

Implantations dentaires en alumine monocristalline chez l'animal: étude du tissu périimplantaire

A.M. GATTI, D. ZAFFE*, G.P. POLI

Clinique Odontologique, Université de Modena, Italie

** Institut d'Anatomie Humaine, Université de Modena, Italie*

RÉSUMÉ

Un implant, sous forme de vis d'alumine monocristalline, a été placé dans la mandibule d'un chien. Le pivot est resté in situ pendant 1 an sans être chargé.

Les résultats des analyses des coupes au microscope photonique, au MEB et à la microsonde à rayons X mettent en évidence l'existence d'une couche épaisse du tissu conjonctif autour de l'implant et confirment les analyses, par analyseur digital (VDC), des radiographies endobuccales.

MOTS-CLÉS:

Implantologie, Alumine monocristalline.

SUMMARY

After the extraction of two molars in a dog's jaw, a single crystal alumina screw was implanted.

Monthly radiographs were taken and analyzed by means of a video display computer (VDC) to obtain densitometric informations about the interface.

After one year implantation, the bone segment containing the prosthesis was fixed in 4% paraformaldehyde, embedded in methacrylate and sectioned by a microtome saw.

The results in light microscopy with ordinary and polarized light, in SEM and X-ray microanalysis, show the presence of a thick connective tissue layer interposed between the screw and the bone. The histological findings confirm the results obtained through the VDC analysis of the radiographic images.

KEY WORDS:

Implantology, Sapphire.

INTRODUCTION

L'implantologie dentaire pose à ce jour encore quelques problèmes, liés à la biocompatibilité des matériaux, au dessin de la prothèse qui conditionne la biomécanique de la mastication, et au type d'interface qui se crée entre l'implant et l'os (Newesly, 1983; Muster, 1986; Weiss, 1986; Gatti et coll., 1987).

La méthode d'implant utilisée a sûrement une importance fondamentale (telle que suivie par Branemark, 1983, par exemple, dans laquelle on recommande que l'ostéointégration ait lieu avant de charger l'im-

plant). Cependant le paramètre le plus important dans l'implantologie est le type de matériau employé. En effet, si le matériau cède au point de vue de la structure, ou relâche des ions, on peut assister à un échec prothétique, même au cas où l'ostéointégration aurait eu lieu.

Il existe d'autres obstacles de type accidentel, tels que l'infiltration marginale bactérienne, qui peut, à elle seule, entraîner le rejet de l'implant. Nous les avons délibérément écartés de ce travail, à cause justement de leur caractère accidentel.

Le présent travail se propose de tester la biocompatibilité de matériaux nouveaux (Kawahara, 1977; Heimke et coll., 1987) ainsi que des méthodes de recherche d'évaluation de haute technologie.

MATERIEL ET METHODES

Chez un chien berger allemand de trois ans, auquel on avait enlevé deux molaires, quarante jours auparavant, a été implantée une vis de saphir — monocristal d'alumine — (firme Kyocera, Japon) de dimension 13x3 mm (Fig. 1).

La vis a été obtenue par frittage, c'est-à-dire à la pression de 10 MPa et à une température supérieure à 1000°C. Ce matériau a des caractéristiques physiques supérieures à l'alumine polycristalline (dont les valeurs sont indiquées entre parenthèses): dureté Vickers de 22×10^2 kg/mm² ($18 \times 10^2), résistance à la tension de 6.500 kg/cm² (2300), module de Young de 4×10^6 kg/cm² (3.8).$

