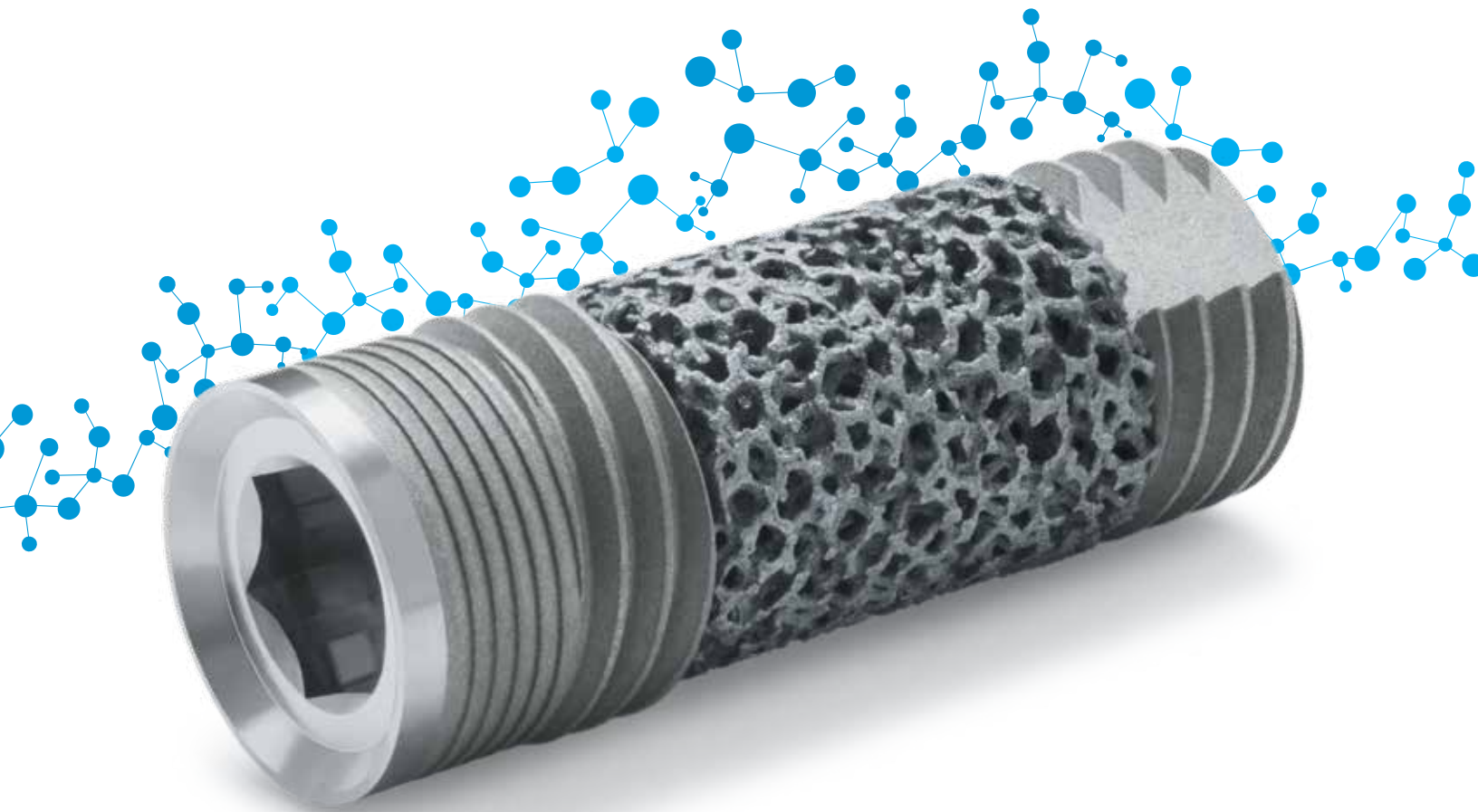


# Implant dentaire Trabecular Metal™

Brochure Technologique



# Table des matières

Introduction	3
Études précliniques	4
Caractéristiques du matériau <i>Trabecular Metal</i> <sup>20,21</sup>	4
Intégrité structurelle de l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> <sup>22*</sup>	5
Résistance à la fatigue de l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> <sup>23*</sup>	6
Résistance interfaciale de l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> <sup>21-23*</sup>	7
Surface disponible pour l'ostéointégration <sup>24*</sup>	8
Volume de pore disponible pour la croissance osseuse <sup>24,25*</sup>	9
Références	10



La **technologie Trabecular Metal** est un matériau innovant utilisé par Zimmer Biomet depuis deux décennies dans les dispositifs orthopédiques implantables. Les utilisations du matériau *Trabecular Metal* sont variées et incluent la reconstruction d'articulations, le comblement osseux et la réparation des tissus mous<sup>1-3</sup>. Zimmer Biomet a intégré la technologie *Trabecular Metal* dans son portefeuille d'implants dentaires en 2011.

