

ANJA ZEMBIC<sup>1</sup>

VINCENT FEHMER<sup>2</sup>

MANFRED KERN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Clinique de prothodontie fixe et amovible et science des matériaux dentaires, Université de Zurich

<sup>2</sup> Division de prothèse fixe et biomatériaux, Clinique universitaire de médecine dentaire, Université de Genève

<sup>3</sup> Association pour la céramique en médecine dentaire (Association enregistrée), rédacteur responsable

#### CORRESPONDANCE

AG Keramik Schriftführung  
Postfach 1160  
D-76308 Malsch  
E-mail : info@ag-keramik.de

Traduction : Jacques Rossier  
et Thomas Vauthier

Ce rapport a été publié pour la première fois dans *ZWR, Das Deutsche Zahnärzteblatt*, 127(10) : 495-501 (2018)  
DOI : 10.1055/a-0736-6466.  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart – New York. Nous remercions la maison d'édition Thieme pour l'autorisation de cette deuxième publication dans le *SDJ*.



## Tout céramique sur implants – est-ce possible ?

La stabilité et l'esthétique de différents concepts prothétiques en implantologie au centre d'un symposium sur la céramique

#### MOTS-CLÉS

Superstructures implantaire ; complications techniques et biologiques ; couronnes monolithiques, ponts ; implants en céramique ; piliers hybrides ; probation clinique

**Image en haut :** L'implantologie devient numérique :

Image intraorale opto-électronique du « scan body » pour transférer la position de l'implant dans le modèle virtuel et pour construire la superstructure prothétique (système Cerec). Source : Mehl, ZZMK Zurich

#### RÉSUMÉ

Depuis assez longtemps déjà, les matériaux tout céramique ont fait leurs preuves en tant qu'alternative adéquate pour la réalisation de couronnes et de ponts. Sur la base des résultats d'études fondées sur des preuves, la Société allemande de médecine dentaire, orale et maxillo-faciale DGZMK (*Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund-*

*und Kieferheilkunde*) soutient ce concept dans ses « Directives S3 pour les couronnes et ponts tout céramique » et certifie que la probation clinique dépend essentiellement du domaine d'application, des matériaux utilisés et du respect des exigences spécifiques de ces matériaux (MEYER ET COLL. 2015).

## Métal ou céramique ?

Lors du 17<sup>e</sup> symposium annuel de l'Association pour la céramique en médecine dentaire (AG Keramik), le thème «*Tout céramique sur implants du point de vue médico-dentaire et technique*» ainsi que les défis associés aux reconstructions tout céramique ont été abordés par les corapporteurs, la D<sup>re</sup> méd. Anja Zembic, PD, Université de Zurich, et M. Vincent Fehmer, MTD (Maître technicien-dentiste), Université de Genève.

Selon la littérature actuelle, les implants en titane présentent cliniquement des taux de survie élevés de 95 % après 10 ans (JUNG ET COLL. 2012). Les couronnes unitaires implanto-portées ont des taux de survie de 96 % à 5 ans et de 89 % à 10 ans (JUNG ET COLL. 2012). Les taux de survie des reconstructions sont influencés de manière décisive par la survenue de complications. Après 5 ans, 9 % de complications techniques, 7 % de complications biologiques et 7 % de complications esthétiques ont été enregistrées pour des couronnes unitaires sur implants (JUNG ET COLL. 2012).

Après 5 ans, les ponts implanto-portés présentent un risque de complications d'environ 40 %, versus 16 % pour les ponts à appui dentaire (BRÄGGER ET COLL. 2001 ; PJETURSSON ET COLL. 2007). Fait intéressant, les ponts soutenus par des dents ont tendance à présenter davantage de complications biologiques, alors que les ponts implanto-portés ont tendance à présenter plus de complications techniques (BRÄGGER ET COLL. 2001 ; PJETURSSON ET COLL. 2007). Cette augmentation des complications associées à la présence d'implants peut s'expliquer par le manque de mobilité intrinsèque du pilier implantaire. Les implants sont ancrés de manière ankylotique dans l'os. Contrairement aux appuis sur dents, les implants n'ont pas de proprioception et de sensibilité tactile ; celle-ci est dix fois plus faible que pour les dents naturelles (HÄMMERLE ET COLL. 1995). Les complications techniques incluent le desserrage de vis et de piliers, les fractures du recouvrement cosmétique et la perte de rétention de la reconstruction. Les fractures (ou éclats) de ce recouvrement cosmétique constituent la majeure partie des complications techniques. Pour les couronnes unitaires sur implant, 4 % d'éclats facettaires ont été mis en évidence après 5 ans (JUNG ET COLL. 2012). À cet égard, il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les couronnes métal-céramique et les couronnes tout céramique. Pour les ponts métal-céramique implanto-portés, le taux de complications a été de 8 % après 5 ans. Dans l'ensemble cependant, 66 % seulement des patients étaient exempts de complications après 5 ans. Outre les fractures du revêtement cosmétique, les péri-implantites et les complications au niveau des tissus mous (8,5 %), le desserrage de piliers et de vis (5 %) et la perte de rétention des ponts cimentés (6 %) ont réduit le taux de réussite (PJETURSSON ET COLL. 2012).

