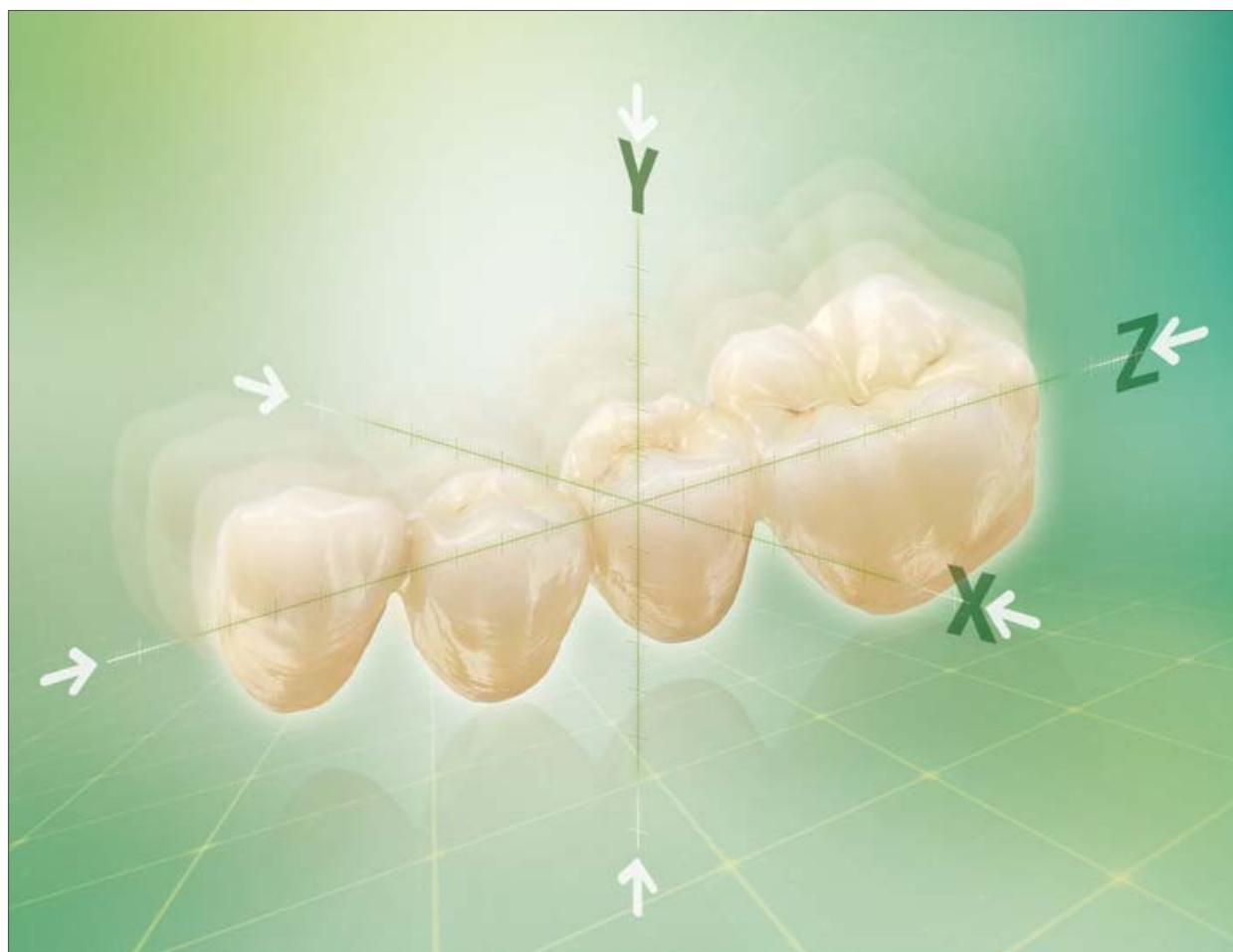


VITA YZ[®] SOLUTIONS

Documentation technique scientifique



Détermination de la couleur VITA

Communication de la couleur VITA

Reproduction de la couleur VITA

Contrôle de la couleur VITA

Édition 2024-12



VITA – perfect match.

VITA

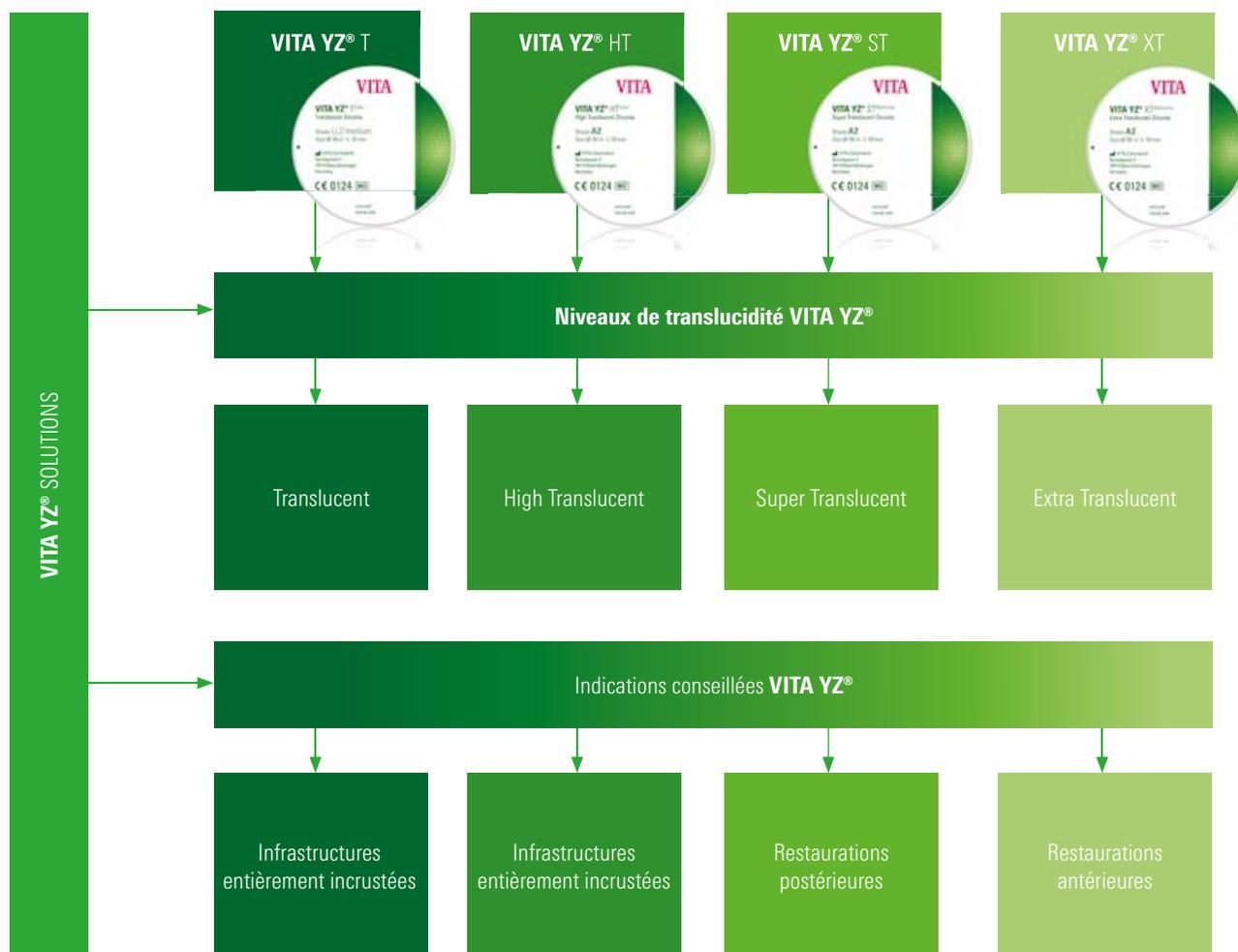
1. Introduction	3
1.1 Composition chimique	5
1.2 Propriétés physiques / mécaniques	5
1.3 Standards de fabrication et de qualité	6
1.4 Pilotage du comportement au frittage	7
1.5 Qualité du matériau et de la structure	9
1.6 Étude de la structure	10
1.7 Structure de différents types de translucidité	11
2. Propriétés physiques / mécaniques (in vitro)	12
2.1 Résistance en flexion en 3 points de VITA YZ	12
2.2 Résistance en flexion en 3 points	13
2.3 Charge de rupture statique avec diverses sections de connecteurs	14
2.4 Charge de rupture statique avant et après vieillissement hydrothermique	15
2.5 Ténacité à la rupture	16
2.6 Module de Weibull / Fiabilité	17
2.7 Translucidité	18
2.8 Adaptation après frittage	19
2.9 Vérification de l'usinabilité FAO avec des géométries de couronne/d'infrastructures	20
2.10 Vérification de l'usinabilité FAO avec une géométrie « merlon »	21
2.11 Influence de l'usinabilité FAO sur la résistance	22
2.12 Comportement au frittage	23
2.12.1 Influence de la température de frittage	23
2.12.2 Influence du frittage HighSpeed	24
2.13 Retouches manuelles / Traitement de surface	25
2.13.1 Influence des systèmes d'usinage pour céramique	25
2.13.2 Influence du sablage	26
2.14 Examen de la qualité de la cohésion	27
2.15 Comportement à l'abrasion	28
2.16 Biocompatibilité	29
3. Céramique cosmétique VITA VM 9	29
3.1 Propriétés physiques / mécaniques	29
3.2 Composition chimique	29
3.3 Coefficient de dilatation thermique	30
3.4 Résistance aux chocs thermiques	31
3.5 Qualité de la cohésion de VITA YZ T et VITA VM 9	32
3.6 Zone de liaison entre VITA YZ T et VITA VM 9	33
4. Références	34

1. Introduction

Il existe de nos jours une vaste gamme de matériaux CFAO que les cabinets et laboratoires dentaires peuvent utiliser. L'utilisation du dioxyde de zirconium (ZrO₂) au début de ce millénaire a été une étape importante dans le développement des matériaux dentaires. Pour la première fois on a ainsi pu fabriquer des bridges en céramo-céramique à plusieurs éléments.

VITA Zahnfabrik dans ce domaine fait partie des pionniers et propose depuis 2002 déjà des pièces brutes de dioxyde de zirconium pour la fabrication par CFAO de prothèses en céramo-céramique (dénommé au départ VITA In-Ceram YZ).

Aujourd'hui, la gamme de matériaux offerts comprend quatre niveaux de translucidité (T, HT, ST, XT) pour les bridges monolithiques, entièrement ou partiellement incrustés.



Résistance à la flexion en 3 points de VITA YZ T dans le cadre du contrôle qualité

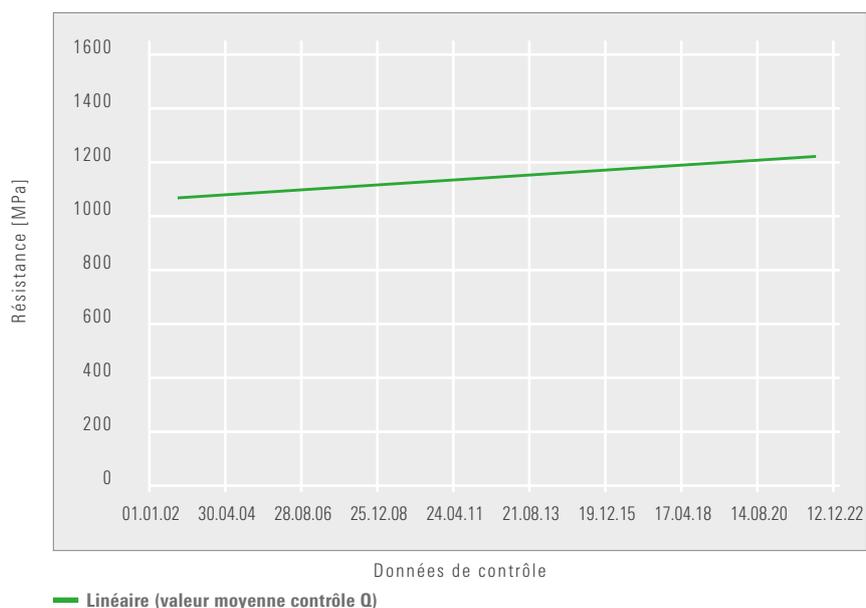


Illustration 1 : valeurs de résistance en flexion de 2002 à 2022 ; calculées dans le cadre du contrôle qualité en interne. Source : Étude interne, VITA R & D, (Gödiker, 12/2022, [1] voir page 35)

VITA Zahnfabrik adhère à des normes de qualité très strictes. Cela veut aussi dire sans cesse améliorer l'objectif, les matériaux et les procédés.

