



DOSSIER
La zirconie côté laboratoire
337

Zirconie
et facette
Walid Al-Zordk et coll. 323

Zirconie
et maquillage
Lionel Marslen 383

Zirconie
et stratification
Leonardo Bocabella 387

QDRP 4/23

QUINTESSENCE DENTISTERIE RESTAURATRICE ET PROTHÈSE

 QUINTESSENCE PUBLISHING

VOLUME 17 / NUMÉRO 4 / DÉCEMBRE 2023

L'oxyde de zirconium multicouche et le chemin vers la perfection



zircon
multicouche
maquillage
esthétique



Mathias Fernandez
Y Lombardi¹
Giuliano Moustakis²

¹ Prothésiste.

Responsable scientifique pour
l'UE Céramique dentaire & CFAO -
Matériaux Kuraray Noritake.

² Giuliano Dental design, Falkensee,
Allemagne.



**MATHIAS FERNANDEZ
Y LOMBARDI**

Philipp-Reis-Str. 4
65795 Hattersheim, Allemagne

@ Mathias.FernandezYLombardi
@kuraray.com

INTRODUCTION

Qu'il s'agisse de couronnes unitaires, de bridges de grande portée, de travaux implantaires complexes ou de facettes, l'oxyde de zirconium s'est imposé comme un matériau polyvalent pour les prothèses dentaires tout-céramique. Et le développement semble loin d'être terminé. Les oxydes de zirconium et les procédés continuent d'être optimisés et adaptés aux besoins de la dentisterie prothétique moderne. Mais avant qu'un matériau comme l'oxyde de zirconium ne soit pleinement accepté par les utilisateurs, des obstacles doivent être surmontés. On reproche souvent aux prothésistes dentaires d'être perfectionnistes, alors qu'il ne peut y avoir d'« imitation parfaite » des dents naturelles. Même les plus petites subtilités photo-optiques d'une restauration tout-céramique peuvent empêcher l'œil exercé d'un prothésiste dentaire expérimenté d'accepter le résultat du travail et donc le matériau comme une réussite.

L'ARTISANAT JAPONAIS

Il n'y a pas qu'en Allemagne que la technique dentaire, en tant que métier artisanal, allie – outre le savoir-faire professionnel – des qualités telles que la passion, la soif de savoir et la persévérance à la recherche de la perfection. Au Japon, l'excellence et la précision de la technique dentaire traditionnelle sont soumises à l'exigence de la perfection. Les technologies de fabrication numériques ne changent rien à cette prétention. L'artisanat de la céramique dentaire est très respecté au Japon. De nombreux maîtres prothésistes dentaires japonais sont connus dans le monde entier pour leurs compétences manuelles. Leur perfectionnisme et leur passion pour ce qu'ils font sont presque uniques.

C'est sur ce principe que repose le développement des matériaux céramiques de la société japonaise Kuraray Noritake (Hattersheim), notamment des oxydes de zirconium multicouche de la famille KATANA Zirconia (Fig. 1 et 2). L'entreprise



Fig. 1 et 2 Exemple de restaurations antérieures en KATANA Zirconia Multilayered (Kuraray Noritake, Hattersheim).

estime qu'il est de sa responsabilité de garder un œil et une maîtrise sur chaque étape du chemin vers la perfection. L'intuition, l'habileté et la précision jouent un rôle important pour le département de développement et de recherche. L'accent est mis sur le développement continu des matériaux afin d'affiner en permanence les produits propres, de transmettre le savoir-faire et d'associer la tradition à des technologies innovantes.

APERÇU DES DIFFÉRENTS OXYDES DE ZIRCONIUM

En principe, les oxydes de zirconium se distinguent par leurs propriétés mécaniques et optiques. Pour une meilleure distinction, on parle souvent de générations^{6,7}.

- **Génération 1** : oxyde de zirconium 3Y-TZP
 - Propriétés : opacité élevée, haute résistance (environ 1 200 MPa à 1 500 MPa) ;
 - Application : Armatures pour la technique de stratification.