## Qu'est-ce que la technologie Trabecular Metal ?

La technologie *Trabecular Metal* est un matériau en trois dimensions, qui n'est ni une surface, ni un revêtement d'implant. Sa structure et sa fonction sont similaires à celles de l'os spongieux<sup>4-6</sup>.

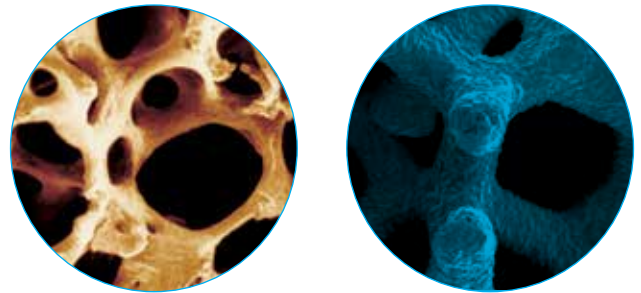


Fig. 1 Le matériau Trabecular Metal est similaire à de l'os spongieux<sup>4-6</sup>

40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdène 95.94
72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.9479	74 <b>W</b> Tungstène 183.84
104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (266)

Fig. 2 Le tantalum est l'élément 73 du tableau périodique

## Tantale

Le matériau *Trabecular Metal* est fabriqué à partir de tantale, qui porte le numéro 73 sur le tableau périodique. Le tantale est un métal hautement biocompatible et résistant à la corrosion<sup>7-11</sup> utilisé dans divers dispositifs implantables depuis plus de 60 ans<sup>12-16</sup>, notamment dans un implant dentaire dans les années 1940<sup>16</sup>. Per-Ingvar Brånemark, père de l'implantologie dentaire moderne, a mené des études d'ostéointégration utilisant le tantale dans les années 1950<sup>17</sup>.

Les caractéristiques hautement biocompatibles et passives du tantale sont connues depuis longtemps mais les coûts et les méthodes de production ont limité son utilisation<sup>12</sup> jusqu'à la fin des années 1990. Depuis, des centaines de milliers d'implants *Trabecular Metal* ont été vendus<sup>18</sup>.

## Topographie

Un coup d'œil à l'intérieur du matériau *Trabecular Metal* révèle son architecture cellulaire tridimensionnelle uniforme dotée d'une porosité proche de 80 %<sup>2-4,6</sup>. La totalité de la surface du matériau *Trabecular Metal* présente une topographie nanotexturée<sup>19</sup>.

