90	100	110	120	145	170	190	220
70	moyenne	*111*	*121*	*131*	*141*	*151*	*176*	*201*	*221*	*251*



Ce tableau nous montre l'evolution du cout de revient , hors prix d'achat , en fonction du prix des preformes ceramiques ou metalliques

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

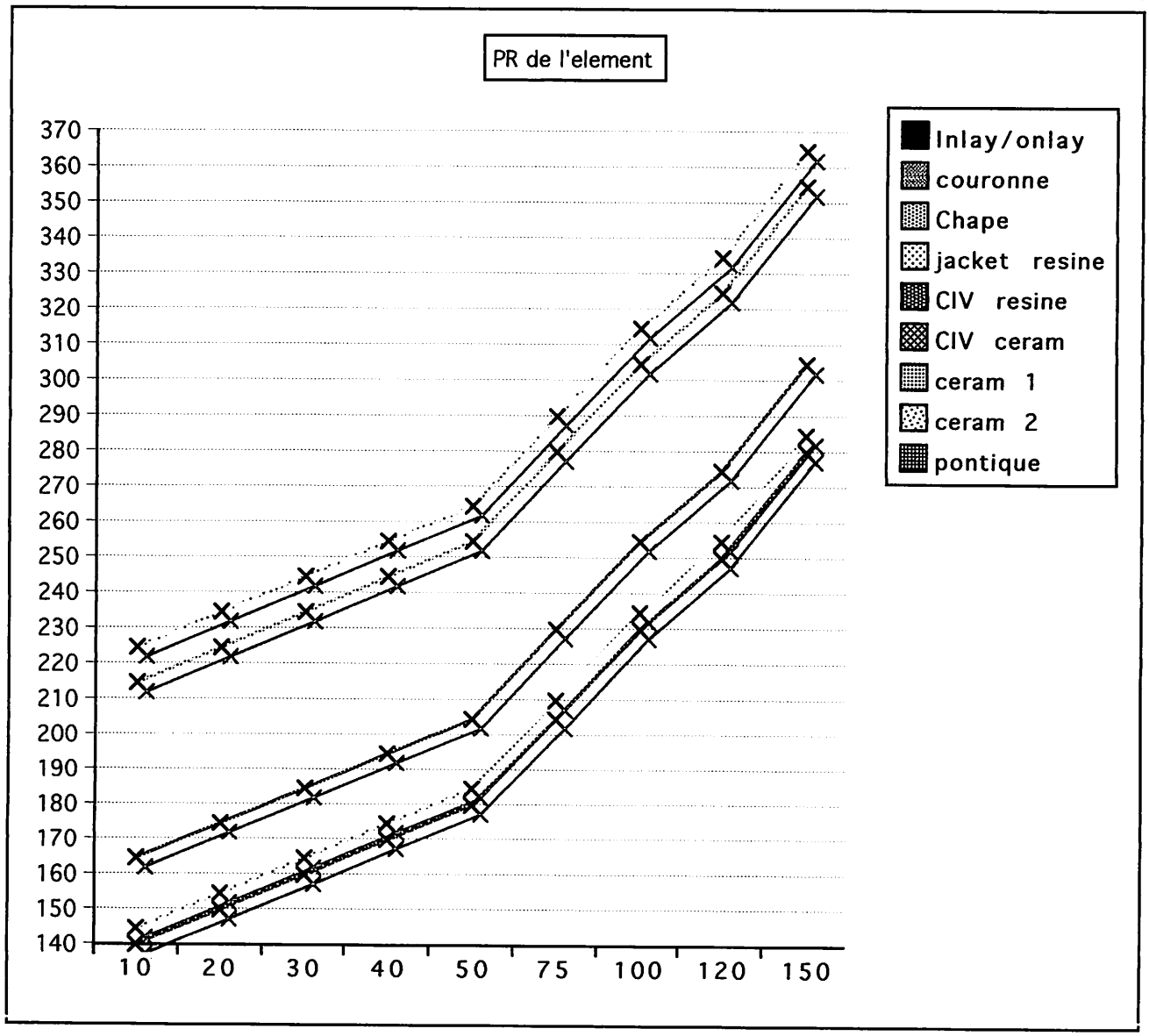
University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

532- cout de l'element pour la machine de 250 KF en fonction de different couts de preforme:

La valeur de **PR2 correspond** a la somme de PR1 et de la valeur d'amortissement de la machine pour 5 elements par jour.

par exemple , pour une machine de 250.000 F il represente la somme PR1 auquelle est ajoutee la valeur de l'amortissement pour 5 elements , soit dans ce cas 60 F (collone 5 du tableau 1 - paragraphe 521)

250	KF	PR2	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
60	75	135	Inlay/onlay	145	155	165	175	185	210	235	255	285
60	75	135	couronne	145	155	165	175	185	210	235	255	285
60	75	135	Chape	145	155	165	175	185	210	235	255	285
60	75	135	jacket resine	145	155	165	175	185	210	235	255	285
60	95	155	CIV resine	165	175	185	195	205	230	255	275	305
60	145	205	CIV ceram	215	225	235	245	255	280	305	325	355
60	145	205	ceram 1	215	225	235	245	255	280	305	325	355
60	155	215	ceram 2	225	235	245	255	265	290	315	335	365
60	70	130	pontique	140	150	160	170	180	205	230	250	280
			moyenne	*171*	*181*	*191*	*201*	*211*	*236*	*261*	*281*	*311*



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

533- cout de l'element pour la machine de differents cout en fonction de different couts de preforme:

300	KF	PR2	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
72	75	147	Inlay/onlay	157	167	177	187	197	222	247	267	297
72	75	147	couronne	157	167	177	187	197	222	247	267	297
72	75	147	Chape	157	167	177	187	197	222	247	267	297
72	75	147	jacket resine	157	167	177	187	197	222	247	267	297
72	95	167	CIV resine	177	187	197	207	217	242	267	287	317
72	145	217	CIV ceram	227	237	247	257	267	292	317	337	367
72	145	217	ceram 1	227	237	247	257	267	292	317	337	367
72	155	227	ceram 2	237	247	257	267	277	302	327	347	377
72	70	142	pontique	152	162	172	182	192	217	242	262	292
			moyenne	*183*	*193*	*203*	*213*	*223*	*248*	*273*	*293*	*323*

350	KF	PR2	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
84	75	159	Inlay/onlay	169	179	189	199	209	234	259	279	309
84	75	159	couronne	169	179	189	199	209	234	259	279	309
84	75	159	Chape	169	179	189	199	209	234	259	279	309
84	75	159	jacket resine	169	179	189	199	209	234	259	279	309
84	95	179	CIV resine	189	199	209	219	229	254	279	299	329
84	145	229	CIV ceram	239	249	259	269	279	304	329	349	379
84	145	229	ceram 1	239	249	259	269	279	304	329	349	379
84	155	239	ceram 2	249	259	269	279	289	314	339	359	389
84	70	154	pontique	164	174	184	194	204	229	254	274	304
			moyenne	*195*	*205*	*215*	*225*	*235*	*260*	*285*	*305*	*335*

400	KF	PR2	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
95	75	170	Inlay/onlay	180	190	200	210	220	245	270	290	320
95	75	170	couronne	180	190	200	210	220	245	270	290	320
95	75	170	Chape	180	190	200	210	220	245	270	290	320
95	75	170	jacket resine	180	190	200	210	220	245	270	290	320
95	95	190	CIV resine	200	210	220	230	240	265	290	310	340
95	145	240	CIV ceram	250	260	270	280	290	315	340	360	390
95	145	240	ceram 1	250	260	270	280	290	315	340	360	390
95	155	250	ceram 2	260	270	280	290	300	325	350	370	400
95	70	165	pontique	175	185	195	205	215	240	265	285	315
			moyenne	*206*	*216*	*226*	*236*	*246*	*271*	*296*	*316*	*346*

500	KF	PR2	PR de l'element	10	20	30	40	50	75	100	120	150
119	75	194	Inlay/onlay	204	214	224	234	244	269	294	314	344
119	75	194	couronne	204	214	224	234	244	269	294	314	344
119	75	194	Chape	204	214	224	234	244	269	294	314	344
119	75	194	jacket resine	204	214	224	234	244	269	294	314	344
119	95	214	CIV resine	224	234	244	254	264	289	314	334	364
119	145	264	CIV ceram	274	284	294	304	314	339	364	384	414
119	145	264	ceram 1	274	284	294	304	314	339	364	384	414
119	155	274	ceram 2	284	294	304	314	324	349	374	394	424
119	70	189	pontique	199	209	219	229	239	264	289	309	339
			moyenne	*230*	*240*	*250*	*260*	*270*	*295*	*320*	*340*	*370*

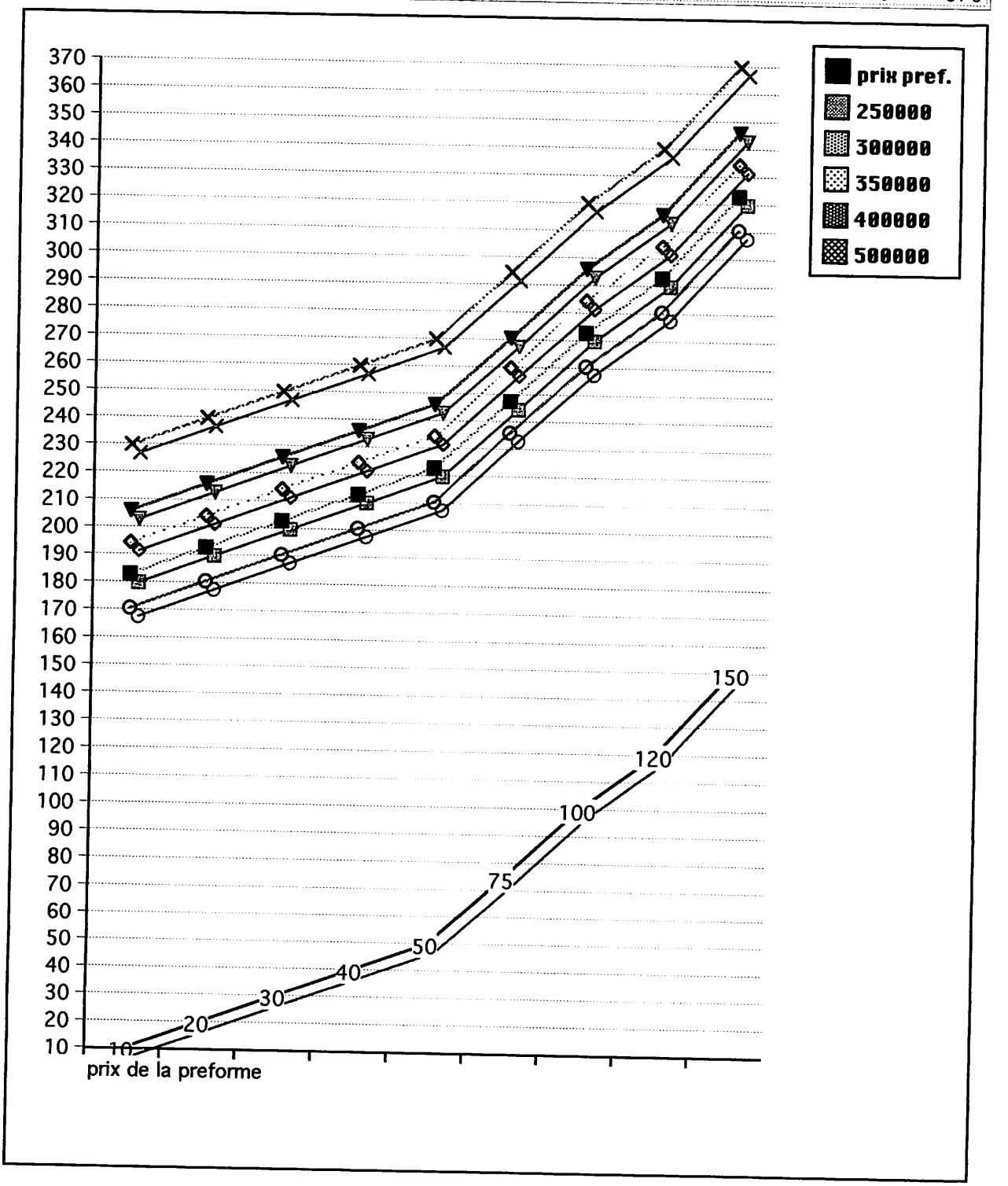
USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Ceci nous ammene au tableau suivant: (representation du cout de l'element en fonction du PV)

	prix de la preforme								
prix pref.	10	20	30	40	50	75	100	120	150
250000	171	181	191	201	211	236	*261*	281	311
300000	183	193	203	213	223	248	*273*	293	323
350000	195	205	215	225	235	260	*285*	305	335
400000	206	216	226	236	246	271	*296*	316	346
500000	230	240	250	260	270	295	*320*	340	370



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

54- Influence des outils:

Les outils peuvent influencer sur le prix de l'element prothetique , donc sur le prix de revient du systeme pour l'operateur , de deux manieres.differentes:

- en coutant plus cher
- en s'usant plus vite.

cette etude va nous permettre de connaitre l'influence de ce "prix outil" sur la rentabilite du CAD-CAM de NIMC.

541- Rappel :

	personnel	materiau	outils	divers	divers esthetique	cout CAD CAM
Inlay/onlay	25	50	20	30	0	125
couronne	25	30	20	30	0	105
Chape	25	30	20	30	0	105
jacket resine	25	40	20	30	0	115
CIV resine	25	50	20	30	20	145
CIV ceram	25	50	20	30	70	195
ceram 1	25	50	20	30	70	195
ceram 2	35	50	20	30	70	205
pontique	20	30	20	30	0	100

	personnel	materiau	outils	divers	esthe	CAM
Inlay/onlay	25	40	20	30	0	115
couronne	25	40	20	30	0	115
Chape	25	40	20	30	0	115
jacket resine	25	40	20	30	0	115
CIV resine	25	40	20	30	20	135
CIV ceram	25	40	20	30	70	185
ceram 1	25	40	20	30	70	185
ceram 2	35	40	20	30	70	195
pontique	20	40	20	30	0	110

(Voir explication p 20 et 21)

	outil	autre	CAM
Inlay/onlay	20	95	115
couronne	20	95	115
Chape	20	95	115
jacket resine	20	95	115
CIV resine	20	115	135
CIV ceram	20	165	185
ceram 1	20	165	185
ceram 2	20	175	195
pontique	20	90	110

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

542- influence du Prix de l'outil:

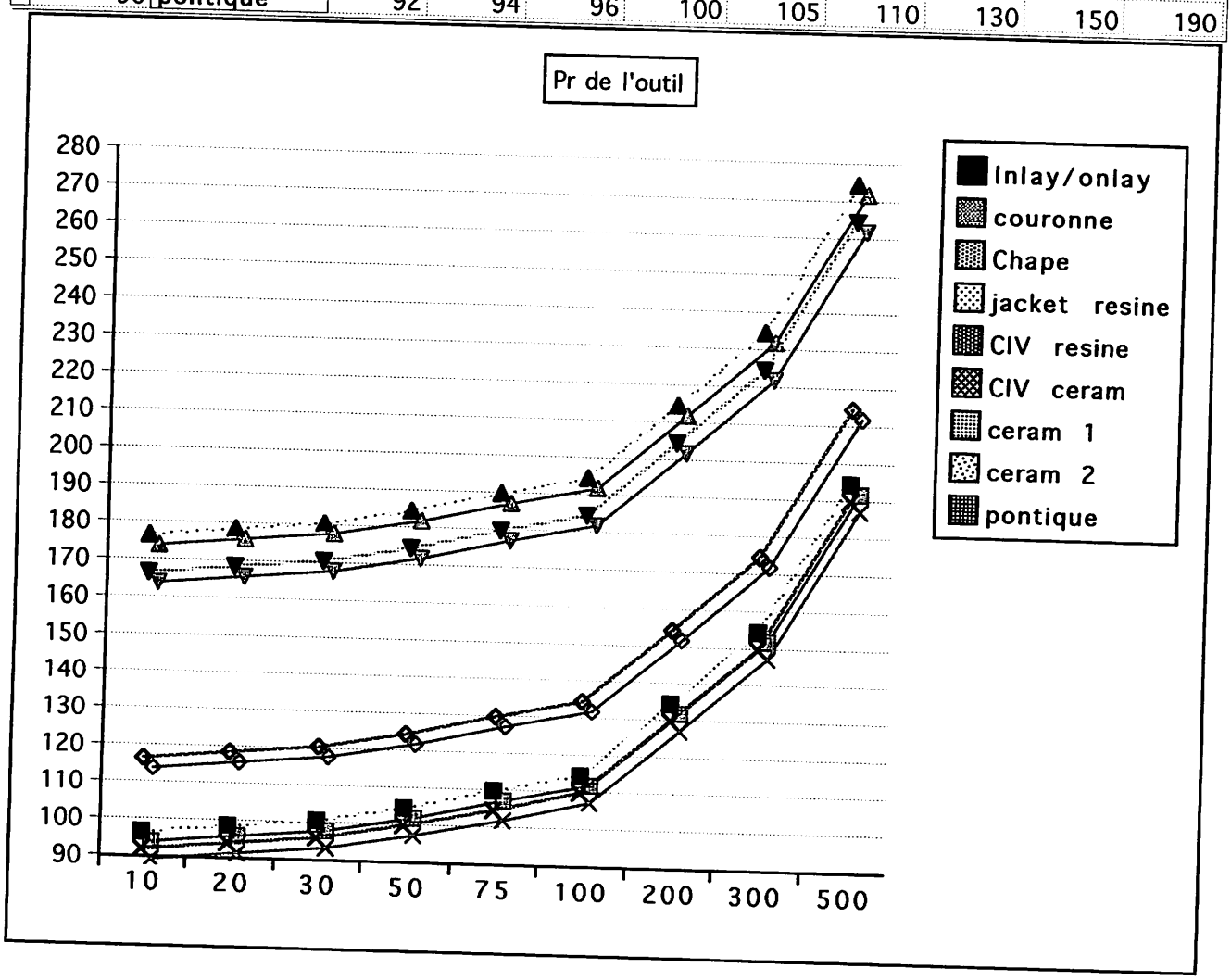
a) ***Recherche du PR1*** (prix de revient hors amortissement)

Le prix d'achat normal pour le dentiste d'un outil se situe entre 500 et 100 F , nous avons choisi le prix de 100 F car celui-ci scorrespond au cout de notre principal concurent , le Cerec.

Nous allons faire , maintenant , une simulation en faisant evoluer le prix de 20F a 500 F pour la meme usure a savoir 1 outil pour 5 usinages.

Il est evident que l'experience a montre que cette moyenne n'est qu'une construction de l'esprit car certain outil s'use plus que d'autres (qui peuvent etre inusables) mais ce choix reste une moyenne realiste.:

PR1	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
	Pr de l'outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
95	Inlay/onlay	97	99	101	105	110	115	135	155	195
95	couronne	97	99	101	105	110	115	135	155	195
95	Chape	97	99	101	105	110	115	135	155	195
95	jacket resine	97	99	101	105	110	115	135	155	195
115	CIV resine	117	119	121	125	130	135	155	175	215
165	CIV ceram	167	169	171	175	180	185	205	225	265
165	ceram 1	167	169	171	175	180	185	205	225	265
175	ceram 2	177	179	181	185	190	195	215	235	275
90	pontique	92	94	96	100	105	110	130	150	190



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

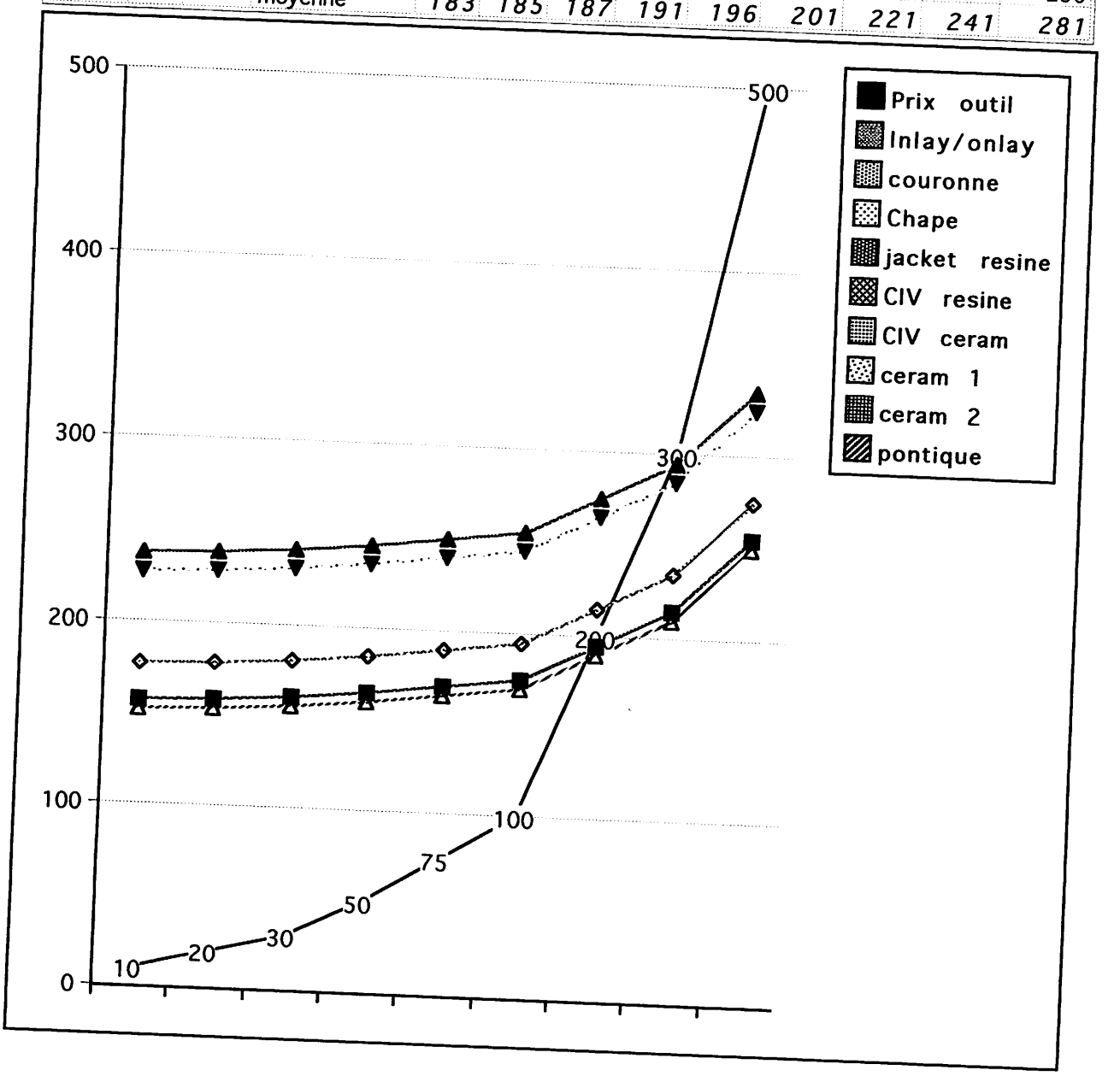
Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

a) ***Recherche du PR2*** (prix de revient avec amortissement)

Nous commencons cette etude par la recherche de l'influence de la variation du rpix de l'outil pour une machine CAD CAM de 250 F.

	250	KF	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
PR3	PR1	PR2	Prix outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
60	95	155	Inlay/onlay	157	159	161	165	170	175	195	215	255
60	95	155	couronne	157	159	161	165	170	175	195	215	255
60	95	155	Chape	157	159	161	165	170	175	195	215	255
60	95	155	jacket resine	157	159	161	165	170	175	195	215	255
60	115	175	CIV resine	177	179	181	185	190	195	215	235	275
60	165	225	CIV ceram	227	229	231	235	240	245	265	285	325
60	165	225	ceram 1	227	229	231	235	240	245	265	285	325
60	175	235	ceram 2	237	239	241	245	250	255	275	295	335
60	90	150	pontique	152	154	156	160	165	170	190	210	250
			moyenne	*183*	*185*	*187*	*191*	*196*	*201*	*221*	*241*	*281*



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

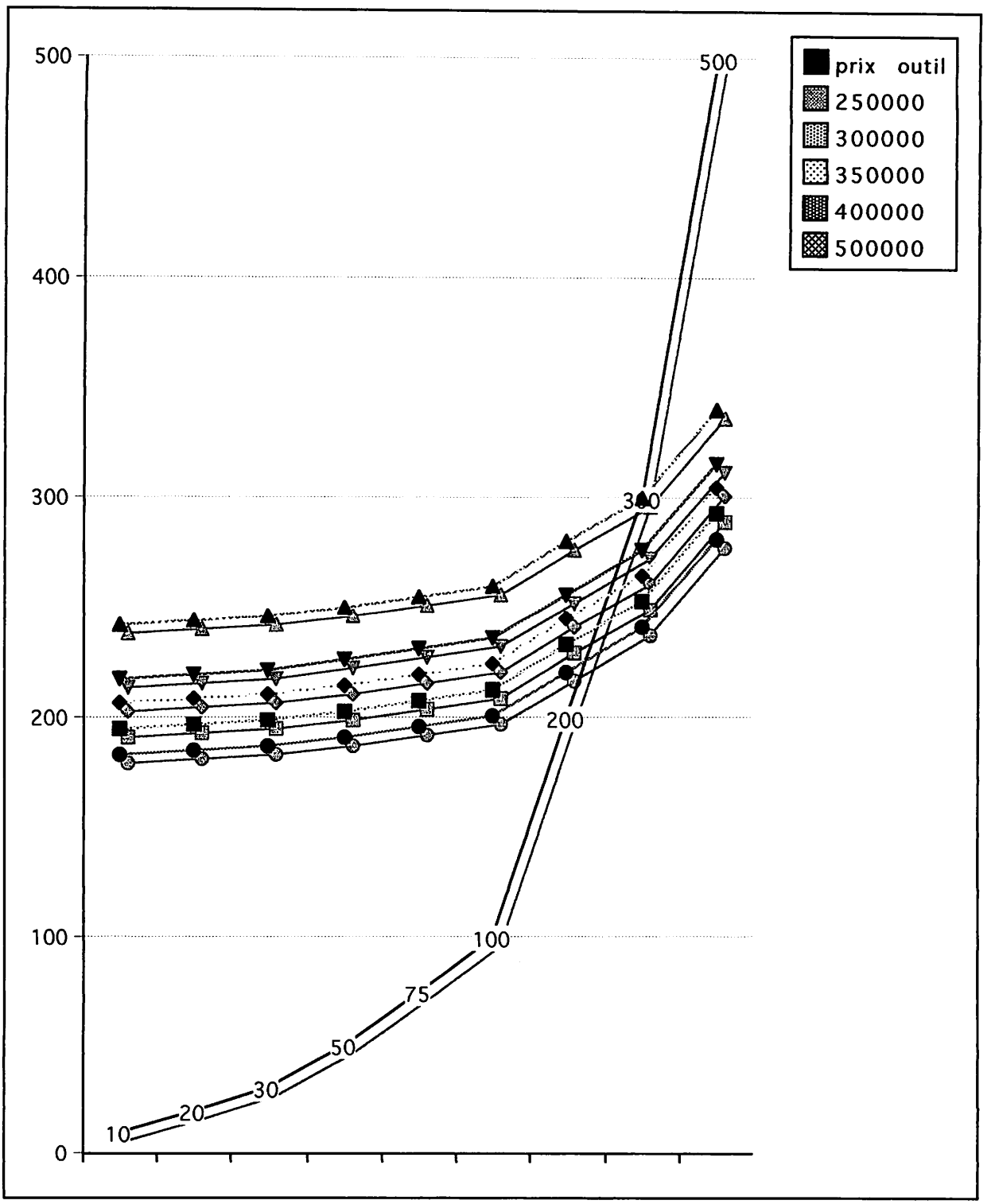
	300	KF	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
PR3	PR1	PR2	Pr de l'outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
72	95	167	Inlay/onlay	169	171	173	177	182	187	207	227	267
72	95	167	couronne	169	171	173	177	182	187	207	227	267
72	95	167	Chape	169	171	173	177	182	187	207	227	267
72	95	167	jacket resine	169	171	173	177	182	187	207	227	267
72	115	187	CIV resine	189	191	193	197	202	207	227	247	287
72	165	237	CIV ceram	239	241	243	247	252	257	277	297	337
72	165	237	ceram 1	239	241	243	247	252	257	277	297	337
72	175	247	ceram 2	249	251	253	257	262	267	287	307	347
72	90	162	pontique	164	166	168	172	177	182	202	222	262
			moyenne	*195*	*197*	*199*	*203*	*208*	*213*	*233*	*253*	*293*

	350	KF	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
PR3	PR1	PR2	Pr de l'outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
84	95	179	Inlay/onlay	181	183	185	189	194	199	219	239	279
84	95	179	couronne	181	183	185	189	194	199	219	239	279
84	95	179	Chape	181	183	185	189	194	199	219	239	279
84	95	179	jacket resine	181	183	185	189	194	199	219	239	279
84	115	199	CIV resine	201	203	205	209	214	219	239	259	299
84	165	249	CIV ceram	251	253	255	259	264	269	289	309	349
84	165	249	ceram 1	251	253	255	259	264	269	289	309	349
84	175	259	ceram 2	261	263	265	269	274	279	299	319	359
84	90	174	pontique	176	178	180	184	189	194	214	234	274
			moyenne	*207*	*209*	*211*	*215*	*220*	*225*	*245*	*265*	*305*

	400	KF	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
PR3	PR1	PR2	Pr de l'outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
95	95	190	Inlay/onlay	192	194	196	200	205	210	230	250	290
95	95	190	couronne	192	194	196	200	205	210	230	250	290
95	95	190	Chape	192	194	196	200	205	210	230	250	290
95	95	190	jacket resine	192	194	196	200	205	210	230	250	290
95	115	210	CIV resine	212	214	216	220	225	230	250	270	310
95	165	260	CIV ceram	262	264	266	270	275	280	300	320	360
95	165	260	ceram 1	262	264	266	270	275	280	300	320	360
95	175	270	ceram 2	272	274	276	280	285	290	310	330	370
95	90	185	pontique	187	189	191	195	200	205	225	245	285
			moyenne	*218*	*220*	*222*	*226*	*231*	*236*	*256*	*276*	*316*

	500	KF	Pr usure 1/5e	2	4	6	10	15	20	40	60	100
PR3	PR1	PR2	Pr de l'outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
119	95	214	Inlay/onlay	216	218	220	224	229	234	254	274	314
119	95	214	couronne	216	218	220	224	229	234	254	274	314
119	95	214	Chape	216	218	220	224	229	234	254	274	314
119	95	214	jacket resine	216	218	220	224	229	234	254	274	314
119	115	234	CIV resine	236	238	240	244	249	254	274	294	334
119	165	284	CIV ceram	286	288	290	294	299	304	324	344	384
119	165	284	ceram 1	286	288	290	294	299	304	324	344	384
119	175	294	ceram 2	296	298	300	304	309	314	334	354	394
119	90	209	pontique	211	213	215	219	224	229	249	269	309
			moyenne	*242*	*244*	*246*	*250*	*255*	*260*	*280*	*300*	*340*

	prix des outils								
prix outil	10	20	30	50	75	100	200	300	500
250000	183	185	187	191	196	201	*221*	241	281
300000	195	197	199	203	208	213	*233*	253	293
350000	207	209	211	215	220	225	*245*	265	305
400000	218	220	222	226	231	236	*256*	276	316
500000	242	244	246	250	255	260	280	300	340



55- Influence des produits annexes:

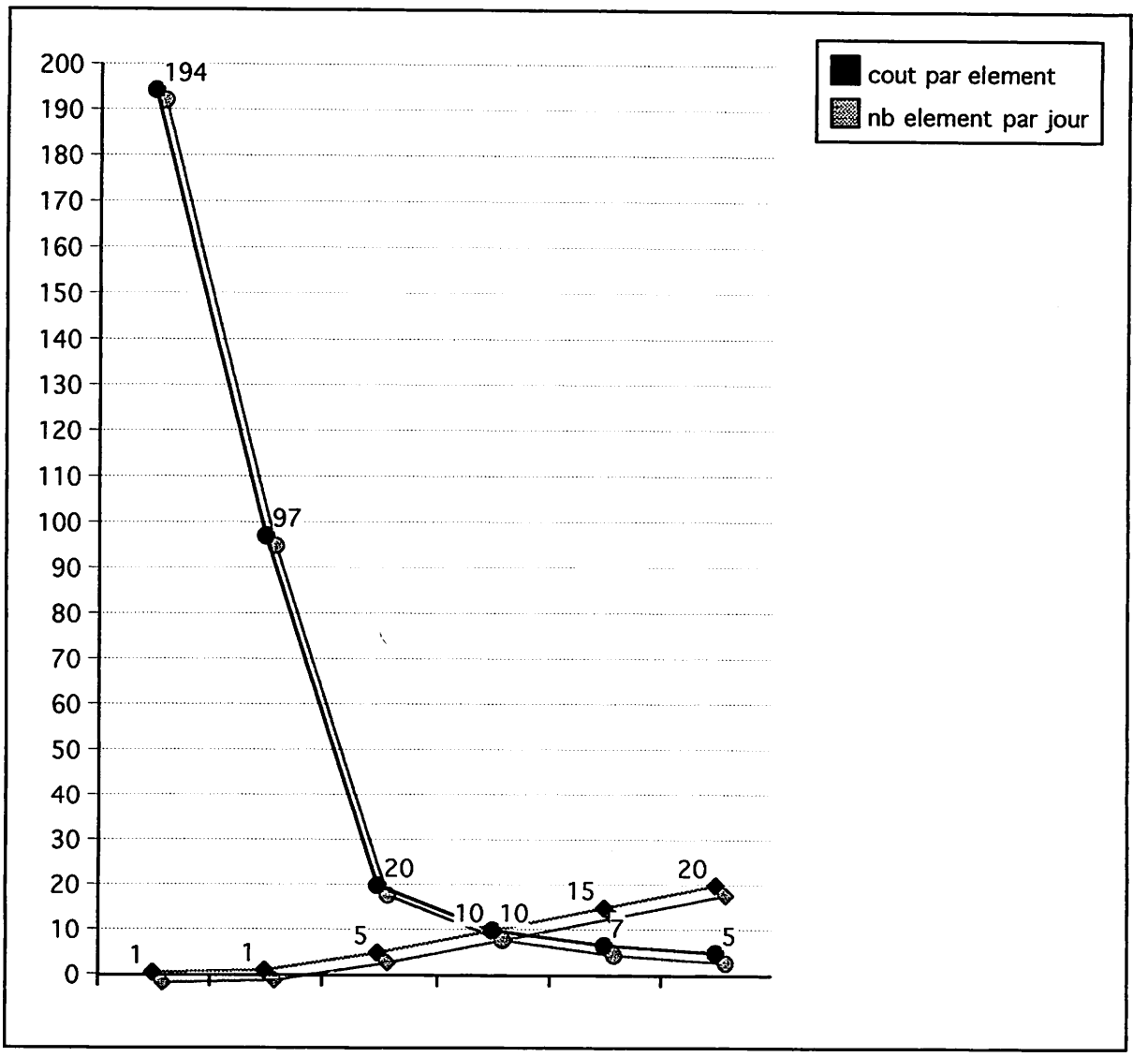
Nous entendons par produit annexes:

- le contrat d'entretien
- l'electricite
- l'eau et divres
- le materiel de prothese hors CAD CAM

Ceci represente 21.000 F par an soit 100 F par jours sur 210 jours de travail.