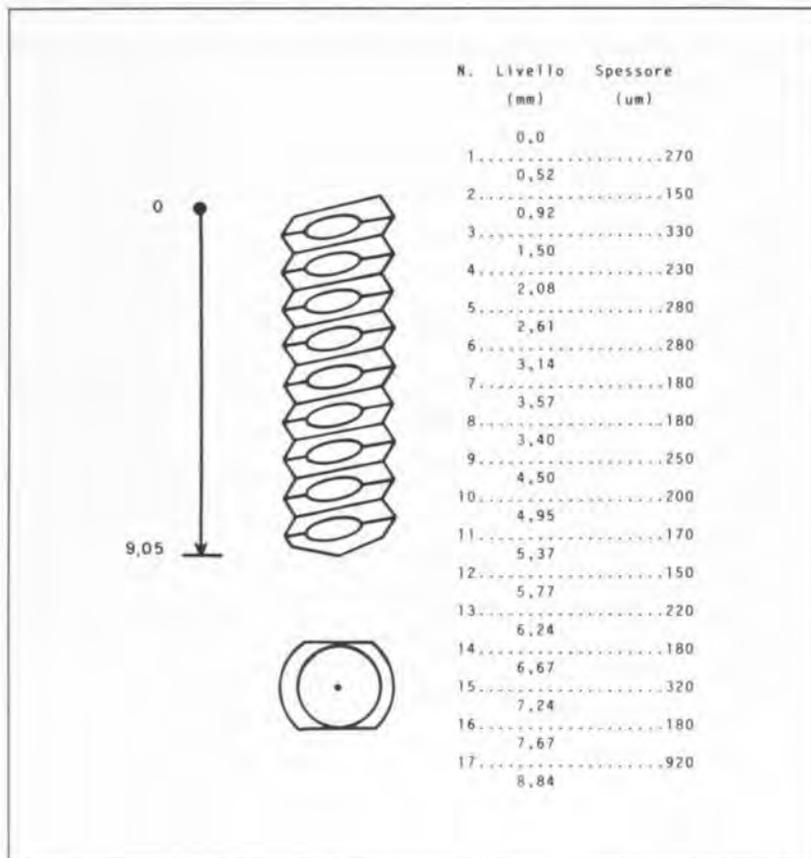


Fig. 1: Schéma de la vis d'alumine monocristalline (saphir) et inventaire des coupes sériées. Pour chaque coupe sont indiqués l'épaisseur et le niveau où elle a été faite.

Fig. 1: Scheme of the sapphire screw and list of the seriated sections with reference to the level.

Chaque mois, des radiographies endobuccales ont été faites avec un générateur à long cône (Castellini, Italie), sous une tension de 65 KV et une intensité de 13.5 mA. Les radiographies ont été étudiées par un analyseur digital d'image (VDC-Video Display Computer). L'ordinateur (Tesak, Italie) quantifie les densités optiques de l'image (Gatti et Amadori, 1984).

Les analyses ont été effectuées sur une ligne horizontale qui traverse l'image; si cette ligne traverse la zone d'implantation (Fig. 2), on peut mettre en évidence des zones éventuelles de résorption au niveau du graphique densitométrique.



Fig. 2: Image vidéo d'une radiographie endobuccale de la prothèse à 6 mois d'implantation. Les 2 lignes horizontales indiquent les niveaux auxquels les analyses densitométriques (dont les graphiques ont été superposés sur l'image) ont été effectuées.

On peut remarquer qu'à proximité de la vis (flèche) le graphique présente une déflexion correspondant à une couche plus radiotransparente.

Fig. 2: Digitalized image of an endoral radiography of the sapphire screw after 6 months implantation. The two horizontal lines show the levels at which the densitometric analyses were carried out.

The superimposed densitometric graph shows a deflection (arrow) corresponding to the interface.

L'animal a été sacrifié un an après, et la portion de la mandibule contenant l'implant a été fixée à la paraformaldéhyde à 4%, puis incluse dans le méthyl méthacrylate. L'échantillon a été débité en coupes transversales sériées d'une épaisseur d'environ 200 μm, à l'aide d'une scie microtome de type Leitz (Allemagne).

Après un polissage avec du papier d'émeri et de la pâte de diamant, chaque coupe a été microradiographiée (générateur Italstructures, Italie), sous une tension de 7.8 KV et une intensité de 13.5 mA.

Les coupes ont alors été préparées pour la microscopie électronique à balayage (SEM 500 - Philips, Hollande), avec dépôt de carbone pour l'analyse à la microsonde électronique en dispersion d'énergie (EDAX PV 9100, Philips International, Hollande) pour mettre en évidence les diffusions éventuelles d'aluminium autour de la prothèse.

Les coupes ont été ensuite abrasées et, après polissage, observées au microscope photonique, en lumière normale et en lumière polarisée, entre analyseur et polariseur croisés.