L'amélioration des propriétés mécaniques de VITA YZ T, par exemple la résistance en flexion en 3 points (voir ill. 1), en est un exemple. Le présent document donne un aperçu données techniques et scientifiques les plus importantes des VITA YZ SOLUTIONS.

1.1 Composition chimique

Composants [% en poids]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
ZrO ₂	90 – 95	90 – 95	88 – 93	86 – 91
Y ₂ O ₃	4 – 6	4 – 6	6 – 8	8 – 10
HfO ₂	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Al ₂ O ₃	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Pigments	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

1.2 Propriétés physiques / mécaniques

Composants [unité]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
CDT ¹⁾ [10 ⁻⁶ /K]	10.5	10.5	10.3	10.0
Solubilité chimique ¹⁾ [µg/cm ²]	< 20	< 20	< 20	< 20
Densité de frittage ²⁾ [g/cm ³]	6.05	6.08	6.05	6.03
Résistance en flexion en 3 points ¹⁾ [MPa]	1350	1350	1200	850
Ténacité à la rupture ³⁾ (méthode CNB) [MPa m ^{0.5}]	4.5	4.5	3.5	2.5
Module E ⁴⁾ [GPa]	210	210	210	210
Dureté ⁵⁾ [HV 10]	12	12	13	13
Module de Weibull ¹⁾	14	14	13	11

¹⁾ Détermination conformément à la norme DIN EN ISO 6872:2015

²⁾ Détermination conformément à la norme DIN EN 623-2:1993

³⁾ Détermination conformément à la norme ISO 24370:2005

⁴⁾ Détermination conformément à la norme DIN EN 843-2:2007

⁵⁾ Détermination conformément à la norme DIN EN 843-4:2005

1.3 Standards de fabrication et de qualité

Il existe aujourd'hui un grand nombre d'entreprises qui proposent des pièces brutes en dioxyde de zirconium. De nombreux cabinets et laboratoires dentaires se demandent donc si tous les dioxydes de zirconium sont identiques. Même si à première vue de nombreuses pièces brutes ne présentent optiquement et haptiquement aucune différence significative, à y regarder de plus près, la qualité et les propriétés des matériaux varient parfois pourtant considérablement.

VITA Zahnfabrik a constamment optimisé le procédé de fabrication du dioxyde de zirconium de qualité VITA et appliqué des normes de traitement élevées et de stricts critères de contrôle. Seules des matières premières d'excellente qualité sont employées pour fabriquer VITA YZ. Afin de garantir le haut niveau de qualité, chaque nouveau lot de matière brute est non seulement soumis à des mesures standardisées en matière de granulométrie, d'écoulement et de frittage, mais aussi à des contrôles de qualité détaillés afin de toujours garantir la fiabilité.

Mesures dilatométriques de divers granulats dans la plage de températures de frittage préliminaire

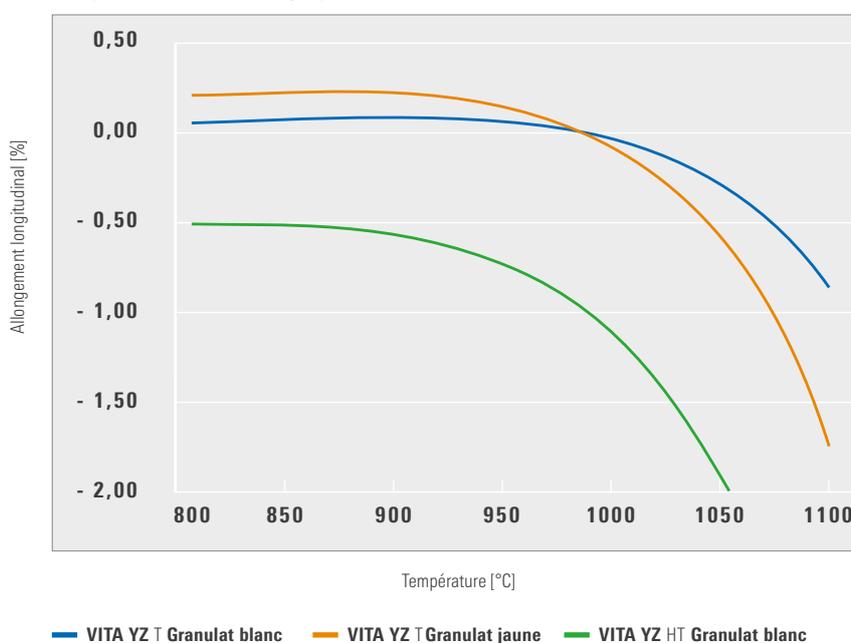


Illustration 2 : étude du comportement au frittage de différents granulats VITA YZ
Source : recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 11/2014[1], voir page 35)

Avec des standards de qualité élevés, VITA Zahnfabrik vise à ce que les cabinets et les laboratoires dentaires obtiennent des résultats reproductibles et fiables quel que soit le matériau utilisé. Des granulés de dioxyde de zirconium non teintés (par exemple VITA YZ HT White) et pré-teintés industriellement (par exemple VITA YZ HT Color) présentent par exemple des différences de comportement au frittage, puisque celui-ci est influencé par l'adjonction de pigments.

VITA mise donc sur des procédés et techniques de mesure modernes (voir ill. 2) afin de déterminer avec exactitude ces différences. Les granulats sont ainsi optimisés au cours d'un processus industriel en amont (par exemple par un frittage préalable spécifique aux variantes), de sorte que les différentes variantes ne puissent pas être distinguées dans leur usinabilité en machine et leur comportement au frittage au cabinet et en laboratoire.

1.4 Maîtrise du comportement au frittage

Maîtriser et régler le comportement au frittage du dioxyde de zirconium afin que les laboratoires et cabinets dentaires puissent fritter les travaux avec précision et de manière reproductible est un défi majeur pour tous les fabricants.

Les paramètres importants sont ici par exemple la qualité des matières premières et le pilotage de la mise en forme et du préfrittage.

Étape 1 : processus de pressée uniaxiale bilatérale

Étape 2 : processus de pressée isostatique

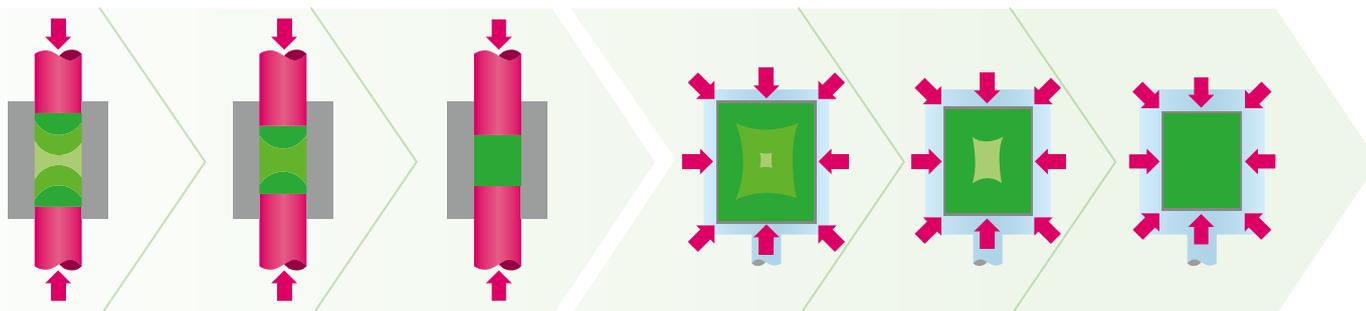


Illustration 3 : schéma du processus de pressée pour les pièces brutes VITA YZ SOLUTIONS

Chez VITA Zahnfabrik, les pièces brutes de dioxyde de zirconium acquièrent leur forme de base par un procédé de pressée uniaxiale avant d'être densifiées de manière isostatique dans une cuve à haute pression. La densité homogène ainsi obtenue est une condition essentielle pour un comportement au frittage homogène. En outre, le processus de préfrittage, à savoir la cuisson industrielle, est réglé sur chacun des lots et des dimensions de lingotin.



Illustration 4 : schéma type du retrait au frittage (dimensions X, Y, Z)

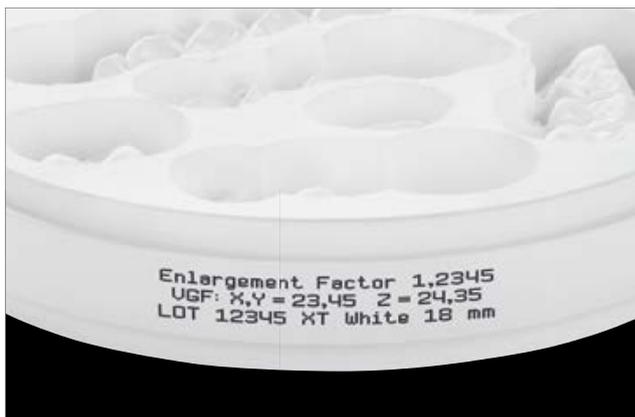


Illustration 5 : exemple de facteur de grossissement sur pièce brute

Une autre étape importante pour obtenir des éléments frittés bien ajustés est la détermination exacte du facteur de grossissement. VITA Zahnfabrik calcule ce facteur pour chaque lot produit dans les trois dimensions spatiales (X, Y, Z) et ajoute ces informations sur la pièce brute (en code-barres ou en texte clair). Quelques fabricants par contre indiquent seulement des valeurs moyennes. Le calcul exact du retrait au frittage et donc au final la précision d'adaptation de la prothèse frittée sont particulièrement essentiels pour les bridges à plusieurs éléments.



Illustration 6 : exemple de retrait au frittage du dioxyde de zirconium d'env. 20 %



Illustration 7 : exemple de contrôle d'adaptation avec modèle témoin en métal

Le contrôle final de la qualité s'effectue chez VITA en vérifiant l'adaptation. Selon ce protocole de vérification, un bridge correspondant à l'indication maximale pour chaque matériau est réalisé en CFAO avec le facteur de grossissement établi par lot, fritté à densité maximale et examiné sur un modèle en acier standardisé (voir ill. 7) pour déterminer son adaptation (voir 2.8).

1.5 Qualité du matériau et de sa structure

La qualité de structure est un facteur important pour la grande résistance des restaurations en dioxyde de zirconium. Elle est garantie en particulier par la qualité des matières premières et par un processus de fabrication adapté à la matière première. Lorsque les étapes de fabrication telles que la mise en forme, le déliantage et le frittage préalable sont adaptées les unes aux autres, on obtient une structure homogène et exempte de porosités. Les utilisateurs en cabinet dentaire et en laboratoire bénéficient ainsi d'un lingotin de haute qualité. Si cette qualité n'est pas garantie, des manques sont possibles au sein de la structure, qui mettront en péril la pérennité de la prothèse en bouche.

1.6 Étude de la structure

a) Matériau et méthode

Analyse des images de MEB des éprouvettes en VITA YZ T frittées à densité maximale et du dioxyde de zirconium d'un concurrent après polissage et mordantage thermique.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 11/2014, [1] voir page 35).

c) Résultat

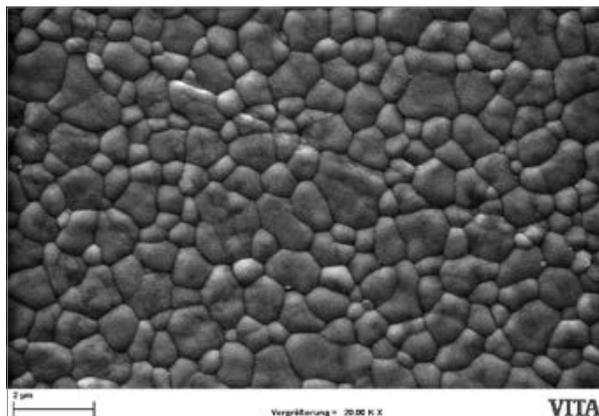


Illustration 8 : VITA YZ T grossissement x 20 000

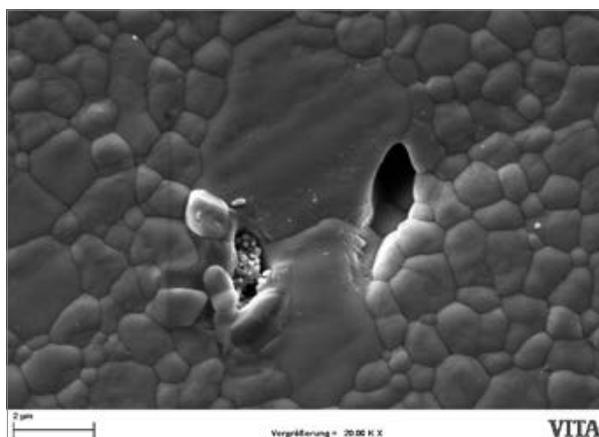


Illustration 9 : dioxyde de zirconium concurrent - grossissement x 20 000

d) Bilan

VITA YZ présente une structure homogène sans porosité ni manque grâce à des normes de qualité particulièrement élevées (voir ill. 8). La structure frittée a une taille de particule moyenne d'environ 500 nm.