551- Influence du nombre d';element sur le cout des produits annexes :

nb d'elements par mois	9	18	88	175	262	350
nb element par an	108	216	1056	2100	3144	4200
cout par element	194	97	20	10	7	5
nb element par jour	0.5	1.0	5.0	10.0	15.0	20.0

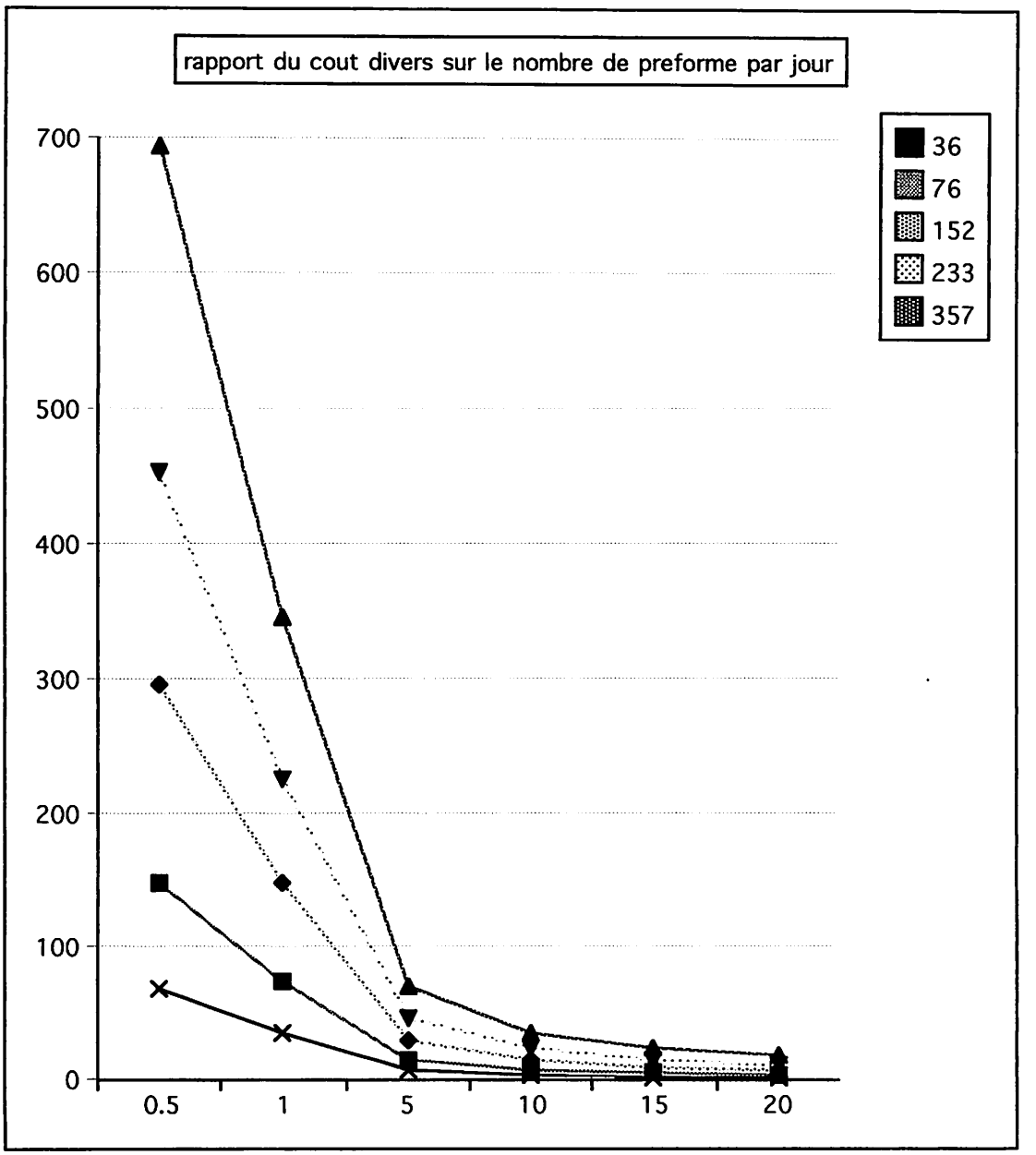


SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

552- Influence de chaque element sur le prix annexe reporte a differents elements jours :

entretien		5000	10000	20000	30000	50000
electricite		1000	3000	5000	7500	10000
divers		500	1000	2000	4000	5000
mat prothese		1000	2000	5000	7500	10000
total		7500	16000	32000	49000	75000
	rapport du	36	76	152	233	357
108	0.5	69	148	296	454	694
216	1	35	74	148	227	347
1056	5	7	15	30	46	71
2100	10	4	8	15	23	36
3144	15	2	5	10	16	24
4200	20	2	4	8	12	18

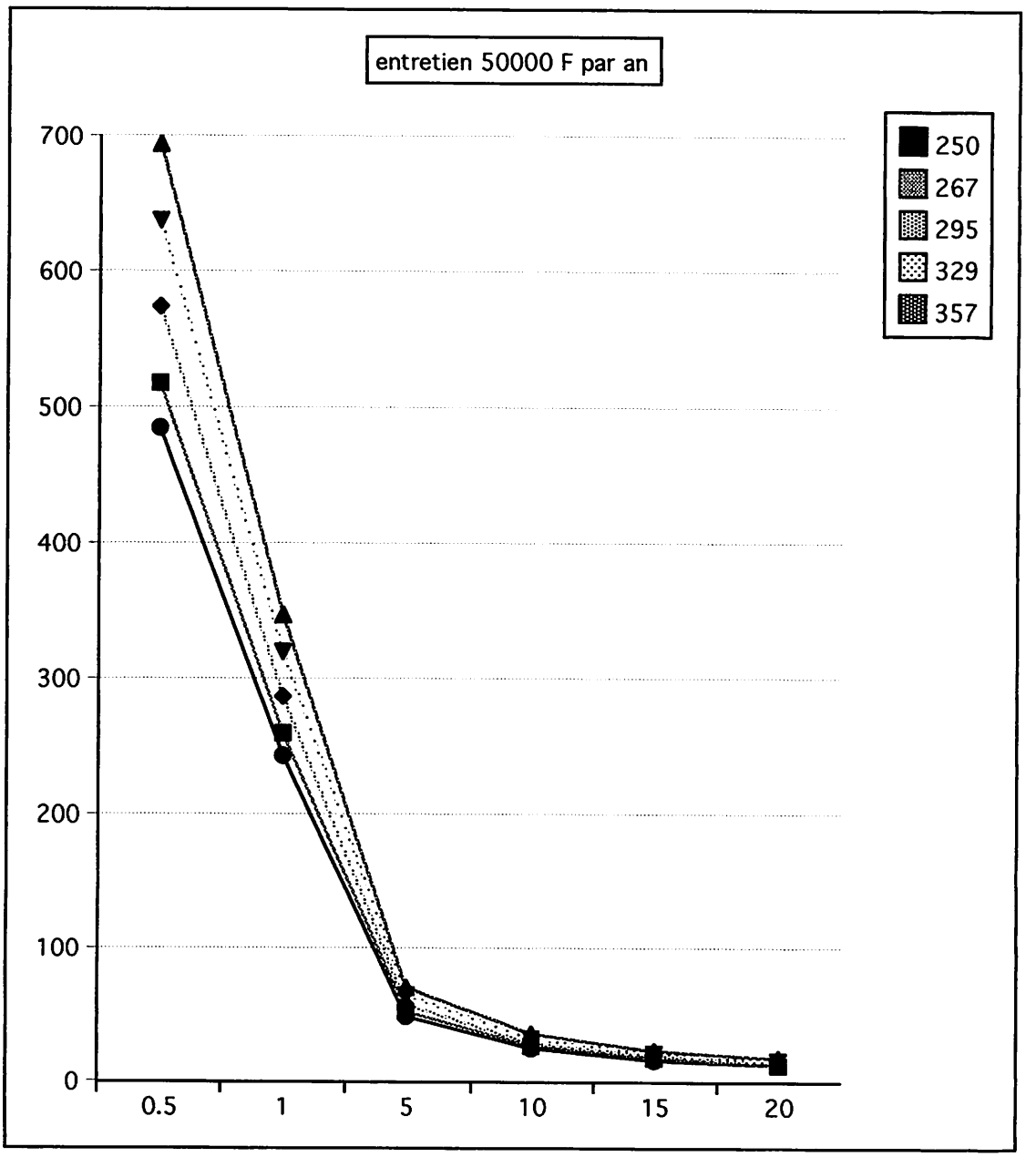


SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

552- Influence de l'entretien sur le prix annexe reporte a differents elements jours :

entretien		50000	50000	50000	50000	50000
electricite		1000	3000	5000	7500	10000
divers		500	1000	2000	4000	5000
mat prothese		1000	2000	5000	7500	10000
total		52500	56000	62000	69000	75000
	entretien 5	250	267	295	329	357
108	0.5	486	519	574	639	694
216	1	243	259	287	319	347
1056	5	50	53	59	65	71
2100	10	25	27	30	33	36
3144	15	17	18	20	22	24
4200	20	12	13	15	16	18

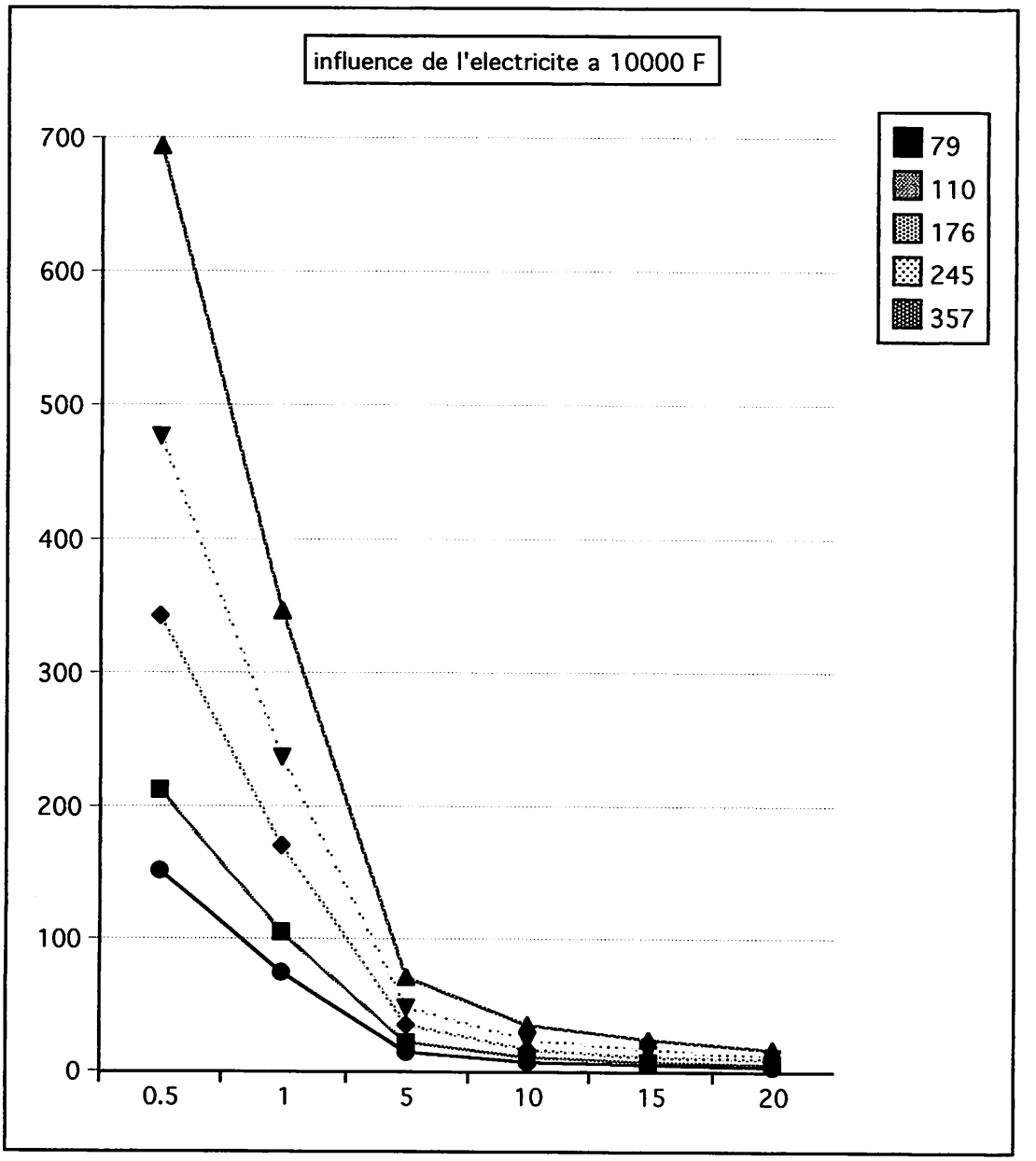


SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

553- Influence de l'electricite sur le prix annexe reporte a differents elements jours :

entretien		5000	10000	20000	30000	50000
electricite		10000	10000	10000	10000	10000
divers		500	1000	2000	4000	5000
mat prothese		1000	2000	5000	7500	10000
total		16500	23000	37000	51500	75000
	influence c	79	110	176	245	357
108	0.5	153	213	343	477	694
216	1	76	106	171	238	347
1056	5	16	22	35	49	71
2100	10	8	11	18	25	36
3144	15	5	7	12	16	24
4200	20	4	5	9	12	18

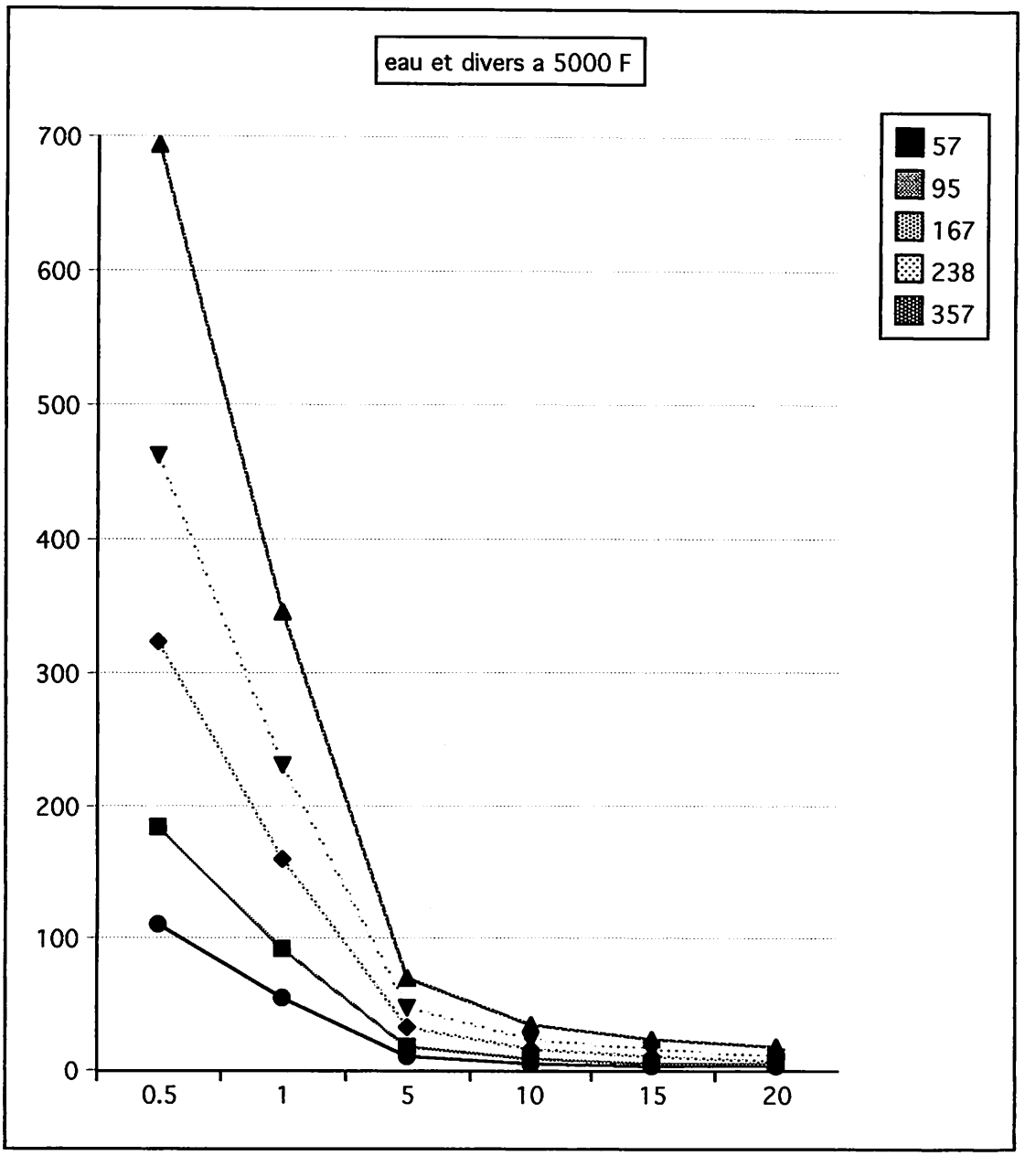


SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

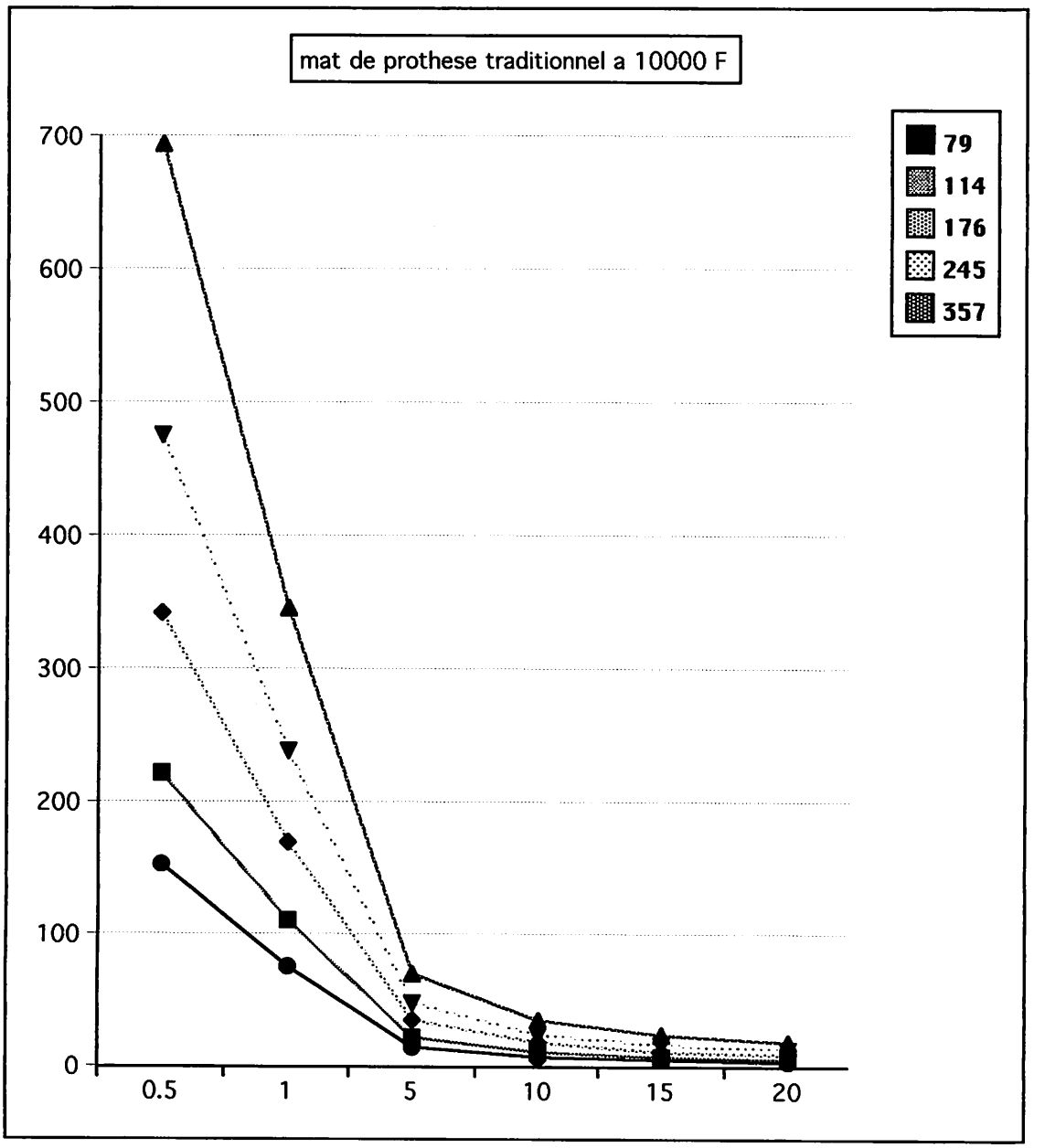
554- Influence de l'eau et divers sur le prix annexe reporte a differents elements jours :

entretien		5000	10000	20000	30000	50000
electricite		1000	3000	5000	7500	10000
divers		5000	5000	5000	5000	5000
mat prothese		1000	2000	5000	7500	10000
total		12000	20000	35000	50000	75000
	eau et dive	57	95	167	238	357
108	0.5	111	185	324	463	694
216	1	56	93	162	231	347
1056	5	11	19	33	47	71
2100	10	6	10	17	24	36
3144	15	4	6	11	16	24
4200	20	3	5	8	12	18



552- Influence du materiel de prothese traditionnel sur le prix annexe reporte a differents elements jours :

entretien		5000	10000	20000	30000	50000
electricite		1000	3000	5000	7500	10000
divers		500	1000	2000	4000	5000
mat prothese		10000	10000	10000	10000	10000
total		16500	24000	37000	51500	75000
	mat de prc	79	114	176	245	357
108	0.5	153	222	343	477	694
216	1	76	111	171	238	347
1056	5	16	23	35	49	71
2100	10	8	11	18	25	36
3144	15	5	8	12	16	24
4200	20	4	6	9	12	18



56- Influence du cout du personnel attache a l'appareil:

Nous entendons par cout du personnel le cout du temps passe pour la realisation de la piece prothetique . Ce temps implique:

- le temps de preparation du model
- le temps de manipulation du systeme de prise d'emrpeinte
- le temps de manipulation du CAD CAM
- le temps de la manipulation du CAM
- le nettoyage , le degrossissage
- le temps de ceramisation ou maquillage.

Le temps de base moyen utilise a ete estime a :

- 10 mn pour une couronne
- 20 mn pour une dent esthetique.

Ce temps ne tiens pas compte des temps caches c'est a dire des temps ou la machine travaille mais ou le preticien peut faire autre chose.

Ces temps sont de

551- Influence du nombre d';element sur le cout des produits annexes :

Septembre 1996

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Rapport pour NOBLE

Pour - Mr H.M. El JOMAIH
- Mr EL COURASHI
- Mr A. SIRADJ
- Mr H. MOSKOVAKIS (coppie Cr Fixot)

de la part de - Dr F. DURET
Château de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude

print date: 8 Oct 1996

Rapport de préparation pour le cahier des charges MATRA

Raisons de ce rapport / Rendez vous :

préparation du cahier des charges MATRA

Objectifs à atteindre:

Prévoir le maximum de transformations pour un temps et un coût minimum

Destinataires:

Strictement Confidentiel
Responsable de Noble Int Medical Care

Plan:

(voir table des matieres page 4)

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

1- Approche

11- Caractéristiques :

Nous utilisons la version de Sopha type:

- version Sopha (v4 ou 3.0 de Hennson ?)
- logiciel Euclide
- système exploitation VMS de digital

Calculateur station digital 3100 ou 4000:

- 7 MIPS
- 8 MO
- Ethernet bistandard
- 2 Hard Drive winchester de 104 Mo

12- Documents :

Mode d'emploi de Sopha (BioCAD pages 2.01 a 2.69)
Doc Euclide , Strim et Cascade

2- Etude proprement dite:

21- Modif interactive :

- Voir cahier des charges joint

22- Documents :

etude basee , a la demande de Matra, sur la cahier des charges MATRA

Pr François DURET
Tarailhan Septembre 96

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

NIMC

Spécifications Externes Générales

Phases 1

François DURET , NIMC , Consultant
Document non Valide (1e version)

tel: 04.68.33.83.99
fax:04.68.33.54.98

tel/fax US: 19.1.310.837.7665

USC

SCHOOL OF DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Table des matières

(fin page 48)

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Le Projet NIMC

Le projet CAO- Matra " Dental CAD CAM" de Nobel est un progiciel offrant la possibilité au prothèsiste ou au dentiste de réaliser la modélisation d'un élément prothètique (Inlay, Couronne , chape....bridges) à partir de données ASCII issues d'un capteur statique. Ce développement est la troisième génération du système préalablement développé chez Matra par Hennson puis Sopha.

Le programme est décomposé en plusieurs parties dépendantes ou non . Nous trouvons:

- un menu générique de base permettant la commande des trois éléments de base
- un menu plus spécifique de la partie CAO (ou couche de supervision)
- plusieurs menus "bloc" d'applications ou " exécutable d'application" propre à chaque prothèse.

L'exécutable , spécifique de chaque prothèse se compose d'étapes successives , ou étape d'étude" . Dans chacune de ces étapes sont définis des "scenarios" permettant la mise en scène d'actions spécifiques.

L'empreinte buccale peut être représentée en 3D (voir en Axono après choix) , mais aussi en 2D (XY, XZ, YZ). Il doit être possible d'ajouter une sur-imposition centrale.

Ces éléments pourront en outre être "animés, placés, zoomés , déformés" en temps réel.

Il s'agit donc d'un outil de conception spatiale , d'aide de prise de décision et de contrôle d'exécution offrant un meilleur confort ergonomique que les systèmes précédents et concurrentiels.

Ce logiciel n'est destiné qu'aux non spécialistes et doit donc être **très simple** sans pour cela en réduire les capacités.

Ce logiciel sera installé sur des stations graphiques type digital (alpha) bas de gamme , HP ou autre de bas ou , dans certain cas , moyen de gamme.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Le projet NIMC est prévu sur 6 mois maximum à compter du 1 Août 96, et se déroulera en 4 phases (information de Mr Molle ??):

- Phase 1:

  - passer les données Euclide de Sopha sous Euclide 3 version Gou H 1.1 exploitable par une mini station type HP....

    + compilation dans le nouveau système (nouv Common...)
    + procéder à l'édition et au Linkage des applications
    + utiliser des formats fichiers... de 64.000 bits à l'infini (new)
    + passer toutes sources VMS sous Unix exploitable par HP...

- Phase 2:

  - Remplacer tout l'I.H.M (interface homme/machine) actuellement sous Digital par U.I.S , Motif (User Interface system , standard x11 exploitable par toutes les machines)

- Phase 3:

  adapter les données d'entrée aux systèmes CAO actuellement disponibles. (recevoir les données sous forme ASCII ordonnées et par bloc).

- Phase 4:

  Préparer un format commun entre le logiciel de CAM /USC et nos propres données de sorties.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Introduction:

L'objectif du présent rapport est de définir , dans le cadre du contrat MATRA / NIMC , les spécifications externes **générales** de l'utilisateur final.

Ce document sera visé par NIMC avant d'être remis à MATRA.

Il a été conçu après trois réunions entre Mrs Corvez , Molle , Fixot et Duret. Il sera éventuellement suivit d'autres rapports plus spécifiques suivant les demandes de chacun (ce dernier ayant été fait à la demande de MATRA)

Ce rapport doit donner une vision globale mais aussi détaillée de ce que pourrait être le système 3 de CAD/CAM en relation avec ce qu'il était en version 2 (Sopha)

Seront détaillés:

+ les interactifs subsistants.
+ les nouveau interactifs
+ les écrans successifs.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Description générale

Ce Chapitre présente le projet NIMC dans son ensemble , décrivant la démarche logique d'utilisation du progiciel ainsi que les concepts et entités manipulés.

L'exemple présente ici se rapporte à l'application la plus complexe connue et traduite : la Couronne. D'autre rapport pourront , à la demande , être réalisés pour les Inlay , les Chapes...

1- Méthodologie de création sous NIMC.

La réalisation d'une couronne sous NIMC/CAD passe par plusieurs étapes:

- mettre en route du système: Ceci permet:
  + d'activer le capteur pour prendre l'empreinte et capter les données d'entrée en code ASCII.
  + définir certains critères

- activer , ensuite, le logiciel CAD proprement dit. ceci suppose:
  + définir les points et lignes de construction (Val. essentielles)
  + déformer automatiquement une dent pre-stockée.
  + adapter l'occlusion (dents antagonistes)
    - en statique
    - en dynamique
  + offrir certains outils de déformation interactives

- lancer l'application d'usinage: Avec:
  + la définition de certains critères d'usinage
  + le contrôle des coefficients

2- Organisation fonctionnel du présent logiciel.

L'organisation interactive du NIMC soft devrait se composer de la manière suivante:

- début de session:
  +définition opérateur
  + acquisition des données d'entrée (empreinte optique)

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

+ transmission de ces données en CAO

-action CAO

+ zone d'étude #1 (mordu sans antagoniste)

- définition d'objet simple (points et lignes brisées)

+ die #2 (création de ligne brisée , zoom , déplacement, dilatation)

+ Placement automatique sur zone d'étude #1 et #2

+ adaptation antagoniste (2e fichier optical)

- statique (phase 1)

- dynamique avec animation mémorisée(phase 2)

+ déplacement de point et surface , déformations , zoom ,section....

- fin de session

+ indication de certains critères interactifs

+ lancement de l'usinage (avec ou sans pré-mémorisation)

3- Les concepts et entités manipulés sous NIMC-Matra

Sont au nombre de 3

31-Zone d'étude:

la zone d'étude représente tout ou partie de l'empreinte optique de la mâchoire et de son antagoniste. Cette zone ne contient que des images dentaires les plus réalistes possibles.

32- Scénario:

Le scénario est l'entité gérant l'action dans l'espace défini par la zone d'étude à laquelle il est rattaché. , d'une partie des éléments auquel il est attaché (le die) auquel ont peut rajouter des éléments (lignes et points) ou objets (dents théoriques) de provenance extérieures (bibliothèque ... manipulation pure). Il gère donc tous objets manipulés par notre progiciel , leur représentation graphique et géométrique ainsi que les éléments associés.