- **Génération 2** : zircon 3Y-TZP (modification au niveau moléculaire)

- Propriétés : translucidité améliorée, haute résistance (environ 900 MPa à 1 200 MPa) ;
- Application : armatures pour stratification, armatures pour *cut-back*, éventuellement restaurations monolithiques ;
- Produit : KATANA Zirconia HTML Plus, HT (HT : High Translucent ; ML : Multilayered) (Fig. 3).

- **Génération 3** : zircon 5Y-TZP (environ 50 % de phase cubique)

- Propriétés : très haute translucidité, faible résistance (environ 400 MPa à 900 MPa) ;
- Application : restaurations monolithiques jusqu'aux bridges à trois éléments (prémoilaire) et armatures pour le *microlayering* ;
- Produit : KATANA Zirconia UTML (UT : Ultra Translucent ; ML : Multilayered) (Fig. 4).

- **Génération 4** : zircon 4Y-TZP (environ 30 % de phase cubique)

- Propriétés : haute translucidité, faible résistance (environ 600 MPa à 1 000 MPa) ;



Fig. 3 a et b Armature pour une restauration de grande portée en KATANA Zirconia HTML Plus, un oxyde de zirconium d'une grande stabilité et d'une translucidité tout aussi élevée.



Fig. 4 a et b Couronnes unitaires en KATANA Zirconia UTML.



Fig. 5 a et b Couronnes unitaires composées d'une armature avec réduction anatomique en KATANA Zirconia STML suivies d'une stratification.



Fig. 6 Armature de bridge de grande portée en KATANA Zirconia YML, un oxyde de zirconium présentant un dégradé de couleur, de translucidité et de résistance. Un matériau polyvalent pour une utilisation universelle.

- Application : restaurations monolithiques (secteur antérieur et postérieur) et armatures pour le *microlayering* ;
- Produit : KATANA Zirconia STML (ST : Super Translucient ; ML : Multilayered) (Fig. 5).
- **Couronnes progressives multigénérationnelles** : combinaison de couches de plusieurs types ou générations d'oxyde de zirconium
 - Propriétés : évolution de la translucidité et de la résistance ;
 - Application : *allrounder* (restaurations monolithiques et armatures pour le *microlayering*) ;
 - Produit : KATANA Zirconia YML (Fig. 6).

OXYDE DE ZIRCONIUM MULTICOUCHE

Lancés en 2013 par Kuraray Noritake, les oxydes de zirconium multicouches ont aujourd'hui fait leurs preuves et sont proposés par de nombreuses entreprises (Fig. 7). Avec KATANA Zirconia ML, la société Kuraray Noritake a initié un changement de paradigme il y a dix ans. Malgré une translucidité élevée, les oxydes de zirconium présentent une résistance à la flexion suffisamment élevée d'environ 1 000 MPa. La mise en œuvre monolithique et ses avantages ont pris de l'importance grâce à la technologie multicouche⁴. Cependant,



Fig. 7 Vue d'ensemble de la famille KATANA Zirconia Multilayered.

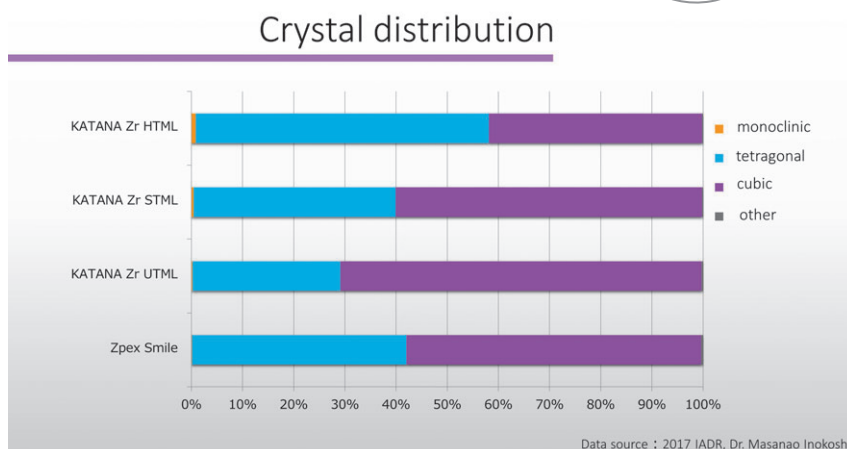


Fig. 8 Représentation graphique de différents oxydes de zirconium et de leurs phases (source : IADR 2017, Dr Masano Inokoshi, université de Tokyo).