Dans le cas des lingotins en dioxyde de zirconium de moindre qualité (souvent des produits du segment de prix inférieurs), on détecte parfois des impuretés et des défauts de structure (voir ill. 9). Les éventuelles imperfections ne sont visibles la plupart du temps qu'à fort grossissement.

En fonction de leur taille et de leur emplacement dans la structure, les défauts peuvent nuire aux propriétés mécaniques.

1.7 Structure de différents types de translucidité

a) Matériau et méthode

Analyse des images de MEB des éprouvettes en VITA YZ T, HT, ST et XT après frittage à densité maximale conformément aux indications du fabricant. L'analyse a été effectuée après le polissage et le mordantage thermique.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 03/2017, [1] voir page 35).

c) Résultat

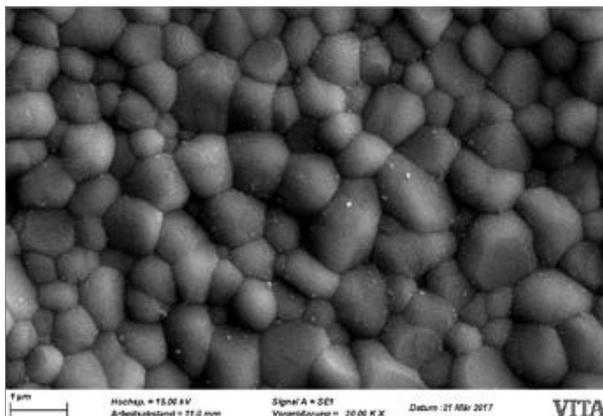


Illustration 10 : VITA YZ T grossissement x 20 000

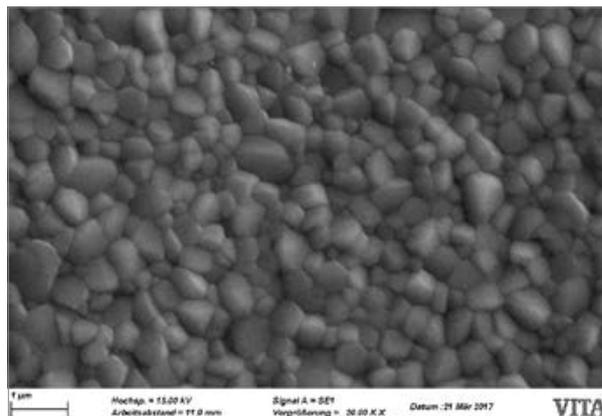


Illustration 11 : VITA YZ HT grossissement x 20 000

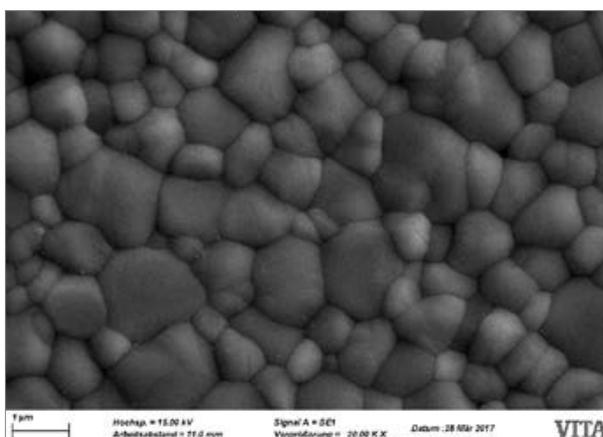


Illustration 12 : VITA YZ ST grossissement x 20 000

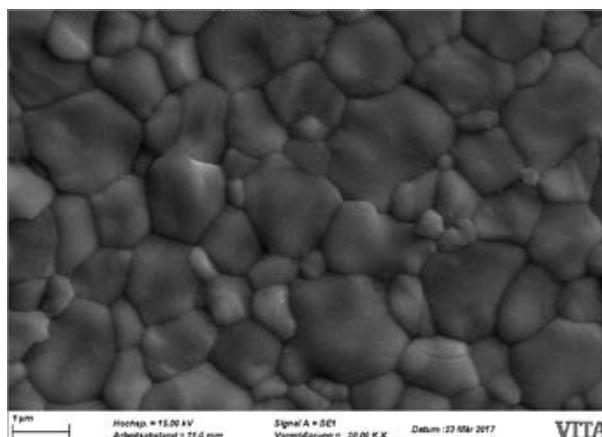


Illustration 13 : VITA YZ XT grossissement x 20 000

d) Bilan

La taille des particules (et par là même les surfaces de limites de grain) a une influence directe sur la réfraction de la lumière et, ainsi, sur la translucidité des différents matériaux. Plus la particule est grosse, moins il y a de surfaces de limites sur lesquelles la lumière sera réfractée. C'est la raison pour laquelle les matériaux tels que VITA YZ XT (taille des particules d'env. 1,0 µm) sont comparativement translucides. De plus, la composition chimique, en particulier la teneur en oxyde d'yttrium et l'augmentation de la concentration d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) aux limites de grain, influence le comportement de réfraction de la lumière. VITA YZ T comporte, par exemple, avec environ 0,25 % de poids, une nettement plus grande proportion d' Al_2O_3 que les trois autres variantes VITA YZ et a une taille de particules d'env. 0,5 µm.

De ce fait, cette variante semble comparativement opaque.

2. Propriétés physiques/mécaniques (in vitro)

2.1.3 Résistance à la flexion en 3 points de VITA YZ



a) Matériau et méthode

On a utilisé une scie à fil diamanté pour préparer des échantillons parallélépipédiques dans des pièces brutes en dioxyde de zirconium VITA. Par la suite, les échantillons ont été meulés à la main avec du papier SiC (grain P1200). Ensuite, un chanfrein 45° a été introduit dans les deux bords sur le côté chargé en tension. Après le frittage conformément aux indications du fabricant, les échantillons avaient une dimension finale de 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³.

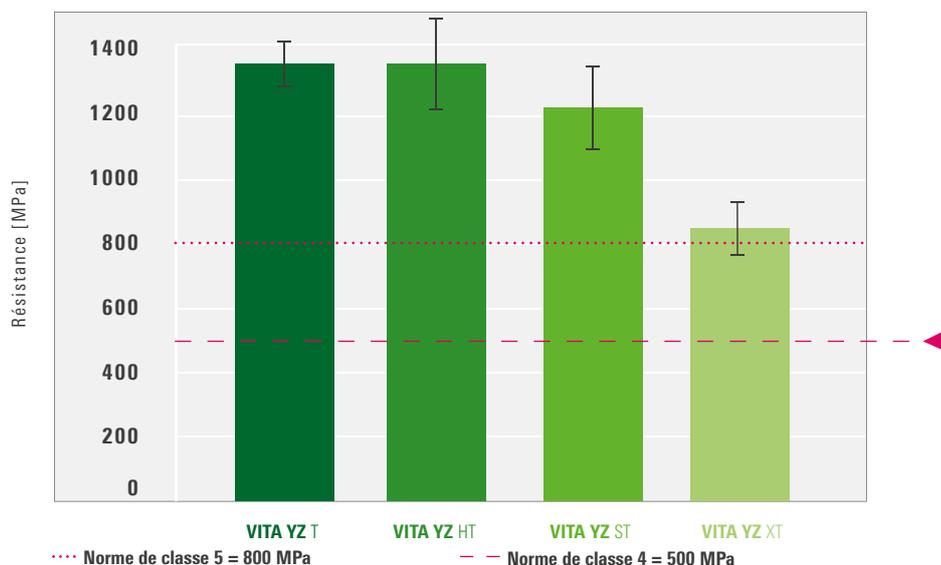
Pour chaque matériau, 36 échantillons ont été mis en charge jusqu'à la rupture sur une machine d'essais universelle, et la résistance en flexion en 3 points a été déterminée.

b) Source

Source : recherche interne, VITA R&D, résistance en flexion en 3 points des différents matériaux VITA YZ selon la norme DIN EN ISO 6872:2015 + Amd.1:2018, (Gödiker, 08/2022), [1] voir page 35

c) Résultat

Résistance en flexion en 3 points des différents matériaux VITA YZ



Catégorie de norme 4¹⁾: ≥ 500 MPa
Couronnes monolithiques ou chapes de couronne
Bridges monolithiques ou armatures de bridge avec ≤ 3 éléments
Catégorie de norme 5¹⁾: ≥ 800 MPa
Bridges monolithiques ou armatures de bridge avec ≥ 4 éléments

1) Conformément à DIN EN ISO 6872:2015 + Amd.1:2018

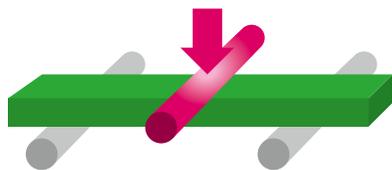
d) Bilan

Dans cette série de tests, VITA YZ T et VITA YZ HT ont obtenu des valeurs de résistance de 1 350 MPa en moyenne, VITA YZ ST de 1 200 MPa en moyenne. Ces valeurs sont supérieures aux exigences de la norme pour les indications de catégorie 5. Les trois matériaux peuvent être utilisés pour des constructions de bridges à quatre éléments ou plus.

Dans ce montage expérimental, VITA YZ XT atteint une valeur moyenne de 850 MPa. En raison de la plus faible résistance à la fissuration (voir point 2.5), la recommandation d'indication correspond à la catégorie 4.

2.2 Comparaison de la résistance en flexion en 3 points

a) Matériau et méthode



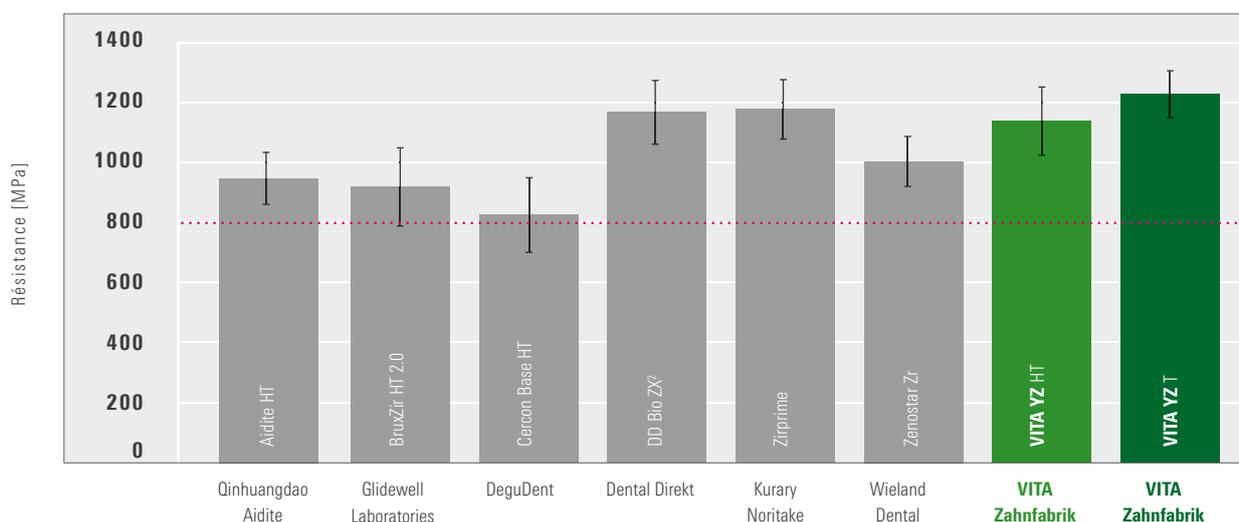
On a utilisé une scie à fil diamanté pour préparer des échantillons parallélépipédiques dans des lingotins en dioxyde de zirconium. Par la suite, les échantillons ont été meulés à la main avec du papier SiC (grain P1200). Ensuite, un chanfrein 45° a été introduit dans les deux bords sur le côté chargé en tension. Après le frittage conformément aux indications du fabricant, les échantillons avaient une dimension finale de 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³. Pour chaque matériau, 10 échantillons ont été mis en charge jusqu'à la rupture sur une machine d'essais universelle, et la résistance en flexion en 3 points a été déterminée.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 01/2014, [1] voir page 35).

c) Résultat

Comparaison de la résistance en flexion en 3 points

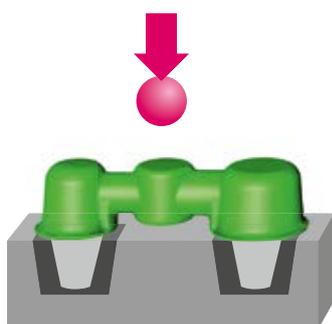


..... Norme de classe 5 = 800 MPa

d) Bilan

Tous les dioxydes de zirconium évalués ont atteint dans ce test des valeurs supérieures à la norme (> 800 MPa) pour la catégorie 5. Les valeurs de résistance établies pour VITA YZ SOLUTIONS étaient très élevées comparativement avec les matériaux concurrents. Les variations de résistance peuvent, entre autres, être le fait d'un frittage préliminaire différent pour les divers matériaux, ce qui rend la préparation des éprouvettes plus difficile. Pour évaluer ces variations, on a déterminé la résistance brute à la rupture (= résistance de l'éprouvette au stade du frittage préalable) des matériaux. Celle-ci se situait entre 40 et 90 MPa, ce qui peut s'expliquer par les différences dans les propriétés d'usinage.