33- Les objets NIMC:

Les objets géométriques sont:

331- les objets issues de l'empreinte extérieures:

Ces objets sont les empreintes de la mâchoire ayant subit (!!) l'action du praticien (objet 1) et son antagoniste (objet 2) , ainsi (phase 2) que les éléments relatifs de l'objet #1 par rapport à l'objet # 2 (relationnel sans mouvement , ou/et avec mouvement)

Ces objets arrivent en nuage de points (ASCII à définir , forme polyèdrique , ou autre forme qu'il faut impérativement créér avant d'importer sous NIMC-soft) et sous forme d'information angulaire d'après la position dite occlusion t0.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Ces objets sont de deux types :

- les éléments NIMC.

Il s'agit d'entité ayant fait l'objet d'une procédure d'officialisation de NIMC , exemple dents théoriques , et directement issues des sources transmises par NIMC à Matra. Leurs définitions CFAO peuvent être:

+ des surfaces , carreaux ... (dents ou portions de dents)
+ des éléments isoplanniques
+ des points , courbes et brises....
+ des maquette polyèdriques
+ certains éléments de maillage (variable)

- les éléments CAO:

L'objet CAO est une entité géométrique n'ayant fait l'objet d'aucune officialisation de NIMC . Ils proviennent d'une BD utilisateur individuel (empreinte , données extérieures , lignes et mouvements ...)

ils ne peuvent être aujourd'hui que des figures simples ou complexes (carreaux , courbes , brisés... et même points ou valeurs)

332- les objets créés sous le progiciel NIMC:

Ces objets sont crées de toute pièce sous NIMC-soft et peuvent être:

- des points
- des brisés
- des surfaces simples.

333- les objets NIMC déformés:

Les entités déformés sont des objets officialisés , à l'origine chez NIMC , ou issu des objets dit "éléments CAO" et ayant subit des déformations par des fonctionnalités prédéfinit dans le progiciel NIMC.

On trouve:

- la déformation (dilatation de moignon)
- la déformation de la dent théorique (adaptation au die , aux antagonistes et aux adjacentes)
- la déformation interactive (de ligne , de surfaces...)

34- <u>Les vues:</u>

Ce sont les entités contenant les informations nécessaires à l'affichage d'objets géométriques . On trouvera:

- les vues 2D orientées en XY, XZ , YZ
- les vues 3D en vue axonométrique
- les plans de coupe.

Ces plans de coupe correspondent au plan de coupe défini par l'opérateur et ou sont seul visualisées les parties de la dent et de la couronne

USC

SCHOOL OF DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

intersectant et appartenant au plan de coupe.

cette vue est définie par deux points dans une vue 2D ou e parallèle d'un plan déjà défini (alors un seul point suffit)

- les vues en rendu réaliste (axono)

35- Les trajectoires :

ce sont des entités créés puis manipulées à des fins d'animations et de placement des objets. D'origine interne (bibliothèque) ou externes (occlusion) ces lignes servent de guide sur des points connus ou à déterminer de manière interactive.

36- L'écran:

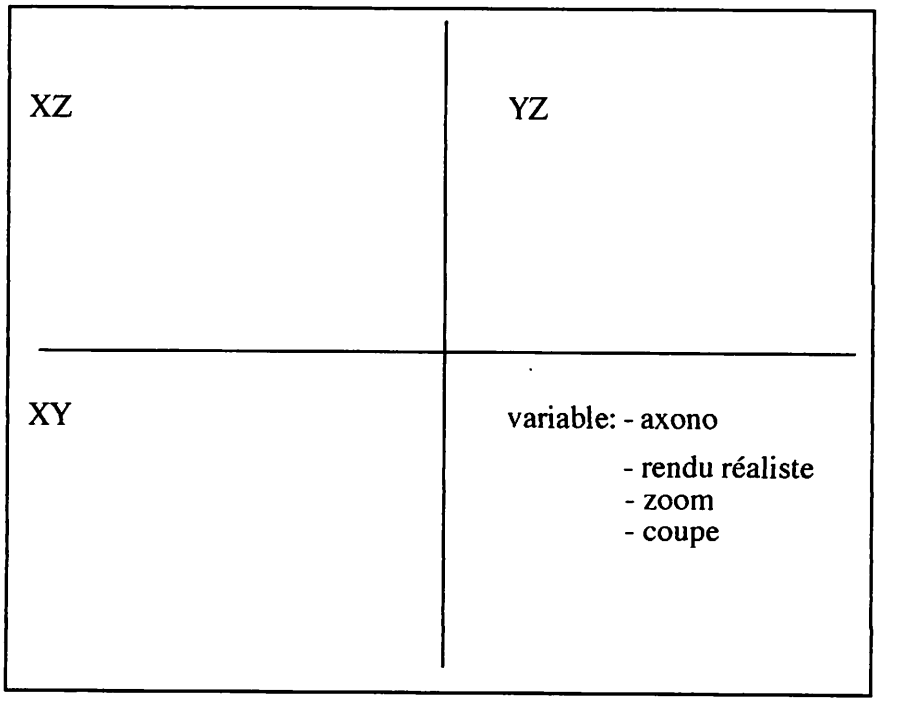
l'écran se présente de la manière suivante:

1) divise en quatre parties égales tel que dessiné (fig 1)

- en haut à gauche et à droite se trouve les vues latérales , à savoir XZ et YZ. (mésio-distale à gauche vestibulo-linguale à droite) .
- en bas à gauche se trouve la vue XY ou vue occlusale
- en bas à droite s'afficheront les coupes ,les vues axonométriques , ou les rendus réalistes.

on y trouver aussi toujours les zoom (pré-cadré)

2) dans certain cas , une cinquième vue pourra s'afficher en plain centre (appelée 5e vue axonométrique)



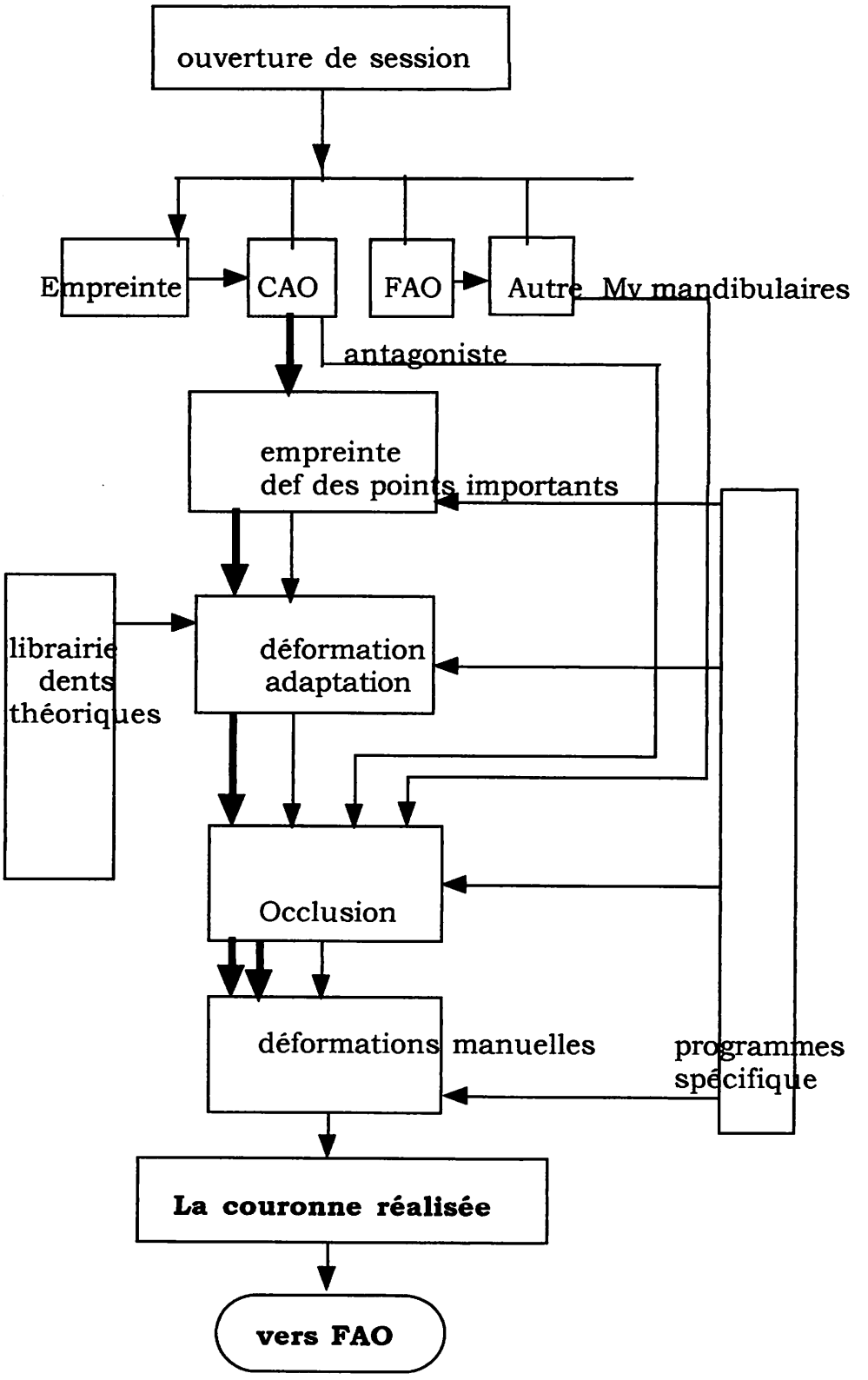
USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

4- Le fonctionnement global sous NIMC-Matra:

Nous pouvons résumer ce fonctionnement de la manière suivante:



USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

4 -l'interactif

41- Présentation de l'écran:

411- zone statique de menu permanents:

Il s'agit ici de:

+ l'inscription de " Nobel Int. Medical Care . Version xx..."

de préférence en position en haut et au centre (ou sur un coté... à voir avec Nobel)

+ possibilité d'être modifié seulement par Nobel sans être obligé de demander l'intervention de MATRA (pas accessible à l'utilisateur ....et simplement)

- actions de premier niveau: On apelle fonction de premier niveau:
  + le menu " prothèsiste / dentiste"
  + le menu " client / patient"
  + le menu " application

Le principe est le suivant:

a) prothèsiste / dentiste: L'utilisateur rentre une bonne fois ses caractéristiques personnelles (simplifiées: nom , prénom , adresse , n° de téléphone et un mot de passe)

Toutes les menu dépendront alors de la définition du mot de passe. Ce mot de passe définira à quelle adresse sera stocké (ou non) le travail. Chaque utilisateur aura donc son adresse personnelle .

b) client / patient: il est possible de remplir certaines caractéristiques (adresse....) et coller (éventuellement) un numéro. La recherche se fait par lettre , 2 lettre ou 3 lettres du début du nom.

Dans ce cas , à l'ouverture après mot de passe apparaîtra la liste des " client / patient" rentre (avec n°). (plus rapide pour le prothèsiste)

c) le menu application: lorsque l'on active une des fonctions de premier niveau. et que l'on a rentré le mot de passe puis le"client / patient":

+ on choisi l'application (3e niveau)
  - couronne
  - inlay
  - chape
  - ....

Ce dernier menu mérite d'être agrandi par " bloc d'application"

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

412- zone dynamique de menu:

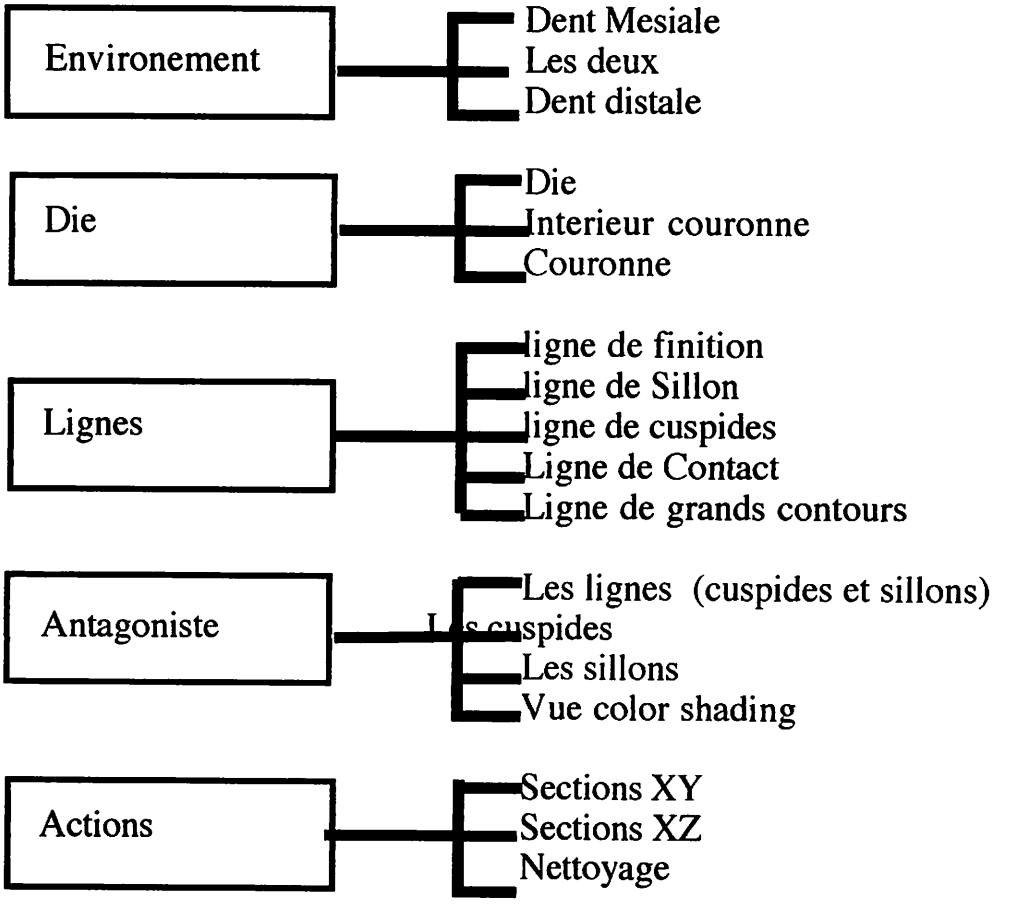
Il s'agit de menu que l'on active par contact.
Les modifications sont les suivantes:

a) présentation générale: (dessin.)

- ne doivent être présents à l'écran en gras que les menus disponibles. Les autres doivent être en gris clair. même remarque pour les touches de fonction en dessous de l'écran. (de préférence associés à des touches F1 to .... F 15... si possible)
- les menus doivent se dérouler latéralement et successivement
- nous devons revoir les définitions en bas au centre gauche.

413- Les reglettes:

Nous retrouverons les meme reglettes que hennson , avec en plus des deroulement ou deux niveau:



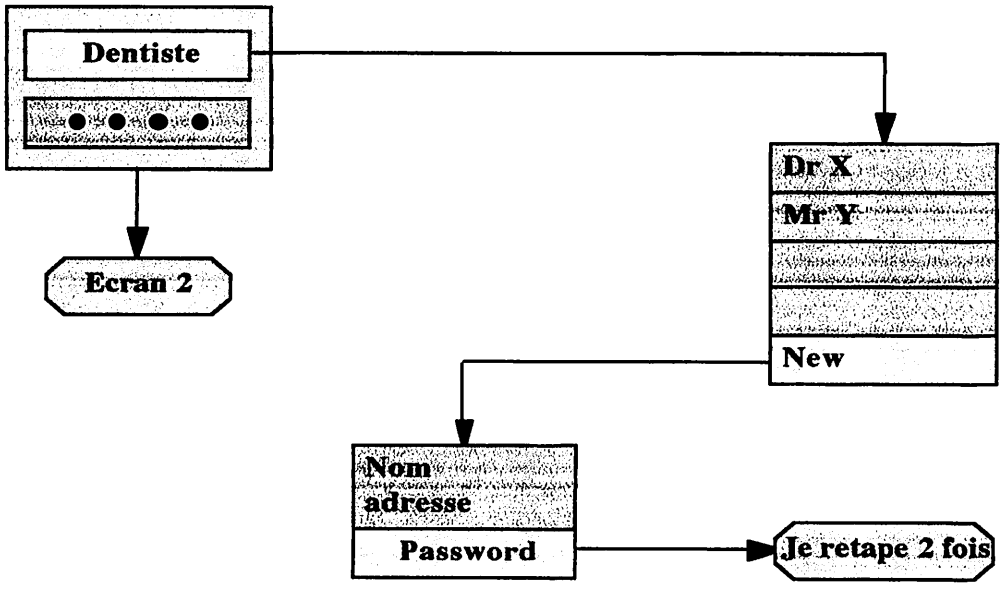
USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

42- Les differentes Etapes en image:

Ecran 1



Dentiste

Nous avons , sur cet ecran 1, la possibilite apres avoir etabli son identite , de se diriger imediatement vers l'ecran 2 en remp[lissant une fois le password.

Le fait de retaper 2 fois le password . la premiere fois , permet d'eviter kes erreurs.

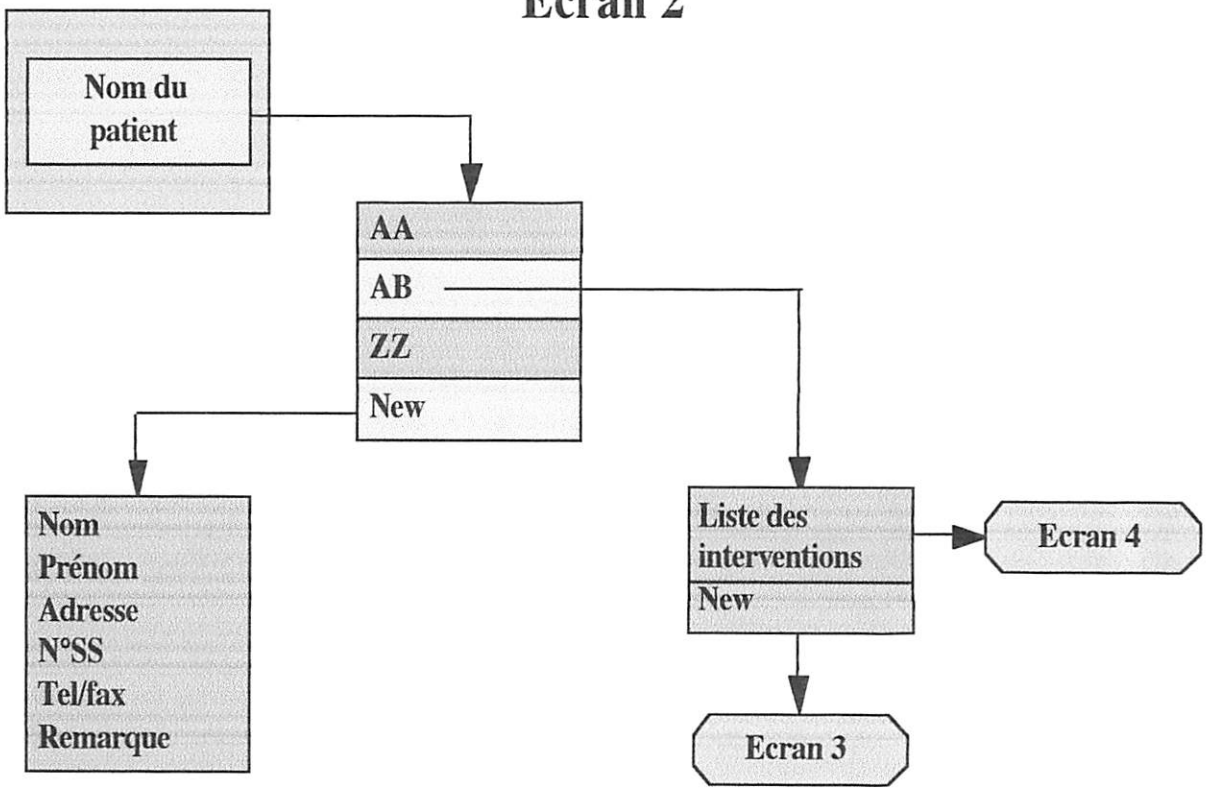
Enfin , le password est onbligatoire des que des indications de sante son inscrites.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Ecran 2



Le patient (pour le dentiste) , ou le Client (pour le prothesiste) se retrouve grace :

- la frappe des premieres lettres
- le menu deroulant.

S'il s'agit de refaire une intervention deja executee (couronne cassee...) ou s'il s'agit de continuer une CAO interompue , par exemple , on passera par le menu des interventions deja executees sur ce client. (passage direct ecran 4)

S'il s'agit d'une nouvelle intervention , on passe par l'ecran 3.

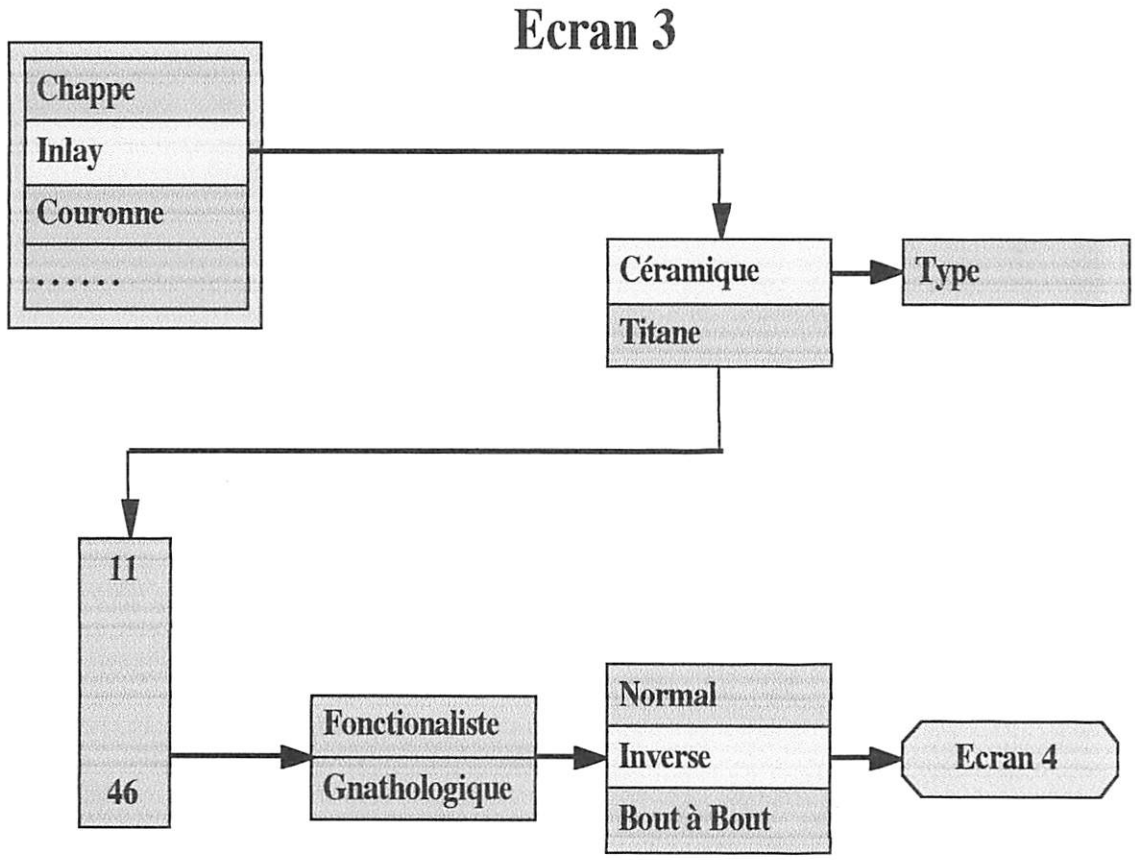
La selection se fait (par ordre de preference dans la recherche):

Le nom.
Le n° de telephone
ou
L'adresse (ville , puis rue , puis n°)
Le prenom`

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



Si aucun soin n'a ete execute sur ce patient , nous utilisons cet ecran:

- type de prothese (Nobel doit pouvoir rajouter librement des "blocs d'application" ici.
- type de materiau (ceci doit est aussi achemine vers la machine outil pour selectioner le mode d'usinage , de preforme.....) avec eventuellement la grosseur de la preforme estimable apres la lecture (voir type...)
- le n° de la dent (attention au standard US different du francais)
- le type d'occlusion (qui est propre a chaque dent)

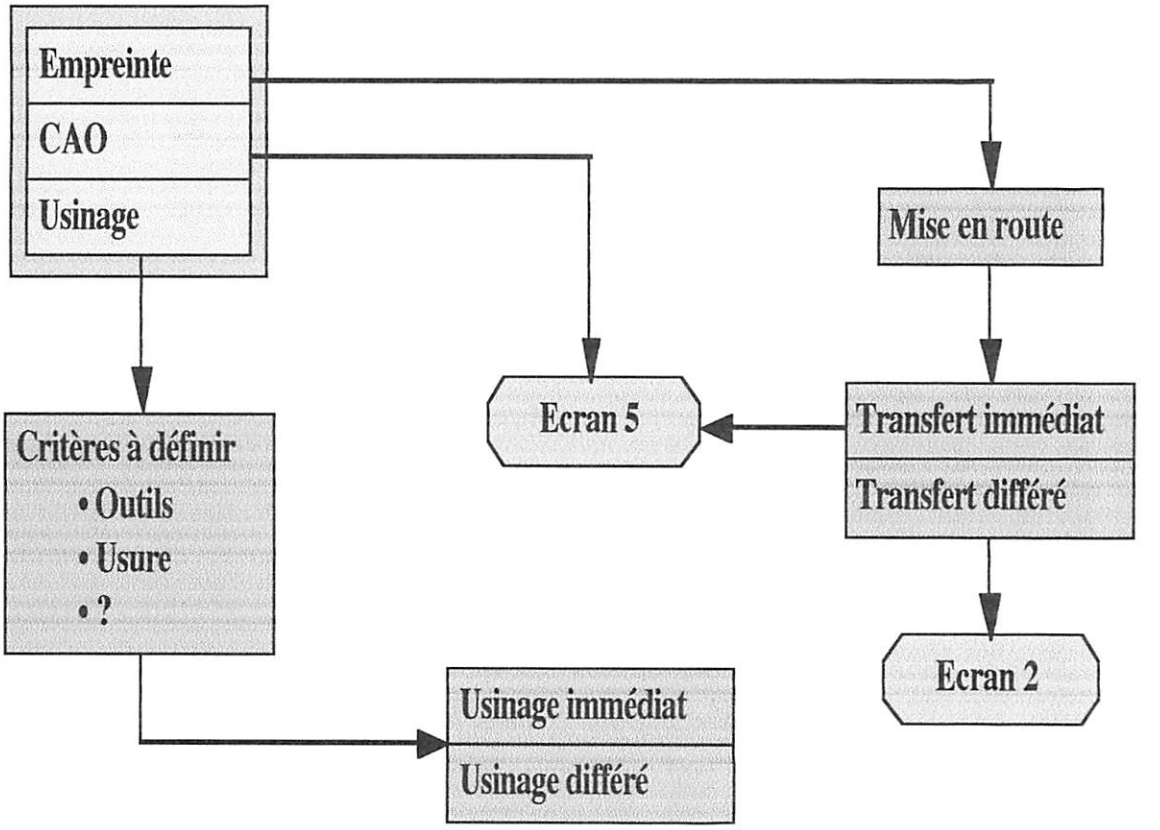
Il s'agit , en verite , de menu deroulants successifs.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Ecran 4



L'ecran 4 est un ecran aiguillage.
Il permet :

- de mettre en fonction le capteur empreinte
- de poursuivre la realisation de la prothese apres captage de donnees
- d'effectuer un usinage qui aurait ete deja fait (couronne cassee , provisoisre...) ou qu'il faut faire a la fin de la seance CAO.

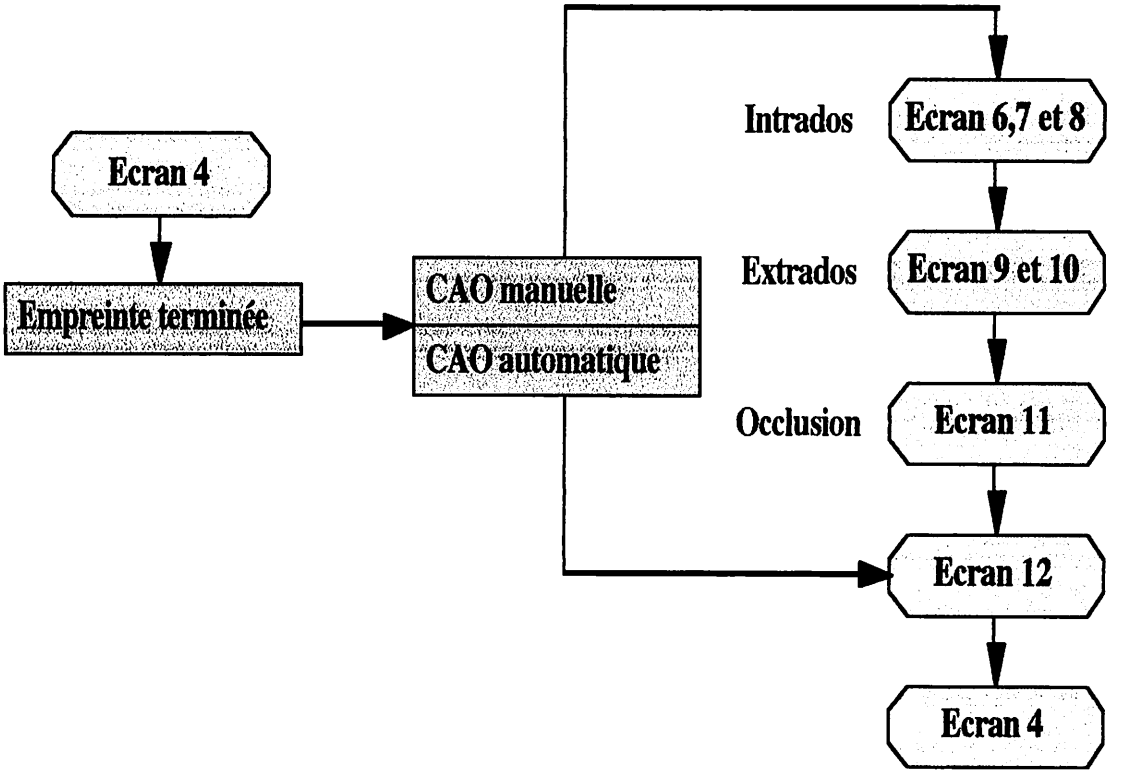
Nous devons aussi placer ici les indications propres a l'usinage. (a definir avec Berok)

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Ecran 5



L'ecran 5 indique les deux possibilites:

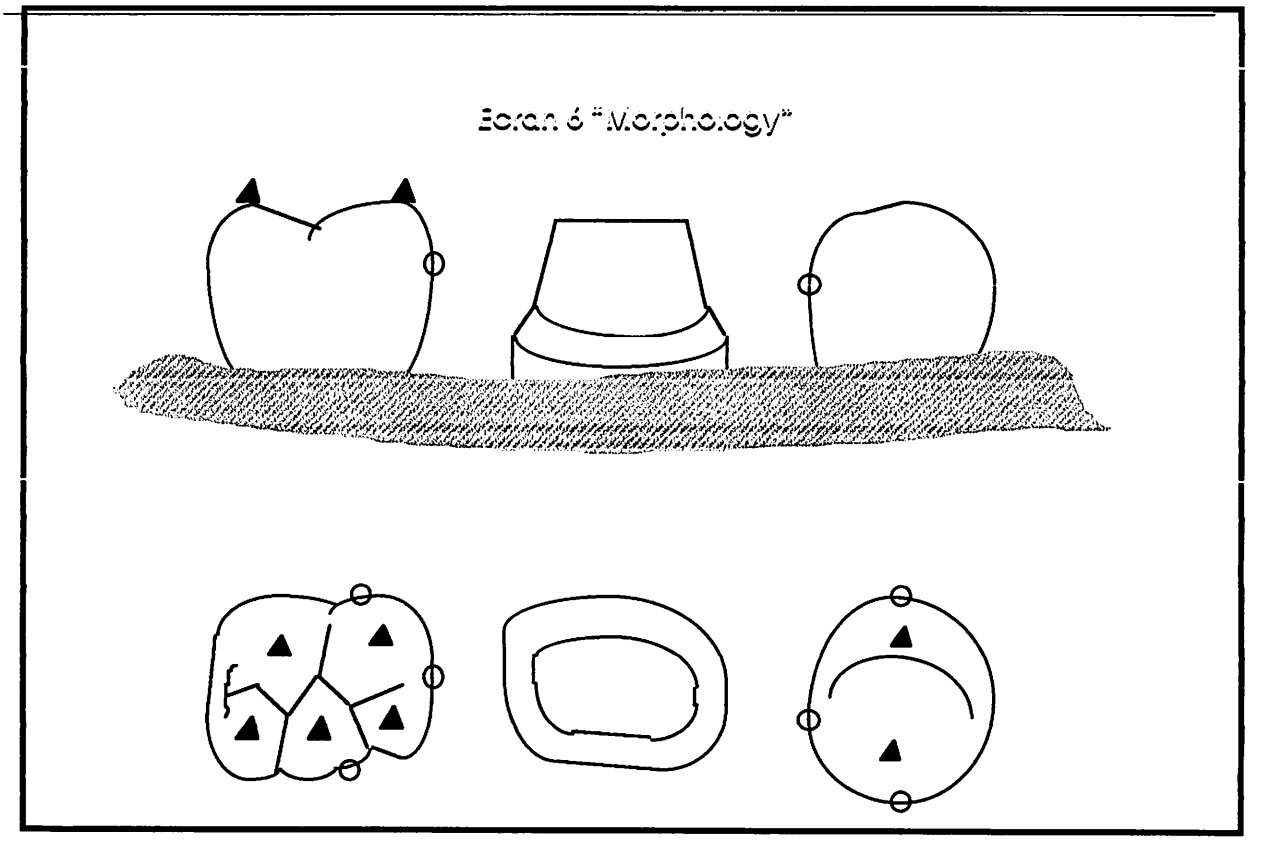
- voie automatique permettant de n'effectuer que des retouches sur la couronne finale.
- voie manuelle necessitant 7 dialogues / ecrans successifs.

