

## A PROPOS DES TECHNIQUES DE MESURE

MENGHINI P.\*, MARLATI G.

*Université de Pavie - I.R.C.C.S. "Sang périphérique Matteo" -*

*Département de Disciplines Odontostomatologiques*

*\* Membre of GIRSO*

*KEY WORDS: Measure systems, image processing, prosthodontics, dental materials*

*MOTS CLES: Techniques de mesure, élaboration d'images, prothèses, biomatériaux*

### ABSTRACT

Aim of the research has been the evaluation of an image processing technique suggested for measuring procedures in the field of dental materials and devices studies.

An analysis of measurement systems and largest employment's equipments in the biotechnologies field has been performed. Particularly, digital and image processing technologies have been considered and, between them, an evaluation of "Image Tool" software, made by UTHSCSA and available freeware on Internet has been carried out.

The "Image Tool" software showed to be easy in handling and reliable on this results. Since it is based on image processing, the measuring precision is related to subject to be evaluated dimensions and always in the 1/1000 tolerance. This software also allow the direct surfaces measuring and comparing.

The process accuracy is at the same level of mechanical regulation's measuring instruments (calipers, micrometres, surface probes) but it is not comparable to the laser controlled equipments, like CAD-CAM systems, micrometres and surface explores, precision wich are much more sofisticated and expansives.

### RESUME

La recherche a été réalisée afin d'évaluer une technique de traitement d'image. Elle est proposée pour être utilisée dans les procédures de mesures pour l'étude des matériaux et des dispositifs en Odontologie.

On a effectué une analyse de la littérature à propos des systèmes de mesure qu'on utilise dans les différentes sciences appliquées et des appareils les plus utilisés dans le domaine des biotechnologies. En particulier on a étudié les travaux relatifs aux technologies digitales informatiques et d'élaboration d'images. Entre toutes on a choisi d'évaluer plusieurs aspects d'un logiciel très particulier: "Image Tool" (créé par l'UTHSCSA et disponible "freeware" sur Internet).

Ce logiciel s'est montré simple à utiliser et très fiable dans ses résultats. Puisqu'il s'agit d'une méthode fondée sur des images, la précision des mesures est proportionnelle aux dimensions de l'objet évalué avec, de toute façon, une tolérance d'1/1000. En outre ce logiciel permet aussi la mesure et la comparaison directe des surfaces. La précision de cette méthode est du même ordre que celle des instruments de mesure à régulation mécanique (pieds à coulisse, micromètres, palpeurs à contact), mais elle n'est pas comparable à celle des appareils correspondant à guidage laser (système CAD-CAM, micromètres et exploreurs de surface) bien plus sophistiqués et coûteux.

### INTRODUCTION

L'engagement de ceux qui se dédient à l'étude des matériaux dentaires s'oriente de plus en plus vers une évaluation des produits et des méthodes qui ne satisfont pas encore complètement les exigences des opérateurs du secteur odontologique. Toutes les propositions nouvelles issues de l'évolution technique et technologique, pour tous les secteurs de l'odontologie, nécessitent d'attentives analyses instrumentales avant l'expérimentation clinique effective.

Les systèmes de mesure, que la science des matériaux utilise dans les différentes disciplines spécialisées, sont très importants.

Dans la mécanique classique on utilise les pieds à coulisse, les micromètres, les profilomètres, les comparateurs, les alesamètres, les rugosimètres, etc., ou bien des formes géométriques de référence à utiliser comme modèles. Chaque instrument est caractérisé par des dimensions maximales et minimales décelables et par une échelle de mesure avec un gradeur de référence<sup>3,4,5,6,7,8,9</sup>.

Avec l'introduction de l'ordinateur, beaucoup d'instruments ont été intégrés à des mécanismes digitaux de contrôle actif: par exemple dans la mécanique avec contrôle numérique, c'est à dire les systèmes CAM/CAD, les transducteurs de position, de pression, de mouvement, de linéarité etc. font partie du système de contrôle de la précision du travail<sup>1</sup>.

Récemment l'optique a proposé des systèmes de relevés et/ou de guidage pour tous les instruments mentionnés ci-dessus en utilisant la lumière visible (à longueur d'onde constante, polarisée etc...), les infrarouges et le laser, même en tridimensionnel<sup>10</sup>.