RESULTATS

L'analyse des radiographies au VDC met en évidence après six mois, autour de l'implant, une petite zone de faible densité puis une autre de densité très élevée (Fig. 2). Cette dernière zone est généralement plus radio-opaque que l'os qui entoure la vis. Il s'agit probablement d'une couche de tissu conjonctif qui s'est développée autour de l'implant, avec épaissement de l'os environnant.

L'étude des microradiographies montre que l'os des travées visibles autour de la vis est un os apparemment «normal» du point de vue de la minéralisation. L'observation des coupes au MEB montrent que cet os est situé à une certaine distance de la prothèse soit au niveau cortical (Fig. 3), soit à l'intérieur du corps mandibulaire (Fig. 4).

L'analyse à la microsonde indique qu'il n'y a aucune diffusion et/ou présence d'Aluminium dans l'os ou dans le tissu conjonctif qui entoure la prothèse (Fig. 4).

L'étude au microscope photonique permet de vérifier que, entre l'os et l'implant, s'est créée une couche de tissu conjonctif. En effet, on trouve, soit au niveau cortical (Fig. 5), soit aux niveaux inférieurs (Fig. 6) une couche de tissu conjonctif épaisse, allant jusqu'à 300 μm . Au niveau cortical (Fig. 5) ce tissu conjonctif sépare la vis de l'os lamellaire préexistant et, dans le corps mandibulaire (Fig. 6), on trouve des travées d'os à fibres entrelacées. Les fibres de collagène de ce tissu conjonctif semblent avoir une orientation annulaire, qui enveloppe la vis (Fig. 5, 6).

DISCUSSION

Le présent travail met en évidence quelques aspects importants du problème implantologique.

1) L'implant a été mis pour un bon tiers de sa longueur à l'intérieur de la corticale qui, bien que avivée, n'a cependant pas donné de néoformation osseuse, mais plutôt une couche de tissu conjonctif. Avec des implants métalliques rugueux, l'épaisseur de cette couche ne peut être expliquée que par le poli extrême de la prothèse (Thomas et Cook, 1985). Il y aurait croissance de tissu conjonctif à la place d'os, celui-ci n'ayant pas de points d'ancrage sur lesquels se fixer et pousser.

- 2) L'interface de tissu conjonctif dense créé pourrait avoir pour fonction d'absorber les chocs mécaniques au cours de la mastication. Ce tissu, à fibres enlacées, est vraisemblablement adapté pour cette fonction, mais il pourrait dégénérer en tissu lâche avec le temps et perdre alors cette caractéristique.
- 3) L'étude avec l'analyseur digital d'image semble un apport précieux dans les recherches de ce type, car elle permet de quantifier la densité de l'os et surtout celui de l'interface, en mettant bien en évidence les résorptions. Il faut cependant tenir compte du fait que l'information quantifiée est bidimensionnelle (et non pas tridimensionnelle) et qu'il existe une possibilité d'erreur dans l'évaluation. D'autres informations sont nécessaires, telles que celles obtenues par l'examen des coupes au microscope.

Ces études indiquent que l'épaississement de l'os révélé par le VDC est dû à des travées néoformées qui entourent l'implant et qui, en projection bidimensionnelle, donnent une valeur de densité plus élevée. Ainsi l'analyse des radiographies à l'aide du VDC semble donc indispensable pour l'évaluation «in situ» d'un implant.

L'alumine monocristalline a montré une biocompatibilité excellente, probablement due à l'inertie chimique, typique des matériaux céramiques. Les résultats ont au contraire montré que le filetage de la vis prothétique n'a pas été suffisant pour établir un lien mécanique avec le substrat osseux: la présence d'une couche fibreuse si épaisse, en effet, doit être mise très probablement en rapport avec le poli de la surface prothétique. Ce lien, dans un implant dentaire, est la condition indispensable afin qu'il n'y ait pas de relâchement de la prothèse.

Il faut cependant attribuer aux résultats la juste valeur, étant donné que l'étude a été conduite sur la mandibule de chien qui du point de vue biomécanique de la mastication et par métabolisme phosphocalcique, ne peut être comparée à la mandibule humaine.