Le retour a l'ecran 4 , aiguillage , permet de passer a l'usinage (avec mise en route de la machine outils.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



L'ecran # 6 , ou ecran morphologique , permet d'indiquer les poits de repere necessaires au bon fonctionnement du soft Hennson. Il est necessaire d'indiquer:

- les cuspides (leurs recherches automatiques est possible)
- les sillons (leurs recherches automatiques est possible)
- les bombes (leurs recherches automatiques est possible)
- les lignes des plus grands contours (leurs recherches automatiques est possible)

Par contre , cela suppose que nous recevons , du capteur , le sens de la lecture (mesio-distale)

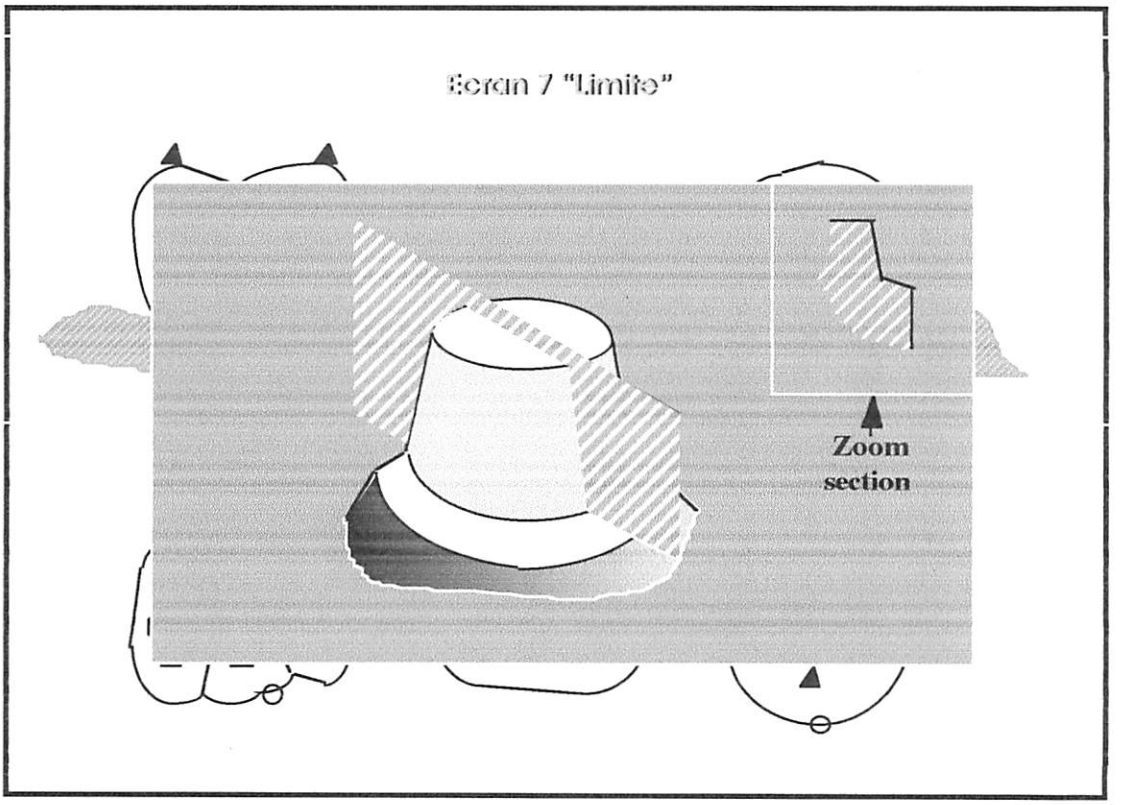
Comme nous l'avons vu ensemble , ce travail peut etre automatiser a condition d'avoir une parfaite rigueur dans la manipulation du capteur Stil. (j'espere pouvoir un jour rencontrer et l'expliquer a Stil)

Lorsque le dernier point est place (avec les controls que l'on connaient dans l'opticast.... nombres de cuspides...) nous passons a l'ecran suivant en automatique.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



L'ecran 7 ou "ecran Limite" permet de tracer la ligne de finition sur le model central (limite inferieure de la couronne)

L'operateur marque des points successifs et une ligne est projettee sur la surface de la preparation. Chaque point peut etre retouche.

1) Lorsqu'un point est place , la section en ce point apparait en Zoom. Le point peu etre modifie sur ce zoom.

2) Lorsque l'on arrive en rebord , la dent tourne de 1/4 automatiquement pour permettre de continuer le trace.

Il ne s'agit pas , en realite , d'un nouvel ecran , mais de la sur-imposition d'un cinquieme ecran un peu axono.

Il doit etre possible de modifier l'axono par les fleches "rotation" .
la section passe par le baricentre du volume.

Ce menu est conservé mais:

+ présentation sous forme de mordu
+ activation au centre du die par pression de F1 " die"
+ rotation par les flèches du clavier
+ ligne de finition plus 2 mm correspond à la découpe du die

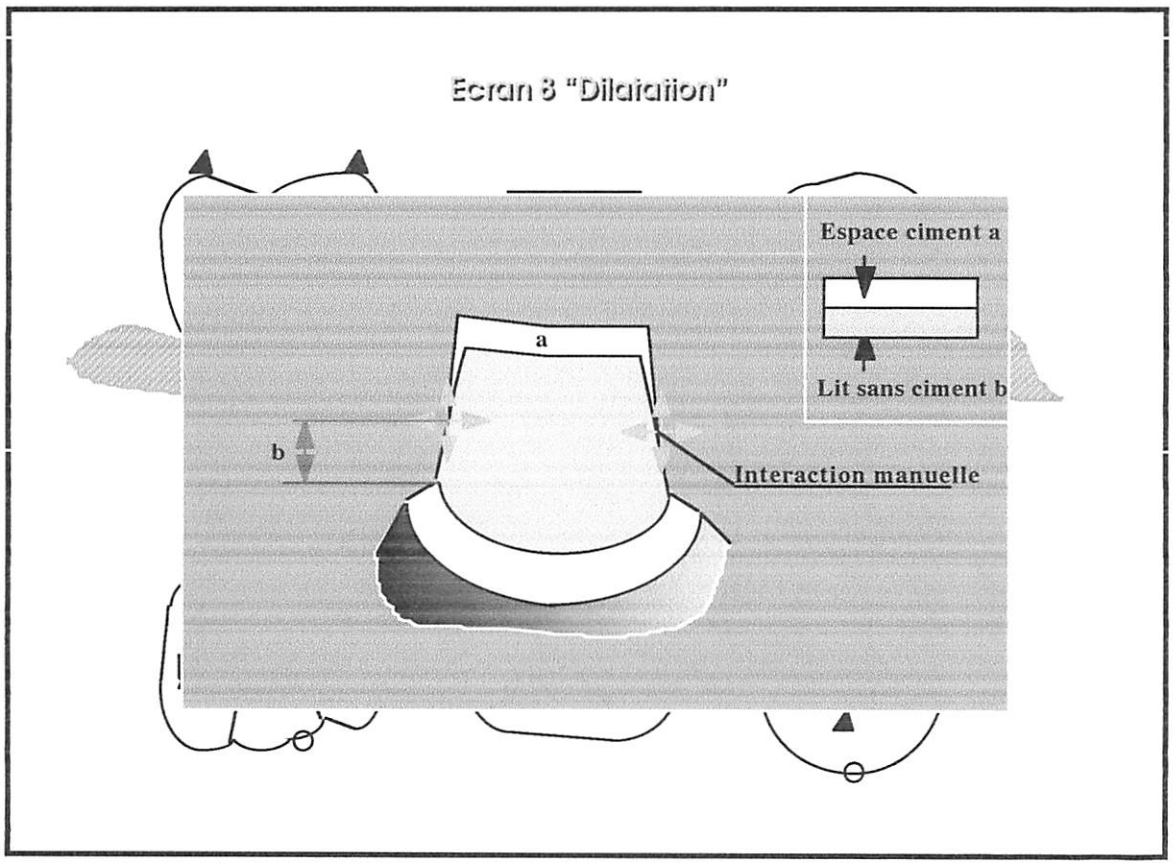
+ *l'axe de rotation* peut être définit comme:
  - perpendiculaire au plan cuspide mésial distale
  - perpendiculaire au plan du plateau du moignon
  - moyenne des deux
  - mais pas comme la parallèle aux pentes de la taille

Lorsque la line est validee (fermeture a "enter") . nous passons a lecran 8.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



L'ecran 8 , ou ecran de dilatation , n'est qu'une fenetre supplementaire , sur l'ecran 6. Nous pouvons donc dire que les ecran 6, 7 et 8 sont les meme ecrans.

Cet ecran demande la confirmation de l'espace pour le ciment entre la preparation et l'interieur de la prothese,

1) la valeur a) est cet espace.
2) la valeur b) est le joint d'ajustage sans espace ciment.

Il est possible , la encore de faire tourner la dent et la section visible est celle dans la plan de l'ecran.

Il est aussi possible de modifier localement (± 200 μm) la valeur moyenne indiquee en agissant sur des points indicateurs .

+ *la correction* se fait directement sur cette image centrale:

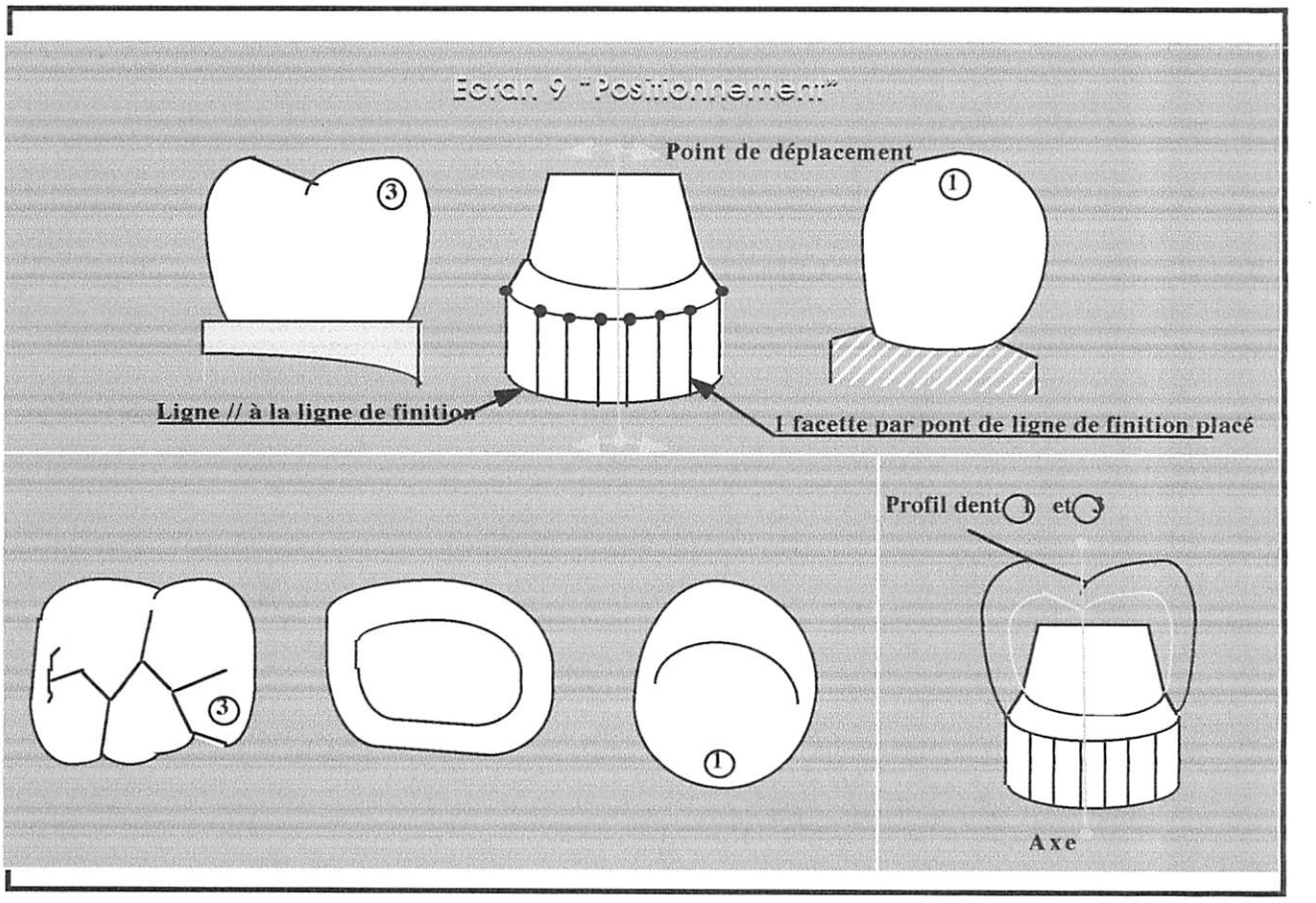
- on clique sur un point et la ligne existante est modifiée
- ce déplacement se fait sur un méridien
- chaque point fait tourner le moignon de telle sorte que le point est toujours a 20° 5 a la perpendiculaire a l'écran

+ le "ciment space" est fixe mais peut être modifie comme avant

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



L'ecran 11 ou ecran de " positionnement " presente un axe de positionnement pour la dent theorique.

Cet axe peut etre deplace suivant la vue frontale ou mesio-distale.

Cet axe permet la creation d'un die virtuel et esthetique ou chaque facette est definie par les points de la ligne de finition pointes par le dentiste.
Ceci donnera un aspect irregulier plus esthetique.

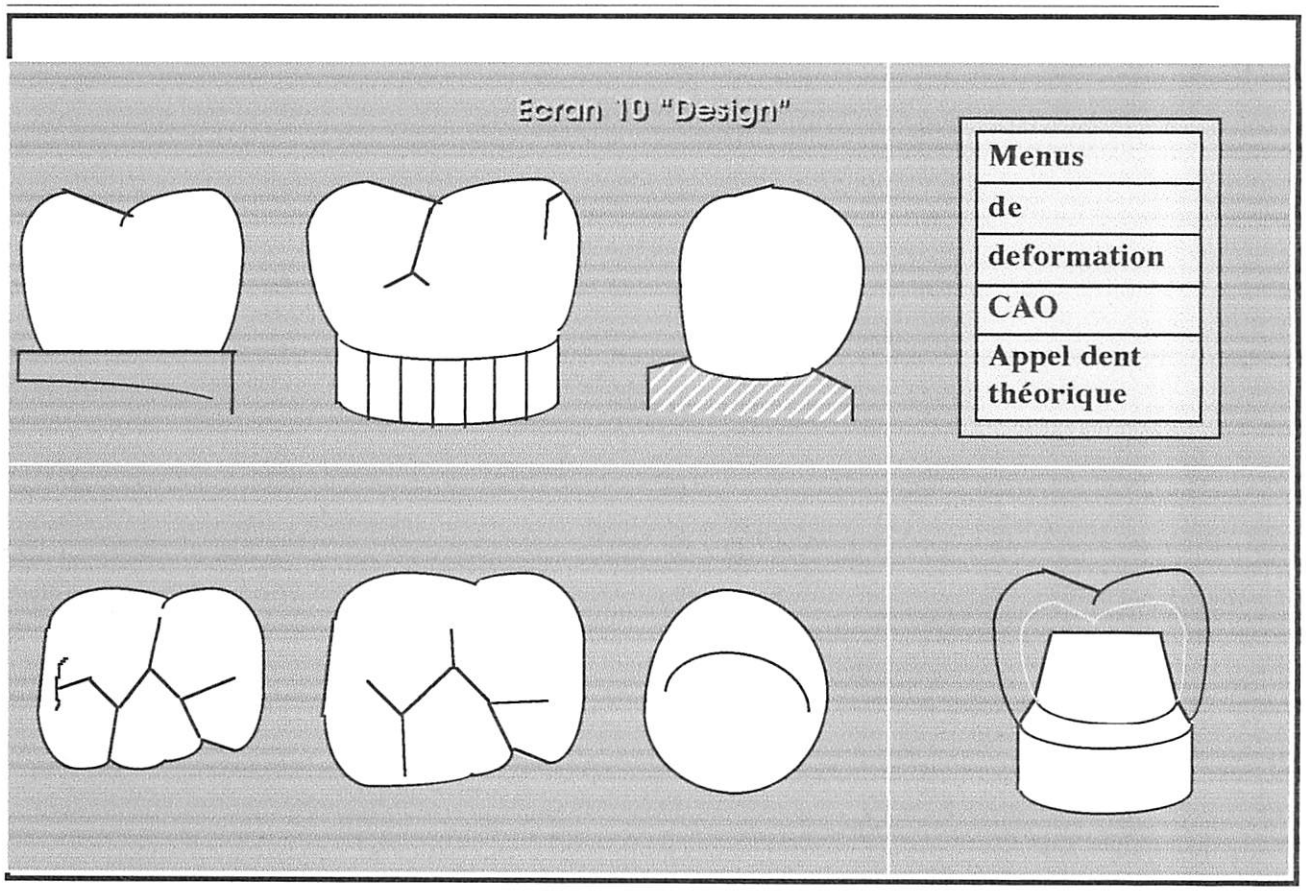
La definition de cet axe servira d'orientation d'axe pour le positionnemnt et la deformation de la dent theorique.

USC

SCHOOL OF DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



L'ecran 10 ou ecran de "design" permet a l'operateur de modifier manuellement la dent theorique deformee.

Il a pour cela les outils que nous lui connaissons deja dans le menu Hennson.
Il peut aussi appeler la dent tehorique temporairement pour " se souvenir de la morphologie"

Se rapporter au menu deformation du soft de Hennson.

La visualisation de la det peut se faire , par exemple , en color shading , avec en sur-tracage les ligne de bezier et les poles.... du meme nom. Il faut aussi bien amrquer les noeud tres dentaire definis chez Hennson.

c2: l'interactif:

déplacement global sans modification des autres lignes.
possibilité de déplacer un point (option F2)
possibilité de déplacer les autres lignes (option F3). Il s'agit de la ligne la plus proche (sillon donc)
Le déplacement se fait parallèle a l'écran évidemment.

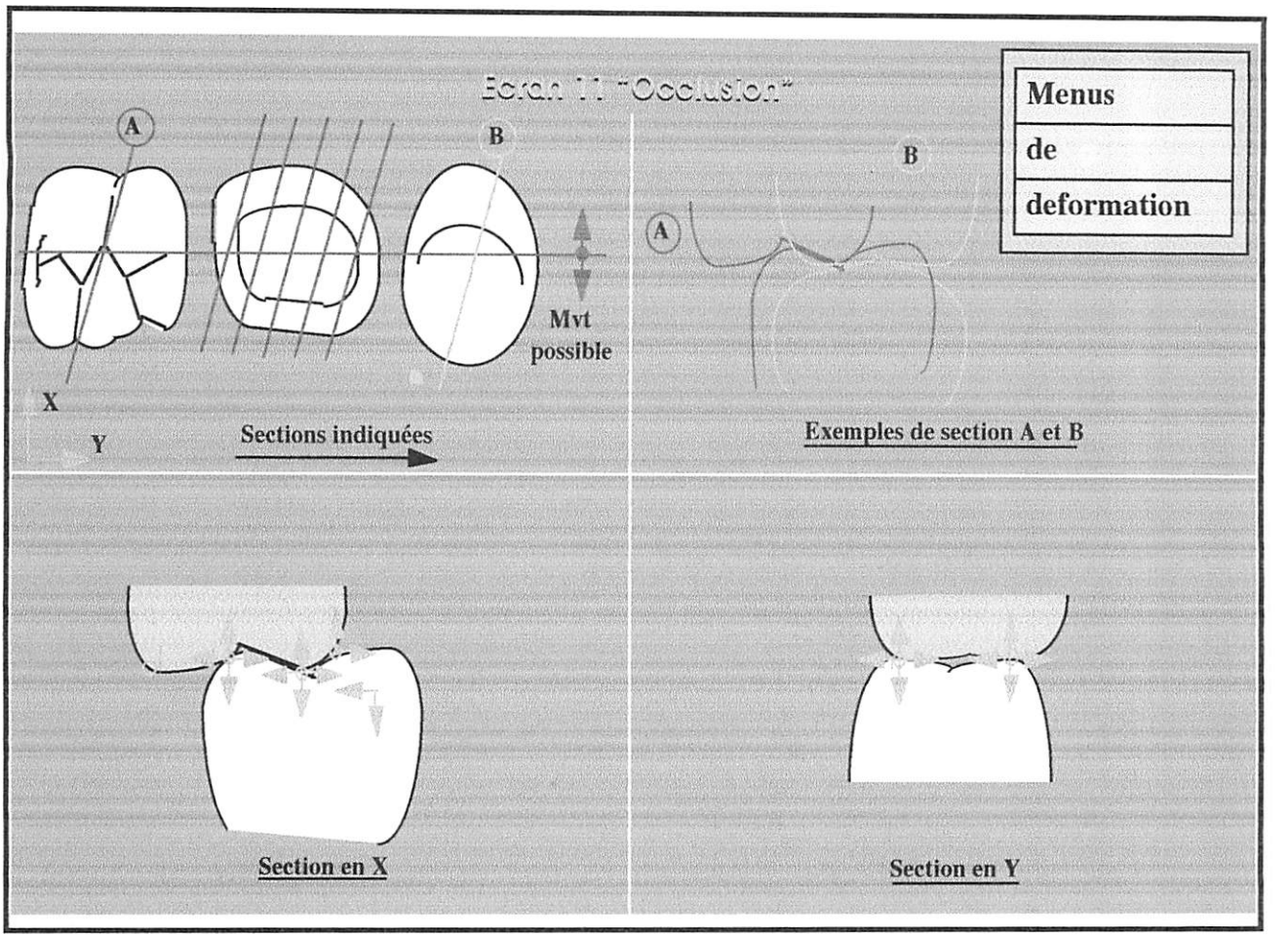
c3 : a ce stade apparaît en même temps que l'environnement la couronne. Il y a donc suppression de rotation et mise en environnement.

c4 : la rotation se fait sur cette image et perpendiculaire a l'écran. Elle se fait sur l'axe central.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



Le menu occlusion a ete completement revu.
Il y aura les etapes suivantes:

+ placement sur le mordu en vue axono (non presente ici) des sillons et cuspides. Ce placement peut se faire de maniere automatique et controle manuellement.

+ suppression , en aveugle , de toute collision entre la surface du mordu et de la couronne (avec indication en rouge des collisions)

+ puis deroulement lent et controlable d'une section XZ avec possibbilite de deplacer les centre manuellements sur les sections en X et en Y.

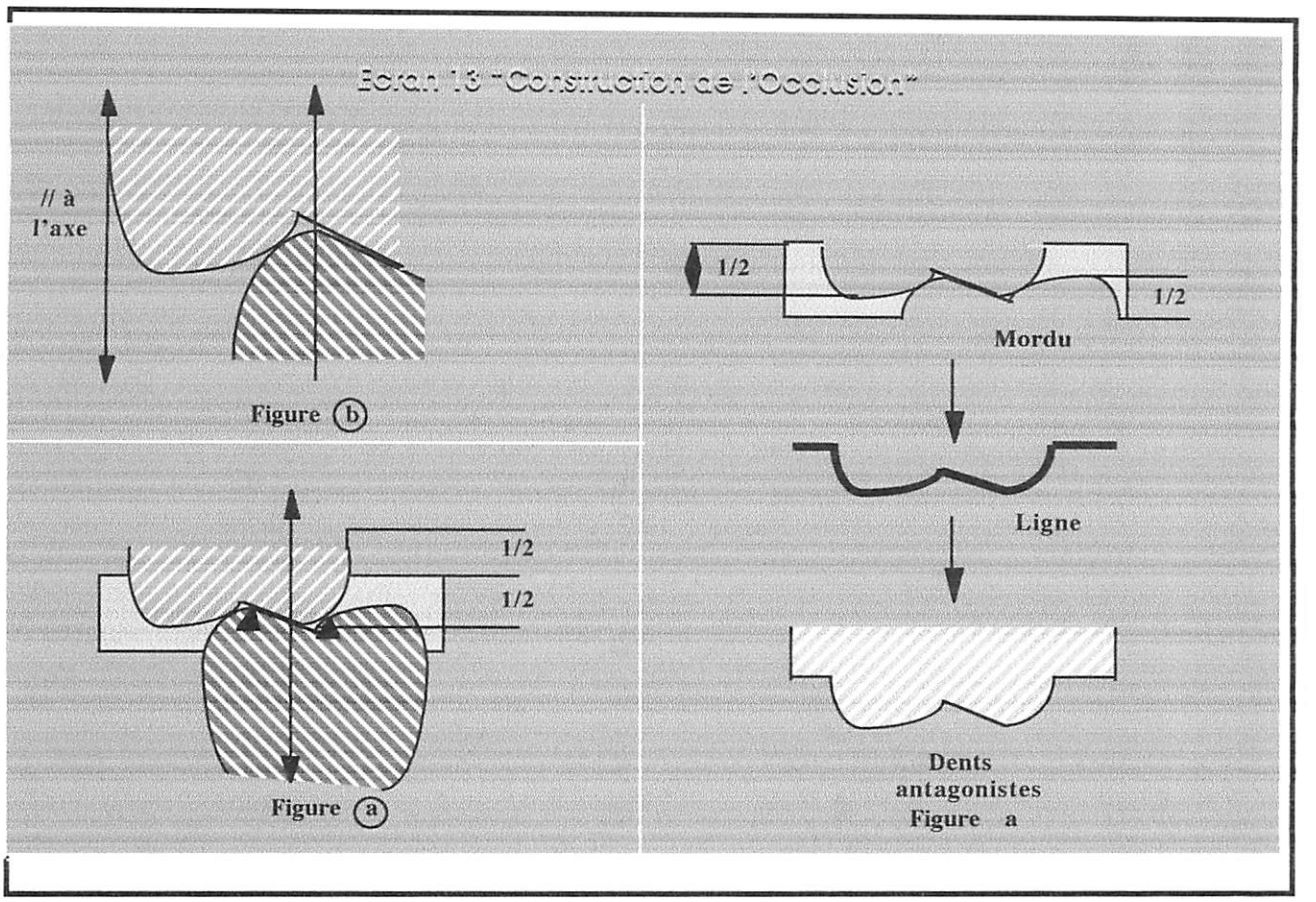
Le deplacement de ces centres peut se faire avec le deplacement du oint ar les fleches .

Il eut se faire aussi au travers d'un nouveau design complet en utilisant le menu deformation classique toujours present.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



Une des parties les plus importante de la realisation de l'occlusion est la qualite des images de travail , la "signification" de ces images pour l'operateurr

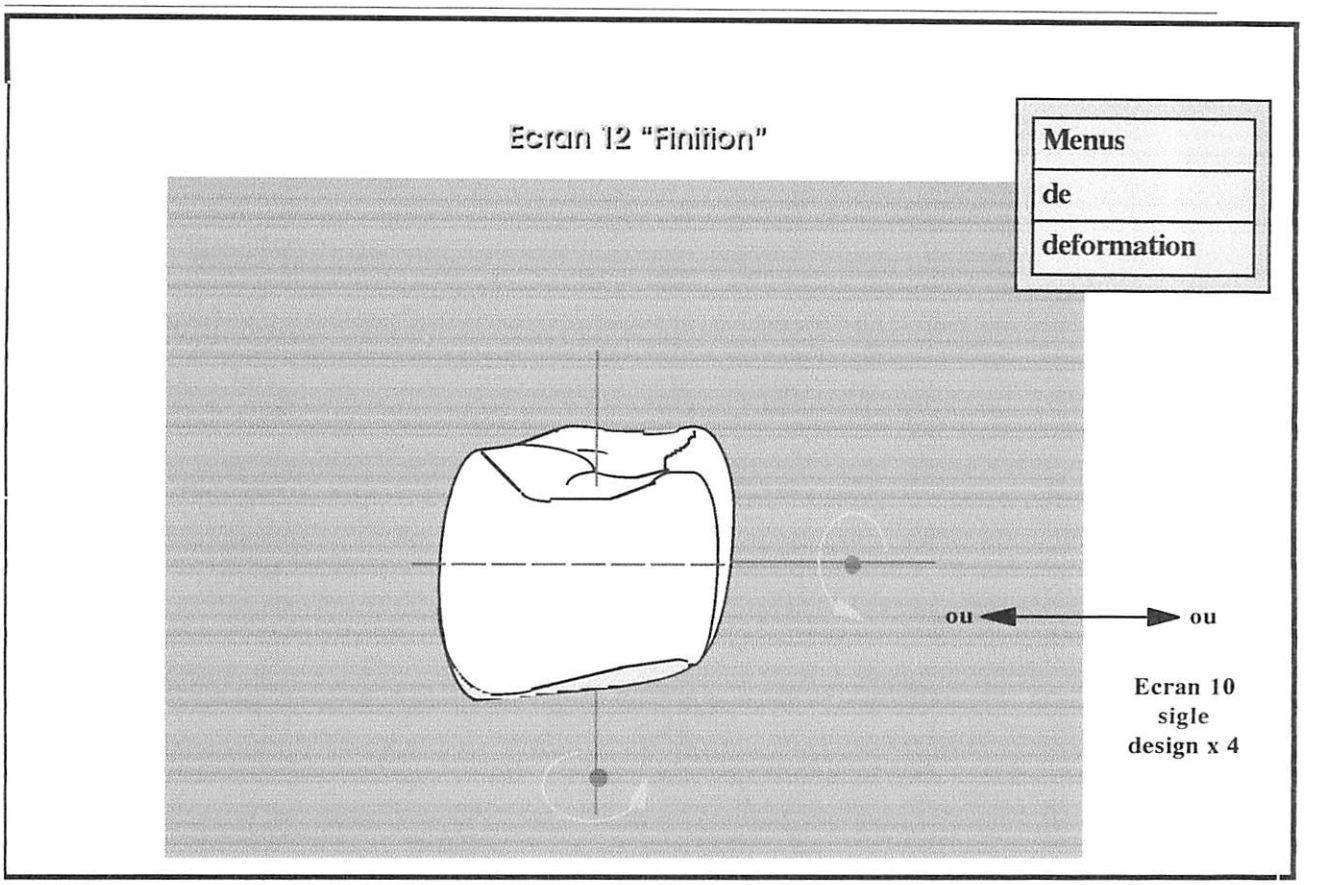
Nous indiquons ici la methode a suivre pour pouvoir construire ce qui n'existe pas , a savoir le cote du mordu , pour faire croire a de vrais dents antagonistes.

(voir les dessins originaux)

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641



Il sagit du dernier menu avant usinage.

Ce menu "finition" ermet une derniere retouche avant la fin en utilisant le menu deformation que nous connaissons maintenant.

Cett correction se fait de deux maniere:

- control de l'eaisseur couronne , en automatique et suivie d'un control et remodelage de surface.
- deformation manuelle interactive , avec ossibilite de faire tourner la couronne.

le mouvement de la couronne se fait a l'aide des boutons fleches.

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

Dessins Originaux

Ces dessins offrent pplus de details que ceux joints au texte lui meme.

1- Dessins originaux a la main.