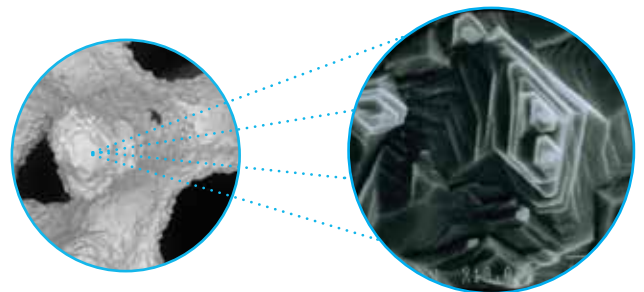


Fig. 3 Topographie de surface nanotexturée des supports Trabecular Metal

## Ostéo-incorporation

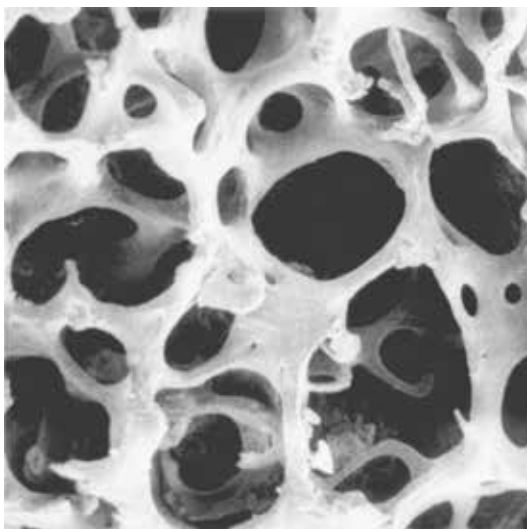
Les surfaces d'implant classiques, texturées ou enrobées assurent un contact entre l'os et l'implant, ou croissance osseuse externe<sup>17</sup>. Cependant, le réseau régulier de pores ouverts et interconnectés du matériau *Trabecular Metal* est conçu pour permettre la croissance osseuse externe ET la repousse osseuse, ou ostéo-incorporation<sup>2,4,20</sup>. L'os peut croître sur la nanosurface du matériau *Trabecular Metal*, dans ses pores interconnectés et autour de ses supports<sup>4,5,20</sup>.

# Études précliniques

## Caractéristiques du matériau Trabecular Metal<sup>20,21†</sup>

Objectif	<ul style="list-style-type: none"><li>Déterminer les caractéristiques de repousse osseuse et la mécanique d'interface du matériau <i>Trabecular Metal</i> [Fig. 4].</li></ul>
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"><li>Évaluation d'implants cylindriques de 5 x 10 mm (n=48) dans un modèle transcortical canin. Le matériau était poreux à 75-80 % en volume.</li><li>Des études histologiques ont été réalisées sur deux types de matériau, l'un présentant une petite taille de pores, en moyenne de 430 µm (547 µm en utilisant une autre méthode de mesure) à 4, 16 et 52 semaines, l'autre présentant une taille de pores moyenne plus grande, de 650 µm (710 µm en utilisant une autre méthode de mesure) à 2, 3, 4, 16 et 52 semaines.</li><li>Un test mécanique d'extrusion a aussi été réalisé à 4 et 16 semaines pour évaluer la résistance au cisaillement de l'interface os/implant sur les implants ayant une taille de pores plus petite.</li></ul>
Résultats	<ul style="list-style-type: none"><li>L'importance de remplissage des pores du matériau en tantale par de l'os nouveau a augmenté, passant de 13 % à deux semaines à 42-53 % à quatre semaines. Aux semaines 16 et 52, la quantité moyenne de repousse osseuse était comprise entre 63 et 80 %. La réponse tissulaire était similaire pour les deux tailles de pores, grande et petite. Les deux tailles ont montré un contact accru entre l'os et l'implant dans le temps, avec des preuves de remodelage en systèmes haversiens dans les pores à des périodes plus tardives.</li><li>Les tests mécaniques à quatre semaines ont indiqué une résistance au cisaillement minimale de 18,5 MPa, sensiblement supérieure à celle d'autres matériaux poreux présentant une porosité volumétrique inférieure.</li></ul>
Implications cliniques	<ul style="list-style-type: none"><li>Le matériau <i>Trabecular Metal</i> présente des caractéristiques désirables pour la repousse osseuse. D'autres études devront être menées afin d'évaluer son potentiel pour des applications dans des dispositifs médicaux.</li></ul>

Os spongieux humain



Matériau *Trabecular Metal*

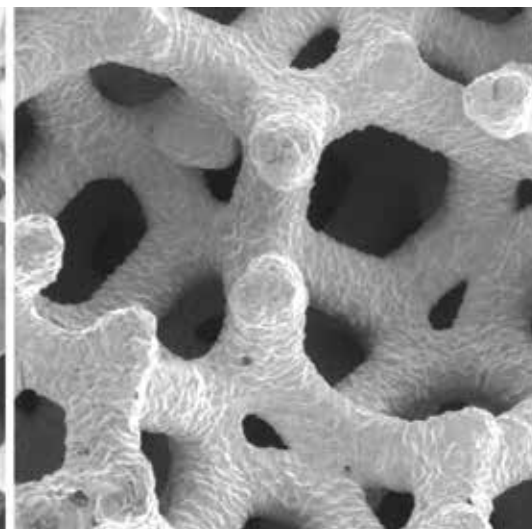


Fig. 4 Vue MEB d'os trabéculaire (à gauche) et du matériau *Trabecular Metal* (à droite).

<sup>†</sup>Les études pré-cliniques ne sont pas nécessairement indicatrices de performances cliniques.