De toute façon, ces résultats ne semblent pas sous-estimer le fait que, pour avoir un bon ancrage sur l'os, un implant d'alumine monocristalline, en plus des irrégularités macroscopiques (filets, cannelures, etc.) doit posséder aussi une rugosité superficielle.

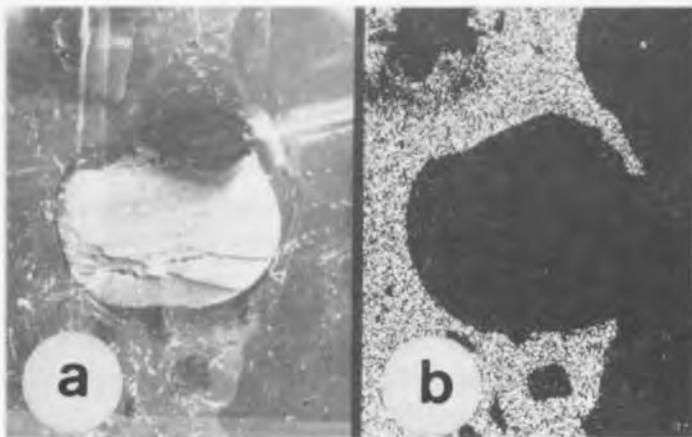


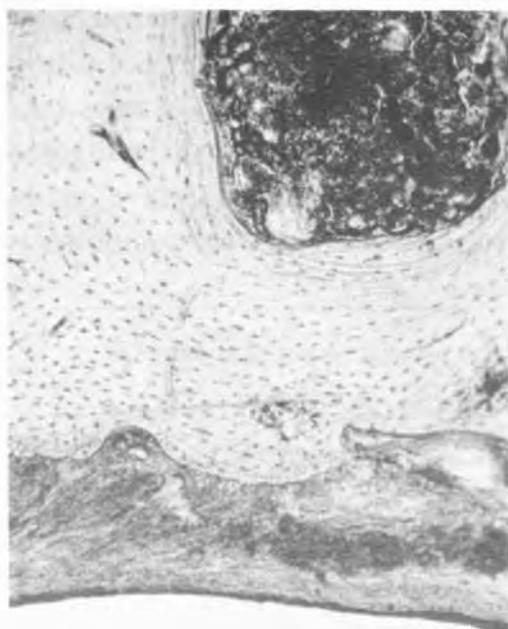
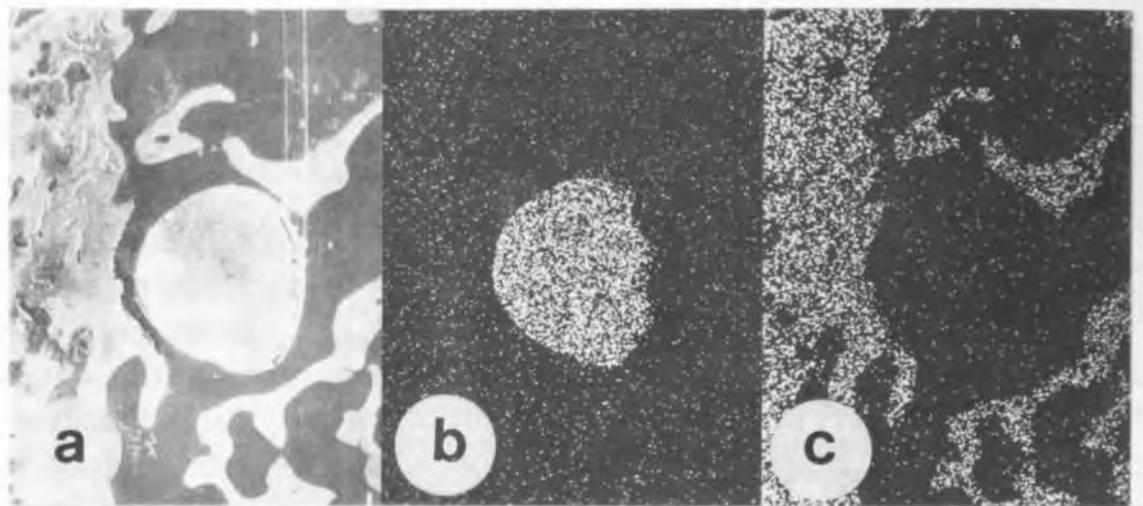
Fig. 3: Microphotographie au MEB (a) et analyse aux rayons X pour le Calcium (b) d'une coupe faite dans la zone où la vis pénètre dans la corticale supérieure de la mandibule. On peut voir comment l'os, qui enveloppe la vis, reste à distance de celle-ci ($\times 10$).

