

Maquillants des blocs usinables en céramique et composite : étude de l'usure par frottement #3



Lauréate :
Raphaële Kahloun
Directrice de thèse :
Fanny Blanchet
Co-directeur :
Bruno Tavernier
Faculté : Paris V

Introduction

La recherche d'un idéal esthétique, dans notre monde occidental, prend une ampleur de plus en plus importante. La pratique odontologique n'échappe pas à cette demande esthétique croissante. Aujourd'hui, l'intégration des restaurations prothétiques constitue un des défis majeurs de la dentisterie.

Depuis le 1^{er} avril 2019, la nouvelle convention nationale oblige à indiquer la nature des matériaux utilisés ainsi que la technique et la mise en œuvre de celle-ci. Par ailleurs, de nouvelles subventions incitent les praticiens à faire de la prothèse monolithique de par leurs subventions. L'application des techniques de maquillage sur ces prothèses monoblocs, devient alors incontournable pour obtenir un bio mimétisme satisfaisant.

Pour ce faire, les fabricants proposent un éventail de biomatériaux appelés maquillants, ils permettent de caractériser les restaurations en vue de leur intégration esthétique et de leur succès thérapeutique. Les matériaux et techniques utilisés pour le maquillage des restaurations seront fonction du type de biomatériau choisi.

Cependant, la composition, le mode d'application ainsi que les indications des kits modificateurs de couleurs sont encore peu connus des praticiens. De plus, il y a peu de recul sur le vieillissement de ces matériaux dans le temps.

Les buts de cette thèse sont :

- d'une part de faire l'éventail de ces biomatériaux ;
- d'autre part, nous nous proposons de réaliser une étude préliminaire ayant pour but d'analyser le vieillissement des maquillants sous l'effet de l'usure mécanique de la brosse à dents électrique.

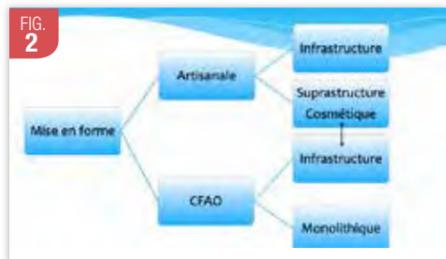
Restaurations en prothèse fixée

Avec l'avancée toujours plus rapide en matière de technologie, il existe aujourd'hui différents procédés de réalisation et un large éventail de matériaux permettant de fabriquer des restaurations dentaires. En prothèse fixée plus particulièrement, trois axes décisionnels sont à prendre en compte : la mise en forme, la technique et les matériaux de réalisation de la prothèse (Fig. 1).



Mise en forme

Dans un premier temps on sera confronté à deux possibilités de mise en forme des restaurations : soit le travail de prothèse dit traditionnel ou artisanal avec une infrastructure en métal (la chape) sur laquelle on réalise une stratification cosmétique ; soit on utilise des techniques de CFAO, qui permet de réaliser par usinage des pièces monolithiques ou bien des infrastructures sur lesquelles on réalise une suprastructure cosmétique artisanale (Fig. 2).

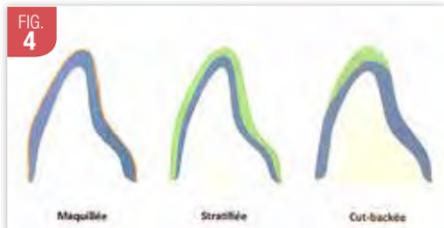


Les restaurations monolithiques ou monoblocs sont des restaurations réalisées à partir d'un seul volume de matériau qui sont des blocs usinables. Cependant la plupart des matériaux usinables sont monotintés. La teinte des restaurations usinées est uniforme et sans nuances. Lorsqu'on décide de réaliser des pièces monolithiques à partir de ces blocs il faudra alors mettre en place des techniques cosmétiques de maquillage. Celles-ci permettent de pallier aux défauts esthétiques (Fig. 3).



Technique de maquillage

En fonction du choix de mise en forme, on pourra réaliser le maquillage des restaurations par différentes techniques (Fig. 4).



La stratification : comme dit précédemment, c'est l'apport d'un cosmétique sur une infrastructure usinée ou non. L'infrastructure permet le masquage plus ou moins important d'un support coloré. La cosmétique d'émaillage apporte un aspect esthétique à la restauration, surtout par sa translucidité. Cette technique a également pour avantage de ne pas fragiliser l'infrastructure lors des retouches occlusales.