## Intégrité structurelle de l'implant dentaire Trabecular Metal<sup>22\*†</sup>

Objectif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluer l'intégrité structurelle de l'ensemble d'implant <i>Trabecular Metal</i> par test d'arrachage et d'abrasion.</li> </ul>
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation de la force de fixation interfaciale (intégrité structurelle) pour des implants dentaires <i>Trabecular Metal</i> (n=6) inclus dans un matériau osseux artificiel en soumettant l'interface de l'ensemble os-implant à des forces de cisaillement (test d'arrachage).</li> <li>Évaluation de l'abrasion sur des implants dentaires <i>Trabecular Metal</i> (n=3 pour chaque diamètre, 4,1, 4,7 et 6,0 mmD) pendant la pose dans de l'os dense artificiel et des condyles osseux bovins.</li> </ul>
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'ensemble d'implant <i>Trabecular Metal</i> est resté intact pendant l'arrachage, sans signe de défaillance de l'ensemble, de dommage au matériau <i>Trabecular Metal</i> ni génération de particules.</li> <li>L'ensemble d'implant a conservé sa structure poreuse, sans signe d'abrasion ni de déformation de structure du matériau <i>Trabecular Metal</i>. Il n'y a eu aucun signe d'une présence de débris de métal dans l'ostéotomie [Fig. 5].</li> </ul>
Implications cliniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> conserve son intégrité structurelle pendant la pose et peut résister à des charges de cisaillement supérieures à celles présentes dans le cadre d'un fonctionnement clinique normal.</li> </ul>

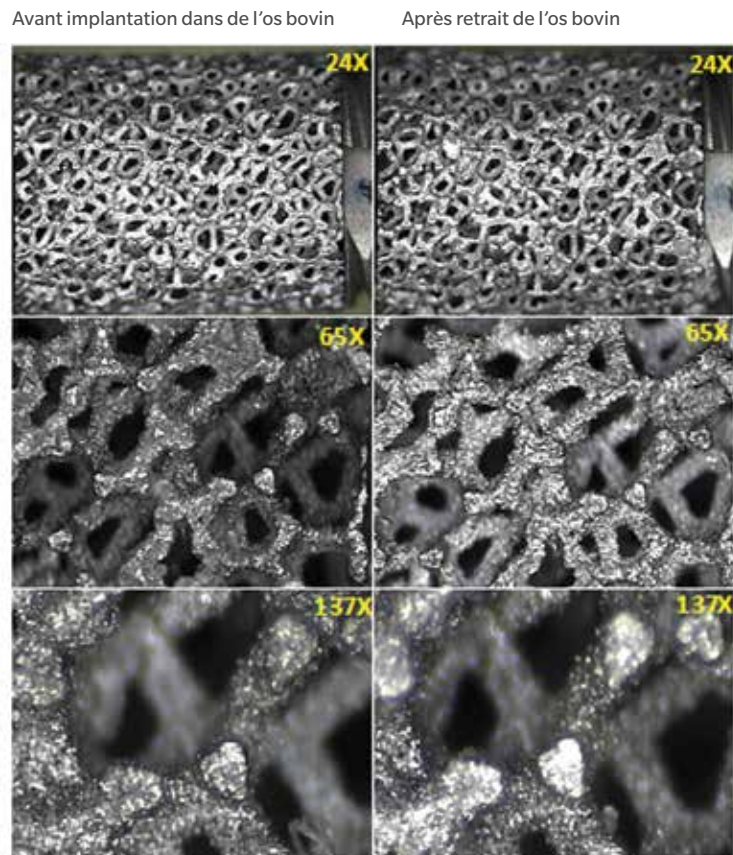


Fig. 5 Images obtenues au microscope de l'implant dentaire *Trabecular Metal*, avec tantale poreux, avant implantation et après retrait de l'implant posé dans un condyle bovin.

\*Les études pré-cliniques ne sont pas nécessairement indicatrices de résultats cliniques.

# Études précliniques

## Résistance à la fatigue de l'implant dentaire Trabecular Metal<sup>23+†</sup>

<b>Objectif</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Évaluation mécanique de l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> pour déterminer la résistance de l'implant sous des charges physiologiques simulées dans la cavité buccale.</li></ul>
<b>Méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Évaluation des caractéristiques de fatigue dynamique et de compression statique de l'ensemble d'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> conformément à la norme ISO 14801 (n=8 pour chaque diamètre, 4,1 et 4,7 mmD).</li></ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Les charges de compression utilisées étaient sensiblement supérieures à la force d'occlusion maximale rapportée dans la région molaire. Les implants sont normalement soumis à une contrainte de mastication nettement inférieure à la force d'occlusion maximale des dents. La limite d'endurance à 5 millions de cycles pour les implants dentaires <i>Trabecular Metal</i> de 4,1 et 4,7 mmD a été supérieure aux charges fonctionnelles rapportées dans la région molaire<sup>**</sup>.</li></ul>
<b>Implications cliniques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>L'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> résiste aux charges physiologiques présentes dans la cavité buccale.</li></ul>



<sup>†</sup>Les études pré-cliniques ne sont pas nécessairement indicatrices de résultats cliniques.

