

# VITA ENAMIC®

Documentation technique scientifique



Détermination de la couleur VITA

Communication de la couleur VITA

Reproduction de la couleur VITA

Contrôle de la couleur VITA

Édition 02.19



VITA – perfect match.

**VITA**

<b>1. Introduction</b>	3
1.1 VITA ENAMIC – Composition	4
1.2 Synthèse des propriétés physico-mécaniques	5
<b>2. Propriétés physiques / mécaniques (in vitro)</b>	6
2.1 Charge de rupture	6
2.1.1 Charge de rupture statique : couronnes	6
2.1.2 Charge de rupture statique : couronnes implantaires en VITA ENAMIC IS	7
2.1.3 Charge de rupture dynamique	8
2.1.4 Charge de rupture dynamique : couronnes VITA ENAMIC	9
2.1.5 Charge de rupture dynamique : couronnes implantaires en VITA ENAMIC IS	10
2.2 Absorption des forces masticatoires des matériaux de restauration	11
2.3 Répartition des forces	12
2.4 Tolérance aux dommages	13
2.5 Module d'élasticité	14
2.6 Abrasion	15
2.6.1 Abrasion de deux milieux	15
2.6.1.1 Résultat univ. Zurich	15
2.6.1.2 Résultat univ. Ratisbonne	16
2.6.2 Abrasion de trois milieux	17
2.6.3 Abrasion avec la brosse à dents	18
2.7 Fiabilité / Module de Weibull	20
2.8 Dureté Vickers	21
2.9 Mordantage du matériau	22
2.10 Liaison cohésive	23
2.10.1 Liaison cohésive de RelyX Unicem/ Variolink II sur céramique (hybride)	23
2.10.2 Liaison cohésive de Variolink Esthetic sur céramique hybride et composites	24
2.10.3 Liaison cohésive de RelyX Ultimate sur VITA ENAMIC et Lava Ultimate	25
2.11 Tests de décoloration	26
2.12 Usinabilité	27
2.13 Solidité des bords	28
2.14 Temps d'usinage	29
2.15 Longévité des fraises	30
2.16 Aptitude au polissage	30
2.17 Biocompatibilité	30
2.18 Solubilité en milieu acide, absorption d'eau, solubilité dans l'eau	31
<b>3. Études in-vivo</b>	31
<b>4. Publications</b>	33
<b>5. Annexe</b>	34
5.1 Références	34

## 1. Introduction

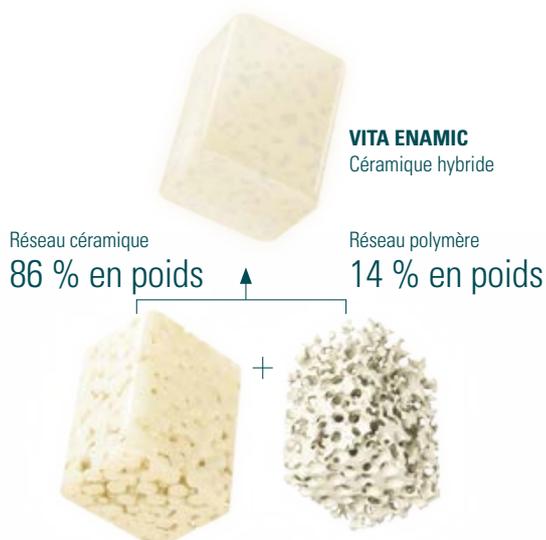
Le matériau hybride ici présenté marque une grande étape dans l'évolution des matériaux CFAO. Le nouveau matériau hybride combine les bonnes propriétés des matériaux tout céramique reconnus à celles des matériaux composites pour la technique CFAO.

La céramique hybride se compose d'une matrice de céramique frittée dont les pores ont été comblés avec un matériau polymère. La teneur en céramique anorganique est de 86 % en poids, la teneur en polymère organique de 14 % en poids. La combinaison de ces deux matériaux offre de gros avantages aux utilisateurs. À titre d'exemple, la tendance à la rupture fragile est moindre que celle d'une céramique pure et l'aptitude à l'usinage en CFAO très bonne.

VITA ENAMIC est destinée à la réalisation de restaurations définitives sur dents unitaires. La fabrication fait appel au procédé CFAO.

### 1.1 VITA ENAMIC – Composition du matériau

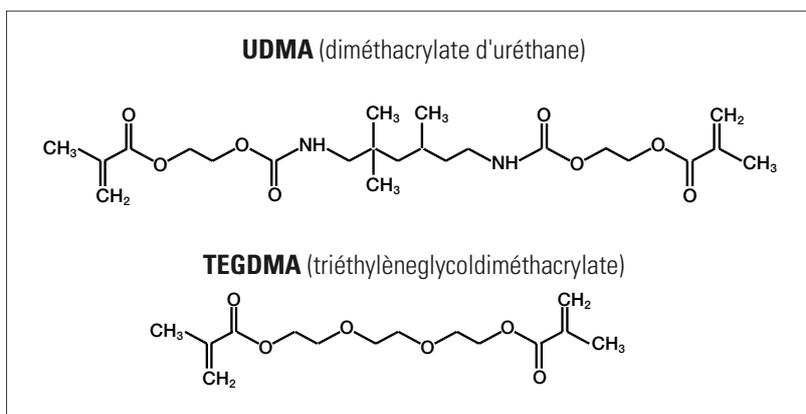
La fabrication du matériau hybride s'effectue par infiltration au sein d'un corps de céramique poreux d'un mélange de monomère suivie d'une polymérisation pour le transformer en polymère. La composition de la céramique s'apparente à celle d'une céramique feldspathique à structure fine dopée à l'oxyde d'aluminium.



#### Composition du réseau céramique (86 % poids ou 75 % vol.)

Dioxyde de silicium	SiO <sub>2</sub>	58 – 63 %
Oxyde d'aluminium	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20 – 23 %
Oxyde de sodium	Na <sub>2</sub> O	9 – 11 %
Oxyde de potassium	K <sub>2</sub> O	4 – 6 %
Trioxyde de bore	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 2 %
Dioxyde de zirconium	ZrO <sub>2</sub>	< 1 %
Oxyde de calcium	CaO	< 1 %

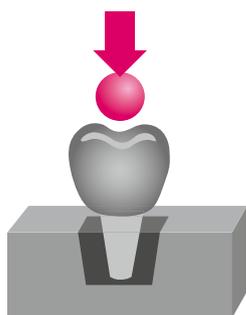
#### Composition du réseau polymère (14 % poids ou 25 % vol.)



**1.2 Résumé des propriétés physiques / mécaniques**

	<b>VITA ENAMIC</b>	<b>Valeur normative</b>
Charge de rupture statique [N] (ET)	2 766 (98)	Aucune indication
Densité	2,1	Aucune indication
Résistance en flexion [MPa]	150 – 160	ISO 10477 : ≥ 50 ISO 6872 : ≥ 100
Module d'élasticité [GPa] (ET)	30 (2)	Aucune indication
Abrasion [µm]	Dans la plage de Mark II, céramique cosmétique	Aucune indication
Allongement à la rupture [%] (ET)	0,5 (0,05)	Aucune indication
Module de Weibull	20	Aucune indication
Dureté [GPa]	2,5	Aucune indication
Ténacité à la rupture [MPa√m]	1,5	Aucune indication
Résistance cohésive avec matériau cosmétique [MPa]	Sans silane : 12 Avec silane : 27	ISO 10477 : ≥ 5
Résistance en cisaillement, collage [MPa]	RelyX Unicem : env. 21, Variolink II : env. 27, RelyX Ultimate : env. 31	Aucune indication
Stabilité chromatique	Très bien, ΔE < 2	Aucune indication
Usinabilité, solidité des bords	Très bonne	Aucune indication
Temps d'usinage mode d'usinage normal Sirona MC XL	Inlay : 7:56 min Couronne antérieure : 7:10 min Couronne postérieure : 9:07 min	Aucune indication
Temps d'usinage mode d'usinage rapide Sirona MC XL	Inlay : 4:40 min Couronne antérieure : 4:19 min Couronne postérieure : 5:13 min	Aucune indication
Longévité des fraises Sirona MC XL	Normal : 148 Rapide : 132	Aucune indication
Biotolérance	Confirmé	ISO 10993
Solubilité chimique [µg/cm²]	0.0	ISO 6872 : ≤ 100
Absorption d'eau [µg/mm³]	5,7	ISO 10477 : ≤ 40
Solubilité en milieu aqueux [µg/mm³]	≤ 1,2	ISO 10477 : ≤ 7,5

## 2. Propriétés physiques / mécaniques (in vitro)



### 2.1 Charge de rupture

#### 2.1.1 Charge de rupture statique : couronnes

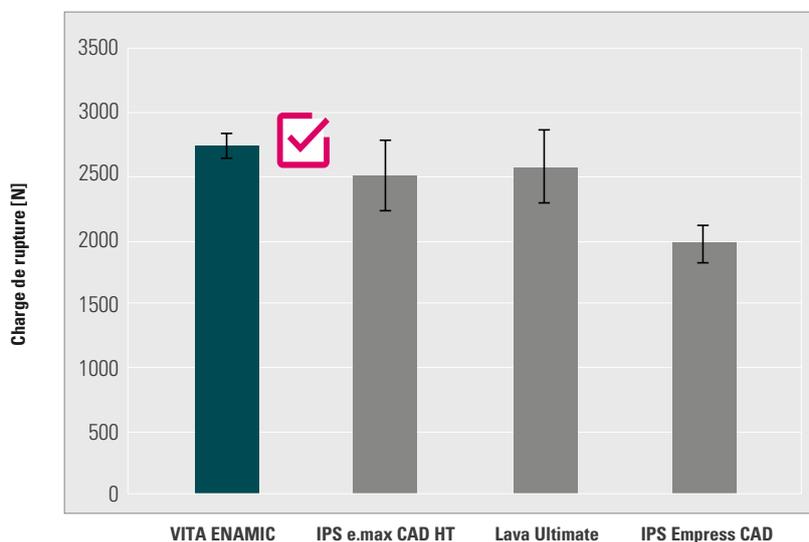
##### a) Matériau et méthode

Des moignons en résine normalisés, préfabriqués ont été préparés dans cette étude avec un angle de convergence de 5° et un épaulement à 90° d'une largeur de 1 mm. Les angles axio-occlusal et axio-gingival ont été arrondis. Des couronnes avec la même géométrie 100 % anatomique, biogénérique ont été usinées en VITA ENAMIC, IPS e.max CAD, Lava Ultimate et IPS Empress CAD avec l'unité MC XL de Sirona puis scellées avec Multilink Automix (Ivoclar Vivadent). Avant les tests de charge de rupture statique, les couronnes scellées ont été stockées dans l'eau à température ambiante pendant 24 heures. La charge statique a été exercée à l'aide d'une bille d'acier (diamètre 4,5 mm) et d'une feuille d'étain déposée dans le sillon central de la couronne. La charge exercée jusqu'à la rupture de la couronne s'est avérée excellente pour toutes les éprouvettes. L'évaluation statistique a été faite avec les testes ANOVA et Turkey.

##### b) Source

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Pr Dr Russell Giordano, rapport 07/13 ([1], cf. p. 34)

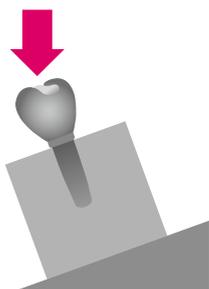
##### c) Résultat



##### d) Bilan

Au cours de ce test la charge de rupture statique moyenne de VITA ENAMIC a été de 2 766 N (± 98 N) ce qui correspond à la plus haute valeur de charge de rupture moyenne de tous les matériaux étudiés. L'écart type de VITA ENAMIC est le plus faible de tous les matériaux testés.