En résumé, la sélection de composants et de matériaux fiables pour les armatures et les superstructures, une occlusion fonctionnelle ainsi qu'une hygiène bucco-dentaire adéquate du patient et un suivi régulier sont les conditions nécessaires pour minimiser le taux de complications.

## La solution des reconstructions monolithiques

La propagation rapide des couronnes et ponts monolithiques en disilicate de lithium et zircon sans revêtement cosmétique, observée dans les cabinets privés, est probablement due au fait que la conception de forme anatomique de la couronne et les ébauches à la couleur de la dent, faisables en CFAO, peuvent

permettre d'éviter le risque de fracture du placage après l'insertion. Ce qui soulève la question de savoir si la technologie de la stratification manuelle, couche par couche, a encore un avenir. Selon V. Fehmer, MTD, il y a encore des limites à l'utilisation d'ébauches en céramique confectionnées selon un processus industriel si l'on souhaite obtenir une couleur dentaire et une transmission de la lumière de la dentine et de l'émail à la fois naturelle et individuelle. Il considère ainsi que pour le moment, l'utilisation d'ébauches en céramique préfabriquées reste encore un compromis. Toutes les mesures d'amélioration esthétique telles que les colorants pour céramique, pigments de surface et glaçures sont soumises à l'abrasion habituelle et peuvent s'atténuer ou disparaître après 3 à 5 ans (LAMBRECHTS ET COLL. 1989).

Une alternative à la reconstruction monolithique est la méthode «*cut back*», qui combine l'avantage d'une fine couche de revêtement cosmétique à une stabilité suffisante. Dans ce processus, l'armature fabriquée en CFAO est réduite de l'épaisseur de la couche d'émail en respectant la forme anatomique, puis recouverte d'une couche uniforme de céramique de cuisson. Les surfaces occlusales exposées aux contraintes masticatoires peuvent ainsi être réalisées de façon monolithique, c'est-à-dire sans placage, afin d'éviter le risque d'éclats dans la zone critique. Le revêtement cosmétique (placage) vestibulaire aide à obtenir un résultat esthétique satisfaisant.

Dans la région postérieure, moins critique sur le plan esthétique, les couronnes et ponts monolithiques en zircon (dioxyde de zirconium, ZrO<sub>2</sub>), sans revêtement cosmétique, sont bien établis. La grande résistance à la rupture par flexion et la dureté élevée de la surface ne semblent pas induire une usure (abrasion) importante des surfaces antagonistes (fig. 1). À condition que la surface de zircon soit parfaitement polie. Une étude *in-vitro* a comparé quantitativement l'élimination d'émail au niveau de la surface dentaire antagoniste à une céramique de feldspath poli, à de la zircon polie pure et à de la zircon avec glaçure (JUNG ET COLL. 2010). La zircon polie pure a présenté l'usure la plus faible et a provoqué le moins d'abrasion de la surface antagoniste. La céramique de feldspath poli et la zircon polie avec glaçure ont entraîné à peu près la même perte quantitative de substance au niveau de l'antagoniste. Une autre étude a confirmé que les antagonistes présentent davantage



**Fig. 1** Couronne et pont implanto-portés en zircon monolithique avec raccordement mâle/femelle. La dent 5 n'est pas encore polie, les dents 6-7 sont polies. Source : AG Keramik/Neumann

d'abrasion au contact de la céramique de feldspath, comparativement au contact avec de la zircone polie (STAWARCZYK ET COLL. 2013). Une étude clinique a établi qu'après 6 mois, les couronnes monolithiques en zircone entraînent moins d'abrasion de l'émail antagoniste comparativement à d'autres céramiques (STOBER ET COLL. 2014). Ainsi, l'utilisation de zircone monolithique après polissage approfondi est cliniquement justifiée. En conséquence, plus les surfaces de zircone sont lisses et arrondies, plus la durée de vie de la restauration et de l'antagoniste sera longue.