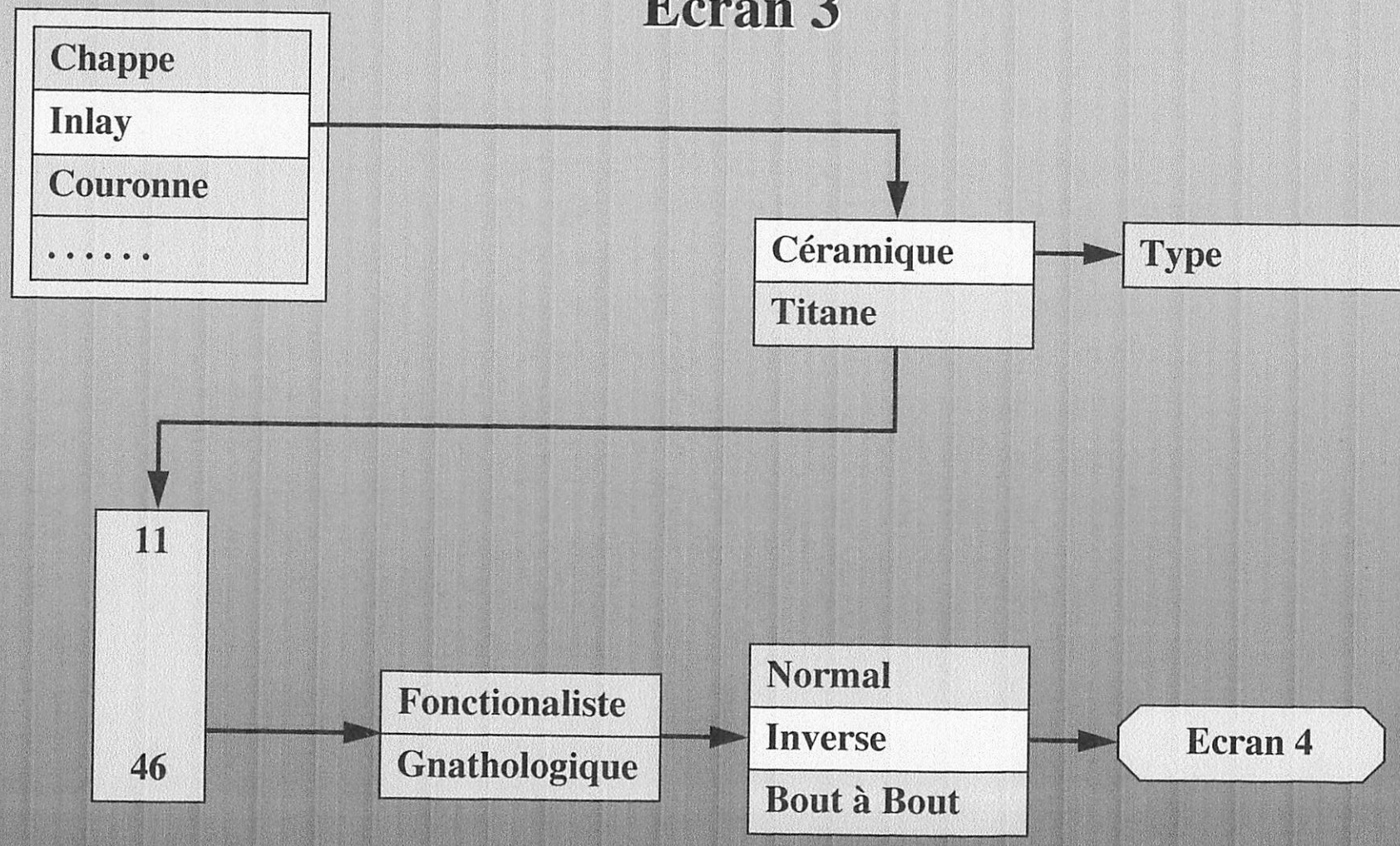
2-Vues des Ecrans Power Point
(a la demande de Ch Fixot) .

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

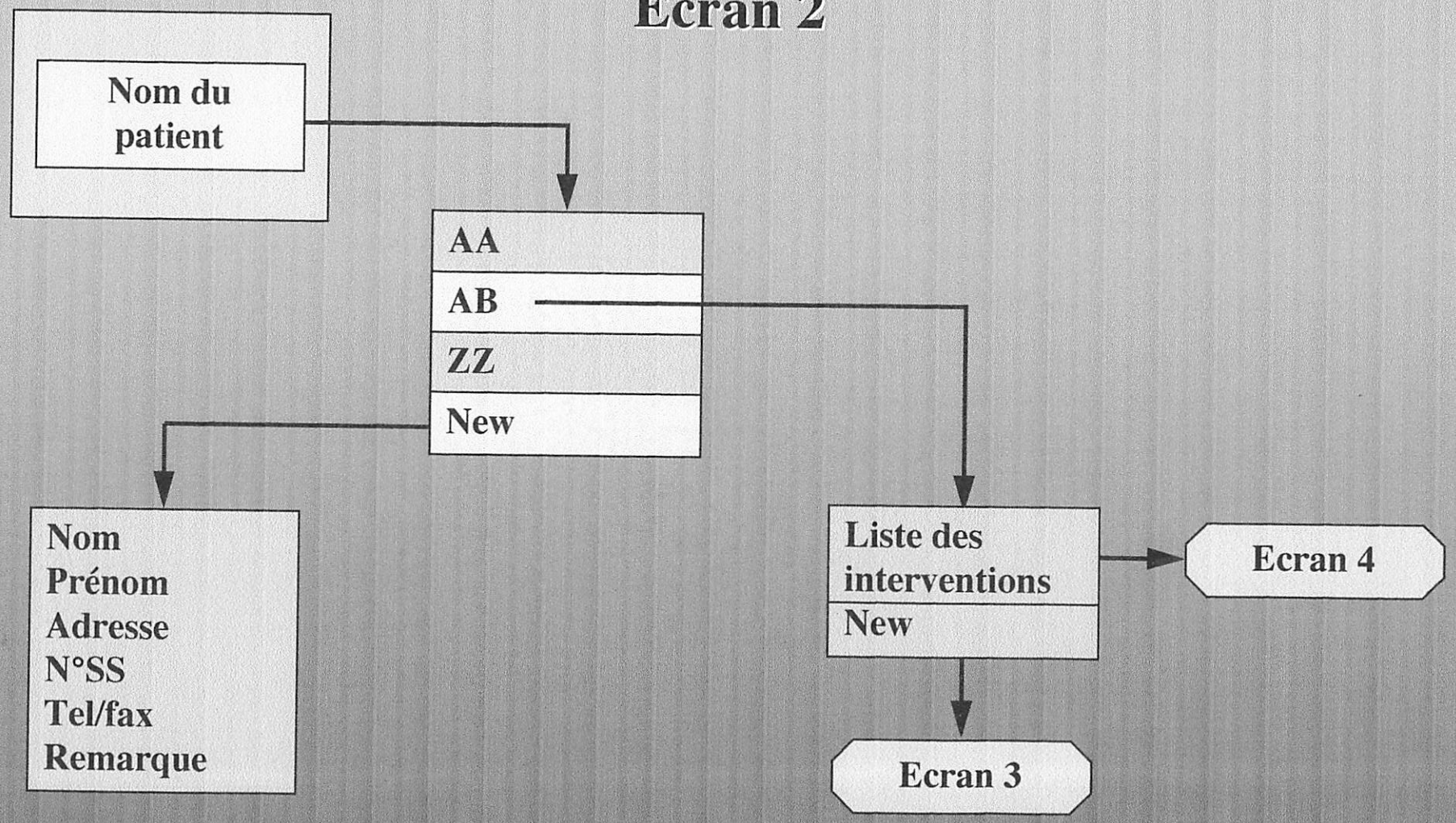
Ecran 3


Chappe
Inlay
Couronne
.....
Céramique
Titane
Type
11
46
Fonctionaliste
Gnathologique
Normal
Inverse
Bout à Bout
Ecran 4

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

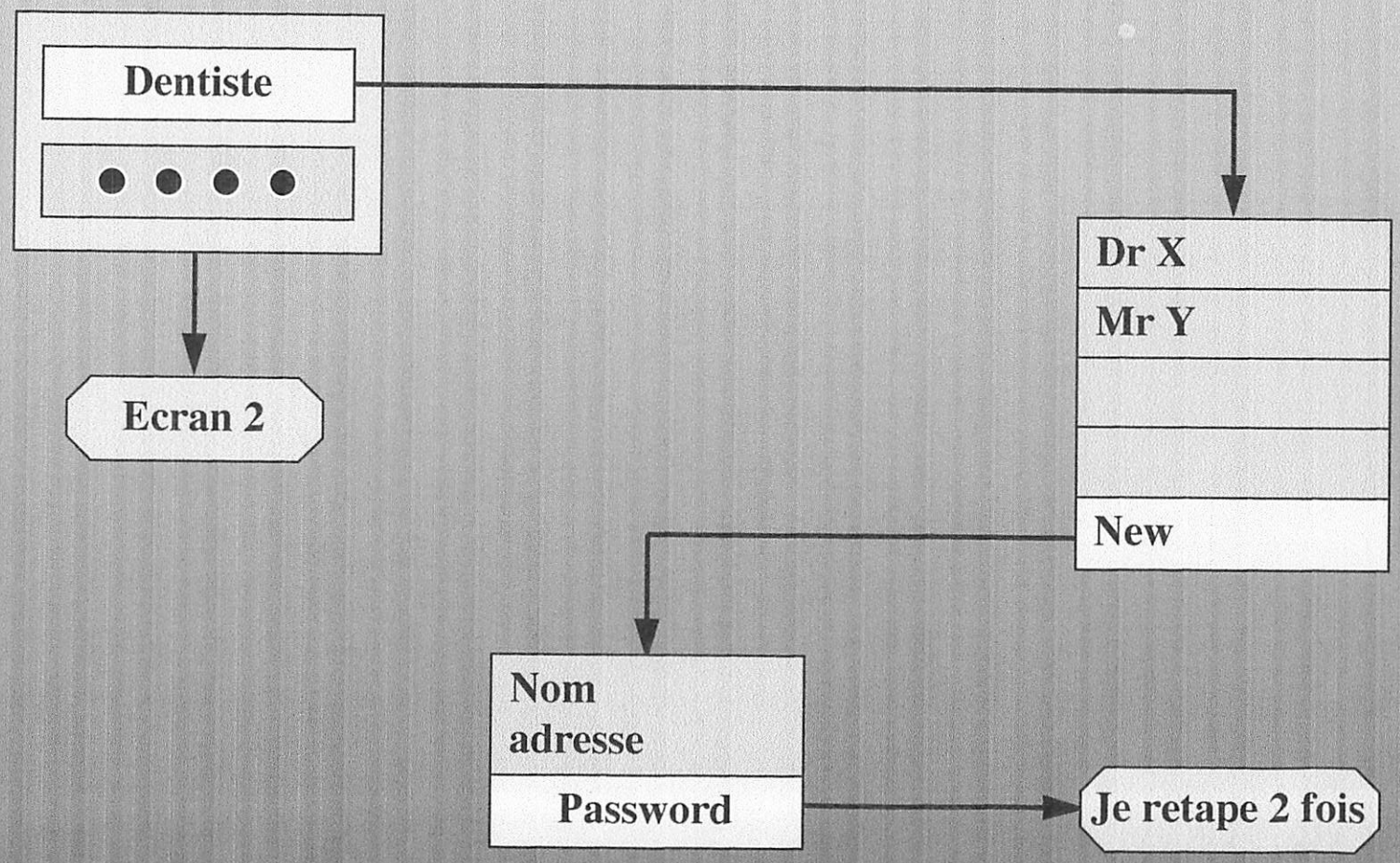
Ecran 2


Nom du patient
AA
AB
ZZ
New
Nom
Prénom
Adresse
N°SS
Tel/fax
Remarque
Liste des interventions
New
Ecran 4
Ecran 3

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

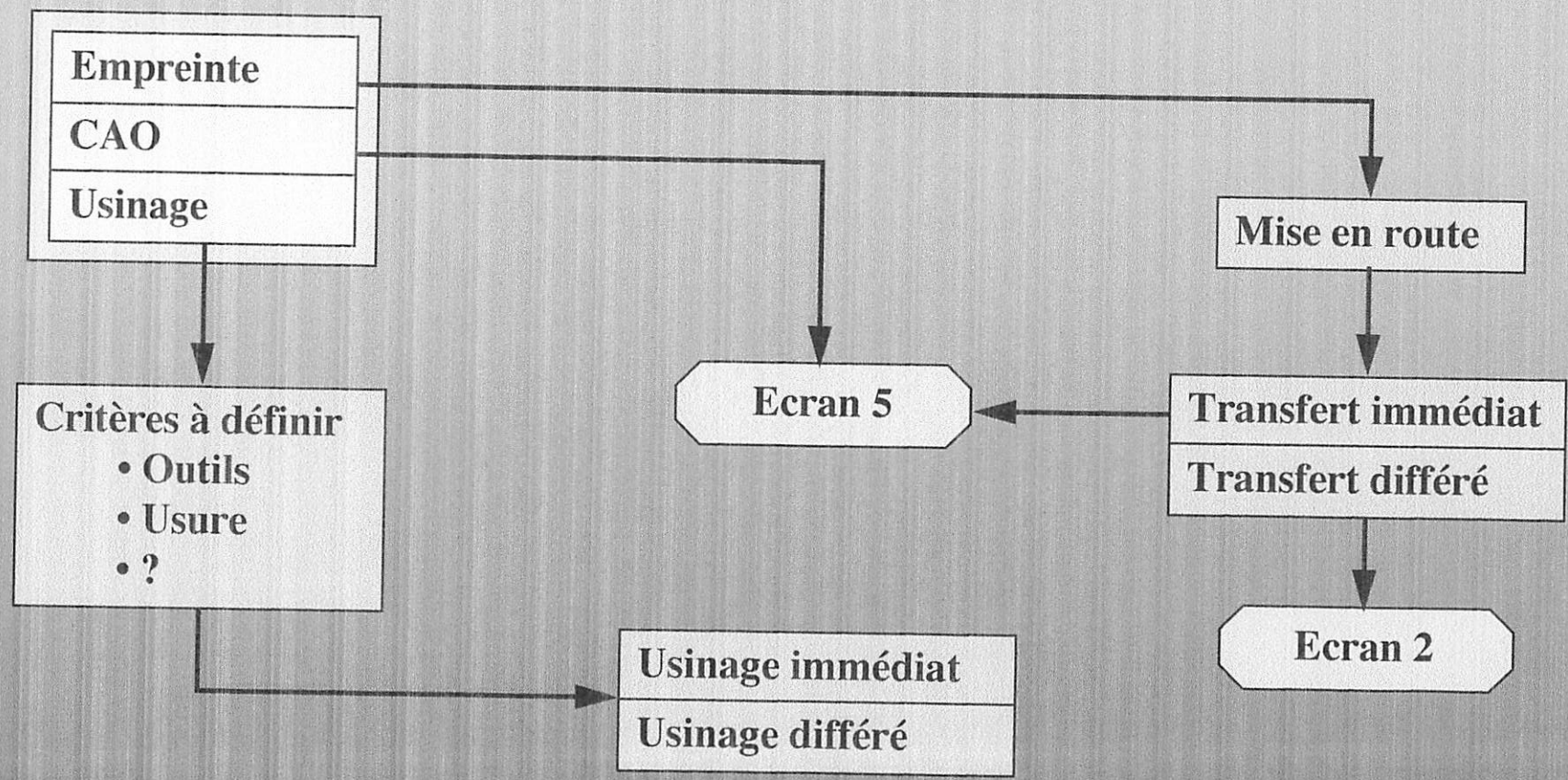
Ecran 1


Dentiste
Ecran 2
Dr X
Mr Y
New
Nom
adresse
Password
Je retape 2 fois

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

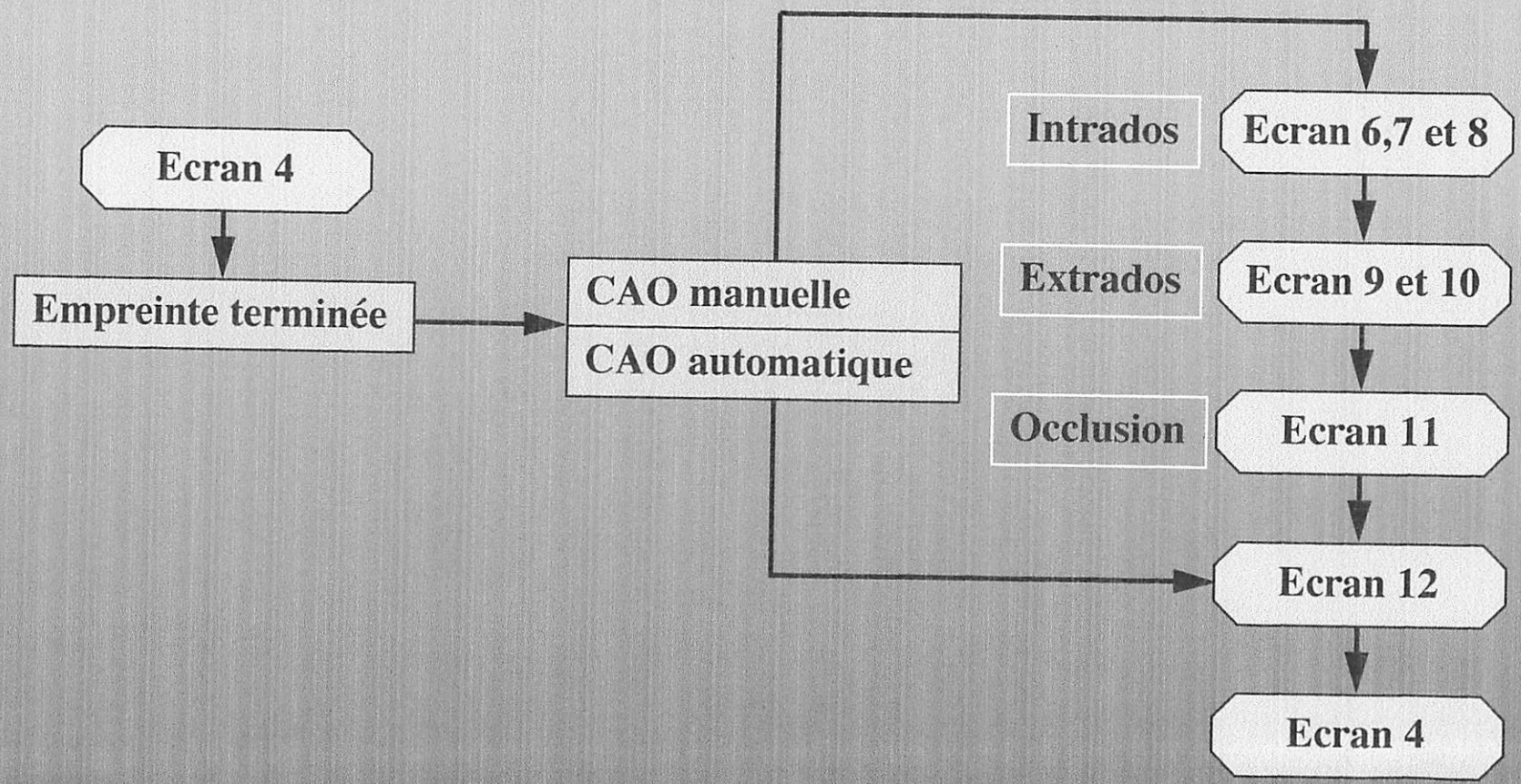
Ecran 4


Empreinte
CAO
Usinage
Mise en route
Critères à définir
• Outils
• Usure
• ?
Ecran 5
Transfert immédiat
Transfert différé
Ecran 2
Usinage immédiat
Usinage différé

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

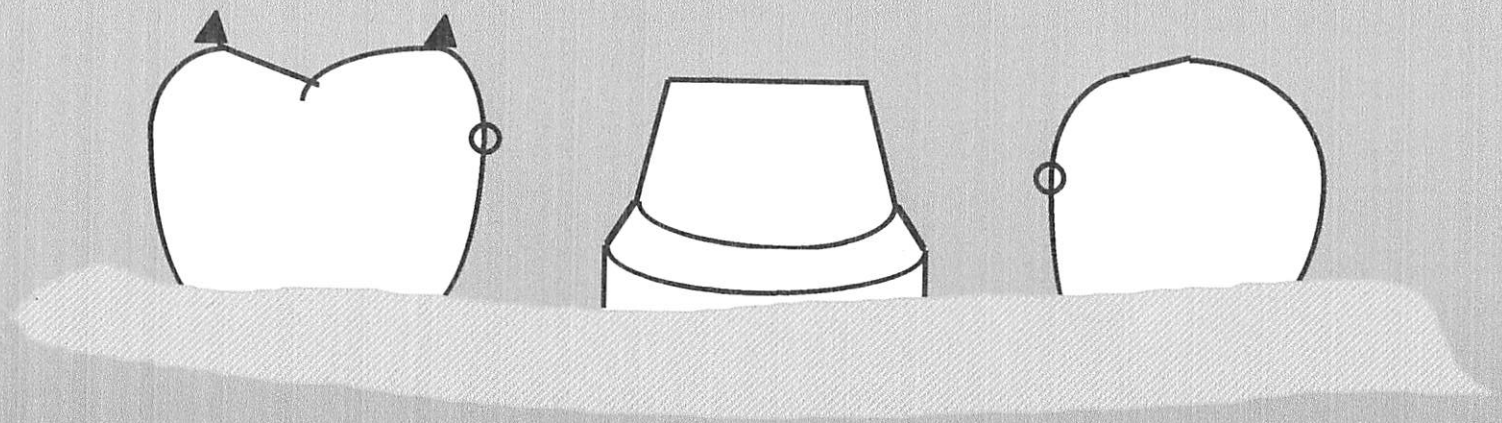
Ecran 5

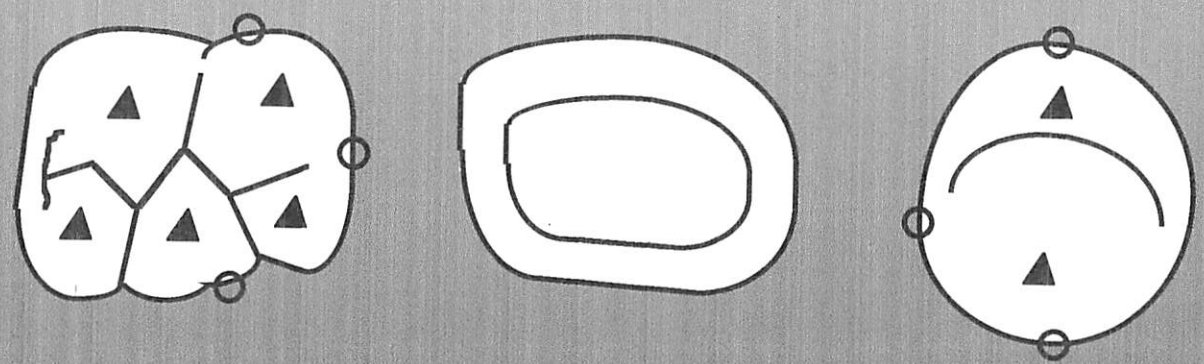

Ecran 4
Empreinte terminée
CAO manuelle
CAO automatique
Intrados
Extrados
Occlusion
Ecran 6,7 et 8
Ecran 9 et 10
Ecran 11
Ecran 12
Ecran 4

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

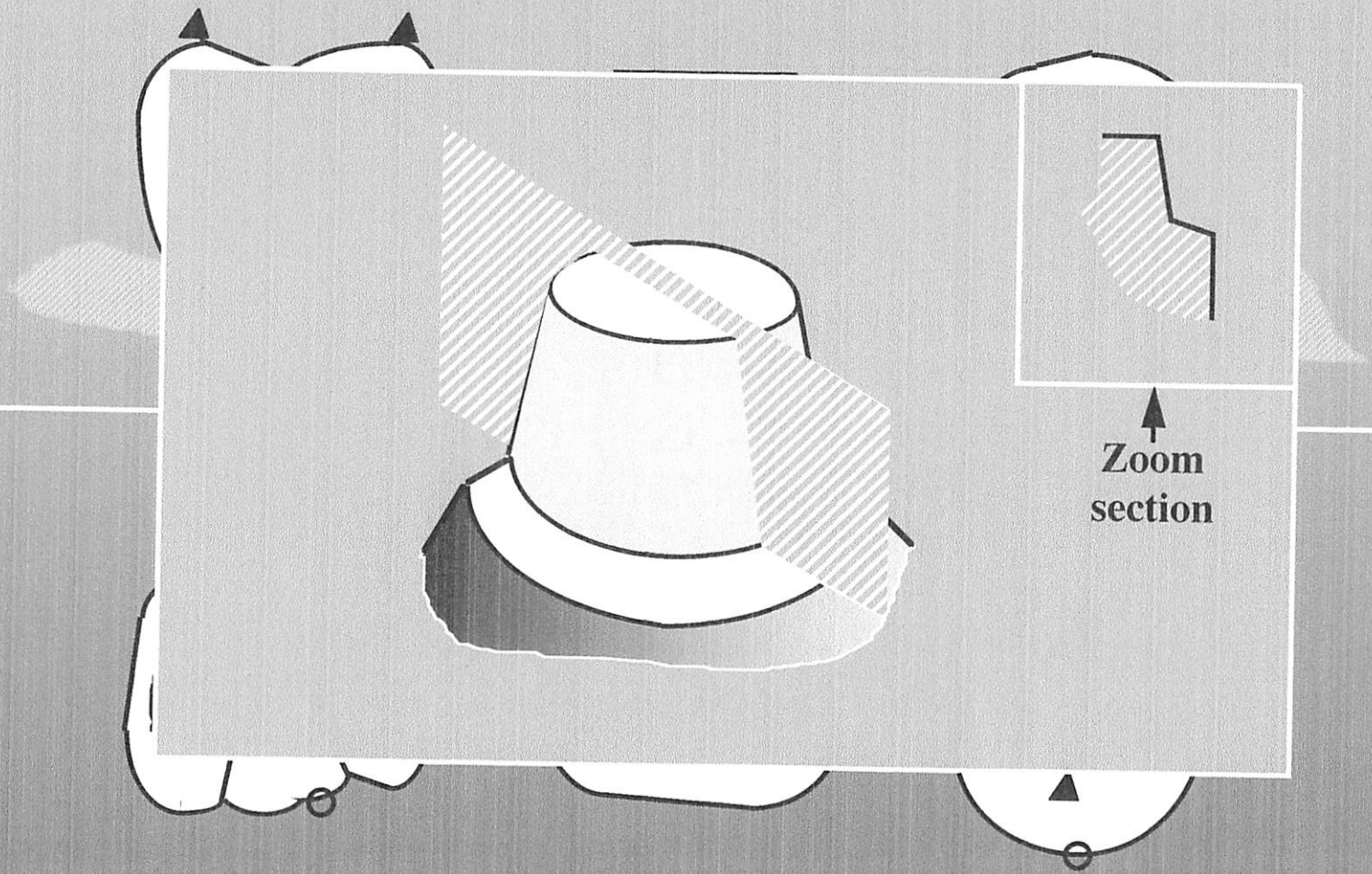
Ecran ó "Morphology"





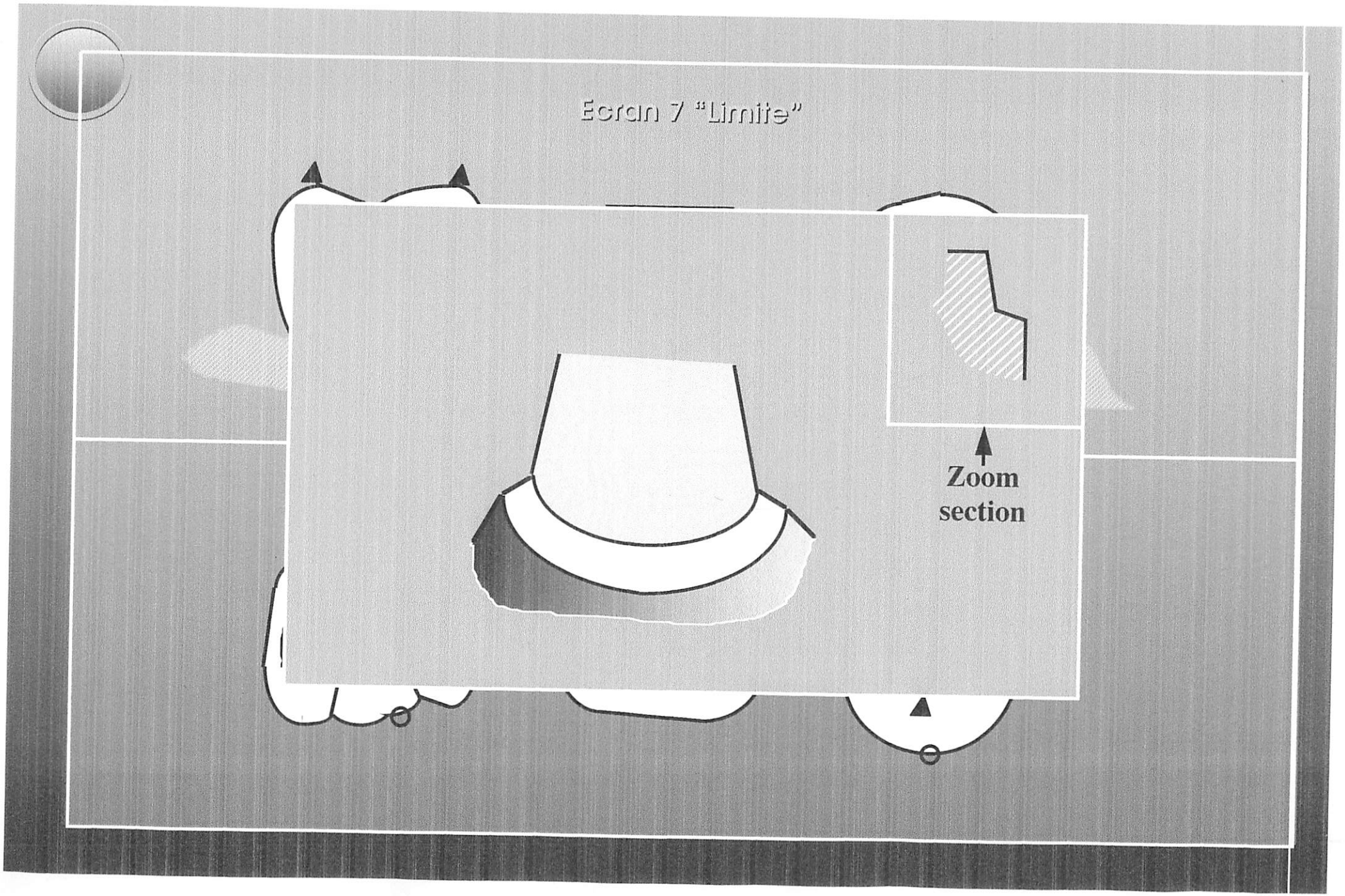

USC

Ecran 7 "Limite"



SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641


Ecran 7 "Limite"
Zoom
section

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

BREVETS

sur le CAD CAM

+ Nouveau Brevets
+ Entretien des Brevets
+ Reponses aux rapports de R.
+ Annuites
+ Concurrence

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Demande de Brevet

Numero de depot:

Date de depot:

Titre du brevet:

Dispositif d'usinage associant l'usinage et l'evacuation des germes et dechets dans les domaines medical et dentaire et un ensemble d'element pour sa mise en oeuvre.

Etats contractant designes: **France**

Titulaire: **A voir**

Inventeurs:

Francois Duret
Chateau de Tarailhan
11.560 Fleury d'Aude
(France)

Herve Moskovakis
9- Passage Cardinet
75.017 Paris
(France)

Mandataire:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

La presente invention a pour objet un dispositif optimisant l'usinage en associant , dans tous les domaines , mais surtout medical et prothetique , l'usinage et l'evacuation des germes et dechets et un ensemble d'element pour sa mise en oeuvre.

Il existe de nombreux dispositifs d'usinage des pieces medicales et dentaires , tant sur le patient que celles devant lui etre rapportees (protheses). Chacun de ces dispositifs est utilise couramment et journellement dans les centres et cabinets de soin et dans les laboratoires de prothese.

- Le premier dispositif consiste a prelever manuellement les tissus humains ou la matiere de reconstitution a l'aide d'excavateur comme le ferait un sculpteur sur son maitre modele. Ce prelevement quoique tres classique , a l'inconvenient d'etre lent et fastidieux pour le malade et l'operateur.

- Le deuxieme dispositif consiste a effectuer ces prelevement de matiere a l'aide de tours electriques (nous rappellons seulement pour memoire que ces tours furent tout d'abord entraines par un vilebrequin actionne par une pedale).

Ces tours sont entraines par des moteurs electriques alimentes soit par du courant alternatif et ils sont alors trop brutaux , soit par des courants continus , et il peuvent alors perdre du couple. Ces derniers sont aujourd'hui les plus utilises et se trouvent sur le marche tres souvent sous le nom de Micro-moteur.

Ces tours transmettent leur rotation:

+soit par l'intermediaire d'un engrenage (le micro-moteur) Quoique ce systeme soit aujourd'hui tres largement repandu , il a l'inconvegnient d'etre cher et tres complexe , surtout lorsqu'il est destine aux tres hautes vitesses , c'est a dire 150.000 rpm a 300.000 rpm.

+soit par l'intermedaire d'un flexible qui a l'inconvenient d'etre fragile , limite en vitesse et de transmettre de nombreuses vibrations parasites.

+soit par l'intermediaire d'une corde , methode certes tres souple et tres traditionnelle mais trop delicate a mettre en oeuvre , impossible a haute vitesse donc pratiquement abandonnee aujourd'hui. Par ailleurs ils ont de nombreux inconvenients , en particulier d'etre eprouvants pour les patients du fait des vibrations provoquees et tres penibles a utiliser couramment de par les harmoniques ressenties dans le bras de l'operateur.

- le troisieme dispositif consiste a effectuer ce prelevement a l'aide de turbine tournant a tres hautes vitesses , turbines qui peuvent etre entrainees soit par une forte pression d'air , d'eau ou d'huile. C'est en general l'utilisation de l'air comprime qui sert de vecteur pour les turbines des centres de soin. Cette methode offre l'avantage de travailler a tres grandes vitesses et de permettre de grandes miniaturisations , mais a l'inconvenient d'obliger a utiliser du materiel fragile , a faible couple et surtout necessitant la projection d'eau pour eviter les surchauffes de la zone traitee. Par ailleurs le bruit de la turbine , qui ne peut etre deporte , est extremement penible pour le soigne et le soignant.