Mais souvent il n'est pas possible d'effectuer des mesures directes sur les corps, mais seulement sur leurs images; en effet, un laboratoire d'essai des matériaux à usage odontologique doit souvent effectuer des relèvements en optique macro ou en microscopie dans l'échelle des microns.

Dans la microscopie tant optique qu' électronique, sont disponibles des systèmes de référence (grilles ou échelles) avec un tarage manuel ou automatique.

Grâce à l'informatique, aujourd'hui, on peut digitaliser les images obtenues avec la photographie classique ou avec n'importe quel système optique. Des appareils avec des capteurs capables de relever en digital une image, indépendamment du système optique utilisé, sont aussi disponibles<sup>1</sup>.

Les problèmes que l'on rencontre dans la digitalisation de l'image analogique, effectuée soit par un interface hardware, soit par un scanner (tirage ou diapo) ou même par un appareil avec capteur CCD, ont été surmontés grâce aux nouveaux standards de conversion et compression<sup>2</sup>.

Pour le traitement des images sur l'ordinateur on

utilise des procédures software qu'on appelle "image processing", parmi lesquelles on peut élaborer et analyser les images de n'importe quel objet<sup>12</sup>.

Beaucoup de récents microscopes électroniques ont une interface hardware capable de convertir en digital l'image analogique reléevée et de l'envoyer à l'ordinateur. De plus beaucoup de producteurs fournissent un software spécifique d'"image processing".

Mais l'exigence d'un laboratoire d'essai de matériaux à usage odontologique est d'avoir à disposition un logiciel universel, c'est-à-dire capable d'analyser les images des corps de n'importe quelle dimension, ou bien des images reléevées en photographie avec optique normale, macro, ou en microscopie.

Dans cette recherche, on a voulu analyser du point de vue de la facilité d'emploi, de la précision de la mesure et de la possibilité d'adaptation aux différents types de recherches, un logiciel très particulier: Image Tool, créé par l'UTHSCSA (University of Texas Health Science Center at San Antonio), développé par C. Donald Wilcox, S. Brent Dove, W. Doss McDavid and B. David Greer, et disponible "freeware" sur Internet aux adresses de Tab. 1. "Image Tool" version 2.0 (alpha), ( Fig. 1), a été écrit en Borland's C++ version 5.0.2, cet instrument est capable de travailler aussi bien avec Microsoft<sup>TM</sup> qu'avec Apple<sup>TM</sup>, et a été élaboré sur la base du software "NIH Image", programme créé par le National Institute of Health des États Unis pour effectuer des mesures sur les tracés électrophorétiques.

L'Université du Texas a commencé il y a plusieurs années à élaborer ce software à usage odontologique, d'abord comme instrument pour l'analyse des images RX dans le Department of Dental Diagnostic Science et ensuite pour l'analyse céphalométrique.

Official Site: <a href="http://macorb.uthscsa.edu/dig/itdesc.html">http://macorb.uthscsa.edu/dig/itdesc.html</a>
Belgium <a href="ftp://pa.cc.kuleuven.ac.be/pub/ImageTool">ftp://pa.cc.kuleuven.ac.be/pub/ImageTool</a>
Japan <a href="ftp://gold.fish.kagoshima-u.ac.jp/pub/Win/science/ImageTool">ftp://gold.fish.kagoshima-u.ac.jp/pub/Win/science/ImageTool</a>
UK <a href="ftp://micros.hensa.ac.uk/mirrors/uthscsa">ftp://micros.hensa.ac.uk/mirrors/uthscsa</a>
USA <a href="ftp://wuarchive.wustl.edu/packages/graphics/image-tool">ftp://wuarchive.wustl.edu/packages/graphics/image-tool</a>
ITA <a href="http://www.cigs.unimo.it/HELPERS/IMG_TOOL.HTM">http://www.cigs.unimo.it/HELPERS/IMG_TOOL.HTM</a>

**Tab. 1:** Les sites internet dédiés au logiciel Image Tool

De ces applications ressort la première qualité de Image Tool: pouvoir effectuer la superposition des images, qui met en évidence le résultat positif ou négatif. Ensuite, avec un processus de tarage, on peut effectuer des mesures linéaires dans toutes les directions et surtout des mesures de surfaces.

### MATERIEL ET METHODES

Pour vérifier la fiabilité de la méthode, on a comparé le logiciel de "image processing" avec deux systèmes de mesure de la mécanique classique: le micromètre et le comparateur (Fig. 3-4) (Mitutoyo Italiana S.r.l., Lainate, Milano, I).