Fig. 3: SEM image (a) and X-ray microanalysis for Calcium (b) of a section performed in the upper part of the jaw. The bone surrounds the screw, but there is a connective tissue layer interposed ($\times 10$).

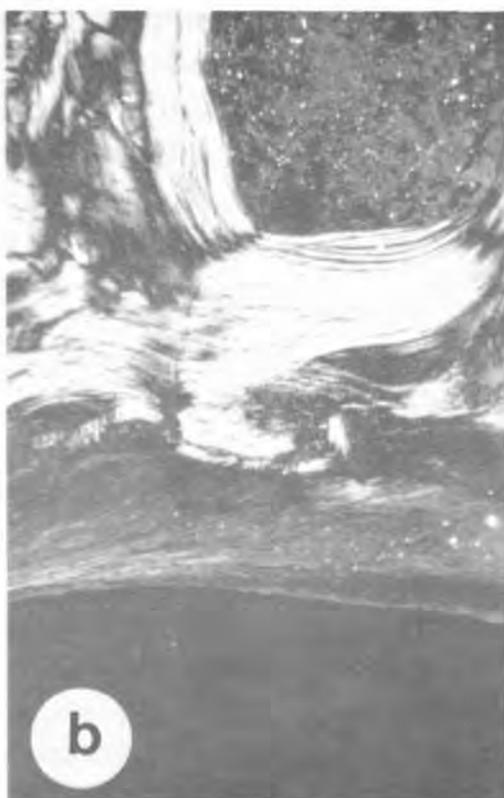
Fig. 4: Microphotographie au MEB (a) et analyse aux rayons X pour l'Aluminium (b) et pour le Calcium (c) d'une coupe faite au niveau du corps mandibulaire. On peut remarquer comment les travées osseuses, qui enveloppent l'implant, restent éloignées de celui-ci.

La microanalyse de la coupe montre qu'il n'y a aucune diffusion de l'Aluminium de la vis (b) vers l'os (c) ($\times 10$).

Fig. 4: SEM image (a) and X-ray microanalysis for Aluminium (b) and Calcium (c) of a lower section of the jaw. The bone trabeculae try to surround the screw, but a thick connective tissue layer separates the screw from the bone ($\times 10$).



a



b

Fig. 5: Images en microscopie photonique en lumière normale (a) et en lumière polarisée (b) de la coupe visible sur la Fig. 3.

a: au bas, de l'image, la cavité correspond au site où se trouve la prothèse; au centre, en gris sombre, le tissu conjonctif d'interface; au-dessus l'os dans lequel on observe les lacunes des ostéocytes.

b: en lumière polarisée, le tissu conjonctif se présente avec des fibres de collagène orientées annulairement. Le tissu conjonctif sépare l'os lamellaire de la vis ($\times 50$).

Fig. 5: Light microscopy with ordinary (a) and polarized (b) light of the section visible on Fig. 3. A thick connective tissue layer separates the lamellar bone from the screw (corresponding to the cavity in the lower part of the photograph). In this layer, the collagen fibers appear annularly oriented ($\times 50$).