## 2.1.2 Charge de rupture statique : couronnes implantaires en VITA ENAMIC IS



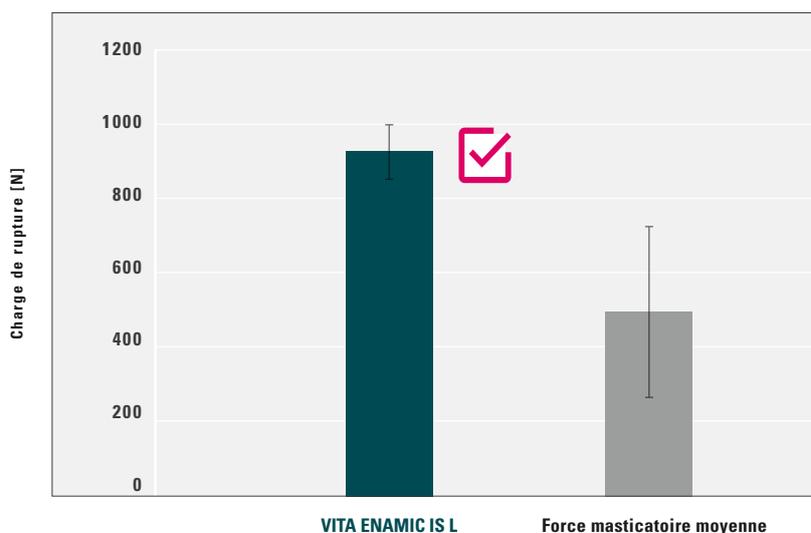
### a) Matériau et méthode

Des tests de rupture de charge statique ont été menés avec des couronnes VITA ENAMIC IS (IS = IMPLANT SOLUTIONS) sur des bases collantes TiBase (Sirona, Wals, Autriche). Pour la fabrication en FAO de couronnes molaires avec l'unité Sirona MC XL, on a utilisé des lingotins avec une interface L. Les TiBase ont été usinées, conditionnées et collées aux couronnes selon les consignes du fabricant. Les implants (Bone Level Implant ; Ø 4,1 mm RC, SLA 12 mm ; Institut Straumann AG, Bâle, Suisse) ont été incorporés dans des moules en résine époxy. Le module E de la résine est de 11 GPa (similaire à celui de la substance osseuse spongieuse naturelle). Après vissage des couronnes sur les implants, les canaux des vis ont été obturés avec un composite d'obturation (Clearfil Majesty Flow; Kuraray, Tokyo, Japon). Cinq éprouvettes brutes d'usinage, c.a.d. non polies, ont été soumises à une charge statique jusqu'à rupture, sur une inclinaison de 20° dans une machine de test universelle (Zwick Z010, Ulm, Allemagne) à une vitesse de 0,5 mm/min.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 10/14 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



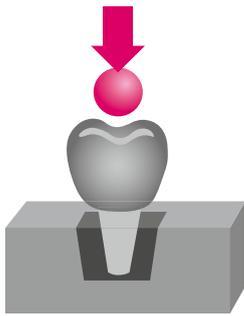
### d) Bilan

Les couronnes implanto-portées sur molaires en VITA ENAMIC sur bases L-TiBase et système implantaire Straumann Bone Level ont résisté dans ce test à une charge d'env. 926 N en moyenne. Comparativement à la force masticatoire moyenne maximale d'env. 490 N et aux valeurs maximales de 725 N<sup>1</sup> les couronnes sur molaires étudiées ont résisté à une charge supérieure.

#### Sources

(1) Körber K, Ludwig K (1983). Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen. Dent-Labor XXXI, Heft 1/83: 55-60.

### 2.1.3 Charge de rupture dynamique



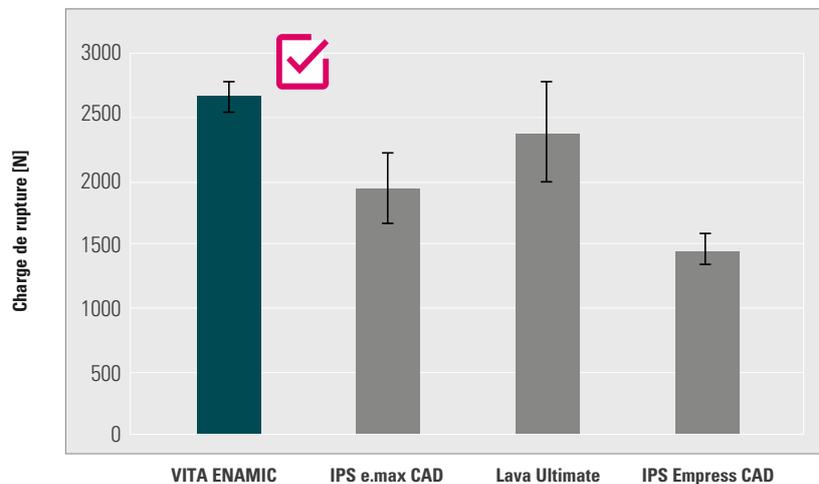
#### a) Matériau et méthode

Des moignons en résine normalisés, préfabriqués ont été préparés dans cette étude avec un angle de convergence de 5° et un épaulement à 90° d'une largeur de 1 mm. Les angles axio-occlusal et axio-gingival ont été arrondis. Des couronnes avec la même géométrie 100 % anatomique, biogénérique ont été usinées en VITA ENAMIC, IPS e.max CAD, Lava Ultimate et IPS Empress CAD avec l'unité MC XL de Sirona puis scellées avec Multilink Automix (Ivoclar Vivadent). Avant la mise en charge dynamique, les couronnes collées ont été stockées dans l'eau à température ambiante pendant 24 h. Les éprouvettes stockées dans l'eau ont été soumises à des charges cycliques dans un appareil pneumatique exerçant une charge continue, conçu en interne. La force a été transmise en trois points de la surface occlusale via une bille d'acier trempé (diamètre 4,5 mm) déposée sur une feuille d'étain. Les éprouvettes ont d'abord été soumises à une charge maximale dynamique de 450 N ainsi qu'à une force minimale de 0 N sur 150 000 cycles à température ambiante. Elles ont ensuite été soumises à une charge statique jusqu'à rupture. L'évaluation statistique a été faite avec les testes ANOVA et Turkey.

#### b) Source

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Pr Dr Russell Giordano, rapport 07/13 ([1], cf. p. 34)

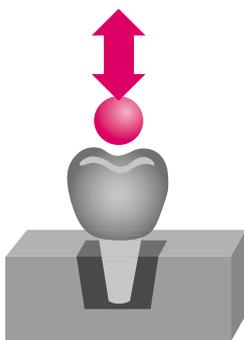
#### c) Résultat



#### d) Bilan

Après mise en charge dynamique, les couronnes VITA ENAMIC ont atteint dans ce test une charge de rupture moyenne de 2 661 N ( $\pm$  101 N) ce qui correspond à la plus haute valeur de charge de rupture moyenne de tous les matériaux étudiés. L'écart type de VITA ENAMIC est le plus faible de tous les matériaux testés.

## 2.1.4 Charge de rupture dynamique : couronnes VITA ENAMIC



### Simulateur de mastication

#### a) Matériau et méthode

14 couronnes VITA ENAMIC ont été testées dans le simulateur de mastication. Après le mordançage, les couronnes ont été scellées avec Variolink II sur les dies en composite (module E env. 18 GPa), mises en revêtement dans le Technovit 4000 (Heraeus Kulzer) et stockées dans de l'eau à 37 °C pendant 24 heures. Après le stockage les couronnes ont été soumises dans le simulateur de mastication à des cycles de charge : 198 N, 1,2 million de cycles, fréquence 1,6 Hz, une bille de stéatite de 3 mm faisant office d'antagoniste, TC 5 – 55 °C. Après les tests dynamiques les couronnes ont été soumises à une charge statique jusqu'à rupture.

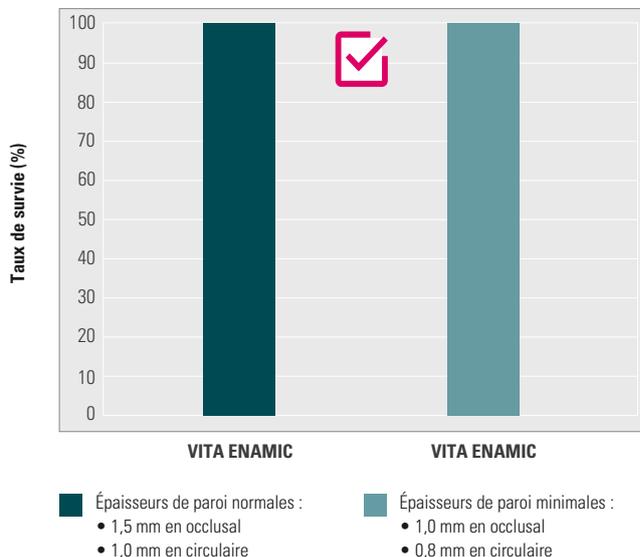
En plus des couronnes VITA ENAMIC avec une épaisseur de paroi normale (occlusal env. 1,5 mm, circulaire env. 1,0 mm), des couronnes d'une épaisseur de paroi réduite (occlusal env. 1,0 mm, circulaire env. 0,8 mm) ont été testées dans le simulateur.

#### b) Source

Clinique universitaire de chirurgie dento-maxillaire Fribourg, département de prothèse dentaire, Dr Asma Bilkhair, rapport 12/11 ([2], cf. p. 34)

#### c) Résultat

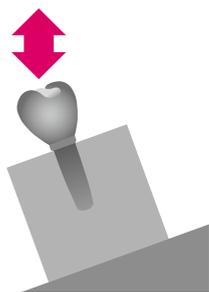
Aucune des couronnes VITA ENAMIC n'a présenté de défaut pendant les contraintes masticatoires dynamiques.



#### d) Bilan

Le taux de survie des couronnes en VITA ENAMIC est de 100 %, épaisseur de paroi normale et réduite.