2.3 Charge de rupture statique avec différentes sections de connecteur



a) Matériau et méthode

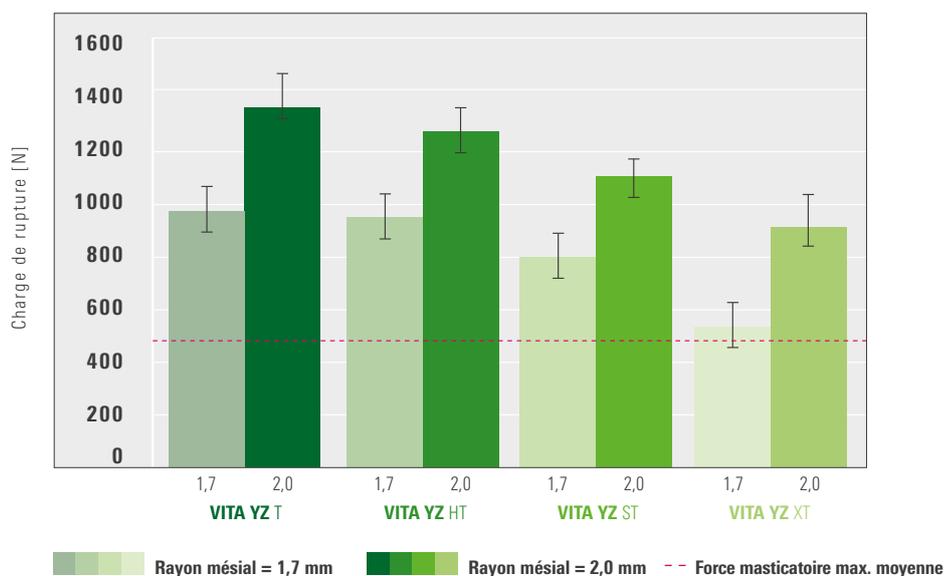
Des ponts postérieurs à 3 éléments stylisés en VITA YZ T, HT, ST et XT ont été réalisés en FAO et frittés à densité maximale conformément aux indications du fabricant. Le connecteur « mésial » mince avait un rayon de 1,7 mm (section transversale d'env. 9,0 mm²) et le connecteur « distal » plus épais, un rayon de 2,0 mm (env. 12,0 mm²). Les ponts avec des sections de connecteur plus hautes ont aussi des rayons de 2,0 mm (« mésial ») et de 2,3 mm (« distal »). Tous les piliers avaient une épaisseur de paroi identique de 0,5 mm. Tous les ponts ont été scellés sur des dies en acier avec du ciment au phosphate de zinc. Six ponts avec des sections de connecteur basses et six avec des sections de connecteur hautes par matériau ont été mis en charge jusqu'à défaillance avec une machine d'essais universelle.

b) Source

Recherche interne, VITA R & D, (Kolb, 08/2017 [1], voir p. 35)

c) Résultat

Charge de rupture des ponts VITA YZ avec différentes sections de connecteur

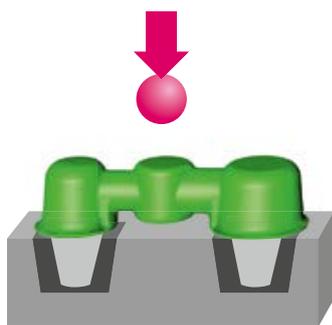


d) Bilan

Toutes les valeurs moyennes mesurées dans ce test – y compris celles des ponts avec des sections de connecteur plus basses – se situaient au-dessus de la force masticatoire maximale moyenne d'environ 490 N [5]. À l'instar de l'essai de flexion sur trois points, la rupture s'est systématiquement produite dans la zone du connecteur plus mince (« mésial ») soumise à la traction (« gingivale »).

L'augmentation mineure de la section du connecteur a donné lieu à une augmentation notable de la charge de rupture. Il est donc recommandé, lors de la réalisation des connecteurs, d'utiliser les conditions spatiales existantes dans la mesure du possible pour créer une construction plus résistante. Pour VITA YZ XT, on recommande, sur la base de cette série de tests, d'utiliser une section de connecteur dans la zone molaire d'au moins 12 mm² (voir Recommandation de construction des instructions de traitement 10446M/1).

2.4 Charge de rupture statique avant et après vieillissement hydrothermique



a) Matériau et méthode

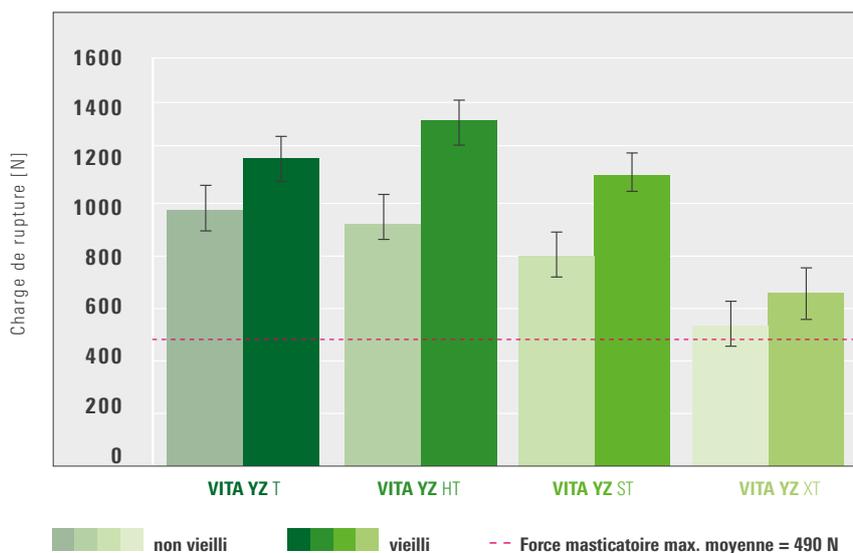
Dans cette structure de test, on a simulé l'utilisation clinique de matériaux au moyen du vieillissement des matériaux afin d'en évaluer la résistance en bouche. Des bridges postérieurs à 3 éléments stylisés en VITA YZ T, HT, ST et XT ont été réalisés en FAO et frittés à densité maximale conformément aux indications du fabricant. Le connecteur « mésial » mince avait un rayon de 1,7 mm (section transversale d'env. 9,0 mm²) et le connecteur « distal » plus épais, un rayon de 2,0 mm (env. 12,0 mm²). Tous les piliers avaient une épaisseur de paroi identique de 0,5 mm. La moitié des éprouvettes de chaque matériau ont été vieillis pendant 72 heures en autoclave à 134 °C dans de la vapeur d'eau. Tous les bridges ont été scellés sur des dies en acier au moyen de ciment au phosphate de zinc. Six matériaux vieillis et six matériaux non vieillis par matériau ont été mis en charge jusqu'à défaillance avec une machine d'essais universelle.

b) Source

Recherche interne, VITA R & D, (Kolb, 08/2017 [1], voir p. 35)

c) Résultat

Charge de rupture des bridges VITA YZ avant et après vieillissement



d) Bilan

On a obtenu tant pour les éprouvettes vieillis que pour les non vieillis des valeurs moyennes se situant au-delà de la force masticatoire maximale prévue [5], ce qui permet d'envisager une bonne résistance à long terme en bouche. Ce phénomène de résistance de rupture élevée après vieillissement hydrothermique fera l'objet d'études à l'avenir.

2.5 Ténacité à la rupture



a) Matériau et méthode

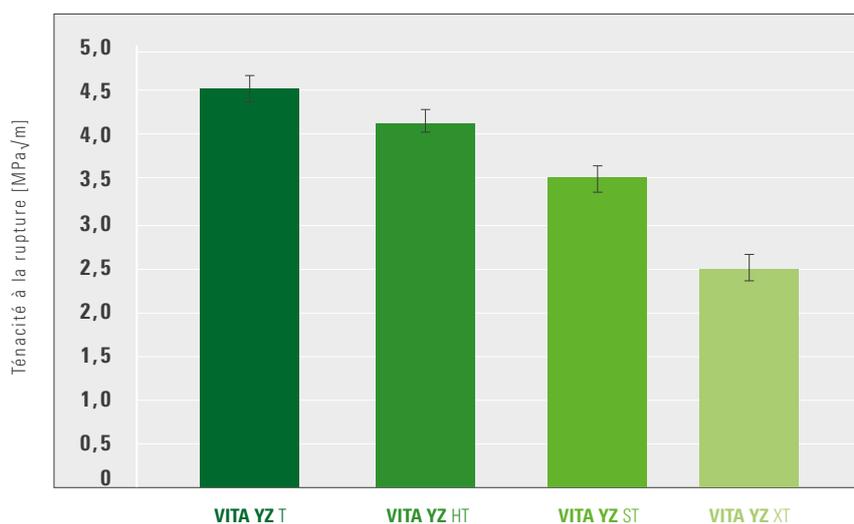
Étant donné que conformément à la norme DIN EN ISO 6872:2015, le procédé SEVNB ne doit pas être utilisé pour mesurer la résistance à la rupture de matériaux à grain fin ayant une taille de particule inférieure à 1 µm, l'évaluation de la ténacité à la rupture a été effectuée selon la méthode sur éprouvette entaillée en chevron conformément à la norme ISO 24370 [céramiques fines (céramiques avancées, céramiques techniques avancées) – Méthode d'essai de ténacité à la rupture des céramiques monolithiques à température ambiante sur éprouvette entaillée en chevron (CNB)]. Pour ce faire, on a réalisé sur les éprouvettes de flexion (3 x 4 x 30 mm³) des indentations définies avec une scie diamantée (voir schéma à gauche), puis on les a mises en charge jusqu'à rupture au moyen d'une machine d'essais universelle. Cinq éprouvettes ont été testées par série.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 07/2017, [1] voir page 35).

c) Résultat

Ténacité à la rupture de VITA YZ avec la méthode CNB conformément à la norme ISO 24370



d) Bilan

L'évaluation montre un lien entre la composition chimique et la résistance mécanique. Comme pour l'augmentation de la proportion d'oxyde d'yttrium (voir tableau 1.1 Composition chimique), la ténacité à la rupture des différentes variantes diminue constamment. Cela se reflète aussi dans la charge de rupture et la résistance en flexion des matériaux. Les recherches actuelles [12] se penchent intensivement sur les facteurs d'influence et les méthodes d'évaluation de la ténacité à la rupture.

2.6 Module de Weibull / Fiabilité

a) Matériau et méthode

« Avec une théorie développée par Weibull qui repose sur le concept de la déformation provoquée par l'élément le plus faible, il est possible de bien décrire mathématiquement la dispersion de résistance des matériaux de céramique. [...] Il en résulte, en connaissant les paramètres de distribution, une corrélation précise entre la charge et la probabilité de rupture ». [2] Le module de Weibull de VITA YZ T, HT, ST et XT a été déterminé à partir des valeurs de résistance en flexion en trois points sur 30 éprouvettes de chaque matériau.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 08/2017, [1] voir page 35).

c) Résultat

Module de Weibull des différents matériaux VITA YZ



d) Bilan

Dans ce test, on a obtenu pour les différents matériaux VITA YZ avec le module de Weibull de très bonnes valeurs moyennes de près de 11 à 16. La faible dispersion des valeurs de mesure est l'indicateur d'une grande fiabilité et d'une qualité de matériau constante. Si seules de faibles variations de mesure par rapport à la valeur moyenne (par rapport aux valeurs minimales établies) sont mesurées, cela permet de s'attendre à ce que le matériau puisse être utilisé de façon fiable dans son spectre d'indications.