Nous ne disposons pas encore de résultats à long terme sur la probation clinique des couronnes implanto-portées en zircone monolithique. Un travail de revue systématique, qui a évalué les données de ponts complets (arc complet) en zircone sur des piliers intraosseux, a conclu à un pronostic favorable de ce type de restauration après une période d'observation d'une année (ABDULMAJEED ET COLL. 2016).

## De la zircone dans l'os ?

La gamme des produits disponibles pour les restaurations tout céramique et l'implantologie s'enrichit constamment d'innovations techniques. Ainsi, il est possible que les piliers d'implants en zircone (Y-TZP = polycristal de zircone tétragonal partiellement stabilisé par yttrium; ATZ = zircone renforcée à l'alumine) offrent une alternative aux implants en titane (fig. 2). De cette manière, l'ombre du titane, de couleur grise, peut être éliminée – en particulier à travers les tissus mous fins, les lits osseux à paroi mince de la région antérieure et lors d'atrophie de la crête alvéolaire ou de récession des tissus mous péri-implantaires.

Des implants monoblocs en zircone renforcée par de l'alumine (ATZ) ont été mis en charge immédiatement avec des provisoires, puis remplacés après 6 semaines dans la mâchoire inférieure et 14 semaines dans la mâchoire supérieure par des couronnes monolithiques en disilicate de lithium et des ponts à 3 éléments (SPIES ET COLL. 2015). Le taux de survie des implants a été de 94,2% après 3 ans, c'est-à-dire comparable



**Fig. 2** Implants monoblocs en céramique de zircone comme alternative aux implants en titane. Source : Straumann

à celui des implants en titane après implantation immédiate. La perte osseuse marginale s'est élevée à 0,79 mm en moyenne, à 0,47 mm pour les couronnes simples et à 1,07 mm pour les piliers de ponts.

Un travail de revue systématique a inclus 398 implants monoblocs en zircone (accompagnés en partie par une augmentation osseuse), associés à des couronnes unitaires ou à des ponts à 3 éléments (PIERALLI ET COLL. 2017). Les pertes d'implants se sont produites principalement au cours de la première année de la phase de guérison, et ont diminué le taux de survie des restaurations à 95,6 % après 12 mois. Par la suite, le taux de survie des implants en zircone est resté stable, avec un pronostic favorable jusqu'à 5 ans. Cependant, il est nécessaire de disposer d'un plus grand nombre d'études cliniques randomisées afin de vérifier à plus long terme, en pratique clinique, la prévisibilité de la durée de vie des implants en zircone.

Le comportement clinique d'un recouvrement cosmétique en vitrocéramique de fluoro-apatite pressé sur des armatures de pont tripartites en  $ZrO_2$ , soutenu par des implants monoblocs en zircone dans la région postérieure, a été caractérisé par un taux de survie de 100 % après 3 ans (SPIES ET COLL. 2016). Cependant, le taux de succès n'a été que de 53,8 % en raison d'un nombre élevé de fractures du placage, de rugosités occlusales et de déficiences mineures relatives notamment aux contours et à la couleur. Cela démontre que le surpressage de vitrocéramique sur des armatures en zircone ne permet pas de résoudre le problème de l'écaillage, et que les différents types de recouvrement cosmétique des couronnes et ponts sur implants risquent de se fracturer – contrairement aux reconstructions implantaires monolithiques.

## Les piliers soutiennent les tissus mous

Entre l'implant ostéo-intégré et la restauration prothétique, le pilier occupe une place centrale d'interface. En tant que liaison transgingivale, il soutient les tissus mous péri-implantaires et assure la stabilité mécanique de la superstructure. Surtout dans les situations difficiles, les exigences tant sur le plan de l'esthétique que de la stabilité nécessitent des réponses différenciées, que l'on ne trouve parfois que dans des solutions de compromis. Pendant longtemps, seuls des piliers en titane préfabriqués étaient disponibles pour les mésostructures. Les problèmes résultaient de la forme de section circulaire lorsqu'elle ne correspondait pas au diamètre de la dent émergeant des gencives, de l'esthétique limitée, en particulier lorsque la gencive est fine, de la capacité de positionnement insuffisante de la jonction ciment et des limitations d'angulation.