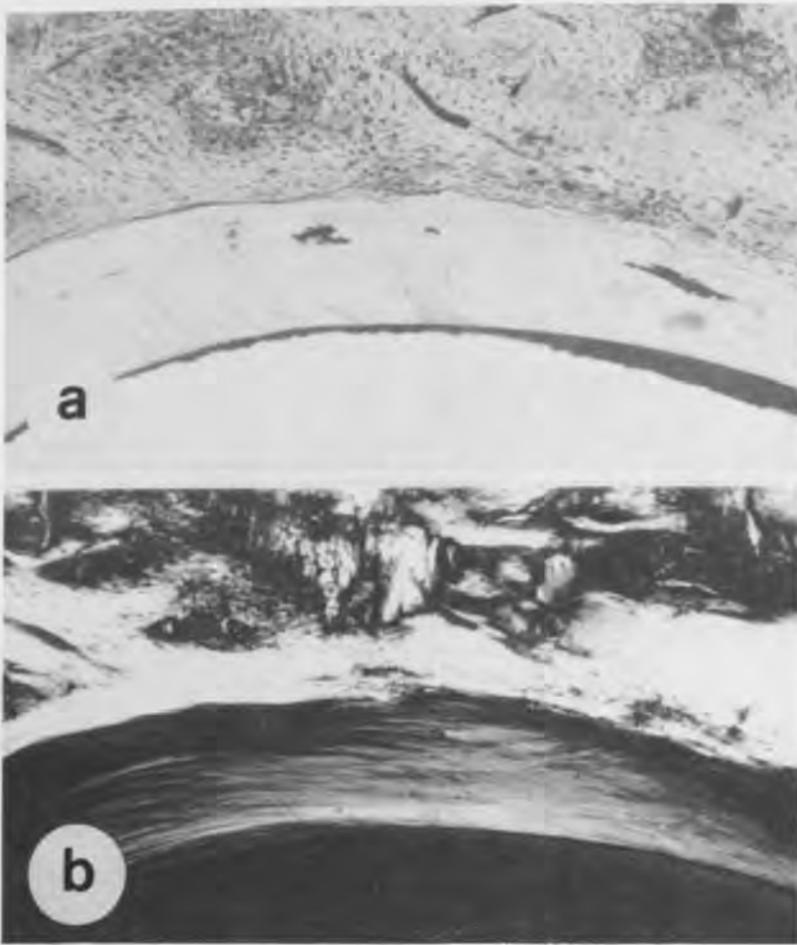


Fig. 6: Microscopie photonique, en lumière normale (a) et en lumière polarisée (b) de la coupe présentée sur la Fig. 4.

a: en bas, on voit la cavité laissée par la vis; au-dessus, le tissu conjonctif avec les fibres de collagène orientées annulairement.
b: plus haut encore, on note la présence d'os avec une zone de fibres de collagène disposées parallèlement, puis une zone avec des fibres enlacées ($\times 50$).

Fig. 6: Light microscopy with ordinary (a) and polarized (b) light of the section of Fig. 4.

The connective tissue layer, in which the collagen is annularly oriented, appears in contact with a parallel-fibred bone followed by woven bone ($\times 50$).

BIBLIOGRAPHIE

Branemark, P.I. — Osseointegration and its experimental background. *J. Prosth. Dent.*, 49/6: 399-410, 1983.

Gatti, A.M., Amadori, M.P. — Applicazione di un elaboratore digitale d'immagine in odontoiatria. *Odontoiatria e Implantoprotesi*, 7: 21-23, 1983.

Gatti, A.M., Zaffe, D., Galetti, R., Poli, G.P. — The evaluation of the interface between bone and a bioceramic dental implant. *J. Biomed. Mater. Res.*, 21: 1005-1011, 1987.

Heimke, G., D'Hoedt, B., Schulte, W. — Ceramics in dental implantology. In: Pizzoferrato A.: Biomaterials and clinical applications. Bologna (I), Elsevier Pubbl., 93-104, 1987.

Kawahara, H. — Bioceramics. *Jap. J. Artificial Organs*, 6 (5): 218-225, 1977.

Muster, D. — Biomateriaux en chirurgie osseuse et dentaire. In: *Encycl. Méd.-Chir., Stomatologie I*, 22014 F10, Paris, S.G.I.M., 1-32, 2-1987.

Newesly, H. — Dental Implantate und ihre Werkstoffe. *Naturwissenschaften*, 70: 324-331, 1983.

Thomas, K.A., Cook, S.D. — An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J. Biomed. Mater. Res.*, 19: 875-901, 1985.

Weiss, C.M. — Tissue integration of dental endosseous implants — description and comparative analysis of the fibro-osseous integration and osseous integration system. *J. Oral Implant.*, 12(2): 169-214, 1986.

Adresse des auteurs: A.M. Gatti, Laboratorio dei Biomateriali, Clinica Odontoiatrica, Università di Modena, Via del Pozzo 71, 41100 Modena (Italie).