<sup>\*\*</sup>Les implants dentaires *Trabecular Metal* de 4,1 mmD doivent être jumelés à des implants supplémentaires lorsqu'ils sont utilisés dans la région postérieure.

## Résistance interfaciale de l'implant dentaire Trabecular Metal<sup>21-23\*†</sup>

<b>Objectif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation mécanique de l'ensemble d'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> pour évaluer son intégrité interfaciale et structurelle [Fig. 6].</li> </ul>
<b>Méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation de la résistance interfaciale entre le manchon <i>Trabecular Metal</i> (700-800 µm d'épaisseur) et les composants en titane en utilisant une configuration normale (filetée) et une configuration de pire cas simulée (non filetée, pas de macro-filetages) pour des diamètres d'implant de 4,1, 4,7 et 6,0 mm (n=8, sans composant « c », voir Fig. 6) dans de l'os artificiel.</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La force de torsion nécessaire pour surpasser l'engagement frictionnel entre le manchon <i>Trabecular Metal</i> et les composants de l'implant en titane a significativement dépassé la quantité de torque générée pendant la simulation de pose dans les situations de pire cas. Un ensemble d'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> entièrement intégré peut supporter 3x la force de torsion molaire estimée du pire cas en mise en charge immédiate avec occlusion.</li> </ul>
<b>Implications cliniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'ensemble d'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> présente une résistance interfaciale qui lui permet de maintenir son intégrité structurelle lors de la pose de l'implant.</li> </ul>

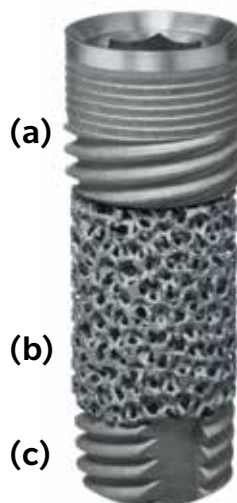


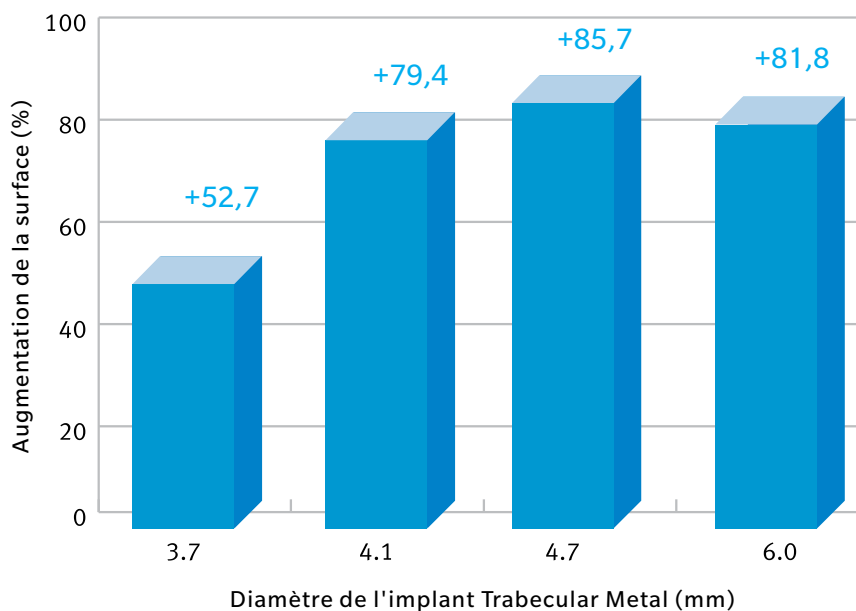
Fig. 6 Ensemble d'implant dentaire Trabecular Metal consistant en (a) une section de col et une section interne en titane couvertes (b) d'un manchon Trabecular Metal et reliées par (c) une section apicale en titane.