Avec l'avènement de la technologie CAD/CAM permettant la conception et la fabrication de piliers individualisés, il est devenu possible de produire des mésostructures adaptées spécialement à la situation clinique et à la restauration prévue. Aujourd'hui, il est possible de répondre aux exigences spécifiques découlant de la localisation des piliers dans la mâchoire : stabilité élevée et grande résistance des matériaux à la fatigue, résistance chimique, excellente biocompatibilité et possibilité de mise en forme individuelle et d'alignement des axes. En particulier dans la région antérieure, différents facteurs sont importants pour obtenir une esthétique satisfaisante : un profil d'émergence individualisable avec une couleur et une translucidité dentaire bien adaptée dans un biotype gingival mince (PASSOS ET COLL. 2016). Bien que le titane reste le matériau le plus utilisé pour les piliers, la zircone est utilisée dans bon nombre de cas (fig. 3 et 4). Dans les zones sensibles sur le plan esthétique



**Fig. 3** Pilier en zircone avec profil d'émergence individualisé pour la région antérieure. Source: Straumann



**Fig. 4** Le pilier individualisé en zircone soutient les tissus mous péri-implantaires. Source: Zembic

tique, notamment, les piliers en zircone permettent d'obtenir de meilleurs résultats.

Le passage transgingival est résolu techniquement de différentes manières, qui dépendent principalement de la forme de l'implant. Dans le cas d'implants monoblocs, il correspond à un composant intégré conçu comme une zone cylindrique ou cintrée. Pour les implants en deux parties, la transition, le transfert des forces et la fixation de la position sont assurés par le pilier, de même que le modelage tissulaire, le profil d'émergence et l'esthétique.

Les piliers tout céramique standardisés ou individualisés sont actuellement disponibles en deux variantes. La version monobloc tout céramique est fixée par vissage directement dans l'implant – c'est-à-dire que la zircone est en contact direct avec le filetage interne de l'implant, et donc exposée à un risque de fracture dans l'implant. La variante du « pilier hybride » intègre une base métallique préfabriquée (par exemple TiBase, Straumann). Celle-ci est collée par le technicien dentaire avec le pilier en zircone conçu individuellement. Cette base métallique est vissée dans l'implant, c'est-à-dire qu'à l'intérieur de l'implant, il y a exclusivement un contact intermétallique. Cette solution réduit le risque de fracture du pilier (fig. 5 et 6). Des tests de laboratoire ont montré que les piliers hybrides ont des propriétés mécaniques comparables à celles des piliers en titane (STIMMELMAYR ET COLL. 2017). Comme la partie coronale du pilier



**Fig. 5** Vue basale de couronnes piliers hybrides, avec base en titane pour la stabilisation de la superstructure prothétique et la connexion sans tension de l'implant, du pilier et de la couronne. Source: Fehmer



**Fig. 6** Couronne implantaire céramique en disilicate de lithium sur un pilier individualisé en zircone avec vissage palatin. Source: Zembic

hybride est en zircone, une esthétique optimale des tissus mous est obtenue, avec une bonne stabilité grâce à la base métallique. Cependant, en raison du manque actuel de preuves relatives à cette procédure, on ignore quel sera, avec le temps, le comportement biologique de la jonction en ciment. Les piliers hybrides peuvent être utilisés pour les couronnes unitaires, les ponts et les restaurations télescopiques (HOPP & MOSS 2011).