comme la translucidité n'était pas encore équivalente à celle de la vitrocéramique, le développement s'est poursuivi. En 2015, une nouvelle étape importante a été franchie. Deux matériaux translucides ont été ajoutés à la famille KATANA Zirconia. Dans le cas de la KATANA Zirconia UTML (Ultra Translucide), la proportion d'oxyde d'yttrium a été augmentée. La céramique est présente à plus de 50 % dans la phase cubique. La forte proportion de phase cubique augmente la translucidité. Mais en même temps, la résistance à la flexion diminue. C'est pourquoi la recherche et le développement se sont poursuivis et sont parfois revenus à des matériaux présentant des valeurs de résistance plus élevées (KATANA Zirconia STML, Super Translucent) (Fig. 8).

OXYDE DE ZIRCONIUM MULTIGÉNÉRATIONNEL

Le dernier développement en date est l'oxyde de zirconium multigénérationnel. Ici, les luminosités et les translucidités des lingotins multicouches ne sont pas seulement contrôlées par les formules des couleurs de poudre (jaune, rose, gris, blanc), mais aussi par la combinaison de différentes générations d'oxyde de zirconium. KATANA Zirconia YML¹ en est un exemple (Fig. 9). Cet oxyde de zirconium s'est imposé avec succès depuis son lancement sur le marché en 2021.

Les oxydes de zirconium multigénérationnels offrent une grande diversité d'applications. Presque tous les types de restaurations fixes peuvent être réalisés, car la résistance et la

translucidité sont harmonieusement adaptées. Exemple : une grande résistance à la flexion dans la zone dentinaire et une translucidité élevée dans la zone de l'émail – grâce à ces caractéristiques, KATANA Zirconia YML permet de couvrir tous les domaines d'application des restaurations céramocéramiques. En théorie, le laboratoire dentaire peut se passer des autres matériaux céramiques usinables par CFAO.

LA BASE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX

Les utilisateurs de zircone ont aujourd'hui l'embarras du choix. D'innombrables fabricants proposent des matériaux en zircone et, à première vue, il n'est pas évident de distinguer les produits en matière de qualité. En principe, la qualité des matériaux dépend de la qualité de la matière première et est également influencée par le traitement de celle-ci. Cela a, à son tour, de grandes répercussions sur la qualité de surface, la stabilité des bords, la précision d'adaptation et les exigences de traitement des restaurations fraisées (Fig. 10).

Production de matières premières

L'oxyde de zirconium préteint est généralement composé d'oxydes métalliques (dont l'oxyde de zirconium, l'oxyde d'yttrium et l'oxyde d'aluminium) et d'additifs tels que des liants et des pigments colorés ou des ions. La plupart des fabricants de zircone dentaire s'approvisionnent en poudre préfabriquée auprès d'un fournisseur externe. Le



Fig. 9 Armature en oxyde de zirconium multigénérationnel (KATANA Zirconia YML). Particularité : haute résistance à la flexion dans la zone dentine et haute translucidité dans la zone émail pour une utilisation universelle.



Fig. 10 La qualité du matériau influence la qualité de surface, la stabilité des bords, la précision d'adaptation et les exigences de traitement des restaurations fraisées.

plus populaire d'entre eux est la société Tosoh Corporation (Tokyo, Japon). En revanche, Kuraray Noritake Dental mise sur un processus de production coordonné, qui se déroule du début à la fin en interne (**Fig. 11**). Cela comprend la production et l'ajout de composants sur lesquels repose la technologie multicouche de l'entreprise. Comme les étapes de production sont réalisées en interne, l'entreprise garde un contrôle total sur la qualité des matières premières, leur granulométrie et la pureté de la formulation. Cela permet un ajustement précis des propriétés mécaniques et optiques du produit. Les propriétés des restaurations en oxyde de zirconium, qui dépendent de la qualité et de la composition de la poudre, comprennent la translucidité et l'effet de couleur, la résistance à la flexion, le comportement au vieillissement et la performance de frittage.