2.7 Translucidité

a) Matériau et méthode

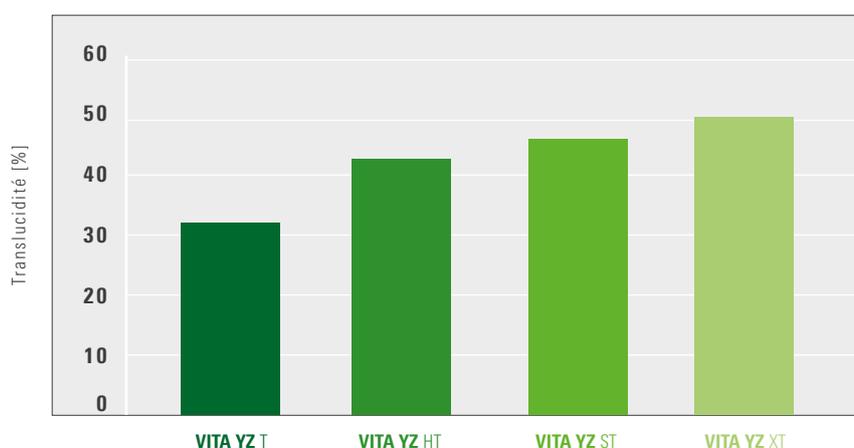
La mesure de la translucidité a été effectuée avec un photospectromètre. Les éprouvettes utilisées avaient une épaisseur de matériau de 1,0 mm et avaient subi un polissage miroir des deux côtés. La valeur de mesure correspond à la valeur moyenne de cinq éprouvettes par série.

b) Source

Étude externe, Tosoh Corporation, (rapport technique, 08/2017, [10] voir p. 35)

c) Résultat

Translucidité des différents matériaux VITA YZ



Valeurs moyennes de la translucidité déterminée		
VITA YZ T	32 %	
VITA YZ HT	42 %	
VITA YZ ST	46 %	
VITA YZ XT	50 %	

d) Bilan

Les valeurs obtenues ici ne sont comparables que dans le cadre de ce même test, puisque les mesures dépendent de l'épaisseur des éprouvettes, de l'appareil de mesure et des écrans. De plus, il est difficile de comparer directement avec la céramique vitreuse de quelle façon la transmission est influencée par la coloration. Les valeurs de mesure pour VITA YZ XT se situent toutefois à un niveau semblable.

2.8 Adaptation après frittage

a) Matériau et méthode

Diverses restaurations ont été construites à partir d'un modèle numérique (construction en CAO). On a ensuite fraisé dans l'aluminium le modèle d'adaptation correspondant au moyen d'une machine-outil à commande numérique. Avec cette machine, on a aussi réalisé les différentes restaurations avec grossissement pour tenir compte du retrait au frittage correspondant. Cela permet d'exclure les imprécisions de mesure possibles qui pourraient survenir en raison du processus de numérisation. Pour finir, l'adaptation des constructions frittées a été analysée visuellement et haptiquement à l'aide d'un modèle d'adaptation ainsi que virtuellement par superposition de la construction numérique à la construction réelle à l'aide d'un logiciel Wrap. Dans cette documentation, un bridge en VITA YZ T à 4 éléments est présenté à titre d'exemple.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 10/2014, [1] voir page 35).

c) Résultat



Illustration 14a/b/c : a) modèle ; b) bridge à plusieurs éléments usiné dans VITA YZ ; c) logiciel Wrap avec les constructions l'une sur l'autre (de gauche à droite)



VITA YZ T



ZrO₂ concurrent

Illustration 15/16 : contrôle visuel de l'adaptation après frittage à l'aide d'un modèle d'adaptation pour VITA YZ T / matériaux concurrents

d) Bilan

Pour VITA YZ SOLUTIONS, le facteur de grossissement est défini exactement en fonction du lot dans les trois dimensions spatiales. De ce fait, même pour des bridges VITA YZ à quatre éléments, on obtient une très bonne adaptation. Toutes les tolérances calculées dans cette étude se situaient dans l'ordre de grandeur du joint de scellement (50µm). Par contre le dioxyde de zirconium concurrent étudié ici présente visuellement des défauts d'adaptation (voir ill. 16).

2.9 Vérification de l'usinabilité en FAO avec des géométries de couronne/d'infrastructures

a) Matériau et méthode

Pour vérifier la maniabilité en FAO et l'exactitude de reproduction des marges conçues virtuellement, on a réalisé en machine différentes restaurations en VITA YZ T et en dioxyde de zirconium concurrent. La qualité des bords des restaurations a été ensuite analysée au microscope optique. Étant donné que les colorants peuvent avoir une influence sur le comportement au frittage et sur la résistance à la rupture brute d'un matériau, on a étudié ici spécialement l'usinabilité des lingotins préteintés.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 01/2014, [1] voir page 35).

c) Résultat



Illustration 17 : VITA YZ T (matériau préteinté)



Illustration 18 : dioxyde de zirconium concurrent (matériau préteinté)

d) Bilan

Ce test illustre sur une armature de couronne le fait que la grande stabilité des bords de VITA YZ T permet de fabriquer des restaurations très précises et donc bien adaptées (voir ill. 17). Dans ce test, le matériau concurrent présente des fractures marginales après le processus de FAO (voir ill. 18). Chez VITA Zahnfabrik, la résistance brute à la rupture de la pièce brute déliée et préfrittée est techniquement établie à un niveau semblable pour les variantes préteintées ou non de VITA YZ afin de permettre aux cabinets et aux laboratoires d'obtenir des résultats reproductibles, indépendamment de la variante utilisée.

2.10 Vérification de l'usinabilité FAO avec une géométrie « merlon »



a) Matériau et méthode

Pour mieux évaluer la maniabilité en FAO et l'exactitude de reproduction des marges conçues virtuellement des différentes variantes VITA YZ (T, HT, ST, XT), on a réalisé sept « merlons » (géométrie d'éprouvette avec quatre crénements, voir illustration à gauche) par variante avec des épaisseurs de paroi de 0,2 mm, 0,3 mm et 0,4 mm avec une unité CFAO (voir ill. 19). Pour toutes les éprouvettes, on a utilisé la même stratégie de fraisage. Finalement, les géométries d'éprouvette ont été observées dans trois épaisseurs de paroi et les crénements de chaque éprouvette ont été examinés à la recherche de défauts. Le graphique de résultat montre pour chaque variante de matériau et chaque épaisseur de paroi le taux dit « de succès » des crénements en fonction de la géométrie d'éprouvette.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 08/2017, [1] voir page 35).

c) Résultat

Maniabilité FAO des différents matériaux VITA YZ

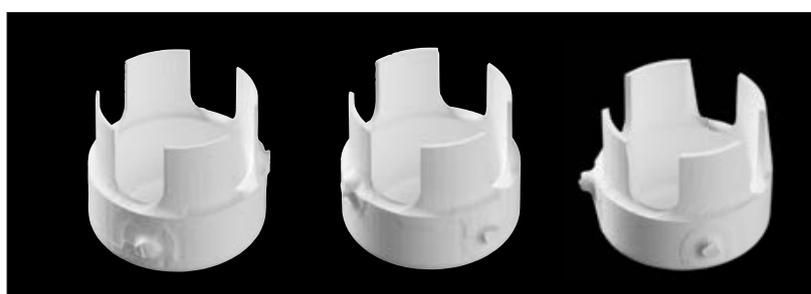
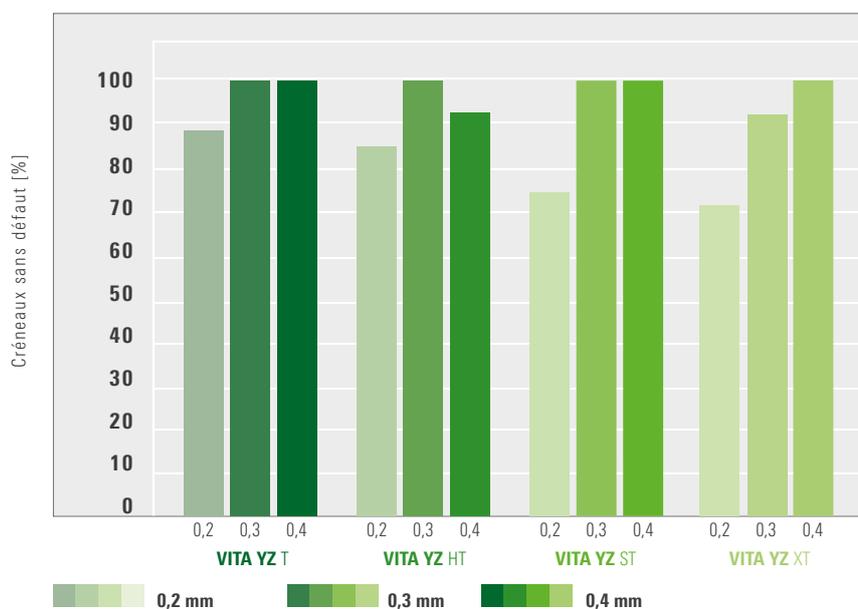
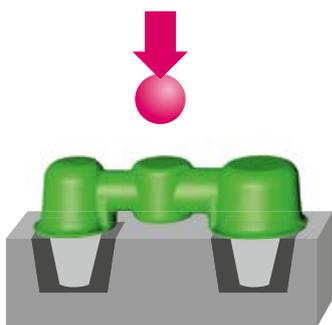


Illustration 19 : géométries à merlons en VITA YZ avec des épaisseurs de paroi de 0,2 mm, de 0,3 mm et de 0,4 mm (de la gauche vers la droite)

d) Bilan

Ce test met en évidence le fait que la grande stabilité des bords de toutes les variantes VITA YZ SOLUTIONS permet d'obtenir des résultats très précis et donc bien ajustés (voir ill. 19). Avec la diminution de la résistance, toutefois, le taux dit « de survie » diminue pour les géométries aux parois particulièrement minces (voir 0,2 mm), et la probabilité de défaut après le traitement FAO augmente parallèlement.

2.11 Influence du traitement par FAO sur la résistance



a) Matériau et méthode

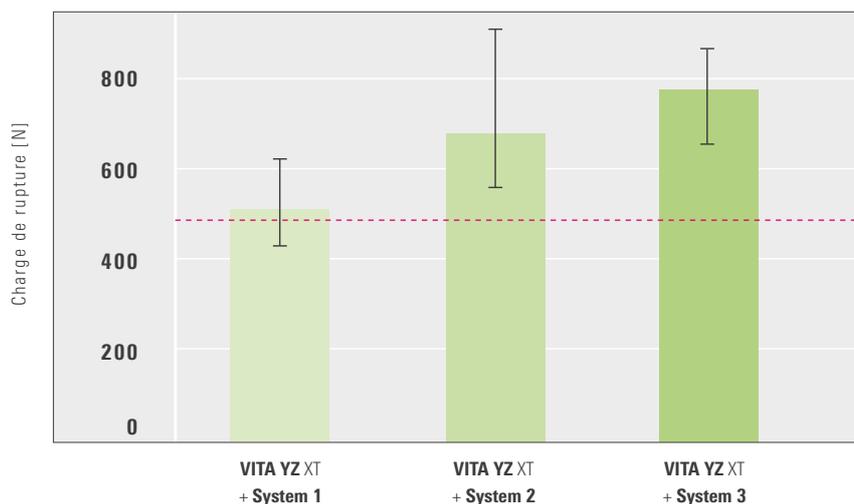
Pour évaluer l'influence du traitement par FAO (par exemple avec différentes stratégies de fraisage) sur la résistance des bridges, des bridges postérieurs stylisés en VITA YZ XT ont été fraisés avec trois systèmes CFAO différents et frittés à densité maximale conformément aux directives du fabricant. Le connecteur « mésial » mince avait un rayon de 1,7 mm (section transversale d'env. 9,0 mm²) et le connecteur « distal » plus épais, un rayon de 2,0 mm (env. 12,0 mm²). Toutes les chapes de pilier avaient une épaisseur de paroi identique de 0,5 mm. Tous les bridges ont été scellés sur des dies en acier avec du ciment au phosphate de zinc. Six bridges par système CFAO utilisé ont été mis en charge jusqu'à défaillance avec une machine d'essais universelle.