### Piliers individualisés

Dans le cas d'implants présentant des angulations prononcées et/ou si la forme du pilier préfabriqué s'écarte beaucoup du profil d'émergence moulé de l'implant, la conception individualisée du pilier est indiquée (ZEMBIC ET COLL. 2009, 2015). Les piliers fabriqués de façon personnalisée, afin de simuler d'emblée la géométrie d'une prémolaire ou d'une molaire meulée et d'obtenir ainsi une conception anatomiquement correcte de l'armature, sont également préférables pour des raisons mé-



**Fig. 7** Pilier molaire en zircone avec profil d'émergence individualisé et couronne en disilicate de lithium. Source : Fehmer

caniques (fig. 7). La géométrie du pilier individualisé, avec un bord de finition de la couronne situé au niveau de la gencive ou au-dessus, facilite l'insertion des reconstructions cimentées. À l'état fritté, c'est-à-dire avant l'insertion, les piliers individualisés en zircone ne doivent plus être meulés afin d'exclure tout dommage du matériau.

La couronne pilier hybride, par exemple en disilicate de lithium ou en zircone, est une reconstruction implantaire vissée unissant en un seul élément le pilier et la couronne sans revêtement cosmétique. La couronne implantaire monolithique meulée est collée à la base en titane et vissée directement dans l'implant. Le canal de la vis est scellé avec du composite. En particulier dans la zone molaire, les couronnes piliers hybrides offrent une alternative économique à la restauration classique sur implants, car l'esthétique n'est pas primordiale dans cette région et leur manipulation clinique confortable présente des avantages.

La conception d'un profil d'émergence individualisé peut être réalisée à l'aide d'un wax-up ou d'un logiciel CFAO spécial. Les paramètres d'un pilier personnalisé sont les suivants : le profil d'émergence au niveau des tissus mous, la position du bord de la couronne, mesurée à partir du bord gingival ou de l'épaule de l'implant, la conformation de la préparation du pilier (marche ou gorge), les surfaces de rétention du pilier en titane et la direction d'insertion du pilier.

### Superstructures vissées

Les résidus de ciment dans la zone sulculaire peuvent provoquer des inflammations iatrogènes du tissu péri-implantaire et entraîner la perte de l'implant. Pour éviter ce risque dans les reconstructions cimentées, l'épaule du pilier doit être placée, dans la mesure du possible, en position épi- ou supragingivale, et en position légèrement sous-gingivale seulement dans des cas individuels isolés. En tant qu'alternative, les couronnes unitaires implanto-portées peuvent être vissées. Cependant, cela n'est possible qu'avec une position d'implant orientée en fonction de la prothèse, de sorte que le canal de la vis se place occlusalement. Si la position de l'implant n'est pas orientée en fonction de la prothèse, le canal de la vis se placera labialement.

Dans la région antérieure, l'esthétique serait alors compromise.

Pour une couronne d'implant vissée qui n'est pas fabriquée d'une seule pièce, le pilier représente l'armature de la couronne. Il doit être conçu de manière anatomique afin d'assurer un sup-

port uniforme de la céramique de recouvrement cosmétique. Afin de minimiser les risques d'écaillage, il est recommandé d'utiliser une épaisseur maximale de 1,5 mm de la couche de céramique de recouvrement cosmétique destinée à soutenir les cuspidés. Lorsque les exigences esthétiques le permettent et pour éviter l'écaillage, la préférence devrait être donnée à une reconstruction monolithique. La superstructure vissée facilite le remplacement en cas de réparation, et du point de vue biologique, elle est préférable à la couronne cimentée.

### Probaton clinique

La durée de contrôle maximale de la survie clinique des piliers tout céramique est actuellement de 12 ans (ZEMBIC ET COLL. 2015; PASSOS ET COLL. 2016). Du point de vue de la survie à moyen terme, il n'a pas été constaté de différence entre les piliers en métal et les piliers en céramique (SAILER ET COLL. 2007, 2009; ZEMBIC ET COLL. 2014). Un travail de synthèse a montré un taux de survie de 98 % à 5 ans, aussi bien pour les piliers en titane que pour les piliers en zircone (ZEMBIC ET COLL. 2014). Il semble que le type du système d'implant utilisé, et en particulier la connexion entre l'implant et le pilier, influence le succès clinique des piliers en zircone. Les piliers monoblocs en zircone à ancrage interne présentent un risque de fracture plus élevé que les piliers en zircone à ancrage externe (PASSOS ET COLL. 2016). De même, les risques de fractures et de défaillances de la structure en zircone augmentent en cas de dimensionnement et d'épaisseur pariétale trop faible du pilier, après une phase de refroidissement forcée lors du processus de frittage ou à la suite d'un postmeulage important (RINKE 2015). Des études in vitro sur des piliers hybrides, c'est-à-dire en zircone collée à une base de titane, ont mis en évidence une résistance à la rupture supérieure à celle des piliers monoblocs en zircone; ces piliers hybrides semblent donc appropriés pour la région molaire soumise à des contraintes importantes (GEHRKE ET COLL. 2015).