## 2.1.5 Charge de rupture dynamique : couronnes implantaires en VITA ENAMIC IS



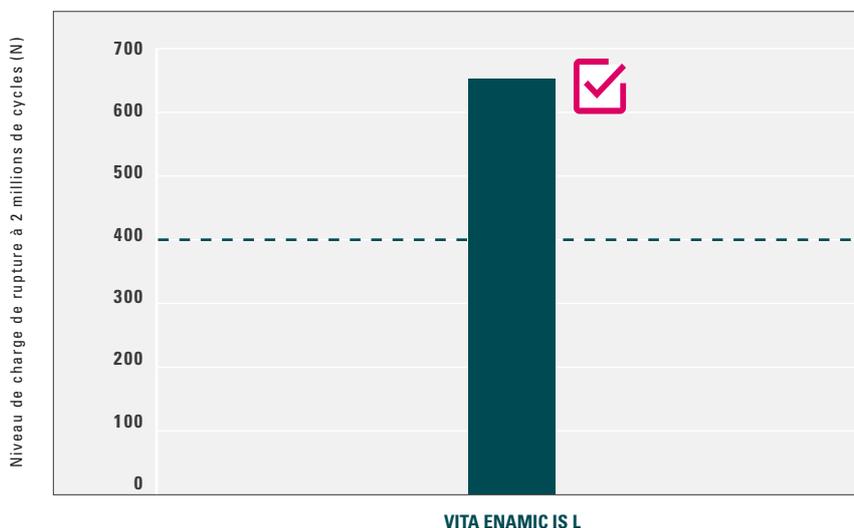
### a) Matériau et méthode

Sur la base du test de mise en charge statique, on a fabriqué selon le même procédé des éprouvettes avec des couronnes molaires implanto-portées en VITA ENAMIC sur L-TiBase et implant Straumann Bone Level (Ø 4,1 mm). Elles ont été ensuite soumises à une charge dynamique à l'aide du système Dynamess-System (Dyna-Mess, Aix-la-Chapelle/Stolberg, Allemagne). La mise en charge dynamique s'est effectuée à divers niveaux de charge, avec un stockage dans de l'eau distillée à 37 °C, une amplitude de 2 Hz, une inclinaison de 20° et à 2 millions de cycles maximum. La charge a été exercée via un piston d'acier sphérique (diamètre 5 mm) sur le sillon central.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 10/14 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



--- Niveau approx. de charge de rupture piliers ZrO<sub>2</sub> d'après les données bibliographiques<sup>1-3</sup>

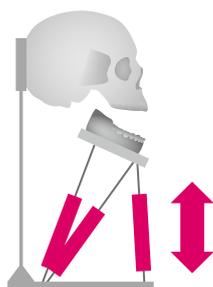
### d) Bilan

Dans ce test les couronnes molaires implanto-portées en VITA ENAMIC IS ont supporté une charge permanente de 648 N sur 2 millions de cycles. Cela signifie à ce niveau de charge dynamique, 100 % des restaurations ont survécu. Les données bibliographiques concernant les tests de charge dynamique montrent des niveaux de charge permanente d'env. 400 N pour les piliers en dioxyde de zirconium sur implants<sup>1-3</sup>. En fonction de la méthodologie de test, du nombre de cycles et du type d'implant les résultats peuvent varier et ne sont donc comparables que dans une certaine limite. Les données bibliographiques connues n'ont en conséquence qu'une valeur indicative.

#### Sources

- (1) Gehrke et al. Zirconium implant abutments: fracture strength and influence of cyclic loading on retaining-screw loosening; Quintessence Int. 2006 Jan; 37(1):19-26.
- (2) Mitsias et al; Reliability and fatigue damage modes of zirconia and titanium abutments; Int J Prosthodont. 2010 Jan – Feb; 23(1):56-9.
- (3) Jiménez-Melendo et al; Mechanical behavior of single-layer ceramized zirconia abutments for dental implant prosthetic rehabilitation; J Clin Exp Dent. 2014 Dec 1;6(5):e485-90

## 2.2 Absorption des forces masticatoires des matériaux de restauration



### a) Matériau et méthode

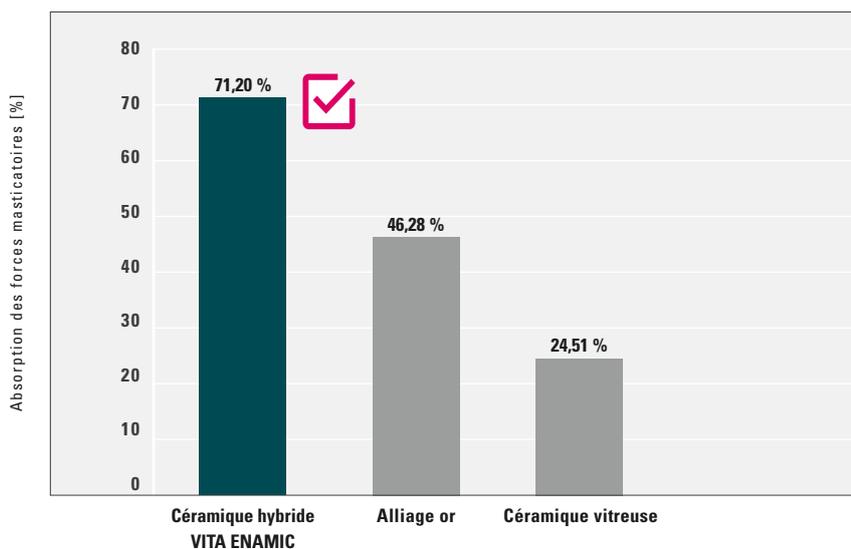
Pour diverses séries de tests, on a fabriqué des couronnes monolithiques dans des matériaux tels que le dioxyde de zirconium, la céramique vitreuse, l'alliage or et la céramique hybride VITA ENAMIC. Pour simuler la transmission des forces sur l'os périimplantaire, les couronnes ont été placées dans le robot-simulateur de mastication sur un pilier implantaire stylisé (pin) fixé sur une plateforme équipée de capteurs. Les couronnes ainsi fixées (trois couronnes ont été testées dans chacun des matériaux) ont été soumises à une charge dynamique via une simulation de mastication sur 100 cycles. Les forces transmises sur l'os périimplantaire simulé (voir plateforme) dans le cadre de la mise en charge dynamique ont été enregistrées et évaluées d'une manière statistique. Les résultats ci-dessous indiqués concernent les matériaux sélectionnés.

### b) Source

Université de Gênes, département de prothèse fixe et implantaire, Dr Maria Menini et al., Gênes, Italie, rapport 01/15 ([8], voir p. 35)

### c) Résultat

#### Absorption des forces masticatoires comparativement au dioxyde de zirconium (ZrO<sub>2</sub>)



Catégorie de matériau	Module E (GPa)	Transmission des forces (N)	Absorption des forces (%) comparativement à ZrO <sub>2</sub>
Dioxyde de zirconium	210 GPa	641,8 N (ET 6,8)	
Céramique vitreuse	96 GPa	484,5 N (ET 5,5)	-24,51 %
Alliage or	77 GPa	344,8 N (ET 5,7)	-46,28 %
Céramique hybride VITA ENAMIC	30 GPa	184,9 N (ET 3,9)	-71,20 %

### d) Bilan

Les valeurs calculées par cette méthodologie de test pour transmettre les forces sur l'os périimplantaire simulé montrent qu'un matériau relativement élastique tel que la céramique hybride peut réduire ou absorber 70 % des forces comparativement au dioxyde de zirconium relativement rigide. De plus, VITA ENAMIC est davantage capable d'absorber des forces masticatoires simulées que la céramique vitreuse et l'or.

## 2.3 Répartition des forces

### a) Matériau et méthode

Dans ce test des diagrammes force-trajet ont été établis pour divers matériaux de restauration (VITA YZ, IPS e.max CAD, VITABLOCS Mark II, VITA ENAMIC). Les éprouvettes de divers matériaux ont été soumises à une charge par le biais d'une bille. La force définie de 100 N (newtons) a été maintenue pendant 20 secondes avant le relâchement de la charge.

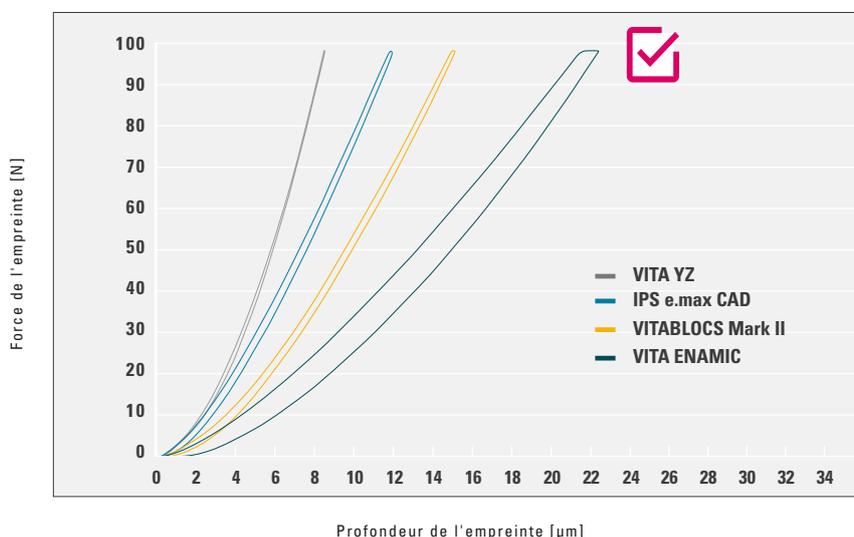
### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 11/13 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### Diagramme force-trajet



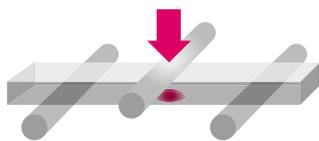
III. 1 a – b) Schéma type de la répartition ponctuelle et étendue des forces exercées sur une surface.

### d) Bilan

Plus le module d'élasticité est bas, c'est-à-dire plus le matériau est élastique, plus la pénétration de la bille est profonde ; les forces sont ainsi mieux réparties et il n'y a pas de surcharge ponctuelle susceptible de provoquer des fissures.

Les résultats laissent donc espérer les avantages suivants : avec des matériaux dentaires relativement élastiques tel que VITA ENAMIC (module E : env. 30 GPa) les forces occlusales s'exerçant par exemple lors de la mastication se répartissent sur une plus vaste surface et l'intensité de charge / tension est réduite.

## 2.4 Tolérance aux dommages



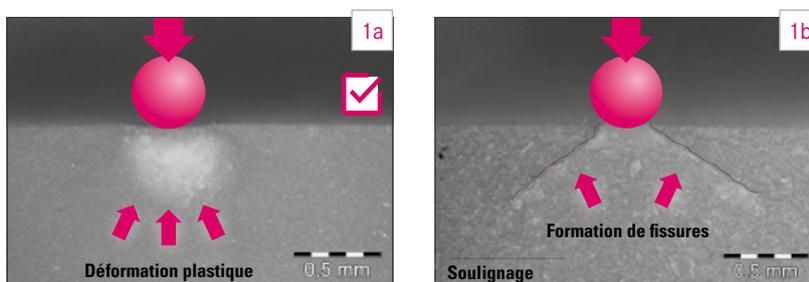
### a) Matériau et méthode

Dans cette étude les tests de mise en charge ont été menés après endommagement préliminaire des matériaux. On a simulé l'impact des dommages causés par la cuspide antagoniste au cours de la mastication. À la première étape on a endommagé les éprouvettes (bâtonnets flexibles) en céramique de silicate traditionnelle et en céramique hybride à l'aide d'une bille en carbure de tungstène (diamètre 1 mm) et d'une charge de 500 N (newtons). À la seconde étape, les éprouvettes ont été soumises à un test de résistance en flexion en 3 points jusqu'à déformation. Les zones de fracture ont été analysées au microscope optique.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 11/13 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



- III. 1a) Céramique hybride VITA ENAMIC – section d'une zone fracturée après endommagement préliminaire avec une bille en carbure de tungstène. La zone blanchâtre montre la déformation plastique avec l'empreinte visible de la bille en carbure de tungstène.
- III. 1b) Céramique de silicate traditionnelle – avec l'empreinte visible de la bille en carbure de tungstène.

### d) Bilan

Ce test a permis d'étudier la tolérance aux dommages des matériaux dentaires. Les analyses au microscope optique ont révélé deux types d'endommagement : la céramique hybride VITA ENAMIC du fait de sa double structure en réseau et de son élasticité relativement élevée présente après application d'une force une déformation plastique (fractures quasi ductiles) et de ce fait une certaine tolérance aux dommages (ill. 1a). Un matériau relativement fragile et rigide tel que la céramique de silicate traditionnelle présente après endommagement et mise en charge des fissures dites "cone cracks" (ill. 1b).