b) Source

Recherche interne, VITA R & D, (Kolb, 11/2017 [1], voir p. 35)

c) Résultat

Charge de rupture après FAO avec différents systèmes



-- Force masticatoire max. moyenne = 490 N

d) Bilan

Le résultat de ce test montre que le système utilisé pour la réalisation CFAO peut avoir une influence importante sur la charge de rupture d'un bridge. Tant les paramètres du logiciel (vitesse de rotation, avance, réglage) que les outils de fraisage (type, état) et la fraiseuse peuvent influencer sur la qualité de surface de la restauration et, ainsi, sur sa résistance. Pour des restaurations durables, il faut donc respecter scrupuleusement les indications des fabricants respectifs (fabricants de matériaux et de systèmes). Vous trouverez des recommandations pour l'usinage de VITA YZ sous www.vita-zahnfabrik.com

2.12 Comportement au frittage

2.12.1 Influence de la température de frittage

a) Matériau et méthode

D'après les études de Piconi [4] la température de frittage a un impact sur la taille des particules. Avec une température trop basse, la structure ne peut pas être frittée à coeur. À une température trop élevée, le matériau a tendance à augmenter de granulométrie. De telles variations de température ont une influence tant optique que mécanique sur le résultat final. Les matériaux insuffisamment frittés ont une apparence opaque. Les matériaux trop frittés ont une apparence translucide, mais ont généralement des propriétés mécaniques moindres. Pour effectuer une comparaison directe, on a fritté des éprouvettes en VITA YZ HT et XT à une température maximale de 1 370 °C, de 1 450 °C, de 1 530 °C et de 1 600 °C. Chaque température a été maintenue 2 heures. Par la suite, les structures ont été analysées par microscope électronique à balayage (MEB).

b) Source

Recherche interne, VITA R & D, (Kolb, 10/2017 [1], voir p. 35)

c) Résultat

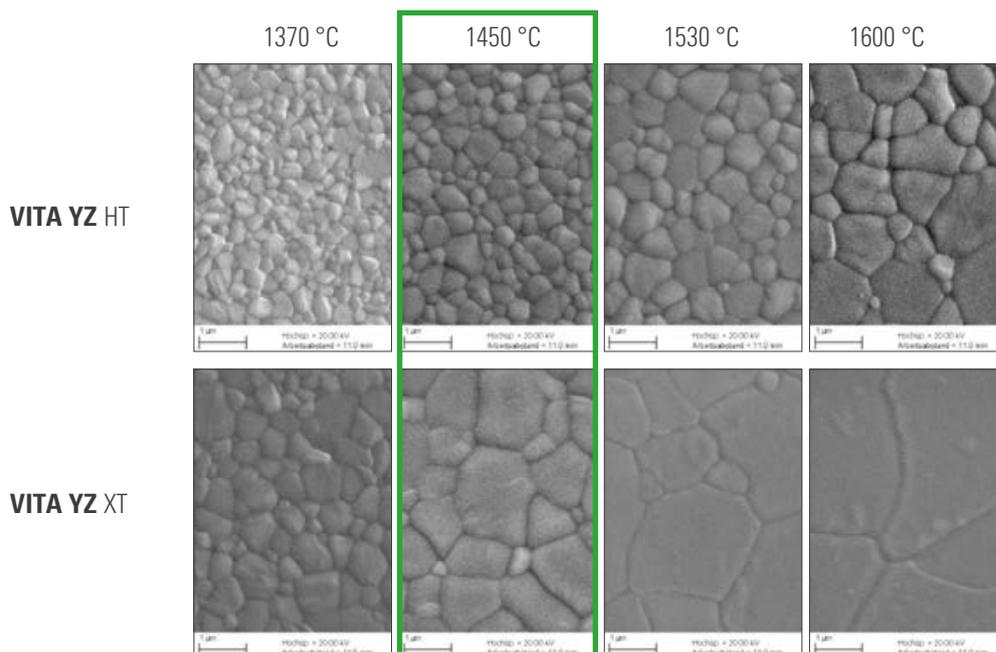


Illustration 20 : structure VITA YZ à différentes températures, grossissement x 20 000

d) Bilan

Selon les recommandations du fabricant, la température de frittage idéale pour VITA YZ HT et XT est de 1 450 °C. À cette température, ces variantes VITA YZ permettent d'obtenir des propriétés optiques et mécaniques idéales. Si VITA YZ est fritté à une température plus élevée (par ex. 1 600 °C), il se produit une augmentation nette de la granulométrie. Même si cela permet d'augmenter la translucidité du matériau, les propriétés mécaniques s'en trouvent réduites. Dans le cas de VITA YZ XT, l'augmentation de la température entraîne une réduction de la résistance d'environ 100 MPa. En outre, il est à craindre que l'énorme augmentation de la granulométrie nuit aussi à la résistance à long terme.

2.12.2 Influence du procédé de frittage HighSpeed

a) Matériau et méthode

Les restaurations en VITA YZ T et HT peuvent être frittées à densité maximale avec l'unité de cuisson VITA ZYRCOMAT 6000 MS en 80 minutes. Des paramètres harmonisés en matière de montée en température et de refroidissement le permettent. Un procédé de frittage HighSpeed ne doit toutefois pas nuire à la qualité de la structure, aux propriétés mécaniques et à l'adaptation. Dans la série de tests suivante, des exemples d'éprouvettes en VITA YZ T ont été frittées aussi bien en mode classique que rapide. La structure a ensuite été analysée au MEB et dans divers autres tests.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 10/2011, [1] voir page 35).

c) Résultat

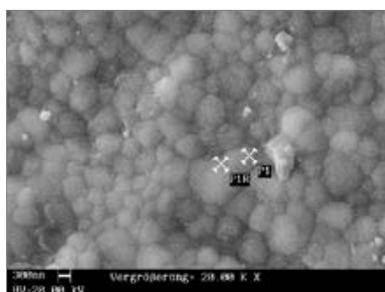


Illustration 21a : structure VITA YZ T, frittage classique, grossissement x 20 000

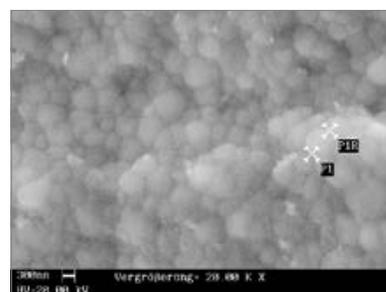


Illustration 21b : structure VITA YZ T, frittage rapide, grossissement x 20 000

Valeurs clés / Données VITA YZ	Processus de frittage classique	Processus de frittage HighSpeed
Densité de frittage [g/cm ³]	6,06	6,07
Résistance à la flexion en 3 points [MPa]	1 200	1 278
Structure cristalline	Téragonale	Téragonale
Taille des particules	500	500
Adaptation bridges	Très bonne	Très bonne

d) Bilan

Tant le procédé de frittage conventionnel (17 °C/min, temps de maintien de 2 h) que le procédé HighSpeed entraînent avec VITA YZ T et VITA YZ HT de bons résultats comparables pour ce qui est de la structure, des propriétés mécaniques et de l'adaptation. Dans le cas des variantes plus translucides VITA YZ ST et XT, la teneur croissante en yttrium entraîne une augmentation notable de l'opacité après le frittage HighSpeed, et cette procédure de frittage ne peut donc pas être recommandée, ne serait-ce que pour des raisons esthétiques.

2. 13 Retouches manuelles / Traitement de surface

2.13.1 Influence des systèmes d'usinage pour céramique

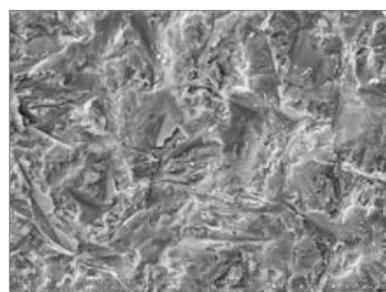
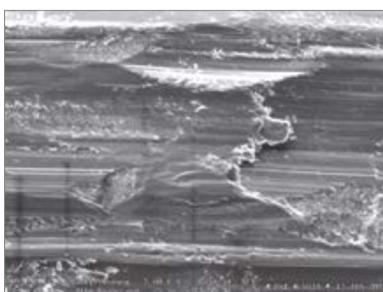
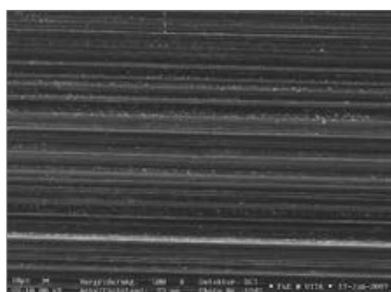
a) Matériau et méthode

Dans le cadre de l'étude, l'influence des abrasifs et du sablage sur le matériau d'infrastructure VITA YZ T a été étudiée. Pour ce faire, 158 abrasifs de 12 fabricants différents ont été utilisés. Afin de garantir une procédure de meulage standardisée, un système de test spécifique a été mis au point pour cette étude. Après le traitement de surface (abrasifs ou sablage), les éprouvettes ont été analysées au MEB.

b) Source

Influence des abrasifs en céramique, Quintessenz Zahntechnik 2009 ([6], voir page 35)

c) Résultat



Illustrations 22-24 : surfaces de VITA YZ polies, retouchées avec des abrasifs et sablées (de gauche à droite); à chaque fois grossissement x 5 000

d) Bilan

Différents outils et méthodes endommagent plus ou moins la surface du dioxyde de zirconium (voir ill. 22 à 24). Il est conseillé de dégrossir les travaux à l'état préfritté et toujours du gros grain au grain fin. L'idéal est que la dernière étape soit le polissage afin de minimiser les "défauts" présents en surface. Le sablage employé à titre de comparaison entraîne un état de surface visiblement "accidenté". Les « défauts » ainsi créés peuvent nuire aux propriétés mécaniques et provoquer des tensions dans la zone cohésive de la céramique cosmétique.

2.13.2 Influence du sablage

a) Matériau et méthode

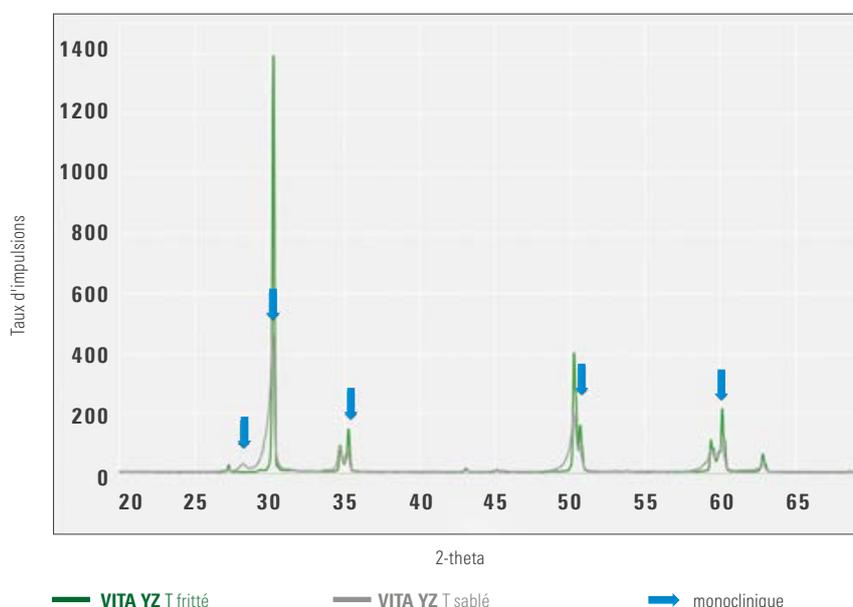
Pour ce test on fabriqué et fritté des éprouvettes identiques en VITA YZ T. La première série d'éprouvettes n'a pas été retouchée. La seconde série a été sablée (corindon 50 µm, 2 bars). Les structures cristallines ont été analysées au diffractomètre à rayons X. Les pics des éprouvettes non traitées ci-dessous illustrées montrent qu'en surface seules des structures cristallines tétraogonales sont détectables. Les pics supplémentaires et l'élargissement des pics après sablage sont le signe de tensions au sein de la structure et de séquences de phases monocliniques.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 12/2017, [1] voir page 35)

c) Résultat

Mesure au diffractomètre de VITA YZ T avant et après sablage

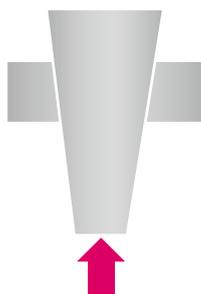


d) Bilan

Du fait du sablage, le réseau de dioxyde de zirconium tétraogon se transforme en une structure monoclinique. Des propriétés telles que la ténacité à la rupture et la résistance au vieillissement qui sont attribuées à la modification tétraogonale ne peuvent plus dans ce cas être garanties. La phase monocline présente en outre un autre CDT, ce qui peut conduire à des tensions dans la zone de cohésion en liaison avec la céramique cosmétique.