Pressage de blocs

L'oxyde de zirconium destiné à l'usinage (CFAO) est généralement produit par pressage uniaxial et isostatique :

- processus de compression uniaxiale : la pression est exercée sur la poudre à partir d'une direction (uniaxiale) ou de deux directions (biaxiale) ;
- processus de compression isostatique : une pression presque identique est exercée de tous les côtés.

La compression isostatique entraîne généralement une répartition plus régulière de la densité

dans l'ensemble du lingotin et une plus grande homogénéité du matériau. Ces facteurs sont des conditions préalables à un traitement et à un frittage prévisibles. Pour obtenir des propriétés mécaniques et optiques optimales, il est essentiel d'éviter les porosités de grande taille, les poches d'air et les impuretés. Ces dernières se forment lorsque des particules d'air sont emprisonnées dans le bloc pendant le pressage. Chez Kuraray Noritake, un processus de pressage minutieux permet d'obtenir une répartition uniforme de la pression. Le risque de contamination par des poussières en suspension est également faible. Ce procédé spécial contribue à obtenir la densité la plus élevée possible de l'oxyde de zirconium. Ces processus de préparation – de la production des matières premières à la pressée – se traduisent par une grande stabilité des bords et une qualité de surface élevée des restaurations en zircone KATANA.



Fig. 11 Kuraray Noritake mise sur un processus de production coordonné dans sa propre entreprise. Elle garde ainsi un contrôle total sur la qualité des matières premières, sur leur granulométrie et sur la pureté de la formulation.

Préfrittage

Pour conférer une stabilité aux disques en zircone pressée, un préfrittage industriel est nécessaire. Le profil de température et la durée du cycle de préfrittage déterminent l'épaisseur et les propriétés d'usinage. Le processus de préfrittage spécial utilisé dans la production de Kuraray Noritake permet d'obtenir des disques stables. Malgré cette stabilité, la zircone KATANA peut être usinée avec des outils de fraisage habituels diamantés, sans risque accru de rupture ou d'usure des outils plus importants. Un autre avantage est qu'il est possible de travailler l'anatomie avec beaucoup plus de précision en raison de la plus grande résistance de KATANA (Fig. 12). Il est par exemple plus facile d'appliquer la technique de sculpture. Cela permet d'obtenir une bonne stabilité des bords et une bonne précision d'ajustage.

Ces efforts pour produire un oxyde de zirconium de la plus haute qualité font la différence en matière de qualité. La famille Multilayered KATANA Zirconia se caractérise par une structure homogène de haute densité, une faible porosité et un degré de pureté élevé.

UN PAS DE PLUS VERS LA PERFECTION ESTHÉTIQUE

Les oxydes de zirconium multicouches translucides ont des propriétés optiques naturelles. Dans certains cas, il est possible de réaliser des restaurations monolithiques qui se rapprochent visuellement d'une restauration stratifiée. L'exigence de perfection esthétique de la prothèse dentaire conduit, dans de nombreux cas, à optimiser encore l'esthétique des restaurations en oxyde de zirconium translucide en les

recouvrant d'une fine couche de céramique ou de maquillage.

Microstratification et maquillage interne

Popularisée aujourd'hui sous le nom de « microstratification », la stratification par fine couche après *cut-back* est utilisée depuis longtemps (Fig. 13). Par exemple, le maquillage interne d'une armature avec réduction homothétique et la stratification subséquente permettent d'imiter un haut degré de naturel. Cette technique est originaire du Japon et est connue et appréciée dans le monde entier sous le nom de « technique du maquillage interne ». Le système de céramique cosmétique Cerabien ZR (Kuraray Noritake) intègre des maquillants spéciaux Internal-Stain qui permettent de réaliser facilement des concepts de stratification même compliqués^{3,5}.