- la quatrieme methode consiste a utiliser de l'usinage ultrasonique. Ce systeme reste extremement reduit dans son utilisation , meme combine avec les laser , comme chez American Laser , car il ne permet que l'evacuation des matieres relativements molles et oblige a travailler dans un milieu trop hydrate

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

pour le confort de l'operateur ou du patient.

- la Cinquieme methode consiste a utiliser des projections sous pression , sorte de sablage, soit de sable tres fin , soit d'eau ou autres corps liquides.Cette methode n'est utilisee que dans les laboratoire de prothese. Elle oblige a utiliser des produits non toxiques , en grande quantite et a les evacuer rapidement. C'est une methode tres delicate a mettre en oeuvre.

La sixieme methode consiste a utiliser des rayonnements , Laser par exemple , provoquant des micro-vibrations desagregeant les molecules minerales et provoquant , de ce faite , une fonte a froid des materiaux. Cette methode tres recente a l'avantage d'etre tres peu douloureuse mais a l'inconvenient d'etre extremement couteuse et complexe a mettre en oeuvre. Elle est developpee par la firme Kavo.

Hormis les limitations nombreuses que nous venons de decrire , ces methodes ont toutes en commun :

-la complexite de leur mise en oeuvre

-la necessite de mettre la source energetique proche du site de travail

-l'obligation de recourir a des systemes complementaires d'evacuation pour liberer le champ de travail des copeaux accumules.

-la necessite d'adjoindre des systemes de sterilisation complexe et pas totalement operationnels.

La presente invention a pour objectif de simplifier considerablement les presentes methodes en minimisant le nombre de pieces mecaniques sur le site de travail tout en augmentant la fonction d'usinage (en coupe ou en meulage quelque soit le materiaux) , en deportant le systeme energetique et en lui associant les fonctions d'aspiration et de sterilisation , le tout en simultanee , sans avoir recours a des moteurs supplementaires .

La presente invention se compose donc d'un seul moteur assurant a la fois l'entrainement de la turbine , l'aspiration des dechets dans un contenaire approprie et la sterilisation propre de l'appareil et de son environnement.

A cet effet , la presente invention consiste a:

- un systeme de turbine ne travaillant pas en poussee mais en aspiration (effet venturi) compose:
  + d'un conduit simple ou corps du systeme (1)
  + d'une helice de turbine de forme optimisee (2)
  + d'un site de fixation des outils.(3)
- d'un systeme de projection de fluide (4) alimente par la turbine .
- d'un moteur type aspirateur deporte (5) realisant l'effet venturi entrainant la turbine grace a un systeme de tuyauterie (6) reunissant l'aspirateur et et la turbine.
- d'une centrale reunissant, si besoin est ,plusieurs moteurs dans differentes pieces avec systeme de clapet (7) et electronique associes (8)
- d'un bac de decantation (9)
- d'un systeme de recyclage (10) et /ou de renouvellement d'air associe a purificateur (11) et parfumeur (12).

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Avantageusement ce systeme consiste en un conduit long et fin a son extremite (13) en forme de canule d'aspiration entourant l'axe de rotation (figure 2: n°14) de la fraise ou excentree par rapport a ce dernier (figure 3, n°15).

Ce conduit peut etre compose de deux parties , l'une etant detachable et interchangeable pour eviter l'infection croisee dans le cas de travaux en milieu septiques (dentisterie, chirurgie...). l'autre etant fixe mais eloignee du champ de travail. (figure 4 , n° 16 et 17)

Avantageusement ce conduit peut inclure ou non la partie rotor (figure 5, n°18 et 19) ceci afin de permettre une absolue inequitee en terme d'infection lors d'interventions chirurgicales majeures.

Avantageusement cette turbine est de forme optimisee (**HM).....**

Avantageusement , l'outil est interchangeable ou non .

+Dans le dernier cas ou il est non interchangeable , et compte tenu du faible prix de revient d'un systeme aussi simple , l'outil et la fraise ou la meule forment une seule piece jetable (figure 5 n°20) et fixee sur un receptacle fixe (21) et eventuellement bloquee par une deuxieme bague (22) ou l'ensemble outil , turbine et tuyaux sont jetables (figure 6).

+Dans le cas ou l'outil est interchangeable , celui-ci est fixe :

- directement sur l'axe de la turbine suivant le mode par frottements doux tel qu'utilise aujourd'hui sur toutes turbines classiques ou par fixation par mandrin.... **(HN....)**
- sur un axe prolongeant l'axe de la turbine et permettant de faire un angle (figure 7 n°21) ou d'actionner differents engrenages (figure 8 n°22) sans limitation de complexite et sur lequel se retrouve ce meme systeme de fixation d'outil.

Avantageusement , il existe un systeme de projection de liquide (figure 1, n°4) pouvant etre , un simple liquide de refroidissement renforcant l'effet de refroidissement du a l'effet venturi , mais aussi un liquide de lubrification , un liquide de complement d'usinage , de traitement de surface (coating , peinture...) en cours d'usinage ou meme un liquide sterilisant.

Ce produit peut etre un liquide , un gaz , ou un mixte entre les deux, voir meme des suspensions liquide dans le gaz.

Selon l'etat actuel des connaissance ,nous savons que la sterilisation des outils rotatifs , et en particulier des turbines qui travaillent toute par poussee et non par aspiration , oblige a une sterilisation entre chaque intervention par poussees de produit a l'interieur des conduits. Il est meme couramment admis que l'air lui meme ou tout liquide doit etre soigneusement filtre pour eviter la projection de particules , liquide ou germes pouvant provoquer gene , allergies et meme infection.

Ce systeme travaillant par aspiration, evite definitivement cet eccueil, ce qui le rend unique, et permet un auto nettoyage par le fait meme que c'est l'aspiration qui entrine le moteur. Cet auto-nettoyage sera potentialise par

SCHOOL OF DENTISTRY
UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

l'adjonction sur le site de travail de produit aseptique. ce produit pourra meme etre , tout ou partie envoye constamment ou temporairement, directement dans la turbine d'aspiration pour en parfaire l'aseptie (figure 9 n° 4 et 23).

Conformement a une forme d'execution , il pourra exister l'association entre les differents systemes de refroidissement , sterilisation, lubrification ....

Cette projection pourra etre d'une temperature permettant de reduire l'effet de refroidissement provoque par tout systeme d'aspiration.

Conformement a la description, la presente invention se compose d'un moteur d'aspirateur deporte (figure 1, n°5) , voir meme dans une autre piece (figure 10) evitant ainsi toute nuisance et permettant un travail nettement moins sonore.

Nous savons aujourd'hui que le controle et l'elimination des produits d'usinage est un probleme de premier importance. En particulier la legislation oblige le travail par coupe et meulage sous aspiration. Cela oblige a la tenue d'un aspirateur par un operateur durant le travail du chirurgien ou au travail sous des hottes aspirantes.

Avantageusement , la presente invention associe activation de la turbine et aspiration rendant caduque , a titre definitif , tout systeme d'aspiration pur et rendant inutile l'installation d'un compresseur source de nuisance et de danger (bruit et explosion). Ceci reduit considerablement l'entretien lourd et couteux de ce type de materiel.

Il est possible aussi d'imaginer que la turbine d'aspiration sera couplee a une turbine de poussee pour activer a faible pression le debit du liquide accompagnant l'usinage. Il est a noter que la quantite exigee pour une lubrification d'usinage est extremement reduite en comparaison de la quantite necessaire pour activer une turbine d'usinage.

De meme et conformement au descriptif general pourra exister un corps receptacle de debrits , germes et autres residus d'usinage situe preferentiellement avant le moteur lui meme. Ce recipient de decantation (figure 1 n°9) pouvant etre jete ou nettoye.

Il pourra aussi exister un systeme de filtration (figure 11,n°25 specifique permettant de controler et/ou de jeter selectivement les residus de l'usinage et de l'aspiration du milieu.

Nous comprenons aussi que le deport du moteur venturi permet son utilisation pour actionner plusieurs turbines dans differentes places de travail. Ainsi il est parfaitement admissible d'imaginer unsysteme de telecommande par clapet proche du poste de travail ou au contraire eloigne permettant le controle du debit de l'effet venturi donc de la vitesse de la turbine par aspiration.

Ce debit peut etre controle par la fermeture plus ou moins importante du clapet. La commande s'effectura par une pedale qui electriquement , electroniquement ou par onde enverra l'information au systeme actionnant le clapet et permettant plus ou moins son ouverture.

Ce controle peut aussi etre le fait de la maitrise de la vitesse de rotation du moteur mais dans ce cas un seul operateur sera en mesure de controler la vitesse de rotation de sa turbine.

SCHOOL OF DENTISTRY

A cet effet nous connaissons les avantages de certains elements de ces turbines , tel que decrit dans le document FR 2 682 428 B1 de Mm Martinez. Quoique le descriptif permette d'expliquer et de maitriser certains elements de la turbine elle meme , ceux-ci restent insuffisants par rapport aux exigences du domaine d'application envisage.

En particulier .... **(HM.....)**

Conformement au present dispositif , il est possible d'associer un systeme de frein de la turbine d'entrainement permettant de parfaitement controler , en temps reel la rotation de l'outil. Ce principe , inexistant dans les systemes actuels de part leur complexite et les risques de grippage , apporte un element supplementaire dans la securite du systeme.

De la meme maniere , cette action de freinage total permet d'utiliser le present dispositif comme simple aspirateur chirugical sans qu'il soit besoin d'avoir recours a des conduits supplementairs. Ceci simplifie considerablement l'installation d'un cabinet dentaire ou de prothese et permet d'imaginer des systemes mobiles relativement simples.

Avantageusement le present dispositif entrainera un moteur generateur d'electricite basse tention parfaitement apte a alimenter une source lumineuse locale , associe eventuellement a une mini-batterie, et capable d'eclairer le champ operatoire. Ceci evitera le transport d'electricite dans la bouche ou le corps du patient et permettra de simplifier les connectics des instruments a main. Nous reduisons donc , avec ce dispositif , les risques d'electrocution en dissociant source lumineuse et reseau electrique.

De toute facon , la presente invention sera parfaitement comprise a l'aide de la description qui suit en reference aux dessins schematiques annexes representant a titre d'exemple non limitatif plusieurs formes d'execution pour la mise oeuvre de ce dispositif:

Fig 1: est une vue tres schematique de l'ensemble du dispositif

Fig 2 , 3 et 4 sont trois vues de l'extremite de la canule aspirante cote outil de travail

Fig 5 est une vue de turbine interchangeable

Fig 6 est une vue de l'interchangeabilite de l'ensemble turbine et tube

fig 7 et fig 8 representent deux procedes de coudure entre l'axe de la turbine et et l'axe de l'outil

fig 9 represente le systeme de lubrification ou/et asseptie du dispositif

Fig 10 represente une disposition excentree dans plusieurs sites de travail

Fig11 est une representation de la partie creant une sur-pression necessaire pour le renouvellement de l'air ou l'injection de liquide dans la zone d'usinage.

A la figure 1 est representee une vue schematique de l'ensemble du dispositif se composant d'une tete divisee en 5 parties , la canule d'aspiration (1) , la turbine elle meme entrainee par la depression (2) l'outil d'usinage (coupe ou meulage) , le recipient renfermant le liquide d'usinage , sterilisant .... et le tuyau de

canalisation de la depression "effet venturi" (6)

Nous avons aussi represente le depart d'un conduit "alimentant " une seconde place de travail (7) associee a un redistributeur (8) sous la dependance d'un boitier electronique dirige ,par exemple, a l'aide d'une pedale (8') pour activer ou non la dite turbine dans la dite piece.

le liquide et les debrits aspires sont collectes dans un recipient (9) situe en amont de la turbine aspirante (5) du systeme creant la depression venturi.

En aval , l'air filtre et epure peut , par l'intermediaire eventuellement d'une deuxieme turbine travaillant en pression mais entrainee par le meme moteur , ou u autre moteur (10) creer une surpression capable d'injecter les liquides d'usinage ou de sterilisation contenus dans les recipient 11 ou 12.

La figure 2 montre une canule d'aspiration type piece a main renfermant en son centre l'axe de rotation (13) sur lequel sera fixe de maniere demontable ou non l'outil d'usinage.

La figure 3 represente la meme piece mais formant un leger coude (14) appelee piece a main coudee piece a mains flexible.

La figure 4 represente une piece travaillant avec un angle fixe , par exemple ici a 90° , a l'aide d'un systeme d'engrenage. (15)

Les figures 5 et 6 represente deux systemes interchangeables. Dans le premier cas (la figure 5) , il est possible de ne changer que l'outil associe de maniere fixe a la turbine (20) soutenu dans le tuyau par , par exemple , des systemes de cavalier fixe (21) et mobile (22) permettant ainsi l'introduction de la piece lors de son changement.

La figure 6 represente la possibilite d'effectuer le changement complet de l'outil , la turbine et le tuyau de conduction de la depression. Cette solution est rendu possible du fait du faible prix de revient de l'ensemble. Elle est , par ailleurs , une remarquable opportunite pour assurer un travail parfaitement aseptique (risques d'infection croisee)

La figure 7 represente la possibilite d'effectuer les changements d'outil sans changer ni turbine , ni axe , ce changement s'effectuant classiquement par pincage de l'outil (serrage , frottement ...) en (23) sur l'axe (13). Le nombre d'intermediaire , entre l'outil et la turbine , n'est pas limitatif.

La figure 8 represente un contre angle ou la turbine est directement a 90° par rapport au tube d'aspiration. Dans ce cas la fixation s'effectue comme pour les systemes classiques de turbine par poussee , en (24) . il n'y a aucun engrenage et la turbine (25) travaille a l;'oppose des turbines classiques de poussee. Favorablement, il sera marque un coude (26) d'ecoulement permettant un bon deplacement des liquides et matieres absorbees. Ce systeme a l'avantage de miniaturiser et de simplifier les changements d'outil.

La figure 9 represente la projection (4) d'un liquide pouvant etre de nettoyage , de refroidissement , de lubrification , de sterilisation....) ce meme liquide pouvant etre injecte dans la canule d'aspiration (27) en meme temps ou separement.

La figure 10 represente un ensemble de plusieurs pieces dans un meme batiment (28) reliees au systeme d'aspiration (29) centralise grace a des tuyaux de connection (30) reunis par une centrale d'aiguillage (31) commandee par une

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

pedale (32) situee sur chaque lieu de travail .

Cette configuration a l'avantage de reduire les nuisances sonores au maximum et de permettre de tres gros stokages de dechets (33) dans des lieux controlables et proteges par des systemes antiseptiques (UV , Gaz...) (34)Un module de preselection solide/liquide (35) assure une surveillance d'hygiene et de polution unique aujourd'hui , susceptible d'etre controle de maniere rigoureuse et scientifique avant leur evacuation dans les conduites d'egout (36) et les zones de decharge.

Enfin la figure 11 represente le detail du couplage aspiration de la turbine , refoulement d'air par le meme moteur (figure 1) ou par une deuxieme turbine (37) couplee au meme moteur (ou non) aspirant l'air ((38) au travers d'un filtre (39) qui sortira au travers d'un systeme de filtration sterilisante , par exemple par barbotage dans une solution aseptique (40). Le tuyau ressortant de cette solution (41) servira au renouvellement de l'air des lieux de travail mais aussi a la poussee des liquides d'usinage. En effet la pression de tel systeme n'a pas besoin d'etre tres elevee.

Les applications d'un tel dispositif sont nombreuses et source d'economie de temps et d'argent.

- dans le domaine de la chirurgie il est possible d'associer aspiration et usinage , limitant ainsi les elements obstruant le champ operatoire et permettant de garder la zone de travail exempte de debrits d'usinage. De meme et conformement au dispositif , l'association usinage aspiration permet de simplifier l'entretien asseptique du materiel. Enfin le deport du moteur augmente d'une maniere capitale l'evacuation des germes hors de la zone de travail.
- dans le domaine dentaire , comportant une zone d'acces etroite , l'association aspiration usinage permet le travail d'un seul operateur , sans qu'il soit besoin d'aspirer constamment. Il permet aussi de degager la visibilite et de supprimer le compresseur. Enfin la souplesse du moteur permet d'imaginer la suppression des micro-moteurs , des turbines , des pompes a salive et aspirateurs chirurgicaux
- dans le domaine prothetique , l'excellent couple associe a une aspiration continue evite le travail sous-cloche d'aspiration , materiel pourtant obligatoire mais impossible a mettre en oeuvre en pratique courante.
- enfin , et de maniere generale , la simplicite de la mise en oeuvre du systeme permet d'imaginer des systemes simplement composes d'une turbine et du tube d'aspiration qu'il sera possible de brancher sur des aspirateurs domestique , permettant tout a chacun de travailler sous aspiration.

Il ressort de ce qui precede que l'invention apporte une grande amelioration a la technique existante en fournissant un dispositif simple permettant l'usinage associe au systeme d'aspiration, d'une grande fiabilite et supprimant toute difficulte pour le praticien.

Comme il va de soi , l'invention ne se limite pas aux seules modes de mise en oeuvre de ce procede ni aux seules formes d'execution de ce dispositif , decrits ci-dessus a titre d'exemples, elle en embrasse , au contraire toutes les variantes de

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

realisation, c'est ainsi notamment que la turbine peut etre simple ou multiple dans un meme conduit pour amplifier l'effet sans que l'on sorte pour autant du cadre de l'invention.

Revendication:

Revendication1:

Dispositif optimisant l'usinage en associant , dans tous les domaines , mais surtout medical et prothetique , l'usinage et l'evacuation des germes et dechets et un ensemble d'element pour sa mise en oeuvre et comportant:

- un systeme de turbine ne travaillant pas en poussee mais en aspiration (effet venturi) compose:
  + d'un conduit simple ou corps du systeme (1)
  + d'une helice de turbine de forme optimisee (2)
  + d'un site de fixation des outils.(3)
- d'un systeme de projection de fluide (4) alimente par la turbine .
- d'un moteur type aspirateur deporte (5) realisant l'effet venturi entrainant la turbine grace a un systeme de tuyauterie (6) reunissant l'aspirateur et et la turbine.
- d'une centrale reunissant si besoin est plusieurs moteurs dans differentes pieces avec systemes de clapet (7) et electronique associes (8)
- d'un bac de decantation (9)
- d'un systeme de recyclage (10) et /ou de renouvellement d'air associe a purificateur (11) et parfumeur (12).

Revendication 2:

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Publications

sur le CAD CAM

+ Quintessence Int.
+ Dentist News
+ CDA
+ Revue par JP

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Quintessence International

fevrier 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

S'il est une methode dont il serait deraisonnable , voir imprudent , de douter aujourd'hui , le CAD CAM est bien celle-la.

Ce procede qui est en passe de provoquer un veritable raz de mare dans la realisation prothetique et la dentisterie en general , malgre les reaction de "sauve qui peu" des forcenes de la "croisance zero" et du traditionnel encore en place , nous forcera a nous remettre en cause pour le bien etre de nos patient.

Une chose est sur : la dentisterie ne sera jamais plus la meme depuis que la premiere couronne " CAD CAM " a ete mis en bouche en 1985 devant 800 dentistes meduses.

Aujourd'hui , les appareils de CAD CAM sont des ancetres , des dinausaures technologiques.

Certe nous pouvons realiser des inlays / onlay (Celay , ceramatic, CAP system., Cerec....) des coping (Proceras , DCS Titan , Intra- Tech...) des couronnes et meme des bridges (CAP System , Nissan et autres ....) Nous savons aussi que ces appareils sont ,d'une maniere generale, aussi precis que les methodes traditionnels (en moyenne 40 μm pour le plus et 120 μm pour le moins precis) ,fiable et plus rapide(30 mn pour le plus rapide et 2h pour le plus lent) .

Par contre nous savons aussi qu'ils restent encore trop cher (entre $40.000 pour le plus simple et $350.000 pour le plus complexe) trop complexe et sans doute trop nombreux (nous nous y perdons , plus de 12 systemes sur le marche ou en passe de l'etre !) .

Bref , chaque utilisateur potentiel aimant son metier sait , qu'avec le CAD CAM il peut , sans risque, realiser tres rapidement 80% des prothese unitaires fixes , d'une maniere aussi precise mais plus couteuse qu'en utilisant la methode traditionnelle.

Il sait aussi que tous les systeme CAD CAM sont devenu archaique et peu original est en face a son premier renouveau d' existance.

Quel peut etre cette deuxieme generation ?

Pour comprendre cette nouvelle generation , et ses applications ,nous sommes convaincu qu'il nous faut passer par une analyse globale du renouveau de la dentisterie du XXIe siecle , car les deux choses sont et deviendront de plus en plus indissociable .

Mais attention : le mots meme "d'application" doit aujourd'hui etre utilise avec prudence car l'informatique a un gros defaut , non seulement elle transforme les methodes , mais en plus elle change les besoins , donc les applications.....

C'est dans l'etude du changement conceptuel de la dentisterie que nous allons essayer de disserner ce que pourait etre les applications CAD CAM dans l'avenir.

Il est vrais que nous pouvons aussi faire un listing des methodes et applications CAD CAM et de dire ce que chaque appareil apporte et apportera. Le probleme de ce type d'approche est de limiter , de focaliser dans le temps une technologie qui ne cesse et ne cessera jamais d'evoluer librement et de risquer de projeter inconsiemment cette restriction dans notre analyse de l'avenir.

Pour cette raison ,et quelques autres , nous lui preferons une analyse plus generale (apprentissage , exercice et resultat de l'exercice) et de cette analyse globale en tirer le profil de la machine , donc de ses applications futurs.

Dans la realisation traditionnelle d'une prothese , nous utilisons des connaissances acquises lors de nos etude puis , eventuellement ,celle collectee aux cours seminaires , congres et ... publications. La realisation d'une prothese par CAD CAM va tout changer dans l'acquisition de cette connaissance et sa remise a niveau.

Aujourd'hui le "savoir" provient d'un nombre limite de personne , conferentie ou enseignent , est sa mise a disposition passe par un acte qui nous est impose (les etudes) puis par un acte volontariste (faire ou ne pas faire de la formation permanante). Ceci rend complexe et aleatoire la realisation d'une prothese.

Le CAD CAM , par son outil informatique., transforme , actualise et simplifie cela:

- hormis la connaissance de base qu'il faut toujours aquerir pour faire une bonne prothese , le CAD CAM met a la disposition de l'utilisateur tout le savoir , en temps reel inclu dans la memoire de la machine ou accessible via des serveurs comme internet.... En cela l'operateur s'il le souhaite ,pourra avoir acces aux connaissances les plus etendue , immediatement et sans effort.

- Ces informations seront , ensuite , directement utilisable par l'ordinateurs (de maniere volontairement par mise a jour du soft, ou involontairement par chargement a distance). Il ne sera plus necessaire d'effectuer un long apprentissage pour chaque nouvelle "inovation". Le CAD CAM devra avoir un standard d'acquisition et d'utilisation de ces donnee.

- plus encore , chaque realisation prothetique particuliere pourra etre collectee par des centre qui , apres filtrage , pourront en tirer les informations essentielles aboutissant a la creation d'un systeme expert de plus en plus sophistique guidant vers une reussite quasi certaine la realisation de toute prothese... individuelle... et futurs.

En cela l'operateur , qu'il soit prothesiste ou dentsite , deviendra l'un des acteur d'un monde immence , general , que l'on pourra appele "monde ou espace prothetique ..."

Comme tout metier artisanal mi-artistique , mi-scientifique la pratiques de la dentisterie est dependante , dans son execution d'une multitude de tache repetitive semblables a elles meme comme le malaxage du platre ou des pates d'empreintes, la montee des cires ou la coulee des metaux ... . Ce travail manuel s'imposent comme un facteur limitant la creativite pour de nombreuses raisons : lassitude , fatigue , inexperience ....

Le CAD CAM nous supprime la plus part des actes repetitifs pour nous permettre de nous consacrer exclusivement a la creation conceptuelle de la piece . Nous arrivons enfin a une conception "pure , intellectuelle et virtuelle" d'une prothese risquant fort de devenir fonctionnelle .

Mais Il va de soit que cette puissance de calcul , allouee aujourd'hui exclusivement a la construction de la prothese , ne le sera plus dans ses applications avenir. Le systeme CAD CAM , qui rappelons le n'a jamais voulu dire uniquement "fabrication" mais conception et/ou fabrication sera utilise a sa juste place et en sa juste definition.

Enfin dans nos rapports professionnels que se soit avec le patient ou entre dentiste et prothesiste , le CAD CAM apparait comme un systeme faisant disparaitre les distances.

Si aujourd'hui l'execussion materiel est deportee dans le "laboratoire" , demain cette decentralisation de fabrication n'aura plus de sens puisque nous seront a l'epoque de la communication par les ondes.

Il n'est plus stupide aujourd'hui d'imaginer un prothesiste commandant et surveillant " a distance" la realisation d'une piece prothetique "s'usinant" a cote du patient comme il n'est pas stupide non plus d'imaginer un diagnostique realiser a distance , dans un centre specialise alors que le patient ne c'est pas deplace et est peut etre meme a son domicil.

Cette reduction du temps permettra de fournir des protheses de meilleur qualite , pour des cout realistes et des temps acceptables. Le CAD CAM est sans aucun doute le seul moyen d'imposer la qualite au meme prix que les prothese realisee dans quelques hauts lieux de l'exploitation humaine et convoyees par avion en temps record.

La recherche de ces differences entre le CAD CAM et la methode traditionnelle devrait nous permettre maintenant de mieux disserner l'avenir de cette methode.

En toute logique , au regard de ce que l'ont a vu , un systeme de CAD CAM se composera d'un capteur , d'une unite CAD et d'un systeme executoire , aujourd'hui la machine outil utilisant des fraises ou autre , utilisable en tout ou parti (par exemple il sera

possible d'utiliser seulement la camera et une partie du CAD) Les application n'impliqueront pas forcement l'utilisation des trois moduls.

Le **systeme de captage** pourra travailler a partir d'image de camera 3D , de RX ou tout autres sources (Resonnance magnetique ou toute nouvelle technique de prelevement d'information).

Il pourra servir simplement a faire la prise de vue des dents preparee (prothese) , ou non (Orthodonthie , diagnostiques divers...)

Ils pourront aussi servir de captage de l'organe dentaire associe a ses contours osseux (dupication d'ondes) permettant ainsi des empruntes plus profondes , mais aussi des diagnostiques precis sur les relations os , dents (recherches de poches infra-osseuses....) sur l'etat de l'os et autres recherches . Le capteur 3D sera donc un support permettant en quelque sorte de sortir l'element etudie de son milieu.

Le diagnostic pourra porter seulement sur l'image de la station CAD , mais aussi sur une maquette realisee par des methodes de duplication (stereolitographie etc...). Il n'est pas aussi stupide de penser que cet appareil pourra etre urtilise a la realisation d'outils specifiques a la correction therapeutique observee. Il sera concidere comme un moyen de diagnostic et de therapeutique par l'image , par la maquette ou par les outils permettant la resolution du mal.

Les applications , **au niveau de la Station CAD** seront multiples et mettront en jeux tout ou parti de la chaine .

Les applications <u>mettant en jeux l'ensemble de la chaine</u> sont aujourd'hui assez bien identifiee puisque , tout systeme confondu , toute prothese , y compris les protheses amovibles , sont realisables en CAD CAM. Il n'y a donc pas lieu de revenir sur un principe de realisaton qui existe et qui ne fera que s'optimiser : Aujourd'hui une bonne station CAD peut designer un bridge quatre elements en moins d'une seconde.

Le grand apport des applications avenir semble etre l'utilisation de l'occlusion dynamique pour la modelisation occlusale, suivi ensuite de l'integration du type d'articule propre a chaque patient suivie enfin d'une analyse multi-temporelle: la realisation d'une prothese passant par une pre-simulation (il sera possible de simuler 10 ans de vie d'une prothese dans le systeme stomato-gnathique donc de prevoir et de construire cette modelisation dans le respect de son evolution elle meme simulee)

L'utilisation conjugee du RX et des modeliseur surfacique nous permettra , bien entendu de realiser des implants sur mesure en rapport avec le respect de l'environnement endo-buccal et osseux (ceci n'est pas nouveau car nous l'avons decrit en realisee en 1984) mais ces modelisations seront associees a de nouveaux facteurs comme l'esthetisme general ou les metabolismes biochimiques (control et suivi de la remodelisation osseuse commandee par le methabolisme phospho-calciques local et etudie par beta-cammera ...effet duppler...). L'implant actuel , prefabrique n'aura plus de sens sur le plan medical.

En plus apparaitront de nouvelles realisation prothetique que nous ne connaissons pas encore et qui seront le resultat de l'analyse par des systemes experts.

Les applications <u>mettant en jeux une partie de la chaine</u> seront de plus en plus nombreuse.

Il va de soit que l'integration des sytemes de managing sera un passage oblige , ne serais-ce que pour gerer les stoks ou analyser la reelle rentabilite prothetique (quelquefois 80% de l'activite).

Mais ce qui sera le plus interessant au niveau de l'apport de la station CAD est l'aide au diagnostic. Pour en donner une exemple , nous rappellerons celui que j'ai souvent cite en congres et se rapportant a l'Orthodonthie:

"Nous effecuons une vue 3D globale de la bouche de l'enfant avant traitement. Ensuite seront deplacee a l'ecran chaque dent pour qu'elle trouve la position desiree. Cette

action sera , bien entendu verifie , controlee et eventuellement modifiee par des analyse parallele faire sur les radios ... digitales ou par des centre specialisee (via internet). Cette modification faite, l'ordinateur analysera le chemin fait par chaque dent (chemin ideal) , controlera les densites osseuses pour estimer le temps necessaire a ce deplacement , et commandera l'usinage de braquet a gorges orientees , dent par dent , pour que l'arc imprime le mouvement defini. Un simple control optique, a posteriori ,indiquera au dentiste si le chemin parcouru est conforme a l'analyse et au pronostic ".

A l'inverse , l'association CAD et CAM , sans le capteur , permettra , via la memoire de la station, de reproduire indefiniment une prothese deja realisee , ou de la transmettre par modem a un confrere qui recoit notre patient ... avec sa couronne brisee dans la main.....

Enfin les grandes applications **au niveau de la station de fabrication** seront lie aux materiaux . Ce sera l'un des points essentiels de l'apport du CAD CAM a la dentisterie.

Aujourd'hui nous ne pouvons utiliser que 2% des materiaux disponibles a la surface du globe , simplement parce que utilisons le casting. Avec la CAFO , plus de 80% des materiaux seront accecible a la dentisterie. Ceci revolutionnera notre metier et le transformera economiquement.

Par ailleurs , plutot que de placer des materiaux homogenes (l'Or , la ceramique...) dans un univers compose uniquement de structure oriente heterogene , nous pourrons avoir des materiaux heterogenes respectant l'analyse dynamique des forces mises en jeux dans la bouche. Le premier materiaux pre-oriente de ce type dans l'histoire de la dentisterie fut l'Aristee des laboratoire Spad. Il fut le prototype de ce que seront le materiaux du XXIe siecle.

Enfin il est possible d'imaginer que les colorations seront realisees par le centre d'usinage.L'outil d'usinage sera remplace par un systeme energetique (effet thermique , photonique...) qui viendra activer specifiquement certains pigments predisposes dans le materiaux et suivant une cartographie realisee par un spectrocolorimetre....

Pourtant , comme nous pouvons le penser, la prudence doit etre de mise car nous pouvons tout imaginer , y compris que le diagnostic precosse remettra en cause l'utilite du CAD CAM !.

Pourtant nous sommes convaincu que le CAD CAM va s'imposer comme une revolution professionelle et de celle ci se degagera une nouvelle facon d'apprendre et de travailler. De ce nouvel exercice naitra de nouvelles applications dont certaines ne sont pas encore imaginable.

Enfin , et c'est en cela que j'aime cette technique depuis plus de 25 ans , il rapprochera inexorablement notre metier basé sur une approche purement statistique, des sciences exactes (via les systemes experts)

Et il sera difficile d'imaginer que nous ayons pu nous en passer.

Le CAD CAM n'est pas une machine , c'est un concept.

Journal of

C D A

Septembre 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

USC

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Performance of CAD/CAM Crown Restorations

François Duret, DDS, PhD; Jack Preston, DDS; and Bernard Duret, DDS

ABSTRACT

This research paper documents the current performance of an advanced CAD/CAM system. Patients with CAD/CAM Empress glass-ceramic or Aristeé composite machined complete crowns were retrospectively evaluated using U.S. Public Health Service criteria at least two years after placement. The composite restorations had unacceptable wear and surface loss. Development continues.

Single crowns remain one of the most important dental restorations. There are many specifications regarding the physical properties for restorative materials for complete crowns and evaluation criteria. There is also a volume of material establishing parameters for tooth preparations to receive complete crown restorations. Although such criteria are broadly available and basic to dental education and practice, the quality of any completed restoration is essentially dependent upon how skillfully the practitioner uses recognized, scientific data. The clinical practitioner and the dental technician are expected to do what is best for the patient.