Le bénéfice escompté du sablage, tel qu'une rugosité de surface plus importante, n'est pas mis en évidence par rapport à une infrastructure non sablée après la procédure FAO. Le sablage n'apporte donc aucune amélioration pour l'imprégnation de la céramique cosmétique. C'est pourquoi il est recommandé de ne pas travailler les surfaces à incruster par sablage. Le sablage de la surface interne pour l'amélioration de l'adhérence est toutefois possible et logique.

2.14 Examen de la qualité de la cohésion



a) Matériau et méthode

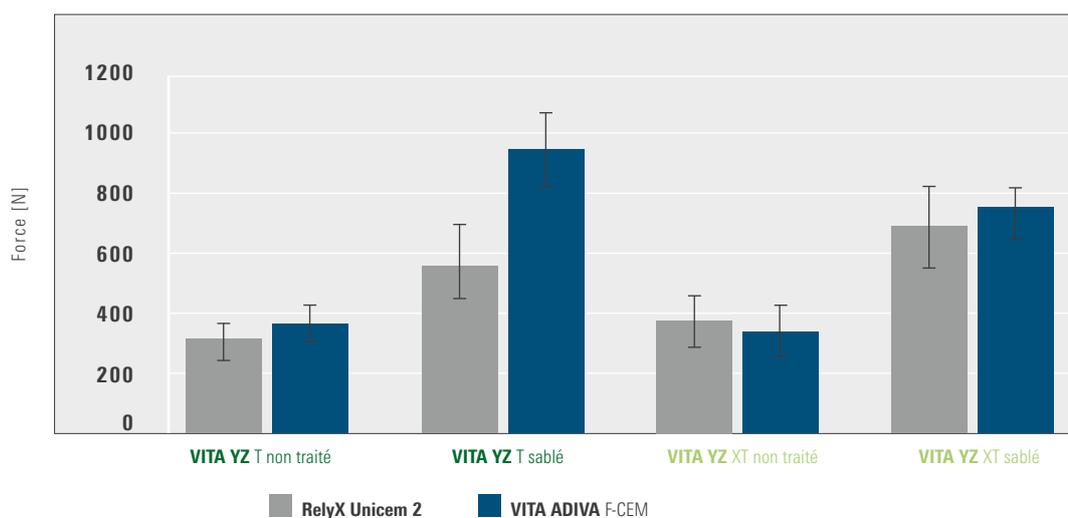
On a évalué la résistance à la compression et au cisaillement de deux composites de scellement avec VITA YZ SOLUTIONS. À cette fin, on a collé des rondelles du même matériau percées d'un alésage sur des cônes tronqués définis en VITA YZ T et XT, puis on a éjecté ou mis en charge jusqu'à défaillance les cônes avec une machine d'essais universelle. Pour la fixation, le composite de scellement RelyX™ Unicem 2 (3M ESPE) et VITA ADIVA F-CEM (VITA Zahnfabrik) ont été utilisés. Une partie des éprouvettes a été collée sans traitement, tandis que l'autre partie a été préconditionnée. Les éprouvettes non traitées affichaient les surfaces caractéristiques d'un traitement en machine lié au processus de fraisage. Les autres éprouvettes ont été sablées avec des particules d'Al₂O₃ de 50 µm et soumises à une pression de 2,0 bars. Au total, 10 éprouvettes par série ont été évaluées.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 10/2017, [1] voir page 35).

c) Résultat

Résistance à la compression et au cisaillement des composites de scellement avec les variantes VITA YZ

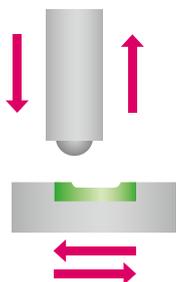


d) Bilan

Les résultats des tests montrent qu'après le préconditionnement par sablage, la résistance à la compression et au cisaillement avec les matériaux VITA YZ augmente significativement. Le sablage de la surface interne de la couronne à une pression de 2,0 bars et des particules d'Al₂O₃ de 50 µm est donc recommandé. À la résistance à la compression et au cisaillement avec VITA YZ T et VITA YZ XT, il n'y avait pas de différence significative. Seules les éprouvettes en VITA YZ T sablées en combinaison avec VITA ADIVA F-CEM ont montré une résistance à la compression et au cisaillement nettement supérieure. Globalement, il n'y a toutefois pas de différence notable entre les deux systèmes de scellement pour ce qui a trait à la cohésion.

2.15 Comportement à l'abrasion

Abrasion dans deux milieux



a) Matériau et méthode

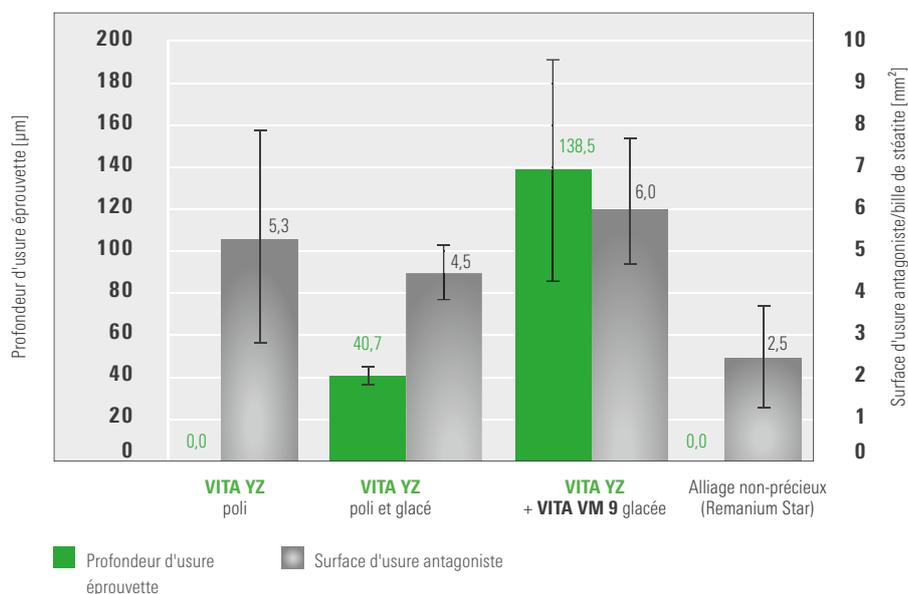
Afin de juger de l'abrasion du dioxyde de zirconium comparativement aux alliages non précieux (ANP), un test dit « Pin-on-block wear test » a été mené dans le simulateur de mastication (EGO, Ratisbonne) avec les paramètres suivants : billes de stéatite en tant qu'antagoniste ; charge de rupture 50 N ; 1,2 x 10⁵ cycles ; 1,6 Hz et 600 thermocycles à 5 – 55 °C. Après avoir effectué une simulation de mastication, on a mesuré le retrait de substance. Au total, huit éprouvettes par série ont été évaluées.

b) Source

Université de Ratisbonne, rapport (Rosentritt, 09/2011,)(3], voir page 35)

c) Résultat

Étude de l'abrasion



d) Bilan

Sur les éprouvettes en dioxyde de zirconium polies (voir résultats des tests ci-dessus concernant VITA YZ), aucun retrait de matériau n'est mesurable, tout comme sur un alliage non précieux. Si l'on applique une couche de glaçure sur les éprouvettes VITA YZ, on peut à nouveau mesurer un retrait de matériau.

La couche de glaçure a pour but de conférer aux travaux en dioxyde de zirconium le même comportement à l'abrasion que l'émail (voir éprouvettes glacées en VITA YZ). De nouvelles études in vivo indiquent que tant sur les restaurations en dioxyde de zirconium que sur les antagonistes, en présence d'une qualité de surface adéquate, il n'y a pas d'usure accrue à prévoir.

Les études in vitro actuelles sur le dioxyde de zirconium de différente composition chimique entraînent des résultats semblables en fonction du travail de surface [11].

2.16 Biocompatibilité

VITA YZ est contrôlé et évalué par des instituts indépendants sur la base de la série de normes ISO 10993 Évaluation biologique des dispositifs médicaux. Toutes les variantes de VITA YZ sont considérées comme biocompatibles. Grâce à des contrôles de qualité détaillés de chaque nouveau lot, portant par exemple sur la radioactivité, la biocompatibilité est toujours garantie.

3. Céramique cosmétique VITA VM 9

3.1 Propriétés physiques / mécaniques

VITA VM 9	Unité de mesure	Valeur
Coefficient de dilatation thermique (25 - 500 °C)	$10^{-6} \cdot /K$	8,8 – 9,2
Point de ramolissement	°C	670
Température de transformation (Tv)	°C	600
Solubilité chimique (ISO 6872)	$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	9,9
Granulométrie moyenne	$\mu\text{m} (d_{50})$	18
Résistance en flexion en 3 points (ISO 6872)	MPa	102
Dureté Vickers (Transpa Dentine)	HV1	670

Détermination conformément à la norme DIN EN ISO 6872

3.2 Composition chimique

Composants	% en poids
SiO ₂	60 – 64
Al ₂ O ₃	13 – 15
Na ₂ O	4 – 6
K ₂ O	7 – 10
CaO	1 – 2
ZrO ₂	0 – 1
B ₂ O ₃	3 – 5

3.3 Coefficient de dilatation thermique

a) Matériau et méthode

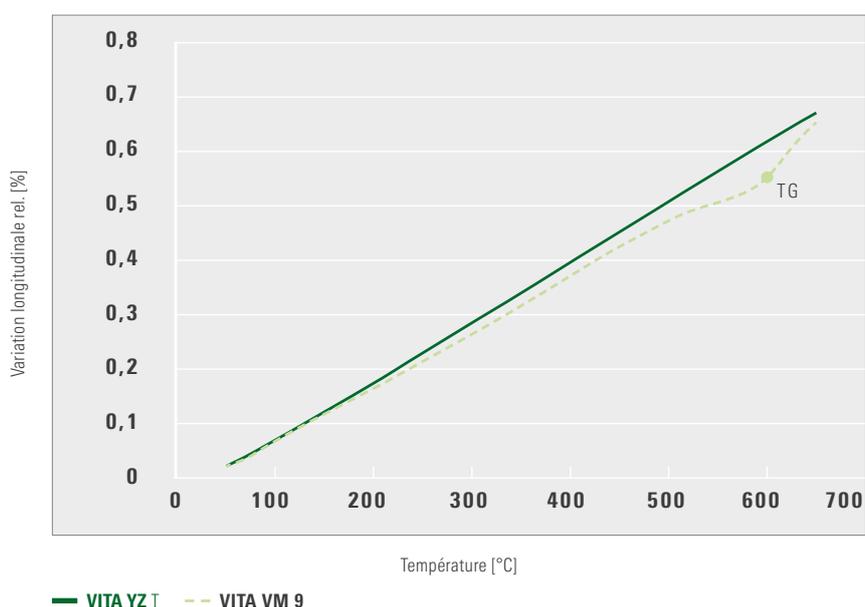
Les éprouvettes en VITA YZ T et VITA VM 9 ont été mesurées en comparaison directe dans un dilatomètre (Netzsch). Pour ce faire, elles ont été chauffées à un taux de montée en température de 5 °C par min jusqu'à leur point de ramollissement. En fonction de l'allongement longitudinal mesuré jusqu'à une température donnée (ici 500 °C), on obtient le coefficient de dilatation thermique (CDT) de chacun des matériaux.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 10/2009, [1] voir page 35).

c) Résultat

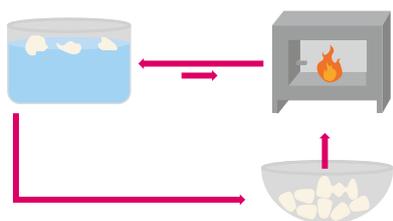
Dilatation thermique de VITA YZ T et de VITA VM 9



d) Bilan

VITA YZ T présente un CDT d'env. $10,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$. Afin de garantir un rapport de contrainte optimal, la céramique VITA VM 9 avec un CDT d'env. $9,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ se situe légèrement en dessous. Cela permet de s'assurer de pouvoir obtenir une liaison durable et résistante entre l'infrastructure et la structure cosmétique. La température de transition vitreuse (Tv) de la céramique cosmétique est avec cette méthode d'env. 600°C.