Dans une étude rétrospective, des couronnes tout céramique sur implants n'ont pas présenté de complications – c'est-à-dire pas de fractures – après 10 ans (EKFELDT 2016). Un travail de revue systématique n'a montré aucune différence entre les taux de survie de couronnes sur implants tout céramique d'une part, versus métal-céramique d'autre part (96 % après 5 ans) (SAILER ET COLL. 2007). Alors que les fractures de l'armature sont rares, l'écaillage du recouvrement cosmétique des couronnes en zircone reste l'une des complications les plus courantes (GÜNCÜ ET COLL. 2016).

La zircone monolithique est maintenant largement utilisée pour les couronnes implanto-portées et a donné d'excellents résultats cliniques à moyen terme (après 3 ans) (BÖMCKE ET COLL. 2016). Pour améliorer l'esthétique, il est possible d'utiliser des blocs en zircone multicouches comportant plusieurs nuances de couleurs, et la face vestibulaire peut aussi être colorée. Par ailleurs, un recouvrement cosmétique vestibulaire partiel peut aussi être appliqué afin d'obtenir une esthétique optimale. Dans ce cas, la surface occlusale ne doit pas être recouverte. En raison de son excellente esthétique et de ses propriétés mécaniques suffisantes, il est possible d'utiliser dans certaines situations le disilicate de lithium monolithique pour les couronnes implanto-portées de la région antérieure, pour autant qu'elles soient réalisées par un technicien dentaire expérimenté (RINKE ET COLL. 2015).

Bien que les restaurations tout céramique sur implants, aussi bien vissées que cimentées, bénéficient d'un bon pronostic (WITTNEBEN ET COLL. 2014), la préférence devrait être accordée,



**Fig. 8** Pont sur implants à quatre unités en zircone monolithique, avec individualisation de la couleur. Le vissage endo-osseux est réalisé par les canaux des vis, qui seront scellés avec du composite après intégration. Si nécessaire, la connexion à vis permet des révisions ultérieures. Source : Fehmer

dans la mesure du possible, aux solutions vissées (SAILER ET COLL. 2007 ; WANG ET COLL. 2016) (fig. 8).

Les reconstructions comportant un pont sur implants à grande portée ont des taux de complications plus élevés que les ponts sur implants à trois unités (HAHNEL 2017). Au fur et à mesure que la portée augmente, le risque de fracture des reconstructions tout céramique augmente ; cela concerne particulièrement les fractures du recouvrement cosmétique (WITTNEBEN ET COLL. 2014). En revanche, les fractures de l'armature des ponts sur implants en zircone sont rarement observées (LARSSON ET COLL. 2010 ; ZEM-BIC ET COLL. 2013).

## En un coup d'œil

Sur la base des connaissances actuelles, les matériaux tout céramique peuvent être recommandés, dans la plupart des cas, pour les superstructures implanto-portées. Le risque de complication des piliers tout céramique en zircone ( $ZrO_2$ ) n'est pas plus important que celui des piliers en titane s'ils sont ancrés extérieurement ou vissés avec une base métallique dans l'implant. La réalisation individualisée du pilier est préférable dans la zone esthétique, afin d'obtenir un profil d'émergence idéal. Pour satisfaire aux exigences esthétiques de la région antérieure, les restaurations tout céramique sont indispensables. Dans la région postérieure, les piliers hybrides avec base en titane collée ont fait leurs preuves. Les couronnes unitaires tout céramique implanto-portées ont un excellent pronostic clinique. Les ponts sur implants à large portée présentent un taux de complications plus élevé, notamment en raison du risque d'écaillage. Les surfaces occlusales sans recouvrement cosmétique et bien polies sont donc préférables. Lorsqu'elles sont correctement réalisées, les reconstructions sur implants vissés ou cimentées présentent le même pronostic favorable, les solutions vissées étant cependant préférables du point de vue biologique.

## Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent pour le présent travail qu'ils ne se trouvent dans aucune situation de conflit d'intérêts au sens des directives du Comité international de rédaction des revues médicales (ICMJE).