Dental CAD/CAM (computer-assisted design/computer-assisted manufacture) techniques[1] can introduce to the profession measurable and reproducible criteria for establishing the quality level of a restoration. It is, of course, necessary to know how to measure the capacity of a machine to apply these scientific data. It is no longer a question of describing a specific waxing technique and having to rely on the artistic abilities of a technician to create a restoration. Rather, the clinician's specifications for the axial contours, proximal and occlusal contacts, and internal adaptation must be determined. These specifications are themselves derived from an individual's knowledge and subjective bias. The machine must be able to accommodate individual preferences and be adaptable to varying patient needs. However, once criteria are specified, they should be predictably and reproducibly accomplished by the CAD/CAM system. Such a requirement seems simplistic, but achieving it is extremely complex.

Whenever criteria for acceptability are discussed, the central topic is usually marginal accuracy. Most clinicians agree that the marginal gap should not be greater than 50 to 80 micrometers.[2-5] After marginal accuracy, the next concern is often occlusal contact. There are many disparate theories of occlusion, most largely unproved in spite of

CAD/CAM

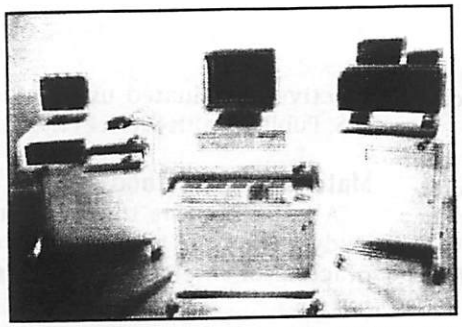


Figure 1. The three units of the CAD/CAM system: from left to right, the image acquisition station, the CAD system, the CAM unit

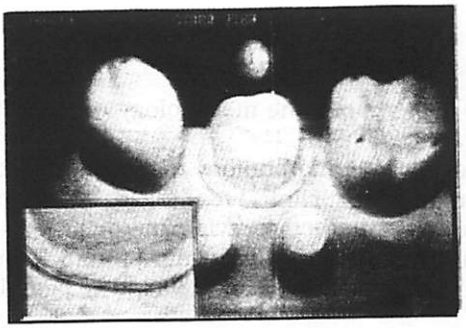


Figure 2. The image of a prepared tooth with three orientation spheres placed to allow correlation of multiple images.

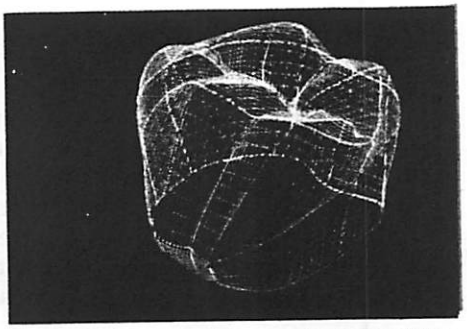


Figure 3. A "wire mesh" computer representation of a complete crown restoration.

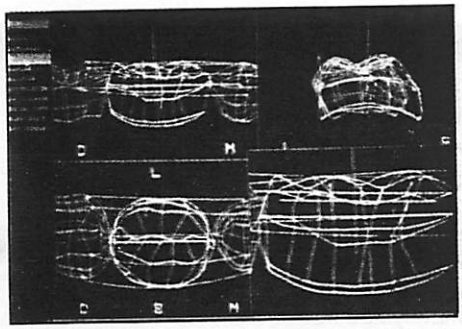


Figure 4. The CAD rendering of the restoration with adjacent teeth.

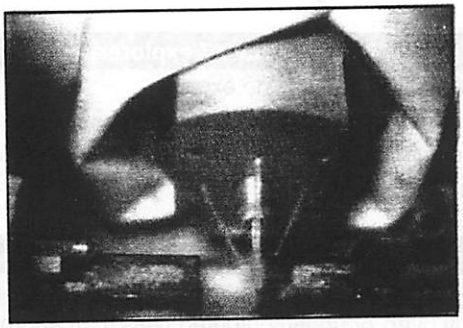


Figure 5. The CAM system machining a complete crown.

Figure 6. The completed molar crown restoration immediately after luting and cement removal.

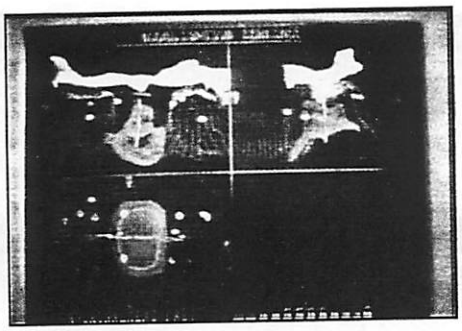


Figure 7. The CAD development of a restoration in relationship to adjacent and opposing teeth.

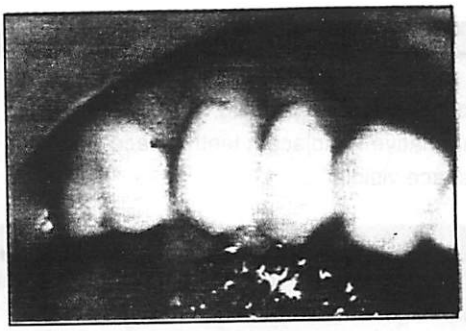


Figure 8. A maxillary premolar, trial placement prior to shading.

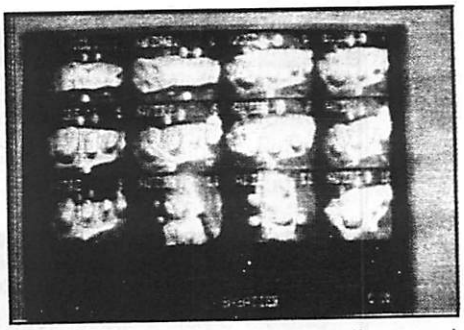


Figure 9. Twelve images of the maxillary second premolar and first molar preparations.

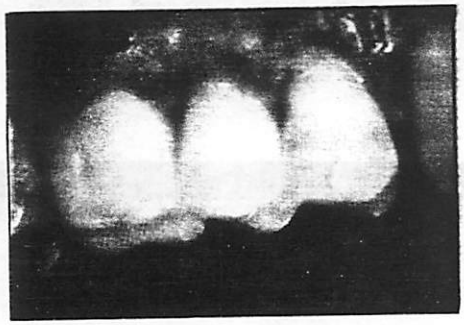


Figure 10. Trial placement of completed crowns before shading.

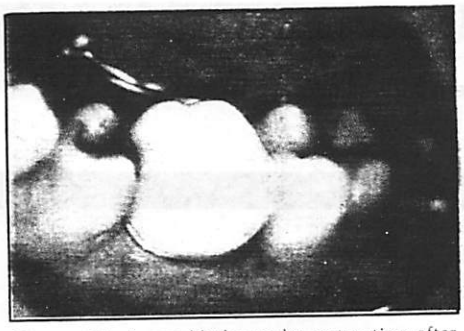


Figure 11. A mandibular molar restoration after placement and cement removal.

all the rhetoric about occlusion, dictating that the occlusal contacts should be tripodized, or cusp in fossa, precisely limited, or ranging within an area. It is difficult to find reference criteria for other areas of the tooth, other than to follow, as closely as possible, the morphology of the adjacent teeth.[6]

The purpose of this paper is to present clinical results gathered from a retrospective review of 300 crowns made using a CAD/CAM system in private practice from 1989 and 1994 and retrospectively evaluated using modified U.S. Public Health Service criteria.[7]

Materials and Methods

All the crowns involved in this study were made in the private dental practice of one of the authors (BD;

Table 1: Criteria for Evaluation

Alpha = Very Good | Bravo = Average | Charlie = Fair | Delta = Remake indicated

Marginal Accuracy (evaluated using mirror and No. 17 explorer)
Alpha: No marginal gap visible, no gap on probing, no excess
Bravo: No marginal gap visible, no gap on probing, excess estimated as less than 100 micrometers
Charlie: No marginal gap visible, minimal gap on probing, with or without excess
Delta: Gap visible, with or without fracture
Morphology
Alpha: Surface morphology deemed correct
Bravo: Surface morphology slightly over- or undercontoured (less than approximately 250 micrometers)
Charlie: Surface morphology substantially over- or undercontoured (more than 250 micrometers)
Delta: Surface distorted
Proximal Contact Zone (evaluated using mirror, explorer and dental floss)
Alpha: No visible space, correct contact when probed, tight to floss
Bravo: No visible space, incorrect contact upon probing, floss passes easily
Charlie: Contact at correct height relative to adjacent teeth, space visible
Delta: Contact height incorrect, space visible
Occlusal Surface (Evaluated using mirror, articulating paper and explorer)
Alpha: No visible space, no interference, good markings from articulating paper
Bravo: No visible space, good markings, but interference in excursion(s).
Charlie: No visible space, markings irregular
Delta: Visible space, abnormal wear
Color Matching (Evaluated using mirror and shade guide)
Alpha: No color loss
Bravo: Color loss without apparent surface alterations
Charlie: Color loss with surface alteration
Sensitivity (Evaluated by interrogation)
Alpha: No abnormal sensitivity
Bravo: Incipient sensitivity to cold
Charlie: Abnormal pain, indication for restoration removal

Grenoble, France) using the Hennson-Sopha CAD/CAM system (Hennson-Sopha; Vienne, France).[8,9] This system was the only commercially available one capable of producing complete crowns in 1989. The system, derived from the work of Dr. F. Duret, (from which the name "Duret system" evolved) was commercially available from 1991 to 1993. The CAD/CAM units from Hennson (version 1) and Sopha (version 2) corporations were commercially available from 1991 to 1993 but are no longer being marketed because of the dissolution of the parent companies. However, research and revision are continuing. Among the 500 anterior and posterior crowns made in the cited office and placed in the mouth, 300 posterior units were able to be recalled as part of a documented clinical study. The patient pool ranged from 18 to 63 years of age, and the subjects had no chronic or acute occlusal pathosis. All units had been in place at least two years. Because this study was retrospective, some of the data that would have been desirable are lacking. It would have been preferable to have had a prospective study with better defined criteria and evaluations at the time of placement and at regular intervals thereafter. This study was conducted in an effort to objectively evaluate the results of the CAD/CAM procedures.

All the preparations were made using a short chamfer finishing line approximately 0.5 to 1.0 mm deep. The impressions were made using reversible hydrocolloid and were poured immediately using a quick setting white plaster that had good reflection characteristics (Matieres Plastiques; Lille, France) necessary for the optical impressions. To allow correlation of the various images of the prepared teeth, three correlation spheres (Cephanex; Grenoble, France) were placed around the preparation. An interocclusal record (Blu Mousse, Parkell; Farmingdale, NY) was made to record the relationship of the opposing teeth to the prepared teeth.

The CAD/CAM system includes three units (**Figure 1**): the imaging station, the design station (CAD), and the milling station (CAM). Optical impressions were made using a specially designed laser camera system with a resolution of 512 x 512 pixels. After recording several images of the preparation from different angles of view, and one view of the interocclusal record seated on the cast, the margins were outlined on the screen image (**Figure 2**), and the position of the contact zones and cusps and the maximum height of contour were defined.

The information was processed by the computer and the designed crown displayed on the screen after approximately 10 minutes. The computer created a cement space, designed the external shape of the crown (**Figure 3**) using a library of theoretical teeth in memory, and then adapted the occlusal surface to the opposite teeth according to the preferred occlusal theory, gnathologic or functional (**Figure 4**).

Upon completion of the CAD portion, the three-dimensional information was sent to the CAM unit where the restorations were milled (**Figure 5**). Restorations were created in either a specialized composite (Aristeé Spad; Quetigny, France) or ceramic (EPS-Empress ceramic Ivoclar; Shaan, Liechtenstein) material. Most of the units placed during the early part of the period covered were made using the composite material. After milling, the crowns were surface colored to complete the shading and luted following a conventional technique recommended for the particular material used. No specific procedure was required by the CAD/CAM process for these last two procedures.

The prepared teeth were conditioned (EDTA 17 percent, Hypochlorite 5.25 percent), and dried. A nonfilled adhesive resin (Scotch Bond, 3M; Minneapolis, MN) was applied to the preparation and the inside of the crown before luting using a dual polymerizing microfilled cement (Resilient, RTD; Grenoble, France).

All restorations were evaluated using the U.S. Public Health Service regulations[7] modified to accommodate the CAD/CAM procedures. These parameters allow subjective evaluation of restorations and the criteria are outlined in **Table 1**. All observations were made under the control of a neutral operator (Christophe Benamish, DDS; Grenoble, France). All the CAD/CAM work was performed by laboratory technicians who had no relationship with the manufacturer during the project. Different technicians with varying degrees of familiarity with the system were involved during the period the restorations were placed. Ethics dictate that it must be emphasized that the authors' opinion is subjective[10] inasmuch as the CAD/CAM system evolved from one author's design, and the study was undertaken to further the system's development.

Results

The combined results are presented in **Table 2**. Of the 300 units evaluated, 223 (74 percent) had no detectable marginal gap, but 41 percent had a minimal marginal excess. Forty-one units (13.7 percent) had a marginal gap that was explorable but not visible to the unaided eye, while 36 units (12 percent) had a visually detectable marginal deficiency. One hundred and ninety-nine (66 percent) had good occlusal contact in centric occlusion, but nearly one-half were deemed to have interferences in lateral excursion. Sixty-seven (22 percent) had markings that were considered minimal occlusal contact, while 11 percent had a visible lack of occlusal contact resulting from abnormal wear.

Two hundred and thirty-eight units (79 percent) were considered to have correct proximal contact position, and 45 percent of the units had positive

occlusal contact to dental floss. The proximal contact was considered inadequate in amount and/or location for 62 (20 percent) of the units. Axial morphology was considered acceptable or very good for 80 percent of the units, while 19 (6 percent) had morphology the evaluator considered distorted.

More than one-third of the units had no loss of color, 47 percent had some color loss without detectable surface alteration, while fifty-five (18 percent) had detectable surface alteration. Placement of 245 of the restorations had not resulted in any sensitivity, while 22 units (7 percent) elicited incipient sensitivity to cold. Sixteen of the restorations required removal because of continued sensitivity.

Table 2

Location	Alpha	Bravo	Charlie	Delta
Marginal integrity				
Maxillary premolar	22	43	7	5
Mandibular premolar	13	18	11	10
Maxillary molar	30	44	13	9
Mandibular molar	34	19	10	12
Occlusion				
Maxillary premolar	8	34	32	3
Mandibular premolar	6	22	18	6
Maxillary molar	19	57	5	15
Mandibular molar	17	36	12	10
Axial morphology				
Maxillary premolar	34	25	14	4
Mandibular premolar	19	23	6	4
Maxillary molar	62	24	7	3
Mandibular molar	43	10	14	8
Proximal contacts				
Maxillary premolar	33	32	7	5
Mandibular premolar	15	[illegible]	11	3
Maxillary molar	51	[illegible]	9	4
Mandibular molar	37	[illegible]5	16	7
Color				
Maxillary premolar	24	33	20	—
Mandibular premolar	19	28	5	—
Maxillary molar	36	48	12	—
Mandibular molar	25	32	18	—
Sensitivity				
Maxillary premolar	63	6	8	—
Mandibular premolar	49	0	3	—
Maxillary molar	85	8	3	—
Mandibular molar	65	8	2	—

Clinical Sample

Several examples of typical CAD/CAM restorations are presented to give the reader a better concept of basic procedures. These restorations could have been made using conventional techniques with either all-ceramic or metal-ceramic processes. The patients requested the CAD/CAM fabricated restorations after the advantages and disadvantages of the conventional and CAD/CAM options, as they were known at the time of treatment planning, were presented. Among the clinical restorations presented, the first was made using the Empress ceramic and the other three using the composite material designed for CAD/CAM fabrication.

Patient No. 1. The patient presented in April 1992 seeking restoration of the mandibular left second molar. Medical history was not contributory, while the oral health and oral hygiene were compromised. The optical impression, design and fabrication using an Empress ceramic blank followed conventional procedures as described previously. Upon completion of the CAM fabrication, the unit was shaded and luted (**Figure 6**).

Patient No. 2. This 48-year-old patient had good general and oral health and excellent oral hygiene. Restorations for the maxillary right second premolar and mandibular left first molar were fabricated in two appointments in March 1993. The optical impression of the maxillary premolar was made using eight views. The CAD restoration was designed in normal occlusion, and the restoration fabricated from Aristeé (**Figures 7, 8**).

Patient No. 3. This 39-year-old patient had poor home care and plaque retention. The maxillary second premolar and first molar required restoration and were prepared in one

appointment in October 1989. An optical impression using 12 views (**Figure 9**) was made, and the restorations designed using a prototype software version that allowed sequential design of adjacent restorations. The two restorations were milled from Aristeé blanks (**Figure 10**).

Patient No. 4. This 20-year-old patient required a restoration of the mandibular left first molar. The unit was made in October 1989 (**Figure 11**). An optical impression using seven views was automatically designed without operator intervention.

Discussion

Today there are at least 12 systems termed "CAD/CAM" units, although only four of these are true CAD/CAM systems. More than 3,000 machines from various sources are now functioning in dental offices, and it is estimated that approximately 6,000 restorations are being fabricated daily. This indicates that a new paradigm is truly operating in the profession. This revolution will challenge some traditional techniques once thought impossible. CAD/CAM can change or circumvent procedures that are now routine, such as waxing, casting, firing, and occlusal adjustment on the articulator. However, the results of this evaluation clearly indicate that the development of an ideal system is a work in progress, and not a fait accompli.

The CAD/CAM process allows a wholly new approach to materials development. Traditionally, the parent material — metal, resin or ceramic — must be processed, invariably altering the physical properties of the manufactured material. The CAD/CAM process allows prestructuring and fabrication without changing the parent material. The authors have used several such products in their research, but many of the restorations in this study of 300 units were made from Aristeé. Aristeé is a true composite material developed especially for CAD/CAM and has some unique physical properties that in trials appeared to be indicative of clinical use. It was manufactured under high pressure and reinforced with dimensionally oriented glass fibers. The material differs substantially from more familiar restorative materials. However, it was seen in this study that many of the Aristeé restorations had unacceptable abrasion from oral function and were subject to surface alteration and color loss. Those restorations evaluated as "charlie" or "delta" (**Table 1**) were removed and replaced with ceramic units. Currently only ceramic materials are used for esthetic restorations. Nonetheless, the development of materials designed especially for CAD/CAM processing offers many possibilities and will undoubtedly be the subject of continued research. This study indicates the dependence of any technique on the continuing integrity of the restorative material and the luting system. It is the authors' opinion that the development of an ideal material for CAD/CAM restorations is the greatest challenge to obtaining the desired restorative results.

In general, a better result was obtained using a shallow chamfer rather than one that was deeper. However, with the shallow chamfer, there was frequently an axial marginal excess of approximately 100 micrometers that required adjustment prior to luting. This resulted from the programmed requirement of a marginal thickness of 300 micrometers using the software then available. Although the units could be reshaped on the die, it was obvious from the results of the retrospective analysis that not all the excess was removed prior to placement, inasmuch as 41 percent of the restorations had some marginal excess. This is clearly unacceptable, and the design has been changed in the current system. Such an excess was not present with shoulder finishing lines.

Regrettably, the optical impressions[11,12] were not made intraorally. Even though a number of patients have been treated with the system using intraoral impressions, such an operation has thus far proven difficult for both the patient and the operator. However, working from a cast of the prepared teeth has allowed the operator to check the restoration on the die and make any needed corrections prior to placing it on the preparation. In this way, the entire procedure, including the optical impression, may be performed by a trained operator. The dentist's traditional work is therefore not modified in any way. It is possible for the entire operation to take place in one appointment.

The design process has already been described several times,[13,14] and the basic software has been adapted by other systems. The CAD morphology is directly derived from the memorized shapes stored in the computer, following typical dental morphology. The "theoretical teeth"[14] are then adapted to the specific preparation environment. The axial contours did not require modification prior to placement. The position of the cusps and grooves for the restoration were derived from the position of these elements on the adjacent teeth. The resulting morphology greatly resembled that of the adjacent teeth and the authors believe it is quite attractive. The computer design may be applied automatically or may be modified by the operator. It was apparent from the result that some operators were more diligent or accomplished at altering the computer design to obtain the desired result.

The clinical review revealed a number of restorations that had interference in lateral excursion. During the early development of the Hennson CAD/CAM system from 1989 to mid 1990, the adaptation of the occlusal surface was more the result of manual adaptation than properly functioning occlusal software. At that time, the software was a rather primitive version.

Even though it was possible then to achieve an "optical waxing" of the centric occlusal contacts into the opposing central fossae, this could result in unwanted occlusal surface deformations. The software was performing a "computer" move somewhat removed from occlusal reality. After mid-1990 until 1994, the new software had automatic adaptation and corrections capabilities. Typically, intraoral occlusal adaptation has not required more than three to five minutes. Although the morphology recommended by several schools of occlusal philosophy has been incorporated, the system is still missing dynamic occlusal adaptation, although some prototype instrumentation, termed the "access articulator" has been developed.[15] Completion of this last step will then allow use of the CAD program to develop a complete CAD/CAM occlusion. The lack of a dynamic occlusion accounts for the interferences in lateral excursion that was found in this evaluation.

Proximal contact position and amount was generally satisfactory after placement However, it was frequently necessary to reduce the contact prior to seating. This usually resulted from the operator's tendency to encroach upon the adjacent teeth when designing the restoration. Such corrections required a minimal amount of time.

The success rates as retrospectively evaluated by the independent observer were far lower than one would desire. This was a combination of both the original software and the choice of restorative material. This is an indication of the rather rudimentary capabilities of the initial systems and reliance on a material that did not meet predicted standards. These clinical experiments have allowed the software to be progressively improved. It is now simple to use but extremely complex to engineer. A total of 35 systems working for four years (from 1989 to 1993) was necessary to adjust all the elements.[16] In spite of the initial optimism concerning the Aristeé composite material, it clearly produced far too many restorations rated charlie or delta, and its clinical use has been discontinued.

The processing time for a complete coverage posterior restoration averaged 10 minutes for the optical impression, 10 minutes for the CAD, and 40 minutes or one hour for the milling of resin composite or ceramic materials, respectively. For two adjacent crowns, the shading of the first is done during the milling of the second, thus consid-

erably reducing the overall processing time of these restorations. Also, much of the total processing time is automatic, thus leaving ample time for the operator to shade the previously milled crowns. Overall, approximately 20 minutes of working time is required with 70 minutes of waiting time while the system works automatically. It is, therefore, possible for a dental office to schedule one-appointment restorations for a patient.

The precision possible today was not incorporated into the earlier units.[17,18] Measurements made on more than 3,000 crowns for typodont preparations have enabled progressive improvement in marginal accuracy. The most recent measurements on 50 crowns found the marginal gap to average 35 micrometers. These data were derived from crowns luted on their parent dies, embedded, and sectioned faciolingually and mesiodistally.

The numerous tests performed during a five-year period have allowed progressive modification and re-evaluation. It has required patient development and correction to overcome the shortcomings of the early systems documented here. The complexity of the software and the machines themselves has demanded perseverance and diligence. The authors believe that satisfactory performance of the CAD/CAM system regarding the quality of the restoration, the precision at the margin, and the respect of the occlusal morphology have been achieved in the laboratory studies.

CAD/CAM is rich in new ideas for the daily practice of dentistry. System development is demanding, and clinical proof is needed to justify the optimism derived from laboratory data. The future will arise from the union of CAD/CAM and biology. This study indicated the need for ongoing evaluation and improvement to recognize and correct inherent deficiencies and to temper in vitro optimism with in vivo reality.

Conclusions

From an independent review of 300 restorations fabricated using the Hennson-Sopha CAD/CAM system during the period from 1989 to 1994 and within the limitations of the potential bias of the authors, several conclusions may be made:

- The restorations fabricated using Aristeé composite material had unacceptable occlusal wear within the period of observation.
- Seventy-four percent of the restorations had no marginal gap, whereas 26 percent had marginal deficiencies that were explorable or visible.
- The CAD program required progressive refinement to produce a restoration that was clinically acceptable and biologically correct.

Summary

There are at least 12 systems termed "CAD/CAM" units, although only four of these are true CAD/CAM systems. More than 3,000 machines from various sources are now functioning in dental offices, and it is estimated that approximately 6,000 restorations are being fabricated daily. This indicates that a new paradigm is truly operating in the profession. This revolution will challenge some traditional techniques once thought impossible. CAD/CAM can change or circumvent procedures that are now routine, such as waxing, casting, firing, and occlusal adjustment on the articulator. This paper presented a candid, retrospective review of 300 restorations placed from 1989 to 1993 using a single CAD/CAM system. Marginal integrity, occlusion, axial morphology, proximal contacts, color and postoperative sensitivity were evaluated. The study demonstrated the routine use of a CAD/CAM system in a private practice in France. However, the results of this evaluation clearly indicate that the development of an ideal system is a work in progress, and not a fait accompli. CDA

Authors

François Duret, DDS, PhD, is a research professor and chairman in the Section of Restorative Imaging at the University of Southern California School of Dentistry.

Jack Preston, DDS, is a professor and chairman in the Department of Oral and Maxillofacial Imaging at the USC School of Dentistry. He is also the Don and Sybil Harrington Professor of Esthetic Dentistry.

Bernard Duret, DDS, is in private practice in Grenoble, France.

References

1. Duret F, Vers un nouveau symbolisme pour la réalisation de nos pièces prothétiques. *C Proth* 59: 65-71, 1985.
2. Sato T, Wohlwend A and Scharer P, Système céramique sans retraction: facteurs agissant sur l'adaptation marginale de l'élément. *Odontologia* 2:113-20, 1986.
3. Hunter AJ and Hunter AR, Gingival crown margin configurations: A review and discussion. Part 1: terminology and widths. *J Prosthet Dent* 64:548-52, 1990.
4. Chaffee N, Lund P et al, Marginal adaptation of porcelain margins in metal ceramic restorations. *Int J Prosthodont,* 4:508-16, 1991.
5. Sorenson J, Okamoto S et al, Marginal fidelity of four methods of swaged metal matrix crown fabrication. *J Prosthet Dent* 67(2):162-73, 1992.
6. Ash M, *Dental Anatomy, Physiology and Occlusion,* Wheeler's ed. WB Saunders Co, Philadelphia, 1984.
7. Leinfelder K and Lemons J, *Clinical restorative materials and techniques.* Lea & Febiger, Philadelphia, 1988.
8. Duret F, Blouin JL et al, CAD/CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc* 117(11):715-20, 1988.
9. Duret F, Blouin JL et al, Principe de fonctionnement et application technique de l'empreinte optique dans l'exercice de cabinet. *C Proth* 50: 73-109, 1985.
10. Horowitz HS, Current ethical issues in research. *J Am College Dent* 57:9-12, 1990.
11. Duret F, Procédé de realisation d'une prothese. French Patent 2481923: 1-7, 1980
12. Duret F, Dispositif de prise d'empreinte par des moyens optiques, notamment en vue de la realisation automatique de protheses. French patent 2525103: 1-44, 1982.
13. Duret F, Preston J et al, CAD/CAM in the dental office. *Quintessence,* 10(3): 37-55, 1991.
14. Duret F, Prodede de realisation d'une prothese dentaire. French patent 2536654: 1-20, 1982.
15. Duret F, Occlusal adaptation by CAD/CAM. Abstract, World Congress on Prosthodontics, Hiroshima, Japan, 1991, Page 102.
16. Duret F, La CFAO dentaire, six ans après la première presentation au congrès de l'ADF de 1985. *Act Odonto Stom* 175:431-54, 1991.
17. Duret F, Occlusal adaptation by CAD/CAM. *Advanced Prosthodontics Worldwide* 1:30-1, 1991.
18. Duret F and Preston J, Current opinion in dentistry, CAD/CAM imaging in dentistry. Current Sci 1(2): 150-4, 1991.

For reprints, contact:
Jack D. Preston, DDS
USC School of Dentistry, Room 4330
University Park, MC 0641
Los Angeles, CA 90089

Dentist News

Septembre 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

article pour le Dr Aronis

La Robotique Dentaire

Chapitre 1: introduction sur une idee genereuse

Notre vie est confrontee a la poussee imperieuse de nouvelles technologies et en particulier a celles associees a l'informatique. Notre metier ,la dentisterie, n'a pas echappè a cette regle. Bien au contraire, il en fut indiscutablement le pionnier dans le domaine medical il y a un peu plus de 25 ans. Nous faisons evidemment allusion a la robotique odontologique , et a sa petite soeur la CFAO dentaire (ou dental CAD CAM).

Depuis ses debuts, cette technique a beaucoup evoluee aussi nous a-t-il paru interessant , aujourd'hui , d'en faire le point. Ceci va nous conduire , mois apres mois , a decouvrir ou redecouvrir ce que nous propose la recherche et les industriels. C'est plus de 12 machines qui vont ainsi etre presentees et etudiees.Cela va aussi nous conduire a parler de l'avenir et des grandes options futures. Mais avant d'en arriver la , commencons , dans ce numero , par rappeler les definitions et principes de base. Cela nous evitera d'y revenir lors de l'etude de chaque systeme et nous permettra d'effectuer des classifications essentielles.

Comment definir la robotic dentaire ?

La robotique dentaire est un moyen plus ou moins automatise permettant de simplifier , voir de supprimer certains gestes ancestraux que nous effectuons lors de la pratique de notre metier. C'est cette Cybernetique Odontologique que nous definissions il y a quelques 12 ans dans les colonnes de ce meme journal. Par exemple, nous pouvons supprimer la "coulee" de certaines pieces ou leur realisation en cire grace a l'utilisation de l'ordinateur ou du robot , celui-ci se chargeant de realiser la partie penible du travail en nous laissant toute la partie agreable et creative.

L'intervention du robot est tres variable suivant le type d'appareillage allant de la simplification de la coulee jusqu'a son remplacement par des moyens tres sophistiques. Le robot s'appellera alors systeme de CFAO ou **C**onception et **F**abrication **A**ssistees par **O**rdinateur (ou CAD CAM : Computer Assisted design and Conputer Assisted Manufacturing)

De la dentisterie ancestrale a celle du XXIe siecle....

Pour ceux qui avaient la chance d'etre a Tokyo , au 75e anniversaire de GC , la vue de la dentisterie du XXIe siecle etait eclatante. Il ne s'agissait plus de ces tentatives maladroites de concilier , voir d'appliquer, le present au futur mais de reflechir sans contrainte du devenir de notre travail et de proposer des alternatives.

Nous devons aussi admettre que cette demarche reste difficile si elle n'est pas accompagnee d'un dialogue critique. C'est pour cette raison que , pour compenser l'impossible echange, nous allons preferer la presentation comparative a l'enonce dogmatique et scientifique.

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

Dans la plupart des cas , realiser une piece prothetique , c'est effectuer une prise d'empreinte , une construction en cire et une realisation par coulee.

La premiere etape 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 platre afin de disposer d'une replication sur notre etabli de travail. Cette definition ,pour le moins trop restritive et qui doit etre retiree de notre vocabulaire professionnel, melange objectifs et moyens pour les atteindre

Une prise d'empreinte est la methode suivie pour collecter les donnees statiques du volume (empreinte traditionnelle) ou de l'interieur de l'organisme (RX) et des donnees dynamiques du mouvement (articlateur) de la bouche du patient. Ces donnees seront soit stoquee de maniere analogique (c'est a dire palpable) comme dans/sur un modele en platre ou une Radio , soit de maniere digitale (c'est a dire virtuelle) sur une memoire utilisable par un ordinateur (par exemple).

Au fond le support de l'empreinte , c'est a dire le produit utilise , importe peu. Ce qui compte , c'est de comprendre que la captation des donnees sera d'autant plus precise et vivace dans le temps qu'elle sera sous une forme plus proche de donnees inalterables dont le numerique est aujourd'hui le meilleur exemple. Une distance de 2 mm reste de 2mm apres 5 siecles alors qu'un platre s'effritera. C'est vers cette fiabilite que se tourne aujourd'hui nos techonologie dentaire moderne.

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

En effet cette approche permettra le stockage des donnees , des mesures , sous une forme inalterable (Science exacte par excellence) , le nombre. Certes un modele en platre est l'expression reelle d'une mesure mais sa duplication et son stocage reste fragile et imprecis alors que le stocage des mesures de ce platre sous forme numerique est duplicable a l'infinie et indestructible dans le temps (ou beaucoup moins).

Plus encore , la simplification que nous apporte l'utilisation des donnees numeriques a la place des platres nous permettra une multitude de manipulation jusqu'alors inimmaginables comme de transmettre ces informations par voie hertzienne. Il n'y aura plus aucune notion de localisation et de transport , chaque donnee pouvant etre transmise , etudie , diagnostiquee a distance par un nombre infini d'operateur.

Il va donc de soi que la dentisterie moderne utilesera de plus en plus l'empreinte numerique a la place de l'empreinte traditinelle , ou analogique.