\*Les études pré-cliniques ne sont pas nécessairement indicatrices de résultats cliniques.

# Études précliniques

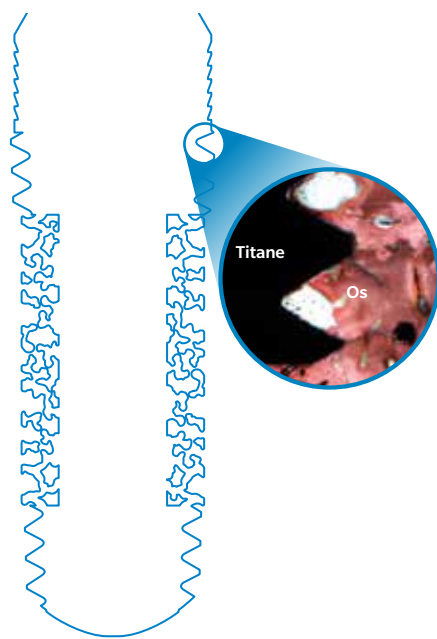
## Surface disponible pour l'ostéointégration<sup>24\*†</sup>

<b>Objectif</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Détermination de la surface d'implants dentaire <i>Trabecular Metal</i> et d'implants filetés classiques.</li></ul>
<b>Méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Détermination de la surface d'implants dentaire <i>Trabecular Metal</i> et d'implants filetés de (n=6, Tapered Screw-Vent 3,7, 4,1, 4,7 et 6,0 mmD). Des coupes transversales consécutives de 200 µm et des modèles en 3D des implants ont été utilisés pour déterminer la surface disponible pour l'apposition osseuse.</li></ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>L'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> a présenté jusqu'à 52,7 %, 79,4 %, 85,7 % et 81,8 % de surface en plus pour l'apposition osseuse comparativement aux implants filetés de 3,7, 4,1, 4,7 et 6,0 mmD, respectivement [Graphique 1].</li></ul>
<b>Implications cliniques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Grâce à la structure poreuse du matériau <i>Trabecular Metal</i>, l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> présente une surface significativement plus importante que les implants dentaires classiques en titane texturés.</li></ul>



**Graphique 1** Augmentation maximale de la surface en pourcentage observée pour l'implant dentaire *Trabecular Metal* comparativement à des implants filetés classiques de longueur et de diamètre similaires.

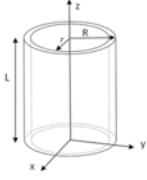
**Fig. 7**  
Implant dentaire *Trabecular Metal*  
Surface disponible pour la croissance osseuse externe Vue transversale verticale

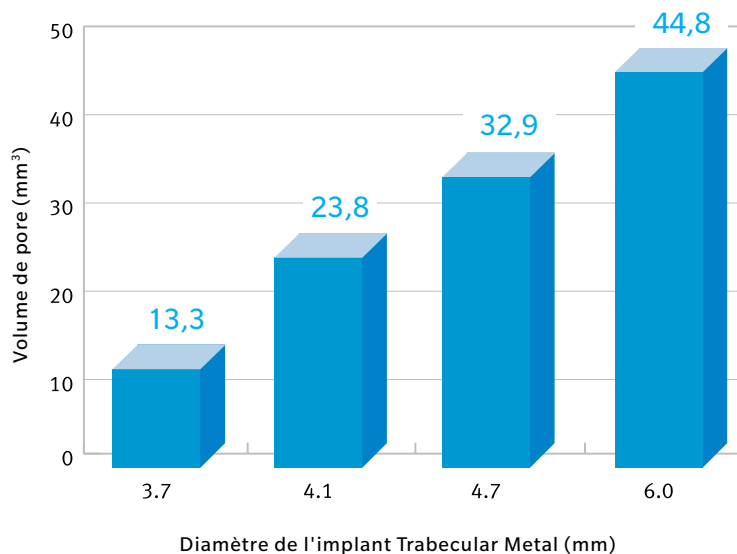


<sup>†</sup>Les études pré-cliniques ne sont pas nécessairement indicatrices de résultats cliniques.