3.4 Résistance aux chocs thermiques



a) Matériau et méthode

L'évaluation de la résistance aux chocs thermiques (TWB) est un procédé de test éprouvé et effectué en interne chez VITA afin d'évaluer l'interaction du matériau d'infrastructure et de la céramique cosmétique et les contraintes résiduelles dans l'ensemble du système.

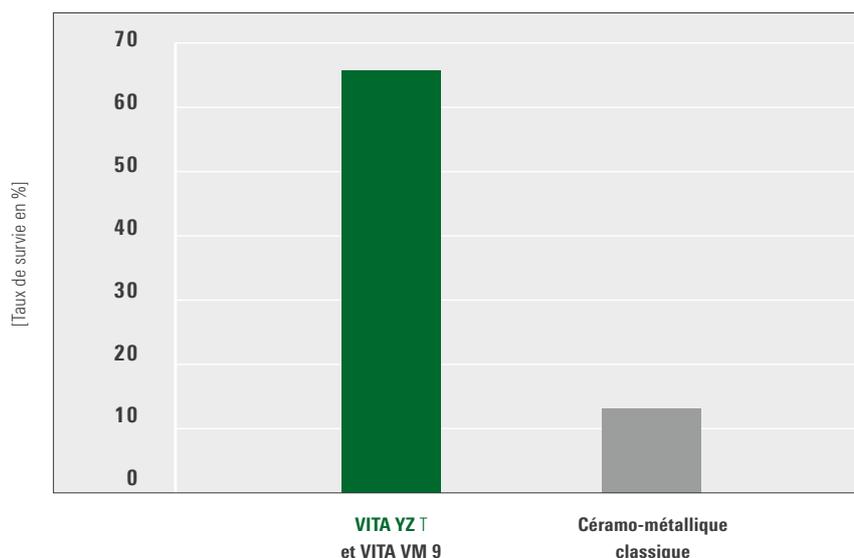
Pour ce test, six couronnes et une infrastructure à trois éléments en VITA YZ T ont été réalisées conformément aux instructions de traitement du fabricant, puis incrustées avec VITA VM 9. Par la suite, les restaurations ont été chauffées au four à 105 °C et maintenues à cette température pendant 30 minutes. Finalement, les restaurations ont été plongées dans de l'eau glacée et évaluées à la recherche de fêlures et d'éclats de la céramique. Les restaurations intactes ont été portées par paliers de 15 °C au degré de température suivant (120 °C) jusqu'à une température maximale de 165 °C.

b) Source

Recherche interne VITA R & D, (Gödiker, 10/2009 [1] voir page 35)

c) Résultat

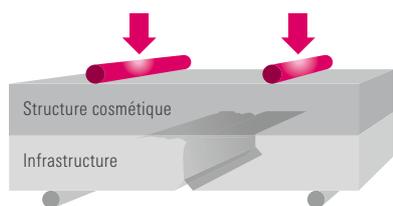
Taux de survie résistance aux chocs thermiques



d) Bilan

Plus le taux de survie des restaurations dans ce test est élevé, moins il y a de risques de fêlures ou d'éclats dans la céramique cosmétique d'après les années d'expérience accumulées au quotidien. VITA YZ T associé à VITA VM 9 présente dans ce test un taux de survie nettement plus élevé que la céramo-métallique incrustée. Les valeurs obtenues pour VITA YZ en liaison avec VITA VM 9 ont été comparées avec la moyenne des résultats des études sur la céramo-métallique (diverses générations de VMK en association avec divers alliages métalliques) effectuées au cours des années passées.

3.5 Qualité de la liaison de VITA YZ T et VITA VM 9



a) Matériau et méthode

Les tests de cohésion sont destinés à évaluer la qualité cohésive, c'est-à-dire la résistance mécanique de la liaison entre le matériau d'infrastructure et le matériau cosmétique. Il existe par ex. le test « Schwickerath » (voir ISO 9693) que l'on pratique pour tester la résistance en flexion de la céramo-métallique. Pour les systèmes tout céramique, il n'existe pas de test normalisé ISO. Ici, on a effectué des tests de résistance en flexion en 4 points afin de provoquer une fissure dans la zone cohésive et de déterminer l'énergie libérée par la propagation de la fissure (voir taux de libération d'énergie). Cette méthode (mise au point par Charalambides et al. [7]) est par exemple utilisée par la NASA (National Aeronautics and Space Administration) pour les couches de peinture sur la face extérieure des fusées.

b) Source

Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen (Tholey, 2007, [8] voir p. 35)

c) Résultat

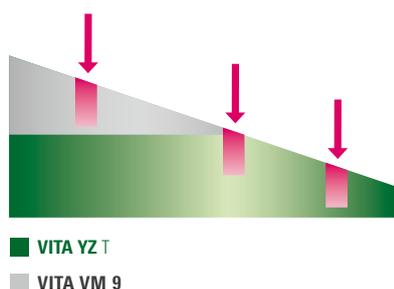


Illustrations 25 : VITA YZ T incrusté de VITA VM 9,
trajet des fêlures dans le cosmétique, grossissement x 300

d) Bilan

La cohésion entre VITA YZ T et VITA VM 9 peut être considérée comme excellente. En effet, au cours de la série d'essais effectués, les fissures ne se sont jamais produites dans la zone de liaison mais au sein de la couche de céramique cosmétique (voir cliché MEB ; infrastructure en gris clair et cosmétique en gris foncé). Par conséquent, aucune valeur (de l'énergie) mesurable n'a pu être obtenue au niveau de cette zone cohésive.

3.6 Zone cohésive entre VITA YZ T et VITA VM 9



a) Matériau et méthode

Afin d'analyser en détails la zone cohésive entre VITA YZ T et VITA VM 9, des éprouvettes en VITA YZ T ont été incrustées de VITA VM 9 puis sciées en forme de coin. Les éprouvettes ont été ensuite mordancées 20 secondes avec VITA CERAMICS ETCH (gel d'acide fluorhydrique à 5 %). Leur état de surface a été étudié au microscope électronique à balayage (MEB).

b) Source

SEM observations of porcelain YTZP interface (Tholey, 2009, [10] voir p. 35)

c) Résultat

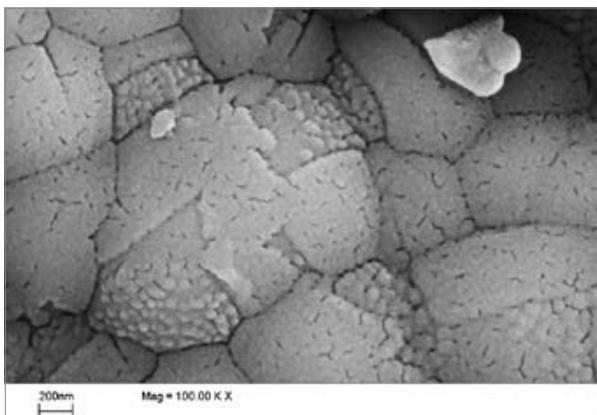


Illustration 26 : structure de VITA YZ T après incrustation, grossissement x 100 000

d) Bilan

La partie cosmétique (montage et cuisson de la céramique) modifie la structure cristalline de l'infrastructure VITA YZ T dans la zone cohésive pour en créer une nouvelle. Le cliché au MEB illustre le nouvel état de surface, grossissement x 100 000. D'après les résultats, cette nouvelle structure se lie chimiquement avec la céramique cosmétique VITA VM 9 d'une manière remarquable. La liaison cohésive entre l'infrastructure et l'incrustation est ainsi très résistante.

4. Références

1. Recherches internes, VITA R&D :
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Département recherche & développement
Spitalgasse 3
79713 Bad Säckingen

Dipl.-Ing. Michael Gödiker, chef de projet R & D, Bad Säckingen
Eva Kolb, M.Sc., chef de projet R & D Bad Säckingen
2. Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003
3. Études de l'abrasion, clinique universitaire de Ratisbonne, rapport : Pin-on-block wear test of different ceramics ; 09/2011 Prof. Dr. Ing. Martin Rosentritt, directeur de recherche, clinique universitaire de Ratisbonne, polyclinique de prothèse dentaire, Ratisbonne
4. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Review Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 1999, 1-25.
5. Körber, K., Ludwig, K. (1983). Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen. *Dent Lab*, 1983, 55–60.
6. Coldea, A. et al. (2009). Untersuchung des Einflusses verschiedener Keramikschleifersysteme auf Zirkoniumdioxid, *Quintessenz Zahntech*, 2009, 470–483.
7. Charalambides P. G. et al. Near-Tip Mechanics of Stress-Induced Microcracking in Brittle Materials, *J. Am. Ceram. Soc.* 1988, 465–472.
8. Tholey M. J., Stephan M. Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen. *Quintessenz Zahntech*, 2007; 160–168.
9. Tholey M. J., Swain M. V. , Thiel N. SEM observations of porcelain YTZP interface. *Dental Materials*, 2009, 857–862.
10. Tosoh Corporation, Japan, Technical Report, 2017
11. Preis V. et al. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments, *Dental Materials*, 2015, 49–58
12. Kailera A., Stephan M. On the feasibility of the Chevron Notch Beam method to measure fracture toughness of fine-grained zirconia ceramics *Dental Materials*, 2016, 1256–1262

NOUS SOMMES À VOTRE DISPOSITION POUR TOUTE AIDE COMPLÉMENTAIRE

› Pour de plus amples informations sur les produits et leur mise en œuvre, consultez le site www.vita-zahnfabrik.com

Assistance téléphonique et support

Pour passer commande ou se renseigner sur la livraison, les produits et les supports publicitaires, Mme Carmen Holsten et son équipe sont à votre disposition.

▶ Tél. + 49 (0) 7761/56 28 84
Fax + 49 (0) 7761/56 22 99
8 h - 17 h (HEC)
Courriel : info@vita-zahnfabrik.com

Les autres contacts internationaux sont disponibles à l'adresse www.vita-zahnfabrik.com/contacts

Assistance technique

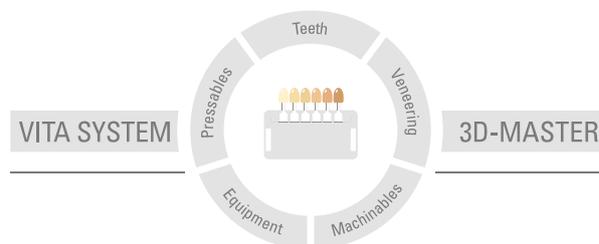
Pour toute question technique concernant les produits VITA, Monsieur Michael Tholey et son équipe du service technique sont à votre disposition.

▶ Tél. + 49 (0) 7761/56 22 22
Fax + 49 (0) 7761/56 24 46
8 h - 17 h (HEC)
Courriel : info@vita-zahnfabrik.com

Pour de plus amples informations sur VITA YZ SOLUTIONS : www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



Vous trouverez de plus amples informations sur les **VITA YZ SOLUTIONS** sur le site www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



N.B. Nos produits doivent être mis en œuvre selon le mode d'emploi. Notre responsabilité n'est pas engagée pour les dommages résultant d'une manipulation ou d'une mise en œuvre incorrecte. En outre, l'utilisateur est tenu de vérifier, avant utilisation, que le produit est approprié à l'usage prévu. Notre responsabilité ne peut être engagée si le produit est mis en œuvre avec des matériaux et des appareils d'autres marques, non adaptés ou non autorisés et qu'il en résulte un dommage. Le VITA Modulbox n'est pas un composant obligatoire du produit. Date d'édition de ce mode d'emploi : 2023-02

Cette nouvelle édition de la notice rend caduque toutes les versions antérieures. La version la plus récente se trouve toujours sur le site www.vita-zahnfabrik.com

VITA Zahnfabrik est certifié et les produits suivants portent le marquage

CE 0124:

VITA YZ® T, VITA YZ® HT, VITA YZ® ST, VITA YZ® XT, VITAVM®9

VITA YZ® et **VITAVM®9** sont des marques déposées de VITA Zahnfabrik.

Les produits d'autres fabricants cités dans ce document sont des marques déposées de chacun de ces fabricants.

MD

VITA

 VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG
Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany
Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299
Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446
www.vita-zahnfabrik.com · info@vita-zahnfabrik.com
 facebook.com/vita.zahnfabrik