Le Cut-back : consiste à aménager la restauration soit en amont lors de la conception 3D de la pièce, soit par un retrait de matériau une fois la pièce usinée sur les zones les plus esthétiques de la restauration (vestibulaire). Puis, le céramiste réalise des apports vestibulaires en céramique d'émaillage.

Le maquillage : La dernière technique est celle du maquillage ou on va peindre sur la pièce monolithique et par un jeu de couleur et de nuance créer un bio mimétisme.

Matériaux

Deux grandes familles de matériaux sont décrites comme matériaux usinables : les céramiques et les résines composites. Nous nous proposons ici de faire un récapitulatif des matériaux usinables ainsi que leurs maquillants qui leur sont associés.

Les céramiques

On retrouve trois grands groupes de céramiques : la feldspathique, les vitrocéramiques et les polycristallines.

Les **céramiques feldspathiques** sont donc constituées de poudres d'oxydes, fondants et pigments colorés puis frittés dans une matrice vitreuse. Elles sont biocompatibles, leurs propriétés esthétiques sont importantes du fait de leur grande translucidité et leurs propriétés mécaniques sont faibles. Elles sont donc recommandées pour la réalisation de restaurations prothétiques à fort impact esthétique comme les facettes, les couronnes unitaires ou les inlays-onlays.

On assimile les **vitrocéramiques** aux céramiques feldspathiques car leurs propriétés sont très proches (Li et al. 2014). Usinables ou non elles ont une proportion de phase cristalline augmentée ce qui augmente leurs propriétés mécaniques. Les vitrocéramiques peuvent être renforcées au disilicate de lithium ou au dioxyde de zirconium.

Les **polycristallines** ne possèdent pas de phase vitreuse. Il s'agit de matériaux accessibles seulement depuis l'apparition des techniques de CFAO. Elles sont constituées de cristaux d'oxyde d'alumine ou d'oxyde de zircon condensés par frittage. Leur structure leur confère une résistance mécanique importante mais elles sont très opaques (Atlan A. 2015). De ce fait, elles doivent être maquillées par des céramiques cosmétiques pour simuler la teinte naturelle de la dent, notamment dans les secteurs antérieurs (Pelissier 2010) (Fig. 5).

Les composites

La deuxième grande famille de matériaux usinables sont les résines composites, on les subdivise en deux catégories : les composites à charge dispersés et les PICNs.

Les **composites à charges dispersées** sont des composites avec une proportion de charges importante (79 %) et une matrice résineuse essentiellement composée d'UDMA (Urethane Diméthacrylate) leurs propriétés mécaniques sont augmentées du fait de leur mode de polymérisation.

En 2013, Vita® introduit les **PICN** (Enamic®), il s'agit d'un matériau en résine composite obtenu par l'infiltration d'une structure de céramique pré-frittée par un mélange de monomères, qui est par la suite polymérisé. Suite à ce procédé, une fraction importante de charge (70 %) constitue le matériau ce qui permet d'obtenir des propriétés mécaniques supérieures au Lava Ultimate® (Ruse et Sadoun 2014). Car contrairement aux procédés classiques de dispersion des charges, le réseau céramique des PICNs constitue un échafaudage tridimensionnel de particules interconnectées (Fig. 6).

Les maquillants

À l'instar des biomatériaux de restaurations deux familles de maquillants : les maquillants céramiques et les maquillants composites.

Les **maquillants céramiques** sont constitués de céramique feldspathique réduite en poudre associée à des pigments, on les applique sur la surface polie des restaurations puis on leur fait subir une cuisson à 900 °C.

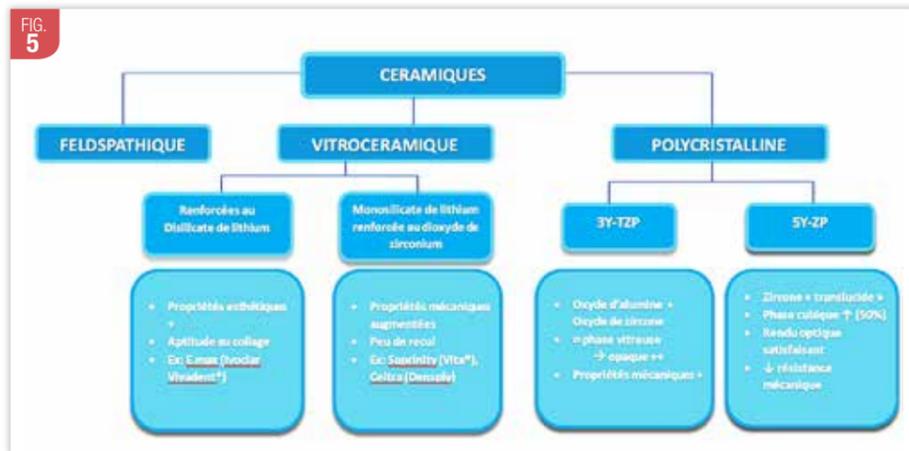
Ce sont des matériaux sur lesquels on a un certain recul et on sait qu'ils ont une bonne stabilité de teinte et de bonnes propriétés mécaniques de surface.