Colorants ou céramique liquide

La technique de maquillage évolue elle aussi. Traditionnellement, les prothésistes dentaires ont l'habitude d'appliquer la céramique en couches et de réaliser ainsi un effet de profondeur vivant. Aujourd'hui, la réalisation monolithique et la technique de maquillage se sont largement développées. Les oxydes de zirconium translucides ou multicouches offrent une bonne base. Même dans le secteur antérieur, il est possible de réaliser des restaurations à l'esthétique adéquate. Pour la caractérisation de la couleur, des fabricants comme Kuraray Noritake ont développé des maquillants à base de céramique (FC Paste Stain) ; on parle souvent de « céramique liquide ». Cela permet de donner aux restaurations fraisées monolithiques un effet de profondeur tridimensionnel vivant grâce à une couche stratifiée d'un millimètre d'épaisseur⁵ (Fig. 14 et 15).



Fig. 12 a à c (a) Travail de morphologie sur une armature en zircone (avant le frittage) avec des outils rotatifs. (b et c) Technique de sculpture : réalisation d'une anatomie travaillée sur une armature en zircone (avant le frittage) avec un scalpel.



Fig. 13 a à c Microstratification sur une armature en zircone.



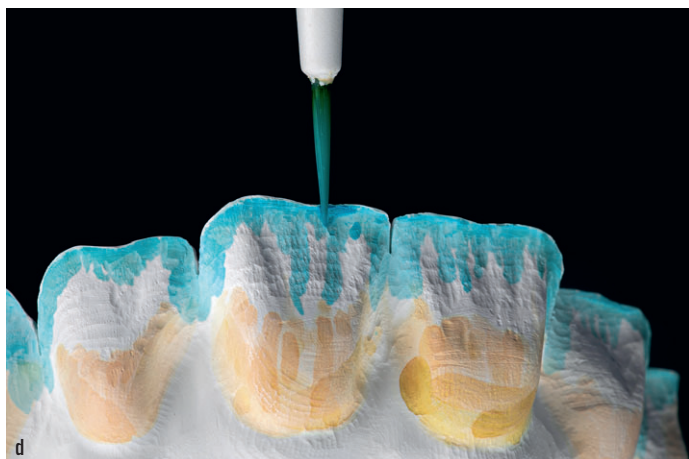
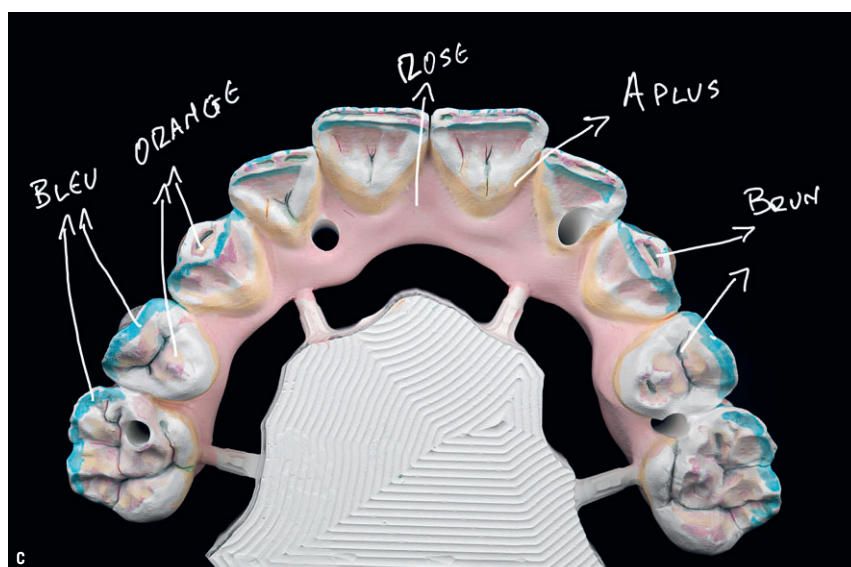
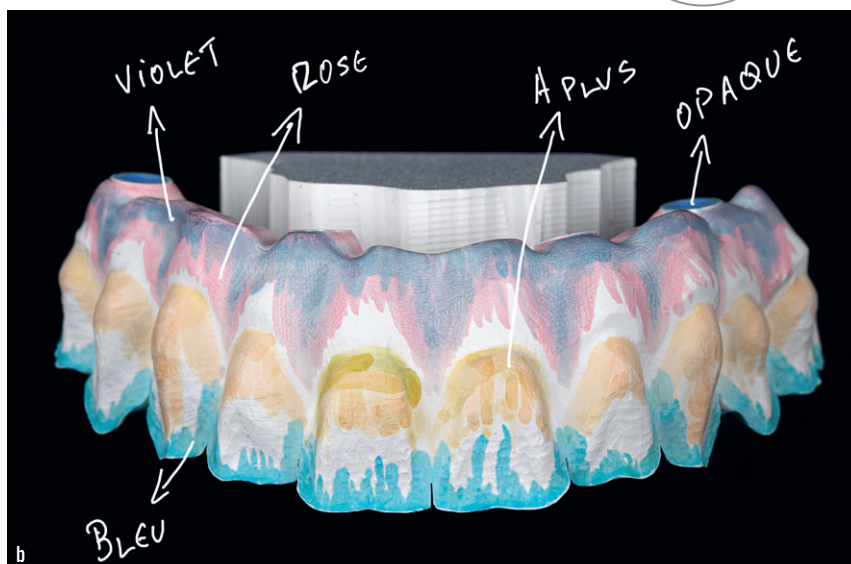
Fig. 14 a et b Colorants à base de céramique (FC Paste Stain, Kuraray Noritake) pour un effet de profondeur vivant.