Huit prothèses dentaires, (Fig. 2), ont été mesurées

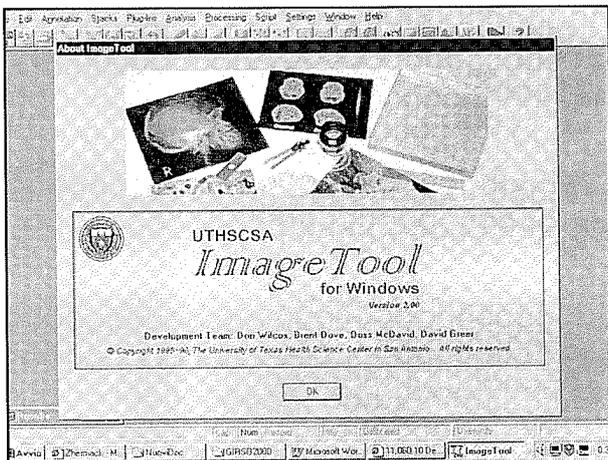


Fig. 1: Le logiciel "Image Tool"

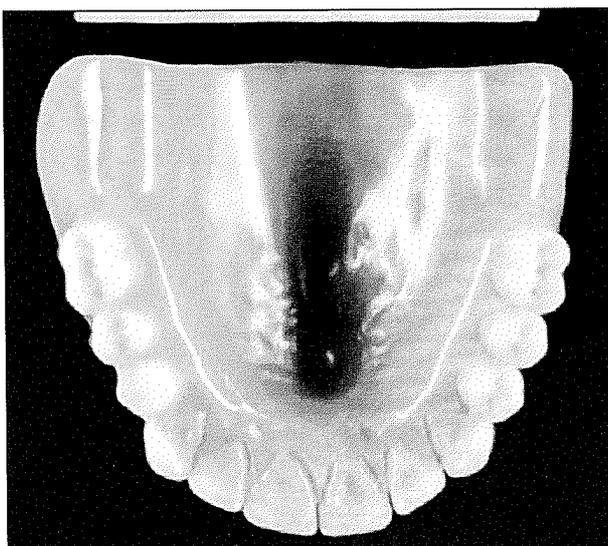


Fig. 2: Une des prothèses dentaires utilisées dans la recherche

en trois secteurs (D1-D2-D3) selon les trois méthodes mentionnées ci-dessus, dans le but de relever des valeurs en millimètres, en dixièmes de millimètres (D1 et D3), et en dizaines de millimètres (D2).

En ce qui concerne le processus d'analyse avec l'image processing, on a d'abord procédé à la réalisation d'images photographiques des prothèses avec un appareil Reflex® sur statif, avec optique macro et film pour diapos. Ensuite les diapositives ont été digitalisées avec le scanner Polaroid Sprintscan 35 Plus® (Polaroid Europe, Ltd., London, UK).

Toutes les images photographiques comprenaient une échelle de référence, (Fig. 2), nécessaire pour le tarage du software.

Les résultats ont été statistiquement analysés avec test ANOVA.



Fig. 3: Le comparateur utilisé dans la recherche

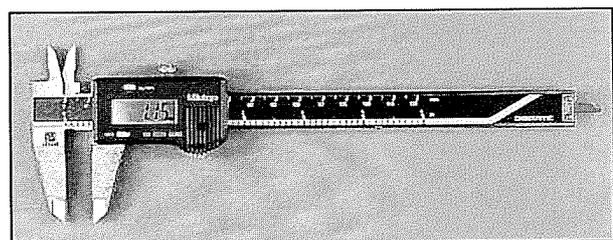


Fig. 4: Le micromètre utilisé dans la recherche

**RESULTATS ET CONCLUSIONS**

Dans le Tab. 2 sont indiquées les valeurs des mesures effectuées. Pour le comparateur les valeurs relatives à D2 n'ont pas été indiquées car l'instrument employé ne pouvait mesurer que 25 mm comme dimension maximale.

On n'a relevé aucune différence significative du point de vue statistique entre les mesures conduites selon les différentes méthodes.

C'est-à-dire que le logiciel étudié s'est révélé simple à utiliser et fiable dans les mesures, mais, cependant, le procédé est très complexe si on le compare à la simplicité des instruments mécaniques alternatifs, en raison des passages nécessaires pour la réalisation des images photographiques et la digitalisation. Il faut aussi souligner que la prise de vue des images doit être effectuée avec le maximum d'attention et dans le respect des géométries.