## 2.5 Module d'élasticité

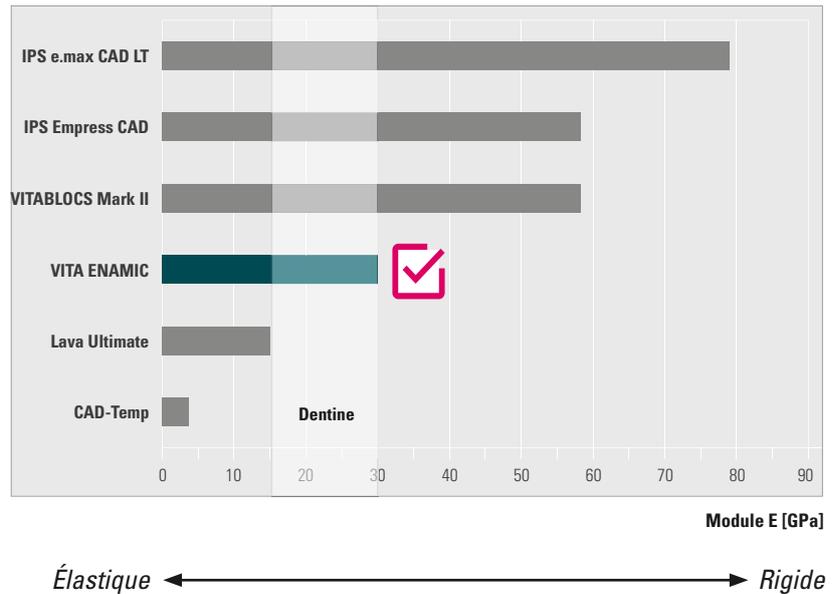
### a) Matériau et méthode

Les modules d'élasticité ont été déterminés à partir des diagrammes tension-dilatation des mesures de résistance en flexion.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 03/12 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

VITA ENAMIC avec une élasticité de 30 GPa demeure dans la plage de la dentine humaine.

#### Observation

Les données bibliographiques concernant le module d'élasticité de la dentine humaine varient beaucoup.

#### Sources

Kinney JH, Balooch M, Marshall GW, Marshall SJ. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. Archives of Oral Biology 1999; 44:813 – 822

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine 2003 ; 14 :13-29

## 2.6 Abrasion

### 2.6.1 Abrasion de deux milieux

#### 2.6.1.1 Résultat université de Zurich

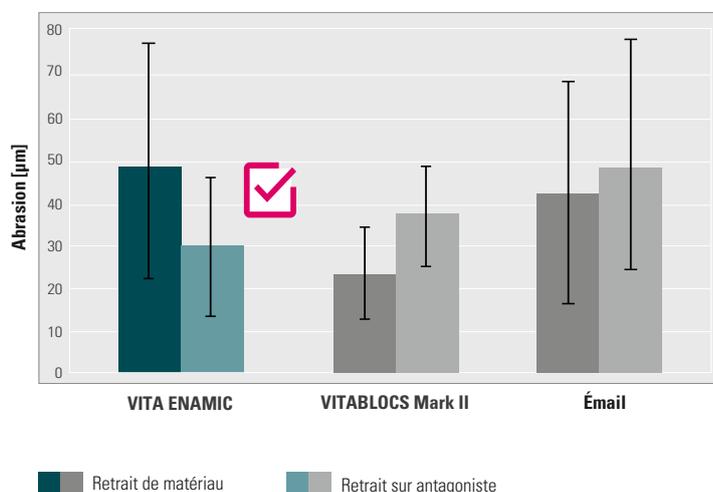
##### a) Matériau et méthode

Simulateur de mastication Zurich, 1,2 million de cycles, 1,7 Hz, charge 49 N, 6 000 thermocycles, émail naturel en tant qu'antagoniste

##### b) Source

Université de Zurich, centre de médecine bucco-dentaire, clinique de médecine préventive, de parodontologie et de cariologie, département de dentisterie restauratrice assistée par ordinateur, Pr Dr W.H. Mörmann, rapport 04/13 ([4], cf. p. 34)

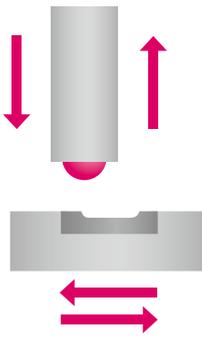
##### c) Résultat



##### d) Bilan

L'abrasion de VITA ENAMIC est de 49 µm. Le retrait provoqué par VITA ENAMIC au niveau de l'émail de la dent antagoniste est de 30,2 µm. VITABLOCS Mark II provoque une abrasion des antagonistes un peu plus prononcée, à savoir 38,1 µm. Dans l'étude, le retrait d'émail sur émail a été mesuré pour servir de groupe témoin. Avec VITA ENAMIC l'objectif était d'améliorer encore le comportement de Mark II face aux antagonistes sans pour autant priver le matériau de certaines de ses propriétés.

### 2.6.1.2 Résultat université de Ratisbonne



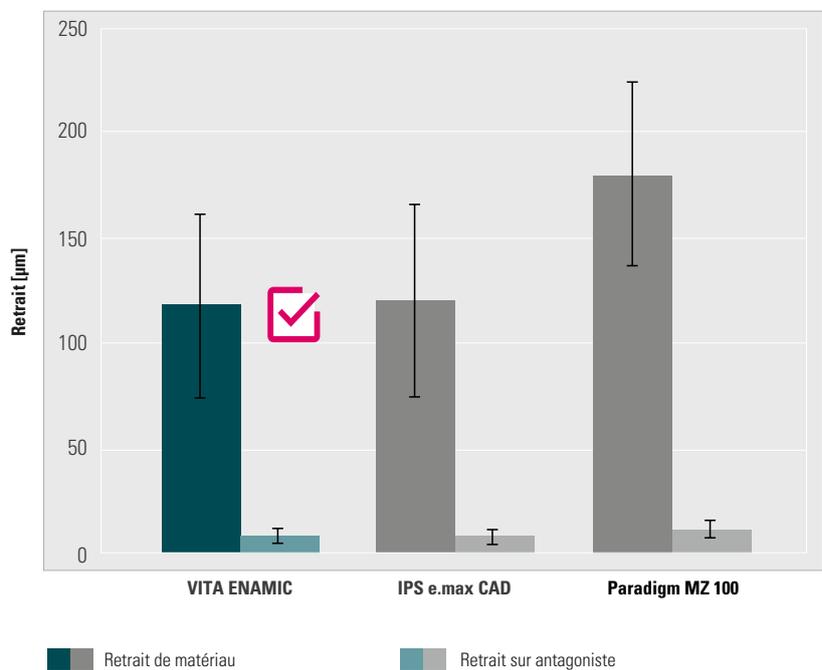
#### a) Matériau et méthode

- Design de test d'usure « pin-on-block wear test » dans le simulateur de mastication
- Billes de stéatite en tant que matériau antagoniste
- Charge 50 N
- $1,2 \times 10^6$  cycles, 1,6 Hz
- 600 thermocycles, 5 – 55 °C
- Évaluation : mesure de la perte de substance

#### b) Source

Université de Ratisbonne, faculté de médecine, polyclinique de prothèse dentaire, PD Dr Martin Rosentritt, rapport 05/11 ([5], cf. p. 34)

#### c) Résultat



#### d) Bilan

L'abrasion de VITA ENAMIC est d'env. 120 µm, dans la plage de la céramique. Le composite Paradigm MZ 100 a montré dans ce test une abrasion nettement supérieure d'env. 185 µm.

## 2.6.2 Abrasion dans trois milieux

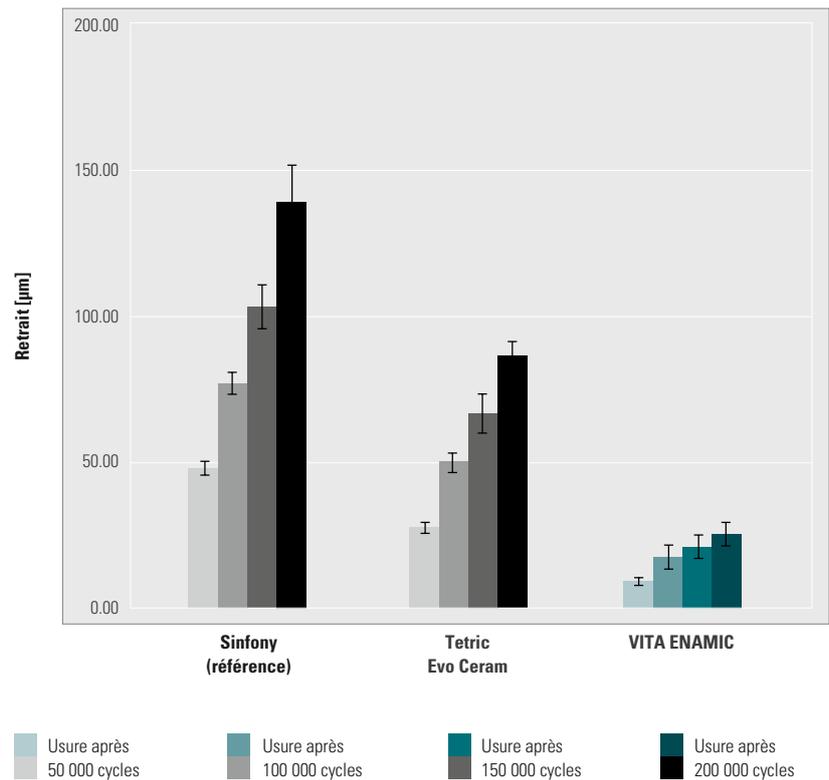
### a) Matériau et méthode

Test d'abrasion trois milieux selon le centre académique Tandheelkunde Amsterdam (ACTA)

### b) Source

Université de Ratisbonne, faculté de médecine, polyclinique de prothèse dentaire, PD Dr Martin Rosentritt, rapport 03/11 ([6], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

L'usure des trois matériaux augmente au fur et à mesure que le nombre de cycles augmente. VITA ENAMIC a présenté la plus grande résistance à l'usure.

### 2.6.3 Abrasion par la brosse à dents

#### a) Matériau et méthode

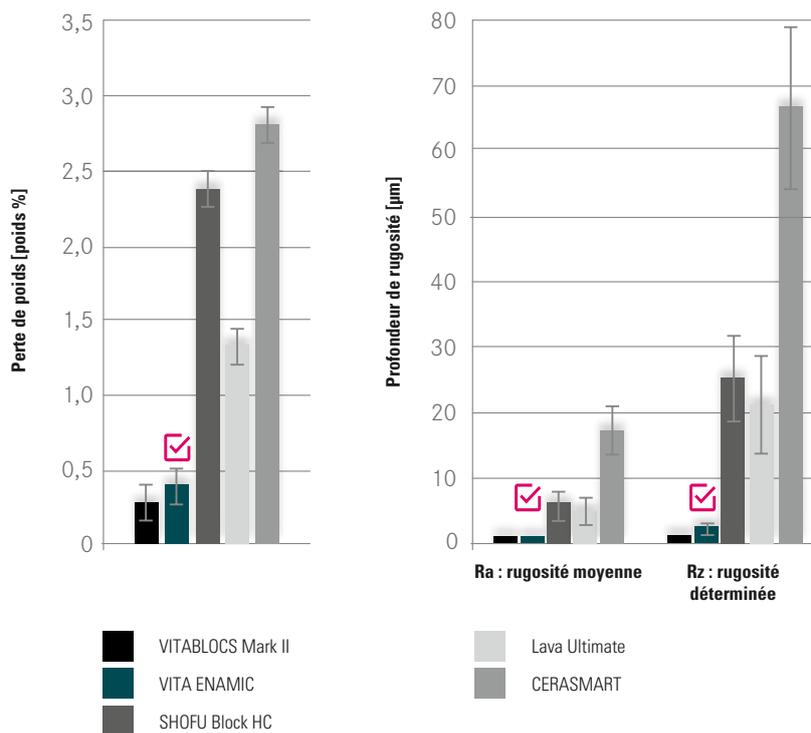
Cinq éprouvettes polies d'une surface de 2,5 cm<sup>2</sup> dans chacun des matériaux CFAO VITA ENAMIC (VITA Zahnfabrik), VITABLOCS Mark II (VITA Zahnfabrik), SHOFU Block HC (SHOFU), Lava Ultimate (3M ESPE) et Cerasmart (GC) ont été brossées pendant 32 heures avec un dentifrice abrasif (Depurdent, Dr Wild & Co. AG) avec l'aide d'une machine et sous une charge donnée (Fuchs Clips Depot Wechselköpfe medium, Interbros GmbH). On a ensuite mesuré la perte de poids (XS104, Mettler Toledo) et la profondeur de rugosité (Hommel-Etamic T8000 RC, JENOPTIK). On a également réalisé des clichés sous microscope électronique à balayage (EVO MA 10, ZEISS) de la surface des éprouvettes après abrasion à la brosse à dents.

#### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 03/16 ([3], cf. p. 34)

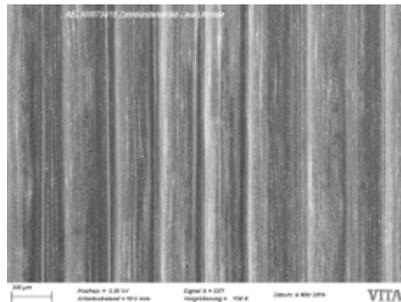
#### c) Résultat

#### Perte de poids et rugosité de surface après test d'abrasion à la brosse à dents



III. 1 Valeurs moyennes de perte de poids et de rugosité de surface après test d'abrasion à la brosse à dents, sur la base de 5 échantillons par matériau. Plus les indicateurs Ra et Rz sont faibles, plus la surface est lisse.

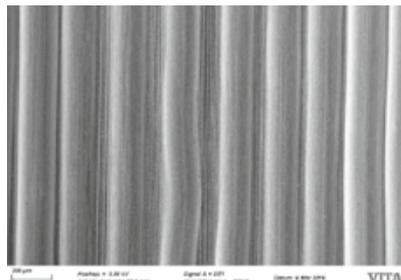
**Clichés MEB de la surface après abrasion à la brosse à dents**



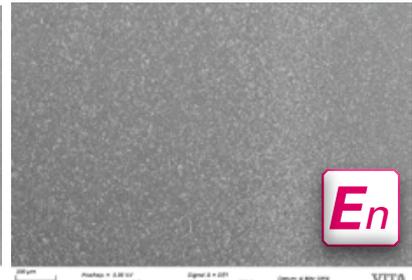
III. 2a Lava Ultimate



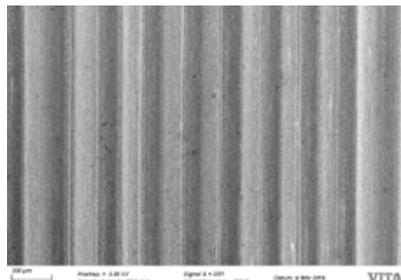
III. 2d VITABLOCS Mark II



III. 2b CERASMART



III. 2e VITA ENAMIC



III. 2c SHOFU Block HC

III. 2a - 2e Clichés MEB d'éprouvettes après abrasion par brossage, grossissement x 150

**d) Bilan**

La céramique hybride VITA ENAMIC avec sa structure à double réseau s'est révélée dans ce test nettement plus résistante à l'abrasion que les composites testés. Le comportement à l'abrasion révélé par le test pour la céramique hybride VITA ENAMIC est très proche de celui de la célèbre céramique feldspathique VITABLOCS. On peut donc escompter des restaurations suffisamment résistantes à l'abrasion.

## 2.7 Fiabilité / Module de Weibull

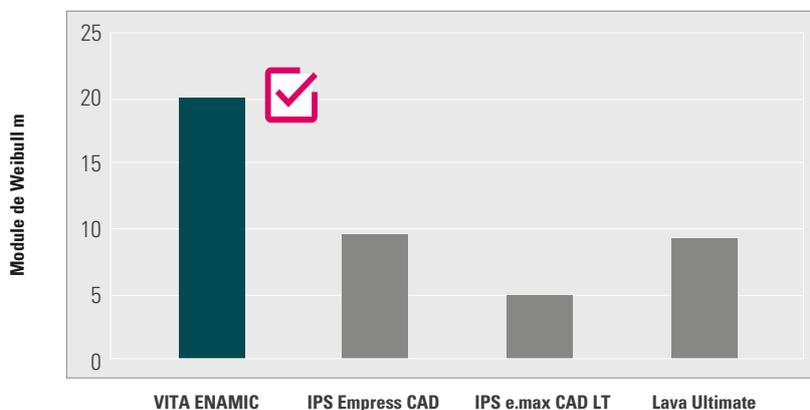
### a) Matériau et méthode

Le module Weibull a été déterminé à l'aide des valeurs de résistance des bâtonnets flexibles. "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. [...] Au vu des paramètres de répartition on observe une corrélation précise entre la charge et la vraisemblance de fracture."<sup>1</sup> Cela signifie plus simplement formulé : un module de Weibull élevé est synonyme de qualité constante du matériau. Conjointement à de fortes sollicitations, c'est un indicateur de fiabilité d'un matériau.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 07/12 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

Parmi les matériaux étudiés, VITA ENAMIC présente dans ce test la plus grande fiabilité. Le module de Weibull est de 20. Une évaluation du module de Weibull doit toujours se faire en liaison avec la résistance en flexion (mesures internes VITA R&D : VITA ENAMIC : 153,82 MPa [ET 7,56 MPa], Lava Ultimate : 188,42 MPa [ET 22,29 MPa], IPS Empress CAD : 157,82 MPa [ET 17,33 MPa], IPS e.max CAD LT : 344,05 MPa [ET 64,5 MPa]).

Index bibliographique :

(1) Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003

## 2.8 Dureté Vickers

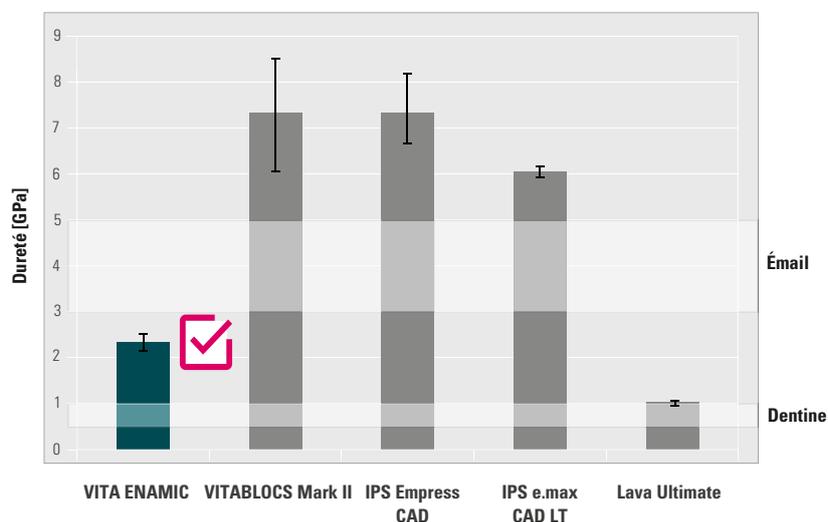
### a) Matériau et méthode

Les matériaux mis en revêtement dans de la résine époxy (VITA ENAMIC, VITABLOCS Mark II, IPS Empress CAD, IPS e.max CAD LT et Lava Ultimate) ont été lustrés. Les pièces polies ont été placées dans l'appareil de contrôle de la dureté. À chaque fois 5 indentations par matériau ont été pratiquées à une force de 30 N. Après atteinte de la charge maximale (30 N) celle-ci a été maintenue 20 s puis relâchée. Via la mesure des diagonales de l'indentation on a calculé la dureté en GPa. Les histogrammes de mesure dans le diagramme correspondent aux valeurs moyennes résultant de cinq mesures.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 03/12 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

La dureté de VITA ENAMIC est d'env. 2,5 GPa et se situe donc entre celle de la dentine (0,6 – 0,92 GPa ; [1], [2]) et de l'émail (3 - 5,3 GPa ; [3], [4]). La dureté des trois céramiques (VITABLOCS Mark II, IPS Empress CAD et IPS e.max CAD) est bien supérieure à celle de l'émail. Lava Ultimate avec une dureté d'env. 1 GPa se situe dans celle de la dentine.

#### Sources

- (1) Lawn BR, Lee JJ-W. Analysis of fracture and deformation modes in teeth subjected to occlusal loading. Acta Biomater, 2009; 5:2213 – 2221.
- (2) Mahoney E, Holt A, Swain MV, Kilpatrick N. The hardness and modulus of elasticity of primary molar teeth: an ultra-micro-indentation study. J Dent, 2000; 28:589 – 594.
- (3) He LH, Swain MV. Nanoindentation derived stress-strain properties of dental materials. Dent Mater, 2007; 23:814 – 821.
- (4) Park S, Quinn JB, Romberg E, Arola D. On the brittleness of enamel and selected dental materials. Dent Mater, 2008; 24:1477 – 1485.

## 2.9 Mordançage du matériau

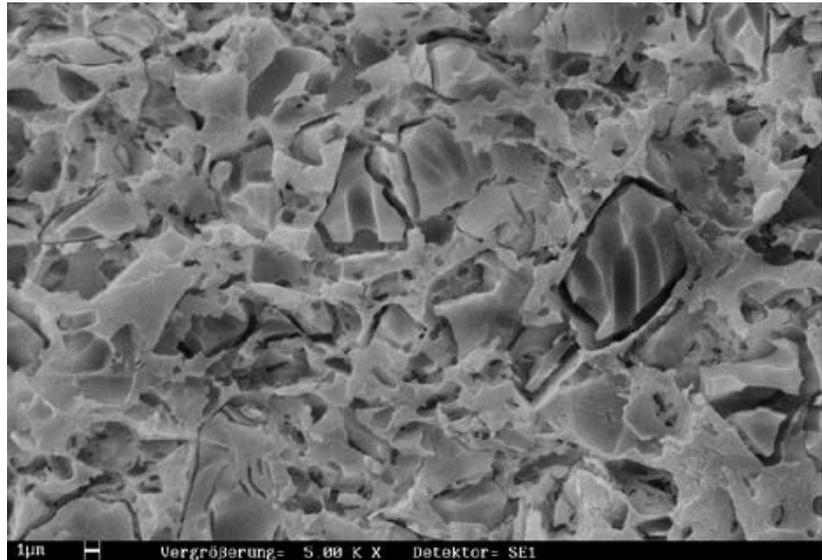
### **a) Matériau et méthode**

Les éprouvettes polies VITA ENAMIC ont été mordancées 60 s avec VITA CERAMICS ETCH (gel d'acide fluorhydrique à 5 %) puis des clichés MEB de la surface mordancée ont été pris.

### **b) Source**

Recherche interne, R&D VITA, rapport 03/12 ([3], cf. p. 34)

### **c) Résultat**



VITA ENAMIC, grossissement x 5 000 , source : R&D VITA

Le mordançage est bien identifiable. Les zones gris clair représentent le réseau de polymère, les zones gris foncé le réseau de céramique. La céramique s'est détachée en surface du fait du mordançage.