Fig. 15 a et b Restauration des dents antérieures finalisée avec des maquillants à base de céramique (FC Paste Stain).



Fig. 16 a à e (a) Liquides à effets (Esthetic Colorant) pour la coloration et la caractérisation de l'oxyde de zirconium préfritté. (b à e) Application d'Esthetic Colorant sur l'armature en oxyde de zirconium (avant le frittage), sur la base d'une Colour-Map. Les propriétés photo-optiques de l'oxyde de zirconium sont intensifiées.



LIQUIDES À EFFETS POUR INTENSIFIER LA STRUCTURE MULTICOUCHE

Au cours de l'été 2022 et après un travail de développement intensif, Kuraray Noritake a lancé sur le marché des liquides à effets spéciaux (Esthetic Colorant) pour la coloration et la caractérisation de l'oxyde de zirconium préfritté, (Fig. 16). Esthetic Colorant est appliqué – avant le frittage – sur l'oxyde de zirconium multicouche original KATANA Zirconia afin d'intensifier les propriétés optiques lumineuses sans influencer les propriétés du matériau². L'intensité de la couleur de l'Esthetic Colorant n'est volontairement pas saturée de manière aussi prononcée. Étant donné que les liquides sont appliqués sur de l'oxyde de zirconium préteint, la gamme de produits ne comprend pas de couleurs de base, comme c'est le cas pour les liquides de coloration classiques. Au contraire, les couleurs moins saturées permettent à l'oxyde de zirconium, déjà très esthétique, de « respirer » et de développer sa translucidité. Développé pour les zircons modernes hautement translucides, Esthetic Colorant permet de créer des effets personnalisés au cas par cas avant même le frittage.

Dans ce contexte, un autre aspect prend de l'importance. Les oxydes de zirconium deviennent de plus en plus translucides et beaux, ce qui conduit dans certaines situations à devoir masquer l'armature (par exemple un pilier décoloré). Pour cela, Esthetic Colorant Opaque est idéal pour l'oxyde de zirconium cubique. Il a même été possible d'intégrer un arrêt de pénétration, de sorte que la couleur ne soit pas complètement aspirée dans la zircone. La translucidité est ainsi préservée.