Nous verrons qu'aujourd'hui deja les systemes robotiques proposent plusieurs solutions pour accedera ces donnees analogiques et numeriques:

- *le micro-palpage*
- *l'empreinte optique.....*

la deuxieme etape est la realisation de la maquette

Cette deuxieme etape correspond a la seule phase creative de notre metier. Fort de regles et de statistiques , suivant un certain nombre de préceptes etablis par l'histoire de la recherche dentaire , nous allons , en quelque sorte , reparer ce que la nature a detruite.
Cette reparation est en general executee en cire (maquette de cire) et correspond au volume de la future reconstruction. Ce n'est qu'une reconstitution en volume dans la plupart des cas qui s'appuie sur ce que devrait etre la dent ideale.
Seront alors appliques un certain nombre de criteres morphologiques , fonctionnels ou esthetiques correspondant a ce que nous estimons etre ce futur volume de reconstitution et propre a notre patient.

Le CAD CAM utilesera ce meme principe. La seule difference est que ne seront accessibles que les fonctions correspondant a une reelle creation. Il n'est plus question de batir en cire , couche apres couche , la forme ou volume de la dent arrive directement de la memoire de l'ordinateur comme si nous pouvions aujourd'hui modeler notre maquette en cire a l'aide d'un livre de morphologie!
Plus encore, si l'on est en mesure de suivre cette reconstitution , nous pourrons comparer les resutats obtenus annee apres annee et enrichir la qualite des criteres que nous utilisons pour modeler une prothese dans l'avenir. Nous parlerons alors de systemes expert dentaire ou prothetique. Ce n'est plus les dictacles de quelques personnes qui nous definiront la prothese future mais la conjonction des observations individuelles. Ce dynamisme adaptatif sera plus que capital dans un monde ou le "melange des genres et des especes " nous force a une adaptation quasi quotidienne.
Cette comparaison se fera sur des observations statiques mais aussi dynamiques (analyse et integration des mouvements mandibulaires)

Les systemes de Robotique que nous allons voir ensemble presentent toutes les etapes d'automatisation , depuis l'absence de modelisation jusqu'a la complete analyse tridimmentionnelle statique et dynamique en passant par le pseudo 3D, c'est a dire une analyse successive plane puis rassemblee comme cela est fait avec le scanner RX.

Enfin la derniere etape est la realisation de la piece.

Dans tous les cas , aujourd'hui , nous effectuons la technique ancestrale (plus de 5000 ans d'age !) de la coulee a la cire (ou autre chose) perdue.
Le fait de recuperer des donnees numeriques de la deuxieme etape , nous permet de commander tout systeme d'usinage existant , qu'il soit conventionnel (fraisage et meulage) ou non (electro-erosion , 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 rapidite d'execussion , moins de 6 mn aujourd'hui pour usiner un inlay ceramique et 15 pour une infrastructure en titane, c'est l'immensse choix des materiaux qui nous interesse.
Aujourd'hui , c'est moins de 2% des materiaux de l'ecorce terrestre dont nous disposons. Cette situation n'est pas le fait de regles de biocompatibilite mais une restriction technologique. Nous ne pouvons utiliser que des materiaux coulables ou ceramisables dans le cadre d'un laboratoire individuel. Les problemes rencontres avec l'utilisation du titane dans notre exercice professionnel representent l'exemple eclatant de cette situation paradoxale ou on demande au praticien d'appliquer les dernieres techniques reconnues pour son patient et ou la plus vieille , la coulee , l'empeche d'utiliser des materiaux de qualite.
Nous voyons que la grande revolution ne viendra plus de la robotique. Elle est connue et reconnue aujourd'hui. Elle viendra des materiaux ou nous verrons enfin disparaitre ces reconstitutions ceramiques contre-nature.

La Robotique propose aujourd'hui essentiellement deux methodes d'usinage , les methodes de fraisage et meulage , et les methodes d'electro-erosion. Dans l'avenir , cet eventail s'elargira au fur et a mesure des necessites d'usiner de nouveaux materiaux.
Pour ce qui est des materiaux , l'originalite n'est pas encore de mise mais elle se prepare. Nous l'aborderons a la suite de cette serie sur la robotique, si Dieu nous le permet.

Comment presenter la robotique dentaire....

Aujoud'hui existe tres exactement 12 systemes sur le marche ou en passe de l'etre:

- le Celay (palpeur , pas de CAO et meulage pantographique manuel)
- le Ceramatic (palpeur , pas de CAO et meulage pantographique automatique)

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- le Procera (palpeur/optique, peu de CAO et meulage panto/electro-erosion)
- 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 pretention de dire que c'est la meilleure mais nous pensons qu'elle a le merite d'exister et d'avoir ete reprise un certain nombre de fois par plusieurs auteurs.

La base de cette classification est le mode de captage des donnees:
- serie #1: captage chimico-manuel (empriente actuelle a la pate...)
- serie #2: captage par palpeur:
- serie #3 : captage optique
  - ss 21- optique par points ou lignes
  - ss 22- optique matricielle

En effet , le principe de notre methode de reconstitution d'une prothese et ce qui determinera sa qualite est la precision de la mesure de l'objet sur lequel nous allons travailler (empreinte).
C'est la base de notre travail et cette donnee n'est pas liee a une epoque (c'est une mesure) Elle est intemporelle donc interessante comme base de classification.
L'est-elle scientifiquement ?.
Plus cette mesure sera precise et plus la qualite du travail sera elevee.
Hors nous savons qu'en metrologie (Science des mesures) ,mesurer un objet suppose de l'energie et cette energie est toujours puisee sur l'objet que l'on mesure par le systeme de mesure. Plus ce systeme est invasif , important et prenant , et plus l'energie mise en jeux "en quelque sorte volee a l'objet" est importante. Hors plus cette energie transmise est elevee et plus l'objet restitué apres la mesure est different de l'objet initial et memorise (nous connaissons bien cette degradation de l'information lors des empreintes et duplications successives des modeles en platre) .

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

Voici resumee rapidement la raison de ce choix pour une classification generale en Robotic Medicale. Elle n'a aucune base d'interet industrielle mais elle a pu servir de base dans un choix a long term.

Apres cela , dans chaque classe , rentre en jeu successivement:
- l'action manuelle ou non (cela va de soit , pour ses criteres cliniques)
- l'existence et la complexite du soft de CAO (ou CAD)

en effet , ce critere est tres important et le sera de plus en plus . Sa puissance dependra de la creation et de l'effort fait par l'equipe de developpement et par l'industriel. C'est a ce niveau que l'avenir extraordinaire de la dentisterie de demain se situera (systeme expert , mouvements mandibulaires..).

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

- enfin le critere materiau auquel sera associe celui de l'usinage.

Est-ce une methode d'avenir ...?

Il n'est plus necessaire de defendre la Robotic dentaire. Lorsque vous inventez une technologie, vous etes toujours subjectif, surtout si vous etes attaque. C'est en quelque sorte votre enfant que l'on agresse.
Aujourd'hui les chiffres parlent d'eux meme:

Plus de 3000 systemes vendus en 5 ans.

Plus de 9 systemes Robotic sur le marche dentaire aujourd'hui et 3 en passe de l'etre ,sans parler de tous les laboratoires travaillant sur le sujet, j'en ai denombre 23 ! Plus de 10.000 millions de Yens (51 Millions de Francs Francais) liberes par le gouvernement Japonnais pour financer le CFAO dentaire en 1995!
Les plus grandes societes dentaires developpent leurs systemes de Robotique (Siemens , Nobel-Pharma....) les plus grands groupes industriels s'y lancant (Nikon , General Motors, Nissan..)

Voici aujourd'hui la situation de la CFAO dentaire que nous vous avions presentee en avant premiere, si j'ose dire, en 1984 dans ce meme journal. Que de chemin parcouru en 10 ans ! Et quel va etre le chemin futur avec l'incroyable poussee technologique informatique. Et dire qu'il y en a encore qui doute!

Nous allons donc essayer, dans les numeros suivants , d'aborder les systemes robotiques tels qu'ils sont classes plus haut, les uns apres les autres . Nous allons essayer de le faire techniquement, cliniquement et plus si nous pouvons .
Nous allons le faire en esperant vous transmettre notre passion pour cette technologie fantastique et peut etre en vous permettant de faire votre propre choix dans ce " grand fleuve tranquille qu'est devenu " La robotique dentaire"

Donc demain.... le Celay systeme

Pr Francois 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
11.560 Fleury d'Aude (France)
Fax: (33) 68.33.54.98

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

A voir (J Preston)

Decembre 1996

SCHOOL OF DENTISTRY

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

CAD/CAM in Dentistry

Jack D. Preston, D.D.S.
François Duret, D.D.S., PhD

The most sophisticated application of computers in dentistry is the use of Computer Assisted Design-and Computer Assisted Manufacturing - CAD/CAM - for fabricating dental restorations. The promise of one-visit quality restorations, eliminating the need for provisional units, no impressions or laboratory requirements, and the use of a machine that doesn't take days off, leave town in the middle of summer, raise its fees, or vary it's quality certainly is alluring. Are such promises realistic? Like so many other simple questions, the answer is a complex "yes" and "no". Whereas the technology certainly makes all these promises feasible, there are many other factors such as cost/benefit ratio, accuracy, esthetic acceptability, and availability of suitable materials that complicate the answer. CAD/CAM has become a commonplace essential in industry where it is used to design and fabricate virtually every product marketed. In such applications, however, many units are produced from each design whereas in dentistry, every restoration is unique, and only one unit is made, placing rather severe restrictions on dental CAD/CAM.

Although there are very few commercial CAD/CAM systems currently available, there is a substantial amount of research and development being conducted throughout the world. This paper will review some of those developments and present the current status of CAD/CAM in dentistry.

How Are CAD/CAM Restorations Different?

Dental CAD/CAM substitutes electronically assisted procedures for conventional methods. There are various CAD/CAM systems that can produce inlays, onlays, crowns, copings, veneers, and even the frameworks for short span fixed partial dentures. Not all systems are capable of fabricating all restorations, and most are designed for specific purposes and have limited application.

There are a number of ways that CAD/CAM systems might be classified. One of the simplest is based on the method by which the needed information is obtained. CAD/CAM systems may acquire data about the prepared tooth either directly in the mouth or from a cast of the preparation and surrounding teeth. Some

systems use a special camera to obtain the image(s) while others trace the entire surface of the preparation, either manually or automatically, with a stylus. The tip of the stylus is oriented in space and precisely located by the computer. Such "contact digitizing" is currently done from a die, but is theoretically possible directly in the mouth. However the complexity of intraoral contact digitizing has precluded any such system from being offered commercially. Intraoral digitizing using an optical system is routine with one commercially available system and possible with another. Certainly, the intraoral acquisition of data is preferred by both patients and dentists, as it obviates the need for impressions. Eliminating impressions and casts also removes the errors that accompany these procedures.

In many ways, CAD/CAM dentistry does not differ greatly from the conventional process of making a restoration, it just uses different instruments and different technology. Generally speaking, the tooth preparations do not differ from traditional designs, although some systems require the rounding of line angles, elimination of bevels, or similar modifications. With traditional procedures, once the impression is obtained, a cast is poured, and a die of the prepared tooth is made. The CAD/CAM process uses a "virtual die", a three dimensional replica that contains all the needed spatial information. Unlike the traditional cast, this model resides in the computer, not on the laboratory bench. Although it is necessarily viewed on the monitor in two dimensions, all the data are correlated in three dimensions, just as a solid die would be. With the more complex systems, that die is precisely related in space to the adjacent and opposing teeth, just as the stone die is in the mounted cast.

Conventionally, a wax pattern is made on the stone die, or porcelain is layered to form the restoration, using numerous intermediate procedures. Such a pattern requires some skill and artistry to accurately fabricate, and the quality of the completed restoration varies greatly. With CAD/CAM the "virtual pattern" is designed on the screen, using specialized software. The pattern may still be "carved" and formed to the operator's liking, or it may be automatically developed by the computer, with little external operator intervention.

CAD/CAM Materials

Whereas traditionally, the wax pattern must be invested and cast, or the ceramic material fired, added to, and fired again, with CAD/CAM the final restoration is machined from a block of the restorative material -

ceramic, resin composite, or metal. The waxing and casting procedure involves a series of numerous variables, and is subject to substantial quality differences. All the steps of the traditional laboratory methods are devised to compensate the variables that occur in the changes of state of the materials involved; making impressions, pouring casts, heating and cooling wax, melting and cooling alloy, sintering ceramic etc. CAD/CAM offers more consistent results. The material block is prefabricated, and the desired physical properties are not altered by casting or sintering. The ability to pre-structure a material and machine the restoration offers many opportunities for improved physical properties since the material can be factory processed under conditions, such as increased heat, pressure, and controlled atmosphere, not possible in a dental laboratory. However, having to machine the restoration from a block of material imposes some rigorous limitations on esthetics and necessitates that the material be machinable without chipping, crazing, or otherwise damaging the completed restoration.

Data necessary to fabricate a restoration must include not only the prepared tooth itself, but its relationship with the adjacent and opposing teeth. Ideally, one should have information about excursive mandibular movements, as well as static intercuspal relationships. Currently, all CAD/CAM systems use only static data although prototypes for dynamic recordings have been reported.[1,2]

CAD/CAM Systems:

To the authors' knowledge, there are ten CAD/CAM systems that have been developed sufficiently to either be commercially available or to have been shown at dental expositions. Other systems are nearing completion, while still others are in the early development stage. There is obvious international interest in CAD/CAM and the technology promises to become a routine part of dentistry. Table 1 lists the essential information about the known systems.

The CEREC system:

CEREC, an acronym for ***ce***ramic ***rec***onstruction, is the first commercially viable, widely available system for producing inlays, onlays, and veneers. It is produced by Siemens (Siemens GmbH Bensheim, Ger) and is currently available in two designs, CEREC 1 and CEREC II. Both are self-contained, single unit systems and both use a camera to obtain a single image of the prepared tooth directly in the mouth or on a cast.[3-5)]

The first model of CEREC 1 consists of a 3 cm diamond disk driven by a hydroturbine. The second model incorporated an electric motor. Using a disk as the sole cutting tool limits the ability of the unit to make certain restorations, or to complete certain functions, such as carving occlusal anatomy but it decreases the time needed to machine the restoration. The unit uses a 256 X 256 CCD (charge coupled device) camera and has a 50 micrometer pixel display. A single intraoral image is made of the prepared tooth, and all the preparation must be captured in that image. This system is being phased out in favor of the CEREC 2

CEREC 2, (Fig. 1) is pending FDA approval and not commercially available in the United States at the time of this writing, except for testing purposes but is being used in Europe. It has expanded electronics, an improved 512 X 512 ccd camera, a 25 micrometer pixel resolution, and adds a second cutting tool, a 2mm diamond instrument. The unit is capable of more spatial operations, such as establishing the height of a cusp, or cutting a groove and is electronically more complex. Both the disk and the diamond tool operate simultaneously, reducing the time needed for producing an inlay or onlay. No image of the opposing teeth is made, and the occlusal surface is only oriented to the cusp height or fossa depth of the remaining tooth structure or adjacent teeth. However, in image of the occlusal surface before preparation, or of a wax pattern can be superimposed on the preparation to provide a design matrix. The CEREC 2 unit offers an optional camera for intraoral imaging. Software for crown fabrication is being tested.

The CEREC system is ergonomically well designed, and each model has had increasing sophistication. There has been progressive automation of the functions, reducing operator time. Reports of accuracy vary,[6,7] and a recent study[8] validated longer term efficacy of the procedure.

PRO-CAM

Currently the only CAD/CAM unit produced in the United States is the PRO-CAM system, (IntraTech, Dallas, Texas), a recently released unit designed to produce ceramic copings. It consists of 2 stations, one for control and design and the second a combination contact digitizing/CAM station (Fig. 2). The system works from a single die, trimmed to clearly define the margin. A laser beam analyzing unit is used to survey the die, and establish the long axis for positioning prior to contact digitizing. The die is placed in the digitizing unit, and a contact probe automatically traces the die surface (Fig. 3). The image is displayed on the control monitor and the coping is designed by the operator.

The CAM unit uses two cutting engines each with a single tool to produce the ceramic coping. A ceramic block is oriented in the machine, and the program initiated. All the machining is accomplished automatically, without operator intervention. The finished coping requires some manual refinement prior to veneering. No studies are yet available concerning marginal integrity or internal adaptation.

Procera:

The Procera (Nobelpharma, Gothenburg, Sweden) is an unusual system that uses CAD/CAM in a rather unconventional fashion. Two different applications are available. The first uses a copy milling approach to replicate the die. The die is automatically traced with a probe, contact digitized, and 1-3 carbon electrodes are copy milled, reproducing the tooth form. The external surface of the coping is designed on a simplified CAD system, and the coping sufrace is machined from this pattern. The titanium block is then re-oriented to allow the electro-milling (spark gap erosion) of the internal surface using the machined carbon electrodes. An intricate system of mounting and orienting keeps the oral and internal surfaces related. The technique is limited to the development of titanium copings and is no longer available in the United States. Reports of clinical success have validated the efficacy of the technique.[9-11] The unit is large and complex, and no reports of cost effectiveness are available.

A second application of the Procera technique is in the production of a high-strength ceramic coping.[12] The special Al_2O_3 material used is highly sintered, extremely strong, and would be difficult to machine because of tool wear. CAD/CAM is used to produce an image of the die, which is then expanded three dimensionally by the computer program. The die expansion of 18-22% exactly equals the sintering shrinkage of the porcelain, compensating the dimensional change. The coping is designed on the CAD unit, and the porcelain restoration is isostatically pressed (heat and pressure) on this oversized die. The resulting coping is extremely strong (508 -780 MPa) and accurately fits the master die (Fig. 4). Again, this process is not available in the United States at the time of this writing, but is anticipated in mid-1997.

The Duret System:

Dr. François Duret[13,14] has been involved in CAD/CAM design and development for over three decades and he should be acknowledged as the "father of dental CAD/CAM". His work was first embodied in a system produced by Hennson (Hennson Intl., Vienne, France) which was later acquired by another company (Sopha Biomedical, Vienne France). The system is no longer commercially produced, but development has continued (Noble International Medical Systems, Paris, France).

The Duret system is probably the most sophisticated of the dental CAD/CAM systems. A laser imaging camera with complex optics is used for image acquisition. This camera was initially intended to be used intraorally. However this proved to be difficult with patient movement, and the need to place three correlation spheres in the area of the preparation (Fig. 5). These correlation spheres made possible the superimposition of multiple images to construct a virtual 3 dimensional image of the area, inasmuch as they served as a constant reference points in the computer images set. The system currently makes multiple images from a stone cast (Fig. 6). The relationship of the die to the opposing teeth is captured, using an interarch record reseated on the cast. The imprint of the opposing teeth is thus related to the correlation spheres, and therefore, automatically related to the preparation and adjacent teeth.

The CAD system is a unique development of Dr. Duret[15,16], as it incorporates a "library" of 96 teeth - 32 teeth each in Class I, Class II, and Class III occlusion. Once multiple images are acquired and correlated, literally assembled into a single 3 dimensional virtual die, the operator defines some landmarks such as the height of contour and grooves and cusps of adjacent teeth, and the margin. The computer assimilates this information and builds a representation of the preparation and its environment. It then extracts a crown form from the library and places it over the preparation, automatically fitting it to the margin, adjacent and opposing teeth. The operator then has the opportunity to make any corrections or design such elements as the amount of cement space, the type of occlusion, and any contours that may need changing. Once the restoration is designed, the information is sent to the CAM station, where the restoration is automatically milled. A special composite material was used for many restorations,[17] but this has been replaced with a ceramic block. Complete ceramic anterior or posterior crown restorations have been the focus of the Duret system, but it is also possible to machine titanium crowns or copings.

In a study at the University of Southern California School of Dentistry, a series of 50 crowns were machined, luted on their respective dies, and sectioned faciolingually and mesiodistally. The mean gap at the gingival margin was 35 micrometers, well within clinical tolerance.[18,19]

DCS Titan:

The DCS system (Figure 7) is a complete system that include a manual contact digitizing station, a CAD station, and a CAM system that is capable of machining titanium and ceramic materials.[20] The operator works on the die, without any special preparation. The system that was originally developed in Israel (Tavor and Co.) and is at present manufactured in Germany. Manipulation is slow (for example, digitizing a cast requires 20 minutes) and the accuracy is said to be approximately 100 micrometers. What makes the unit more interesting is its capability to produce not only copings but also to machine the substructure for a fixed partial denture from a titanium block. The production of the unit is quite confidential, but it is said that approximately 30 units have been sold in Germany and 2 have been tested in the USA.

CAP System

The Japanese have been very involved in the development of dental CAD/CAM and the first visible fruit of these labors was exhibited in March of 1996 at an exhibition in Yokohama (Figs. 8 a & b).[21,22] The prototype system was developed by Nikon and uses an automated laser imaging system to read the die and cast and produce the three dimensional virtual model. It is done very rapidly and the process is repeated to ensure accuracy. The design station allows development of the crown and much of the procedure is automated. Although the prototype unit is large, it will undoubtedly be streamlined before it is released for public use. There are no data concerning accuracy available.

Copy Milling:

The Celay system (Mikrona AG, Spreitenbach, Switzerland) is not a CAD/CAM system, but rather a copy milling device that allows the replication of a resin inlay, onlay, or coping pattern in porcelain.[23,24] It operates much like a key duplicating machine, using a pantographic machining process. The resin pattern is

mounted on the left side, and sprayed with a powder to facilitate tracking the tracing stylus. A cutting tool having the same geometry as the stylus machines a duplicate of the pattern from a ceramic block. Although the Celay system is *not* a CAD/CAM system, another device, the Ceramatic, (Ceramatic Inst., Askam, Sweden) automates the tracing procedure, much like the contact digitizing procedure of some CAD/CAD systems. The data are used to electronically control the milling system. The Ceramatic (Fig. 9, a & b) is included on the CAD/CAM table, although it is a hybrid machine that lacks a design station (CAD).

The Future of Dental CAD/CAM:

The broad interest in dental CAD/CAM indicates that there will be progressive development and eventually CAD/CAM will be used routinely. All dental applications of computers follow the general commercial computer development and are largely dependent upon the rate at which progress is made. In 1965 Gordon Moore stated that the number of components on a computer chip will double every year." Moore's law", as it is now called, still holds today, and indicates the exponential course of computer development. This gives the personal computer power that previously existed only in much larger and more expensive computers. Dental CAD/CAM benefits greatly from this development, making routine use faster, more accurate, and more cost effective. Thus, it is probable that dental CAD/CAM will become a routine application and as such, has the potential to greatly alter the manner in which restorative dentistry is practiced. It also can make excellent technology available to third world countries where the basic technical skills may be lacking, and where development and training impede progress of routine dentistry.

CAD/CAM units will not only become a more common in the dental operatory, but will find increasing use in dental laboratories as well. Does this mean that the position of the dental laboratory technician is in jeopardy? Not at all. CAD/CAM will not remove the need for laboratory technicians, but it will change the nature of their tasks.

There are many other potential applications of computer science to CAD/CAM. The problem of having to work with a monochromatic block of material may be solved by incorporating colorants that are sensitive to specific wavelengths of laser light into the ceramic block. The colorants may then be activated by photostimulation, potentially reproducing the desired color in the proper area of the restoration.

Eventually it will be possible to design a preparation with knowledge of the internal and external tooth morphology, and robotically prepare the natural tooth in the mouth. Inasmuch as the preparation is designed in advance, the restoration can also be created before the patient arrives. Ridiculous? No, such a scenario admittedly strains the imagination, but it is only our imagination that limits the extent of our progress. Technical capabilities are far ahead of our ability to use them.

In short, the future of dental CAD/CAM is probably not known by anyone, but may surpass our most imaginative concepts. The fact is that most dentists do not realize that dental CAD/CAM is real *today*. The future will only make it more pragmatic, more efficient, more cost effective, and bring greater benefits to the patient and the dentist.

Bibliography:

1. Duret F. Empreinte optique: Etude de la dynamique mandibulaire et utilisation de la CFAO. Journee de la SOFREB, 8th El, 1985

2. Duret F. Occlusal Adaptation by CAD/CAM. Advanced Prosthdontics World Wide, Proceedings of the International Conference, Hiroshima, Japan, 1985

3. Moermann WH, Brandestini M. Die CEREC computer reconstruction. Inlays, Onlays, und Veneers. Quintessenze Verlags GmbH, Berlin, 1989

4. Moermann WH, Brandestini M. Chairside computer-aided direct ceramic inlays. Quintessence Int, 1989;20:329-339.

5. Nathanson D, Riis DN, Cataldo GL, Ashayeri N. CAD-CAM Ceramic Inlays and Onlays Using an Indirect Technique.JADA, 1994;125:421-427

6. Inokoshi S, Van Meerbeek B, Willems G, Lambrechts P, Braemm M, Vanherle G. Maginal Accuracy of CAD/CAM Inlays Made with the Original and Updated Software. J Dent 1992;20:171-177.

7. Liu P, ISenberg B, Leinfelder K. Evaluating CAD/CAM Generated Ceramic Veneers. JADA 1993;124:59-63.

8. Heymann HO, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder AD, Roberson TM. The Clinical Performance of CAD-CAM-Generated Ceramic Inlays: A Four-Year Study. JADA 1996;127:1171-1181

9. Andersson M, Bergman B, Bessing C, Ericson G, Lunquist P, Nilson H. Clinical results with titanium crowns fabricated using with machine duplication and spark erosion. Acta Odontol Scan 1989;47:279-286.

10. Bergman B, Bessing C, Ericson G, Lundquist P, Nilson H, Andersson M. A 2-year follow-up study of titanium crowns, Acta Odontol Scand 1990;48:113-117

11. Nilson H, Bergman B, Bessing C, Lundqvist P, Andersson m. Titanium Copings Veneered with Procera Ceramics: A Longitudinal Clinical Study Int. J Prosthdont 1994;7:115-119

12. Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM of crowns. J Prosthet Dent 1995;74:223-229.

13. Duret F, Blouin JL, Nahmani L, Duret B, CAD-CAM in dentistry. J. Am Dent. Assoc, 117(11):715-720. 1988.

14. Duret F, Blouin JL, Nahmani L, and Duret B, Principe de fonctionnement et application technique de l'empreinte optique dans l'exercice de cabinet. C. de Proth. 50: 73-109, 1985.

15. Duret, F, Dispositif de prise d'empreinte par des moyens optiques, notamment en vue de la realisation automatique de protheses. French patent 2525103: 1-44, 1982.

16. Duret, F Preston, J, Chapoulaud, E and Duret, B, CAD-CAM in the dental office. The Quintessence, 1991;10:37-55,.

17. Laures J. Comportement clinique de l'environement parodontal d'une coiffe prothetique realizee dans un nouveau materiau et par conception et facrication assistees par ordinateur (CFAO). Doctoral Thesis, (DSO), Montpelier I, Monpelier, France

18. Duret F. The Sopha Dental CAD/CAM: 2 Years of Research in USC School of Dentistry in Computers in Clinical Dentistry, J Preston, Editor, The Proceedings of the First International Conference 1991, 179-185

19. Duret F, Preston J, Duret B, A Review of Complete Crown Restorations Fabricated Using A CAD/CAM System, J Cal Dent Assoc 1996;24:64-71

20. Samet N, Resheff B, Gelbard S, Stern N. A CAD/CAM system for the production of metal copings for porcelain-fused-to-metal restoraitons. J Prosthet Dent 1995;73:457-63

21. Uchiyama Y. Production of Metal Crowns by CAD/CAM, The Quintessence1991;10:33-40

22. Uchiyama Y, Fabrication of CAD/CAM Crown, The CAP System. Dentist 1993;205:33-40

23. Eidenbenz S, Lehner CR, Schärer P. Copy Milling Ceramic Inlays From Resin Analogs; A Practicable Approach With the CELAY System, Int J Prosthodont 1994;7:134-142.

24. Siervo S, Bandettini B, Siervo P, Falleni A, Siervo R. The CELAY System:A comparison of the fit of direct and indirect fabrication techniques Int J Prosthodont 1994;7:434-439

Legends for Figures:

Figure 1: The CEREC II system incorporates a diamond point that functions concurrently with the diamond disk.

Figure 2: The Pro-Cam CAM station.

Figure 3: The Pro-Cam contact probe.

Figure 4: A Procera ceramic coping.

Figure 5: Correlation spheres placed in the area of the preparation.

Figure 6: Multiple images have been recorded and are ready for correlating.

Figure 7. The DCS Titan System.

Figure 8a. The Computer Assisted Prosthesis system imaging station.

Figure 8b. The CAPS machining station

Figure 9 a, The tracing side of the Ceramatic system.

Figure 9 b, The milling side of the Ceramatic system.

DENTAL CAD/CAM SYSTEMS

System	Manufacturer	Data Acquisition	Restorations	Materials	Commercially Available?
Contact Digitizing:					
Ceramatic	Ceramatic Inst.	Automatic Digitizing	Inlay, Onlay, Coping+	Ceramic	Yes
PROCAM	Intratek Inc.	Automatic Digitizing	Coping	Ceramic	Yes
Procera 1 & 2	Nobelpharma	Automatic Digitizing	Coping	Titanium (1) Ceramic (2)	Yes Yes
DCS Titan	DCS Dental	Manual Digitizing	Coping FPD Framework (Titanium)	Titanium, Ceramic	Yes
Optical Digitizing:					
Nissan	Nissan	Optical Point	Inlay, Crown	Titanium, Ceramic	No
CAP	Nikon	Optical Point	Inlay, Crown	Titanium, Ceramic	No
Cicero	Elephant	Optical Line	Crown	Ceramic	No
CEREC 1&2	Siemens	CCD Camera, 1 image	Inlays, Onlays Veneers	Ceramic	Yes
DENStech	Microdenta	CCD Camera	Crown, inlay Onlay	Ceramic Titanium	Yes
Duret	NIMC	CCD Camera Multiple images	Crown, Coping Fixed Ptl. Dtr.	Titanium, Ceramic	No

Enseignement

sur le CAD CAM

+ Under-graduates (selective)
+ Post-Graduates

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, LOS ANGELES, CALIFORNIA 90089-0641

USC
SCHOOL OF
DENTISTRY

Celebrating 100 Years of Excellence
1897-1997

TO: Students Enrolled in the CAD/CAM Selective
FROM: Dr. Preston
DATE: September 3, 1996
SUBJECT: Course Information

The CAD/CAM selective is instructed by Dr. François Duret. Dr. Duret is the "father of dental CAD/CAM" and is most qualified to teach this course. Dr. Duret resides in France and is at USC approximately 10 days/month conducting CAD/CAM research. Thus, the class schedule is structured around his presence at USC.

The class will overview all present dental CAD/CAM systems and offer practical experience with the systems at USC. A detailed course schedule will be provided at the first lecture. The course will consist of approximately 6 hours of lecture and 14 hours of laboratory training. Attendance at all sessions is expected.

Grades will be based on attendance (50%) and completion of laboratory assignments (50%). The following system will be used:

0-1 absence - A
2 absences - B
3-4 absences - C
5 absences - D
more than 5 absences - failure

The first lecture will be held in room [redacted]. Subsequent lecture sites will be announced. You will need your typodont and will be instructed on the preparations to be used to fabricate restorations.

The course is structured to avoid interference with clinic time, yet offer adequate time for optimum experience. Course sessions will start at 6:00 p.m. and last approximately 3 hours. Following are the tentative dates for the course meetings.

Monday, September 30	Orientation and Lecture
Thursday, October 3	Lecture and Laboratory
Monday, October 7	Lecture and Laboratory
Thursday, October 10	Lecture and Laboratory
Monday, November 18	Lecture and Laboratory
Thursday, November 21	Laboratory
Monday, November 25	Laboratory

If you have any questions, please contact me in room 4330, extension 01078, or contact the department secretary, Ms. Perera in room, 4342, extension 07955

We look forward to offering this course and believe you will find it informative and fun.

University of
Southern California
Los Angeles,
California 90089-0641

(THIS IS AN UNOFFICIAL ROSTER FOR FALL 1996. TO BE OFFICIALLY ENROLLED, YOU MUST REGISTER IN THE COURSE BELOW:)

The following students are enrolled in DIAG 621

NO.	NAME
7223	DINH, JAMES
7228	EBRAHIMIAN, SHAHAB
7238	HSU, CHESTER
7264	McWALTERS, MICHAEL
7269	MUDITAJAYA, WINSTON
7300	SAKO, DANIEL
7303	SHAFA, FARHAD
7319	UPPAL, CHARANJIT
7326	YAVAIR, FOROUZAN
7331	LEE, JANSEN
7333	SHIH, YEN
7339	PAYNE, CHRISTOPHER

NOTE:

YOU HAVE SIGNED UP TO TAKE THE SELECTIVE COURSE **+DIAG 621, CAD/CAM IN DENTISTRY** IN ADDITION TO THE COURSES LISTED ON THE INSTRUCTION SHEET, YOU MUST ENROLL IN CLASS NUMBER(S):

24901

If you wish to *drop* this course after registering by touchtone, you must do so using the touch tone registration system on or before Friday, September 20th. You must also notify the Office of Academic Affairs of your intention to drop. If you do not drop the course by this deadline you must satisfactorily complete it or withdraw by the 12th week.