### **d) Bilan**

Le mordançage a permis d'obtenir de bonnes rétentions car seul le réseau de céramique s'est détaché, la structure de polymère est demeurée intacte sur une grande surface. Les zones mordancées sont nettement identifiables au niveau de la restauration, à la différence des composites.

## 2.10 Liaison cohésive

### 2.10.1 Liaison cohésive de RelyX Unicem/Variolink II sur céramique (hybride)

#### a) Matériau et méthode

Chaque paire d'échantillon est constituée des matériaux mentionnés ci-dessous.

Elle se compose d'une plaquette (10 mm x 10 mm x 3 mm) avec un trou conique central de 6° et un cône (6°). Après le nettoyage aux ultrasons, les cônes et plaquettes ont été soumis aux prétraitements suivants, en fonction du matériau CFAO :

- mordantage 60 s avec VITA CERAMICS ETCH (gel d'acide fluorhydrique à 5 %),
- silanisation selon instructions du fabricant (soit avec VITASIL, VITA ou Monobond Plus, Ivoclar Vivadent).

Après le prétraitement, les échantillons ont été collés avec des composites de fixation RelyXUnicem (3M, Seefeld, Allemagne) et du Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein), en fonction des instructions du fabricant (charge inférieure à 2 kg). De plus, une partie des échantillons a été stockée pendant 2 semaines dans une eau à 37 °C.

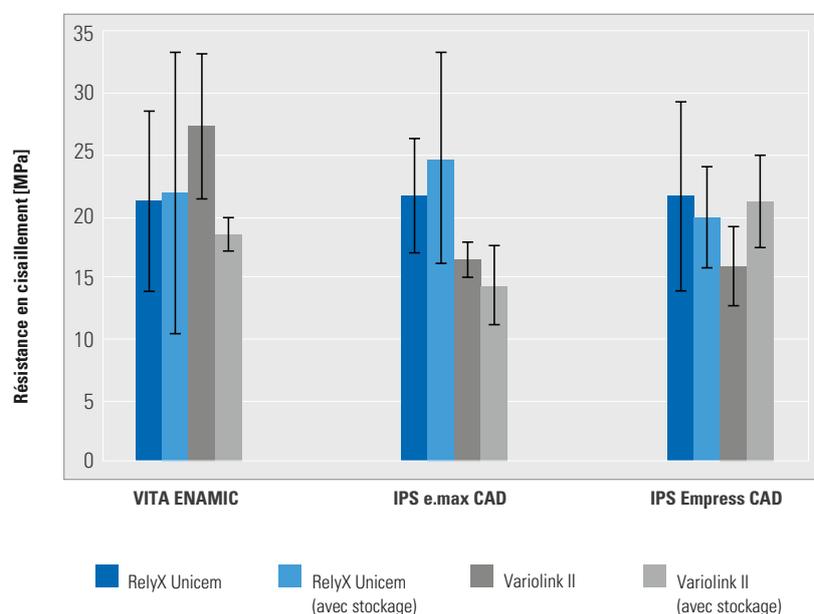
Calcul de la résistance à la compression

Chaque valeur moyenne (voir diagramme) se base sur 5 échantillons (n = 5). Après collage, les éprouvettes sont testées avec la machine de contrôle universelle, le cône est mis en charge avec un piston et une vitesse d'avancement de 0,5 mm/min jusqu'à la butée.

#### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 05/10 ([3], cf. p. 34)

#### c) Résultat



#### d) Bilan

Lors de la mesure de résistance cohésive des composites de fixation susmentionnés à la céramique hybride VITA ENAMIC et aux céramiques CFAO traditionnelles (IPS e.max CAD, IPS Empress CAD), les deux groupes de matériaux ont atteint des valeurs de mesures comparables. La résistance à la compression mesurée se situait en moyenne autour de 15 à 25 MPa.

## 2.10.2 Liaison cohésive de Variolink Esthetic sur céramique hybride et composites

### a) Matériau et méthode

Chaque paire d'échantillon est constituée des matériaux mentionnés ci-dessous. Elle se compose d'une plaquette (10 mm x 10 mm x 3 mm) avec un trou conique central de 6° et un cône (6°). Après le nettoyage aux ultrasons, les cônes et plaquettes ont été soumis aux prétraitements suivants, en fonction du matériau CFAO et conformément aux instructions du fabricant :

Matériau	Conditionnement de surface	Adhésifs
VITA ENAMIC	Mordançage avec 5 % HF pendant 60 s	Monobond Plus
CERASMART	Mordançage avec 5 % HF pendant 60 s	Monobond Plus
	Sablage avec 50 µm Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> à 1,5 bar	Monobond Plus
SHOFU Block HC	Sablage avec 50 µm Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> à 2,5 bars	Monobond Plus
BRILLIANT Crios	Sablage avec 50 µm Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> à 1,5 bar	One Coat 7 Universal

Après le prétraitement, les échantillons ont été collés avec du composite de fixation Variolink Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein), en fonction des instructions du fabricant (charge inférieure à 2 kg).

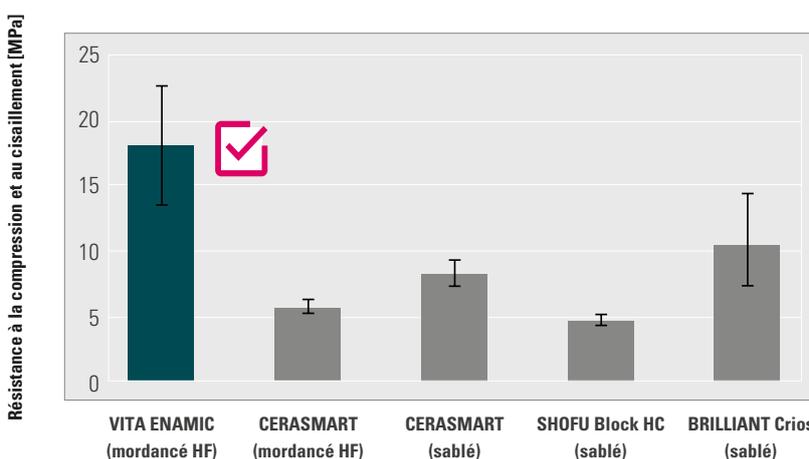
Calcul de la résistance à la compression

Chaque valeur moyenne (voir diagramme) se base sur 5 échantillons (n = 5). Après collage, les éprouvettes sont testées avec la machine de contrôle universelle, le cône est mis en charge avec un piston et une vitesse d'avancement de 0,5 mm/min jusqu'à la butée.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 10/17 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

Dans cette série de tests, des valeurs de résistance cohésive nettement supérieures ont été mesurées avec le composite de fixation susmentionné sur la céramique hybride VITA ENAMIC, par rapport aux composites CFAO examinés (CERASMART, SHOFU Block HC, BRILLIANT Crios). La bonne liaison avec le VITA ENAMIC s'explique, entre autres, par la bonne capacité de préconditionnement du réseau céramique (86 % en poids) de la céramique hybride par mordançage à l'acide fluorhydrique (HF: hydrofluoric acid). Le préconditionnement possible conformément aux instructions du fabricant du CERASMART à l'aide d'acide fluorhydrique n'a, au contraire, montré aucun effet positif sur les valeurs de résistance cohésive déterminées.

### 2.10.3 Liaison cohésive de RelyX Ultimate sur VITA ENAMIC et Lava Ultimate

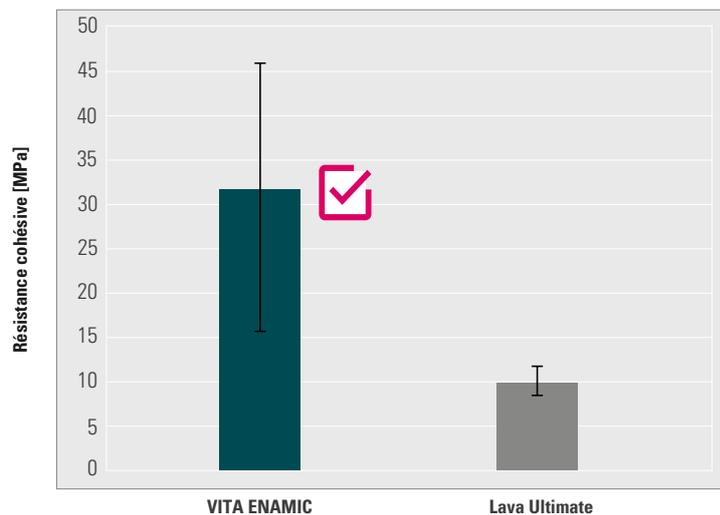
#### a) Matériau et méthode

Des plaquettes ont été sciées à partir de lingotins en VITA ENAMIC et Lava Ultimate. Afin de garantir la même structure de surface à l'arrivée, toutes les plaquettes sont meulées sur du papier SiC (grain 320). Les plaquettes préparées VITA ENAMIC ont été mordancées 60 s (VITA Ceramics Etch). Les plaquettes en Lava Ultimate ont été sablées selon les instructions du fabricant (50 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2 bars). Après mordantage et sablage, Scotchbond (3M ESPE) a été appliqué pendant 20 s sur les plaquettes suivant les consignes du fabricant. Des cylindres en RelyX Ultimate ont été ensuite polymérisés, cisailés selon DIN EN ISO 10477. La résistance cohésive a alors été déterminée. L'évaluation statistique a été effectuée avec l'analyse de variance monofactorielle.

#### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 09/13 ([3], cf. p. 34)

#### c) Résultat



#### d) Bilan

La cohésion entre RelyX Ultimate et VITA ENAMIC a été jugée très bonne dans le cadre de cet essai (31,32 MPa (± 14,5 MPa)). En effet ce sont essentiellement des fractures cohésives, c'est-à-dire des fractures au sein même du matériau VITA ENAMIC, qui ont été constatées. Il en résulte également une plus grande dispersion qu'avec Lava Ultimate. La résistance cohésive de RelyX Ultimate avec Lava Ultimate est de 9,92 MPa (± 1,89 MPa). On a surtout observé des pertes d'adhérence, c'est-à-dire des fractures au sein de la zone de liaison.

## 2.11 Tests de dyschromie

### a) Matériau et méthode

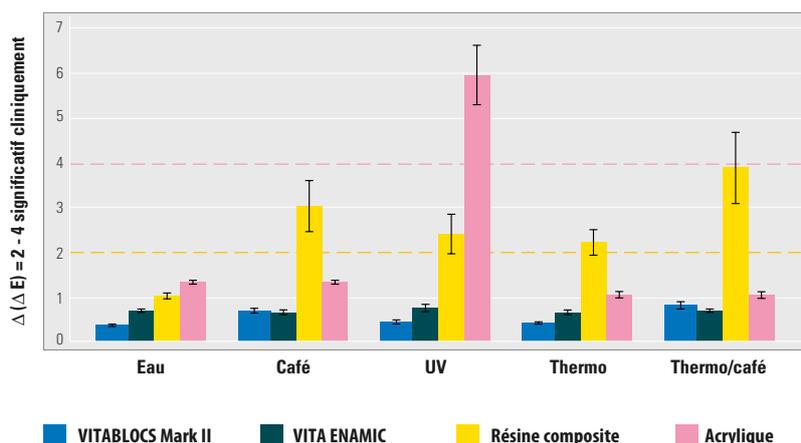
Les éprouvettes (n = 40) ont été préparées selon les consignes du fabricant (Herculite XRV et DENTSPLY Bridge Resin) ou taillées dans des blocs (VITABLOCS Mark II, VITA ENAMIC ; scie Bühler Isomet). Après le polissage (Bühler Ecomet, final avec pâte diamantée 1 µm) les séries d'éprouvettes sont stockées dans du café et de l'eau distillée, soumises à des chocs thermiques (2 500 cycles, 5 °C – 55 °C) et une série après thermocyclage également dans du café (15 jours, 37 °C). Un autre groupe a été exposé pendant 15 jours à des rayons UV (spécification ADA n° 80). Avec un spectrophotomètre (Color I5, X-rite) les coordonnées chromatiques CIE L\*a\*b\*-ont été déterminées avant et après les traitements. Elles ont ensuite servi à calculer les valeurs delta E qui renseignent sur la variation chromatique globale.