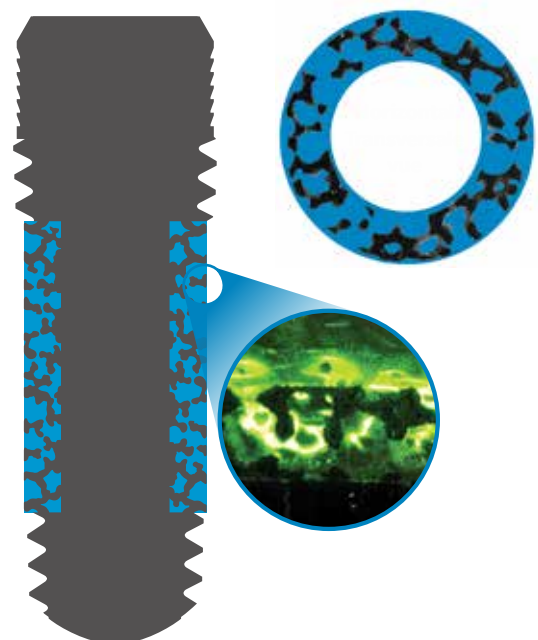
## Volume de pore disponible pour la croissance osseuse<sup>24,25\*†</sup>

Objectif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détermination du volume de pore disponible dans l'élément en matériau <i>Trabecular Metal</i> des implants dentaires <i>Trabecular Metal</i>.</li> </ul>
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détermination du volume de pore disponible des implants <i>Trabecular Metal</i> (n=6, 3,7, 4,1, 4,7 et 6,0 mmD) par gravimétrie et autres méthodes analytiques.</li> </ul> $\text{Volume de pore} = \int_0^L \int_0^R \int_0^{2\pi} V(r, \Theta, z) dz r d\Theta - \left( \frac{\text{masse}_{TM}}{\text{densité}_{TM}} \right)$ 
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les implants dentaires <i>Trabecular Metal</i> ont présenté un volume de pore disponible de 13,3, 23,8, 32,9 et 44,8 mm<sup>3</sup> pour la croissance osseuse, pour les diamètres respectifs 3,7, 4,1, 4,7 et 6,0 mmD [Graphique 2, Figure 8].</li> </ul>
Implications cliniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grâce à la porosité élevée du matériau <i>Trabecular Metal</i>, l'implant dentaire <i>Trabecular Metal</i> fournit du volume pour la croissance osseuse, qui s'ajoute à la surface disponible pour la croissance osseuse externe.</li> </ul>



Graphique2 Volume de pore moyen disponible pour la croissance osseuse dans des implants dentaires *Trabecular Metal* de divers diamètres et de 13 mm de longueur.

Fig. 8  
Implant dentaire *Trabecular Metal*  
Volume de pore disponible pour la croissance osseuse  
(en bleu) Vue transversale verticale