Puisque la méthode est fondée sur les images, la précision du relevé est proportionnelle aux dimensions de l'objet et dans le domaine de 1/1000 de l'unité de mesure considérée.

En outre, elle permet la même précision dans la mesure des surfaces.

En conclusion, la précision du système étudié est comparable à celle des instruments à réglage mécanique.

Les méthodes les plus sophistiquées, c'est-à-dire les systèmes CAD/CAM, les micromètres et les prophilomètres à guidage laser, ou les systèmes laser 3D, fournissent une précision absolue et, en plus, la possibilité d'effectuer des mesures tridimensionnelles en temps réel, mais avec des frais beaucoup plus élevés.

C'est pourquoi, nous pensons que le domaine d'emploi de la technique de mesure analysée par cette recherche est suffisamment ample pour donner sens à la plupart des recherches sur les matériaux et les dispositifs odontologiques.

Nos recherches, en effet, n'ont pas besoin de mesures au niveau atomique et micromoléculaire et, bien souvent, elles sont relatives aux résultats de cycles d'opérations avec des marges de tolérance.

	MICROMETRE			COMPARATEUR			IMAGE TOOL		
	D1	D2	D3	D1		D3	D1	D2	D3
PROTHESE									
A	0,398730	67,890910	2,439988	0,399997		2,430000	0,398910	67,800000	2,430000
B	0,210000	53,129990	0,281001	0,210012		0,280122	0,209999	53,101239	0,289909
C	0,487654	34,299976	0,410034	0,479895		0,419990	0,483234	34,299976	0,410124
D	0,479999	41,810111	0,419765	0,478621		0,420090	0,478845	41,799991	0,425677
E	0,658998	47,601012	0,213215	0,651202		0,218760	0,657345	47,670456	0,210209
F	0,231123	43,290908	0,360100	0,231999		0,362245	0,231870	43,291234	0,369870
G	0,181212	42,810003	0,143498	0,189910		0,149999	0,188700	42,812654	0,140873
H	0,499889	36,599910	0,168987	0,490012		0,160111	0,490007	36,587610	0,168980

**Tab. 2:** Les valeurs des mesures réalisées (en mm)

REFERENCES

1. **Halazonetis DJ, Abelson MN.** Computer survey. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1999 Dec; 116(6): 699-701.
2. **Hutchinson I, Williams P.** Digital cameras. *Br J Orthod*, 1999 Dec; 26(4): 326-31.
3. **ISO/R 463:** 1965 Comparateurs à cadran au 0,01 mm, au 0,001 in et au 0,0001 in.
4. **ISO 3274:** 1996 Spécification géométrique des produits (GPS) -- État de surface: Méthode du profil -- Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur).
5. **ISO 3599:** 1976 Pieds à coulisse à vernier au 1/10 et au 1/20 mm.
6. **ISO 3611:** 1978 Micromètres d'extérieur.
7. **ISO 5436:** 1985 Échantillons d'étalonnage -- Instruments à palpeur -- Type, étalonnage et emploi des échantillons.
8. **ISO 6906:** 1984 Pieds à coulisse à vernier au 1/50 mm.
9. **ISO 7863:** 1984 Micromètres verticaux et rehausses.
10. **ISO 10360-2:** 1994 Métrologie par coordonnées -- Partie 2: Évaluation des performances des machines à mesurer tridimensionnelles.
11. **Kawahata N, Ono H, Hamano T, Nagaoka E.** Trial duplication procedure for complete dentures by CAD/CAM. *J of Oral Rehabilitation*, 1997 24: 540-548.
12. **McAlarney ME, Phillips CB, Song D.** Form Difference Computations in Restorative Dentistry Utilizing the Macroelement Method. *J Dent Res*, 1996 75(7): 1464-1476.

*Auteur Responsable:*

Prof. Paolo Menghini  
Università degli Studi di Pavia  
Dipartimento di Discipline Odontostomatologiche  
Insegnamento di Materiali Dentari  
c/o I.R.C.C.S. "S.Matteo"  
Pizzale Golgi 2  
27100 PAVIA - ITALY  
TEL: +39 0382 526221 - 526283  
FAX: +39 0382 423029  
dentmat smatteo.pv.it