### b) Source

Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Department of Restorative Dentistry/Biomaterials, Pr Dr Russell Giordano, rapport 11/10 ([7], cf. p. 34)

### c) Résultat

#### Stabilité de couleur



### d) Bilan

Pour VITABLOCS Mark II et VITA ENAMIC aucun des différents traitements n'a provoqué d'altérations chromatiques significatives (test ANOVA et Scheffe). Des altérations chromatiques significatives ont été observées sur le composite et la résine acrylique, notamment après exposition aux UV et thermocyclage combiné à un stockage dans le café.

## 2.12 Usinabilité

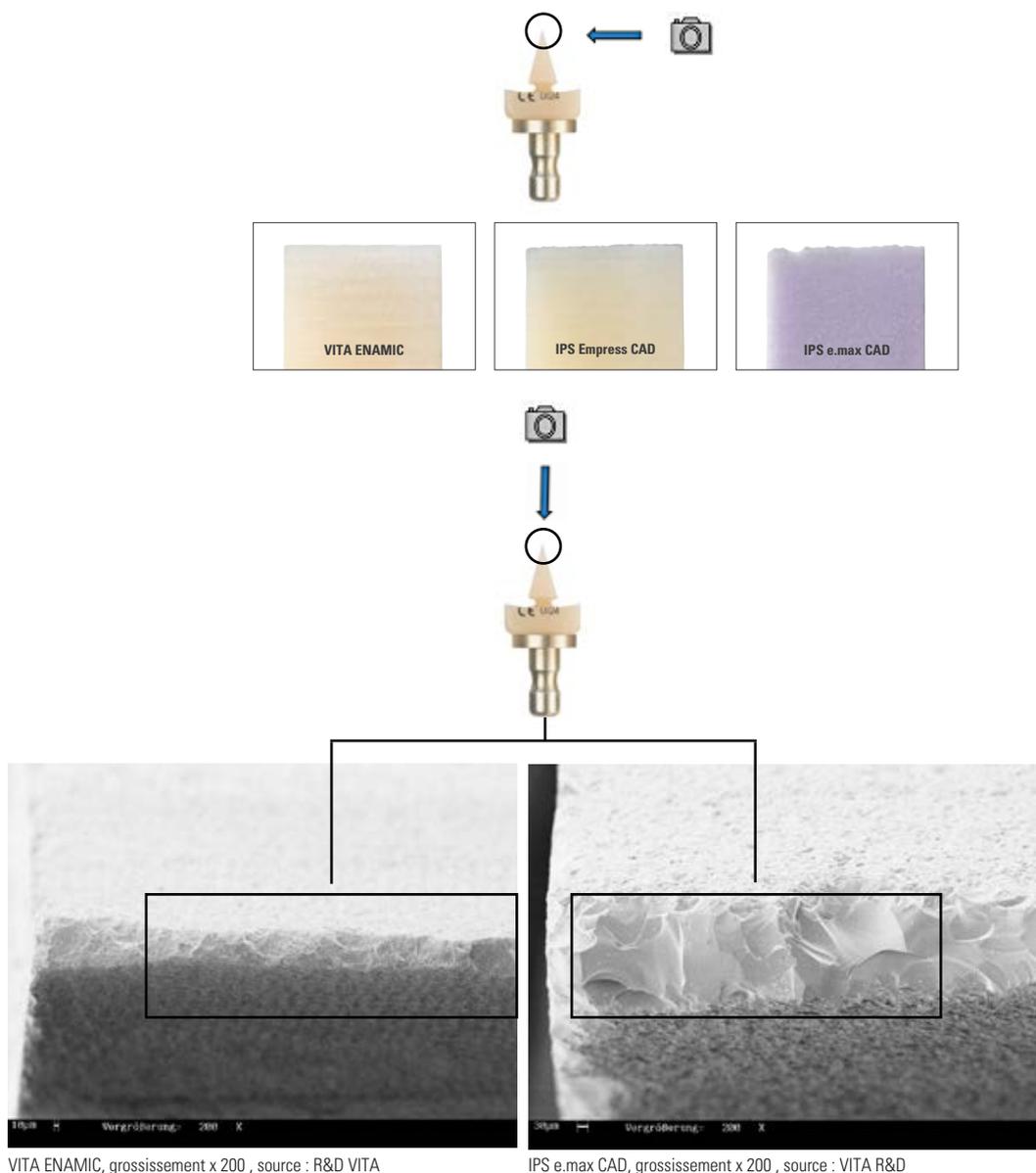
### a) Matériau et méthode

Avec l'appareil Sirona MC XL des coins à 30° ont été usinés en mode normal dans différents matériaux.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 05/10 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat



### d) Bilan

VITA ENAMIC présente une précision marginale bien plus grande et moins d'éclats que les céramiques de restauration CFAO traditionnelles.

### 2.13 Solidité des bords

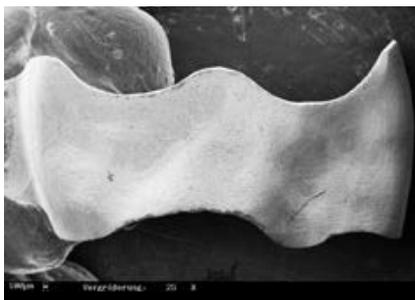
#### a) Matériau et méthode

Dans l'unité d'usinage Sirona MC XL des facettes sans préparation (non prep veneers) ont été fraisées en mode normal dans divers matériaux, avec une épaisseur de paroi d'env. 0,2 mm. Les produits IPS Empress CAD et IPS e.max CAD ne sont pas validés par le fabricant pour une épaisseur de paroi d'env. 0,2 mm. Dans l'unité d'usinage Sirona MC XL des inlays ont été fraisés en mode normal dans divers matériaux (voir clichés MEB).

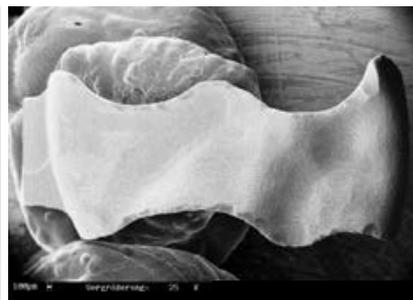
#### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 10/11 ([3], cf. p. 34)

#### c) Résultat



VITA ENAMIC, grossissement x 25, source : R&D VITA



IPS Empress CAD, grossissement x 25, source : VITA R&D

#### d) Bilan

C'est sur les facettes sans préparation que l'on remarque la solidité des bords de VITA ENAMIC. Cette géométrie avec des épaisseurs de paroi d'env. 0,2 mm n'a pu être usinée totalement qu'avec VITA ENAMIC. L'inlay usiné met en évidence la solidité des bords de VITA ENAMIC. Cette qualité procure des usinages très précis.

## 2.14 Temps d'usinage

### a) Matériau et méthode

Les temps d'usinage pour les trois types de restauration (inlay, couronne antérieure, couronne postérieure) ont été calculés à l'aide de quatre différents matériaux CFAO (VITA ENAMIC, VITABLOCS Mark II, tous deux de VITA Zahnfabrik, IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, et Lava Ultimate, 3M ESPE). Les essais ont été effectués avec l'unité d'usinage Sirona MC XL. 5 unités ont été usinées pour chaque matériau et chaque type de restauration. Les temps d'usinage ont été extraits des fichiers log.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 05/12 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat

Temps d'usinage (min:s) des matériaux VITA ENAMIC, Mark II, IPS e.max CAD et Lava Ultimate. Les temps correspondent à la valeur moyenne calculée à partir de cinq mesures.

				
<b>VITA ENAMIC</b>	<b>Normal</b>	<b>7:56</b>	<b>7:10</b>	<b>9:07</b>
	<b>Rapide</b>	<b>4:40</b>	<b>4:19</b>	<b>5:13</b>
VITABLOCS Mark II	Normal	10:27	10:35	13:29
	Rapide	6:24	7:03	9:26
IPS e.max CAD	Normal	12:17	12:36	14:58
	Rapide	10:00	8:11	12:14
Lava Ultimate	Normal	10:39	10:10	11:55
	Rapide	7:27	6:27	8:24

### d) Bilan

Par rapport à VITABLOCS Mark II, Lava Ultimate et IPS e.max CAD les restaurations en VITA ENAMIC sont celles qui s'usinent le plus vite.

## 2.15 Longévité des fraises

### a) Matériau et méthode

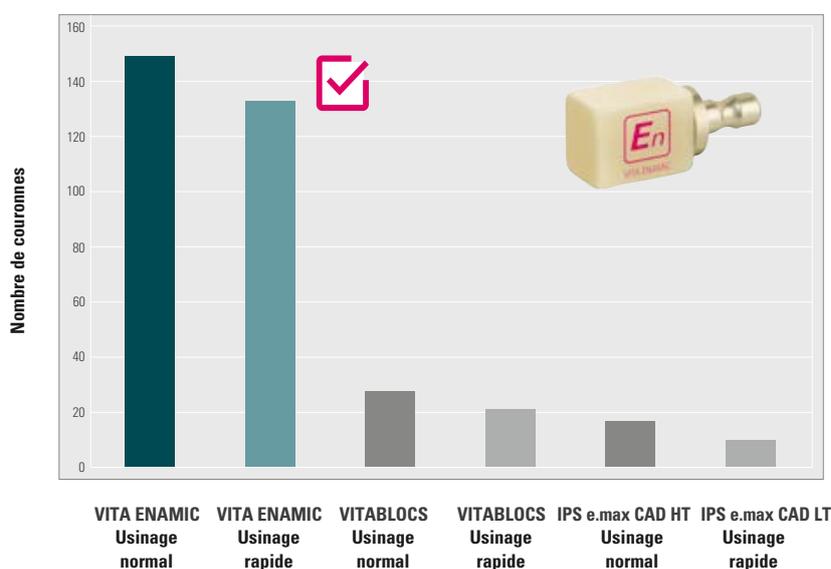
Avec l'appareil Sirona MC XL autant de couronnes sur molaires que possible ont été usinées dans divers matériaux CFAO, en mode normal et en mode rapide avec à chaque fois un jeu de fraises. La durée de vie des fraises se reflète dans les résultats d'une série de mesures.

### b) Source

Recherche interne, R&D VITA, rapport 03/10 ([3], cf. p. 34)

### c) Résultat

#### Nombre de couronnes sur molaires usinées avec un jeu de fraises logiciel Sirona MC XL 3.8x



### d) Bilan

VITA ENAMIC est plus rentable à l'usinage que tous les autres matériaux de céramique en blocs de couleurs dentaires. Le temps d'usinage pour les restaurations VITA ENAMIC est le plus court dans le test décrit (cf. 2.14) couplé à une plus grande longévité des fraises, à savoir entre 148 et 132 couronnes usinées.

## 2.16 Aptitude au polissage

VITA ENAMIC se polit très bien jusqu'à une haute brillance avec les instruments proposés par VITA, à sec (hors de la bouche) mais aussi à l'état humide (en bouche). Cela a été confirmé au cours de la phase de validation.