1. Macheras GA, Papagelopoulos PJ, Kateros K, Kostakos AT, Baltas D, Karachalios TS. Radiological evaluation of the metal-bone interface of a porous tantalum monoblock acetabular component. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88-B:304-309.
2. Wigfield C, Robertson J, Gill S, Nelson R. Clinical experience with porous tantalum cervical interbody implants in a prospective randomized controlled trial. *Br J Neurosurg.* 2003; 17(5):418-425.
3. Nasser S, Poggie RA. Revision and salvage patellar arthroplasty using a porous tantalum implant. *J Arthroplasty.* 2004; 19(5):562-572.
4. Unger AS, Lewis RJ, Gruen T. Evaluation of a porous tantalum uncemented acetabular cup in revision total hip arthroplasty. Clinical and radiological results of 60 hips. *J Arthroplasty.* 2005; 20(8):1002-1009.
5. Cohen R. A porous tantalum trabecular metal: basic science. *Am J Orthop.* 2002; 31(4):216-217.
6. Bobyn JD. UHMWPE: the good, bad, & ugly. Fixation and bearing surfaces for the next millennium. *Orthop.* 1999; 22(9):810-812.
7. Black J. Biological performance of tantalum. *Clin Mater.* 1994;16:167-173.
8. Bellinger DH. Preliminary report on the use of tantalum in maxillofacial and oral surgery. *J Oral Surg.* 1947; 5(1):108-122.
9. Burke GL. The corrosion of metals in tissues; and an introduction to tantalum. *Can Med Ass J.* 1940;43(2):125.
10. Matsuno H, Yokoyama A, Watari F, Uo M, Kawasaki T. Biocompatibility and osteogenesis of refractory metal implants, titanium, hafnium, niobium, tantalum, and rhenium. *Biomaterials.* 2001;22:1253-1262.
11. Welldon KJ, Atkins GJ, Howie DW, Findlay DM. Primary human osteoblasts grow into porous tantalum and maintain an osteoblastic phenotype. *J Biomed Mater Res A.* 2008;84(3):691-701.
12. Venable CS, Stuck WG. A general consideration of metals for buried appliances in surgery. *Int Abst Surg.* 1943;66:297-304.
13. Pudenz RH. The use of tantalum clips for hemostasis in neurosurgery. *Surgery.* 1942;12:791-791.
14. Robertson RCL, Peacher WG. The use of tantalum foil in the subdural space. *J Neurosurg.* 1945;2:281-284.
15. Echols DH, Colelough JA. Cranioplasty with tantalum plate. Report of eight cases. *Surgery.* 1945;14:304-314.
16. Linkow LI, Rinaldi AW. Evolution of the Vent-Plant osseointegrated compatible implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1988;3:109-122.
17. Brånemark PI. Introduction to osseointegration. In Brånemark PI, Zarb GA, and Albrektsson T, eds.: *Tissue-Integrated Prostheses. Osseointegration in Clinical Dentistry.* Chicago, IL: Quintessence Publishing Co, Inc.; 1985:11-76.
18. Zimmer internal Trabecular Metal component sales data from January 2002 through July 2010.
19. Bobyn JD, Hacking SA, Chan SP, et al. Characterization of a new porous tantalum biomaterial for reconstructive orthopaedics. Scientific Exhibit, Proc of AAOS, Anaheim, CA, 1999.
20. Bobyn JD, Stackpool GJ, Hacking SA, Tanzer M, Krygier JJ. Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J Bone Joint Surg Br.* 1999; 81:907-914.
21. Collins M, Bassett J, Wen HB, Gervais C, Lomicka MS, Papanicolaou S. Trabecular Metal Dental Implants: Overview of Design and Developmental Research. Zimmer Dental, Inc. 2012.
22. Battula S, Papanicolaou S, Wen HB, Collins M. Evaluation of a Trabecular Metal Dental Implant Design for Primary Stability, Structural Integrity and Abrasion. Academy of Osseointegration. Phoenix; 2012.
23. Battula S, Papanicolaou S, Lomicka M, Bassett J, Wen HB. Mechanical and Interfacial Strength Evaluations of a Trabecular Metal Dental Implant Assembly. Academy of Osseointegration. Phoenix; 2012.
24. Battula S, Lee JW, Papanicolaou S, Hagen R, Wen HB. Mechanical and Physical Characteristics of a Tantalum Based Dental Implant. International Association of Dental Research. Seattle ; 2013.
25. Pilliar R. Overview of Surface Variability of Metallic Endosseous Dental Implants: Textured and Porous Surface-Structured Designs. *Implant Dentistry.* 1998; 7(4):305-14.

\*Données enregistrées chez Zimmer Biomet Dental.





Contactez-nous au +33(0)1- 45 12 35 35 ou rendez-vous sur  
[zimmerbiometdental.fr](http://zimmerbiometdental.fr)

Zimmer Biomet Dental  
Global Headquarters  
4555 Riverside Drive  
Palm Beach Gardens, FL 33410, États-Unis  
Tél : +1-561-776-6700  
Fax : +1-561-776-1272

Zimmer Dental SAS  
2 place Gustave Eiffel, BP 40237  
94528 Rungis Cedex  
France  
Tél.: +33 1 45 12 35 35  
Fax: +33 1 45 60 04 88

Sauf indication contraire, comme indiqué ici, toutes les marques déposées sont la propriété de Zimmer Biomet et tous les produits sont fabriqués par une ou plusieurs des filiales dentaires de Zimmer Biomet Holdings, Inc., commercialisés et distribués par Zimmer Biomet Dental et par ses partenaires de commercialisation. Pour toute information complémentaire sur les produits, consultez l'étiquetage du produit concerné ou son mode d'emploi. L'autorisation du produit et sa disponibilité peuvent être limitées à certains pays ou régions. Ce document s'adresse uniquement aux praticiens et n'a pas pour objectif de fournir un avis médical ou des recommandations. La distribution à tout autre destinataire est formellement interdite. Ce document ne doit pas être dupliqué ni réimprimé sans l'autorisation écrite expresse de Zimmer Biomet Dental. ZB0604FR RÉV A 01/19 ©2019 Zimmer Biomet. Tous droits réservés.