PERSPECTIVES

Au cours des dix dernières années, les oxydes de zirconium ont connu un développement rapide. Non seulement les matériaux ont été de plus en plus optimisés, mais les technologies de fabrication se sont également énormément améliorées. Ainsi, il est aujourd'hui théoriquement possible de réaliser de manière entièrement automatisée des restaurations céramiques d'une grande esthétique et répondant à des critères fonctionnels individuels. Il est prévisible que la réalisation monolithique de restaurations en oxyde de zirconium continuera à s'imposer.

Pour répondre aux exigences économiques, ce type de fabrication efficace présente de nombreux avantages. Cependant, sans préjudice des avantages économiques, l'exigence d'une esthétique élevée demeure. Les oxydes de zirconium multicouches modernes comme ceux de la famille KATANA Zirconia en constituent la base. Ils sont complétés par des matériaux pour une finition efficace (par exemple Esthetic Colorant, Cerabien FC Paste Stain).

C'est ainsi que le chemin vers la perfection est poursuivi – aussi bien dans les laboratoires dentaires et les cabinets dentaires que dans l'industrie dentaire ; toujours dans le but de pouvoir offrir la meilleure solution possible au patient. Kuraray Noritake a pour objectif l'efficacité dans le travail quotidien du laboratoire. Elle s'efforce donc de proposer des matériaux et des produits qui simplifient le travail quotidien, de sorte que l'objectif « plus économe en énergie » et plus efficace puisse être atteint.

i Multilayered-Zirkonoxid und der Weg zur Perfektion. QZ 2023 ;49(5) :524-533.

Traduit par Alexandre Richard.

❖ RÉFÉRENCES

1. Corradi A. Der feine Unterschied. Ein Zirkonoxid für alle Restaurationsarten. dental dialogue 2022;(7). <https://dentaldialogue.de/der-feine-unterschied/> (Zugriff am 04.04.2023).
2. Moustakis, G. Farbmanagement für Zirkonoxid – Esthetic Colorant für KATANA™ Zirconia. Quintessenz Zahntechnik 2022;48:926-940.
3. Kun A. Mehrschichtiges Zirkonoxid in unterschiedlichen Transluzenzstufen, Quintessenz Zahntechnik 2019;45:188-196.
4. Roland B. Die Farb- und Oberflächengestaltung monolithischer Zirkonoxid-Restorationen. Quintessenz Zahntechnik 2016;42:820-833.
5. Rondoni D. Internal Staining trifft Mikrolayering: minimales Verblenden eines Zirkonoxidgerüsts. Frontzahnrestauration: Katana Zirconia STML mit Cerabien ZR Internal Stain. Quintessenz Zahntechnik 2022;48:684-691.
6. Rosentritt R, Kieschnick A, Hahnel S, Stawarczyk B. „Zirkonoxid – Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag“. Reihe: Werkstoffkunde-Kompodium. E-Book/Apple Books. Berlin: Annett Kieschnick – Dentale Fachkommunikation, 2017.
7. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümke N: Werkstoffkunde-Update: Zirkonoxid und seine Generationen – von verblendet bis monolithisch. Quintessenz Zahntechnik 2016;42:740-765.

40^{èmes} JOURNÉES INTERNATIONALES

4/5
AVRIL

2024



MAISON DE LA CULTURE,
CLERMONT-FERRAND



LES TROUBLES DU SOMMEIL

ODONTOLOGISTES, MÉDECINS, KINÉSITHÉRAPEUTES...

TOUS CONCERNÉS !

Président Scientifique : Pr. Emmanuel d'Incau

Pr. Jean-Arthur Micoulaud-Franchi
Pr. Emmanuel d'Incau
Dr. Pierre-Jean Monteyrol
Dr. Annick Andrieux
Pr. Clotilde Carra
Pr. Jean-Daniel Orthlieb

Dr. Audrey Chanlon
Mme Méryl Manoukian
Dr. Jacques Deilhes
Mme Caroline Alvarado
Dr. Boris Pételle
Pr. Alain Vanheusden