## 2.17 Biocompatibilité

L'institut NAMSA (North American Science Associates Inc.) a mené les tests de biocompatibilité. VITA ENAMIC a été jugé biocompatible. Compte-rendu 02/13

## 2.18 Solubilité en milieu acide, absorption d'eau, solubilité en milieu aqueux

### **a) Matériau et méthode**

Tests selon DIN EN ISO 6872 et DIN EN ISO 10477

### **b) Source**

Recherche interne, R&D VITA, rapport 07/11 ([3], cf. p. 34)

### **c) Résultat**

Aucune solubilité chimique selon ISO 6872. L'absorption d'eau ( $5,7 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) et la solubilité dans l'eau ( $< 1,2 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) sont inférieures aux valeurs indicatives ISO 10477.

### **d) Bilan**

Les propriétés de VITA ENAMIC se situent entre celles de la céramique et du composite.

## 3. Études *in-vivo*

### **3.1 Étude clinique, clinique universitaire de chirurgie dento maxillo-faciale Fribourg, département de prothèse dentaire, Pr Dr Petra Gierthmühlen (née Güß) : couronnes VITA ENAMIC**

Début de l'étude : novembre 2011

Nombre de restaurations posées : 71

### **3.2 Étude clinique, clinique universitaire d'odonto-stomatologie de Fribourg, département de prothèse dentaire, Pr Dr Petra Gierthmühlen (née Güß) : inlays, onlays, couronnes partielles, facettes occlusales VITA ENAMIC**

Début de l'étude : novembre 2011

Nombre de restaurations posées : 100

### **3.3 Expérimentation pilote de VITA Zahnfabrik : couronnes, couronnes implantaires, couronnes partielles, inlays, onlays, facettes VITA ENAMIC**

Divers praticiens

Nombre de restaurations posées : env. 594

Date : décembre 2012

### 3.4 Observation clinique : couronnes VITA ENAMIC sur implants

#### a) Matériau et méthode

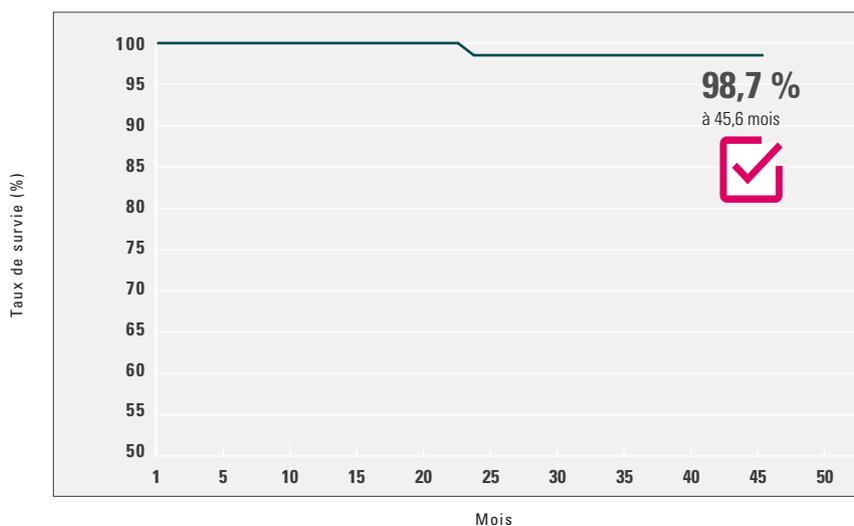
Dans le cadre d'une observation clinique multicentrique menée avec 11 dentistes d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse, 38 patients nécessitant la pose d'un ou de plusieurs implants au maxillaire et/ou à la mandibule ont été choisis au hasard. Le critère de sélection des patients était basé sur les recommandations de la DGI (société allemande d'implantologie) pour les implants sur dents unitaires. Il n'existe aucune restriction ou recommandation concernant les systèmes implantaires utilisés. De même la procédure chirurgicale et clinique n'est soumise à aucune restriction. 60 couronnes implantaires au total ont été posées et étudiées. Les patients ont été contrôlés 15 jours après la pose de la prothèse et ensuite tous les 6 mois. La période d'observation est d'au moins 6 mois (1<sup>er</sup> rappel). Pour calculer le taux de survie, le descellement de la couronne ainsi que sa fracture totale ou partielle (écaillage) du corps de la couronne ont servi de critère de perte.

#### b) Source

Technique d'application et gestion produits en collaboration avec des chirurgiens-dentistes pilotes, rapport 11/14 ([9], voir p. 35)

#### c) Résultat

#### Taux de survie des couronnes VITA ENAMIC sur implants



#### d) Bilan

Dans le cadre d'une observation clinique multicentrique sur une durée maximale de 4 ans, les couronnes implantaires VITA ENAMIC ont affiché un taux de survie de 98,7 %. La durée moyenne de port en bouche des couronnes implantaires étudiées est de 23,1 mois (édition 11/14). Pour les couronnes implanto-portées en VITA ENAMIC, les résultats donnent un taux de survie comparable aux autres matériaux voire meilleur de <sup>1-3</sup>.

#### Sources

- (1) De Boever AL, Keersmaekers K, Vanmaele G, Kerschbaum T, Theuniers G, De Boever JA. Prosthetic complications in fixed endosseous implant-borne reconstructions after an observations period of at least 40 months. J Oral Rehabil. 2006 Nov;33(11):833-9.
- (2) Thoma DS, Brandenburg F, Fehmer V, Büchi DL, Hämmerle CH, Sailer I. Randomized Controlled Clinical Trial of All-Ceramic Single Tooth Implant Reconstructions Using Modified Zirconia Abutments: Radiographic and Prosthetic Results at 1 Year of Loading. Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Apr 15.
- (3) Rinke S, Lange K, Roediger M, Gersdorff N. Risk factors for technical and biological complications with zirconia single crowns. Clin Oral Investig. 7 février 2015.

#### 4. Publications

Publications concernant VITA ENAMIC

Al-Harbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I.  
Stain intensity of CAD/CAM Materials versus direct composites.  
IADR 2012 Poster Abstract, Iguacu Falls, Brasilien

Coldea A, Swain MV, Thiel N.  
Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials  
Dent Mater. 2013 Apr; 29(4):419 – 426

Coldea A, Swain MV, Thiel N.  
In-vitro strength degradation of dental ceramics and novel  
PICN material by sharp indentation.  
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Oct;26(10):34 – 42.

He LH, Swain M.  
A novel polymer infiltrated ceramic dental material.  
Dent Mater. 2011 Jun;27(6):527 – 34. Epub 2011 Mar 2.

He LH, Purton D, Swain M.  
A novel polymer infiltrated ceramic for dental simulation.  
J Mater Sci Mater Med. 2011 Jul;22(7):1639 – 43. Epub 2011 May 26.

Mörmann W, Stawarczyk B, Ender A, Sener B, Attin T, Mehl A.  
Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials :  
Two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness.  
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Apr; 20(4):113 – 125

## 5. Annexe

### 5.1 Références

1. Giordano R.  
Development of Novel All-Ceramic Restorations and Wear, Strength, and Fatigue of Restorative Materials  
Research Report, Period 09/2012 – 06/2013 to VITA Zahnfabrik, July 22, 2013  
Principal Investigator: Russell Giordano, D.M.D., D.M.Sc., Director of Biomaterials  
Boston University, Goldman School of Graduate Dentistry, Department of Bio-materials, Boston MA, USA
2. Bilkhair A.  
Fatigue behavior and damage modes of a monolithic CAD/CAM hybrid ceramic (VITA ENAMIC) material compared to CAD/CAM all-ceramic posterior crown restorations.  
Thèse Universitätsklinikum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Freiburg, Abtlg. für Zahnärztliche Prothetik, Freiburg, Deutschland; 2014.
3. Études internes, R&D VITA :  
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG  
Département recherche et développement  
Spitalgasse 3  
79713 Bad Säckingen, Allemagne  
Dr Enno Bojemüller, directeur du laboratoire d'analyse des corps solides R&D VITA,  
VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen  
Dr ing. Andrea Coldea, développement des matériaux R&D VITA, Bad Säckingen  
Dr Dipl.-Min. Berit Müller, responsable de projet R&D VITA, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen  
Pr Dr Dr Jens Fischer, directeur du site R&D, Bad Säckingen  
Édition : 07.16
4. Mörmann W., Stawarczyk B., Ender A., Sener B., Attin T., Mehl A.  
Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: Two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness.  
J Mech Behav Biomed Mater 2013 Apr; 20(4):113 – 125
5. Rosentritt M.  
Pin-on-block wear test of different dental materials.  
Report Number: 133. Auteur : Priv. Doz. Dr-Ing. Martin Rosentritt, Directeur du département Recherche,  
Clinique universitaire de Ratisbonne: Polyclinique de prothèse dentaire,  
Ratisbonne, Allemagne
6. Rosentritt M.  
Étude sur l'usure en 3 milieux de différents matériaux céramique/polymère. Report Number: 130. Auteur : Priv. Doz. Dr-Ing. Martin Rosentritt, Directeur du département Recherche,  
Clinique universitaire de Ratisbonne: Polyclinique de prothèse dentaire,  
Ratisbonne, Allemagne
7. Giordano R.  
Wear and color stability testing. Research Report to VITA Zahnfabrik,  
Principal Investigator: Russell Giordano, D.M.D., D.M.Sc., Director of Biomaterials  
Boston University, Goldman School of Graduate Dentistry, Department of Biomaterials, Boston MA, USA

8. Menini M.

Test in-vitro sur la capacité de la céramique hybride VITA ENAMIC d'absorber les forces.

Rapport d'étude à VITA Zahnfabrik en janvier 2015

Auteur : Dr Maria Menini, département de prothèse fixe et implantaire, université de Gênes, Italie ; 2015

9. Technologies d'applications et gestion produits VITA :

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG

Service commercial

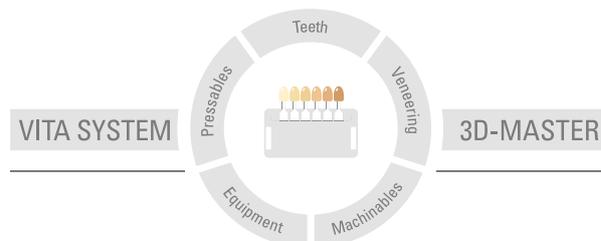
Spitalgasse 3, 79713 Bad Säckingen, Allemagne

Claus Pukropp, directeur du marketing technique, Bad Säckingen

Andreas Buchheimer, directeur des technologies d'application, Bad Säckingen

Édition : 11.14

Le système inédit VITA SYSTEM 3D-MASTER® permet de déterminer d'une manière systématique toutes les couleurs de dent naturelles et de les reproduire intégralement.



**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 incorrectes. 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 : 02.19

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

VITA Zahnfabrik est certifiée et les produits suivants portent le marquage **CE 0124**:

#### VITA ENAMIC®

CEREC® et inLab® sont des marques déposées de la société Sirona Dental Systems GmbH, D-Bensheim. IPS Empress CAD®, IPS e.max CAD®, Multilink® Automix, Tetric EvoCeram® et Variolink® II sont des marques déposées de la société Ivoclar Vivadent AG, FL-Schaan. Lava® Ultimate, Sinfony™ et RelyX Unicem™ sont des marques déposées de 3M Company ou 3M Deutschland GmbH.

# 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](http://www.vita-zahnfabrik.com) · [info@vita-zahnfabrik.com](mailto:info@vita-zahnfabrik.com)  
[facebook.com/vita.zahnfabrik](https://www.facebook.com/vita.zahnfabrik)