Les **maquillants composites** sont composés de méthacrylate de méthyl associé à un liquide résineux. Ils nécessitent un conditionnement de surface par application de silane. Puis ils sont photopolymérisés. Ils ont pour avantage modifiable à tout moment même en bouche. Cependant nous avons peu de recul sur leurs propriétés mécaniques et leur vieillissement.

Étude in vitro

Introduction

L'avènement de l'ère du numérique en dentisterie, permet de constater un accroissement important du nombre de restaurations réalisées par CFAO. Notamment en prothèse fixée, où les fabricants proposent un large panel de biomatériaux de plus en plus performants.



Pour les restaurations monolithiques en céramiques, des maquillants nécessitant une cuisson, sont disponibles pour pallier aux limites esthétiques des blocs usinables (Mühlemann et al. 2019).

En revanche, un processus de cuisson est contre-indiqué pour les matériaux usinables à base résineuse contenant une matrice de polymères acryliques. C'est pourquoi, les fabricants de blocs CFAO de type PICN proposent des kits de « modificateurs de couleur » qui viennent parfaire l'intégration esthétique de ces pièces monolithiques.

Les kits modificateurs de couleur proposés par les fabricants, sont polymérisés par une lampe à photopolymériser de laboratoire sans conditions particulières (Arikawa et al. 2003). On peut alors supposer qu'il existe une différence de résistance à l'usure entre le matériau usinable et le maquillant qui le recouvre. D'autre part, les produits maquillants les prothèses en céramique subissent une étape de cuisson que l'on ne retrouve pas dans les procédés de maquillage des restaurations à base composite (Yilmaz et al. 2008).

Les modificateurs de couleurs destinés à la caractérisation des restaurations à base résineuse sont relativement récents. Nous avons donc encore peu de recul et peu d'études sur ces maquillants, leurs propriétés mécaniques et leur vieillissement dans le temps (Koizumi et al. 2015) (Mühlemann et al. 2019).

Dans ce contexte, l'on peut se demander si les biomatériaux permettant de maquiller les restaurations provenant de blocs composites présentent une résistance à l'usure comparable aux maquillants destinés aux restaurations céramiques.

C'est pourquoi nous avons décidé de réaliser une étude pilote afin de connaître un peu mieux leur vieillissement en particulier leur usure face aux forces abrasives de la brosse à dents électrique. En effet, une usure rapide de ces maquillants aurait d'une part des conséquences esthétiques par la perte des effets de caractérisation et la diminution de la translucidité des pièces prothétiques (Arikawa et al. 2004). D'autre part, une surface usée présente une rugosité de surface augmentée. La rugosité de surface est un facteur de réussite important pour le succès esthétique, mécanique et biologique des restaurations (Mühlemann et al. 2019) (Awad et al. 2015). Une rugosité de surface augmentée peut entraîner des accumulations de plaque dentaire et en conséquence augmenter le risque de gingivite, de caries secondaires et de décolorations dentaires (Aykent et al. 2010).

Nous avons donc posé la problématique suivante : les biomatériaux permettant de maquiller les restaurations provenant de blocs à base composite présentent-ils une résistance à l'usure comparable aux maquillants destinés aux restaurations céramiques ?

Hypothèse nulle : Il n'existe pas de différence significative de teinte sur un échantillon maquillé avant et après usure par brossage.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons sélectionné un critère de mesure qui est la variation de teinte : ΔE . ΔE , correspond à la distance entre deux points définis par les coordonnées $L^*a^*b^*$ situés dans l'espace chromatique. Dont voici la formule :

$$\Delta E^*_{AB} = \sqrt{(\Delta L^*_{AB})^2 + (\Delta a^*_{AB})^2 + (\Delta b^*_{AB})^2}$$

Matériel et méthode

L'étude consiste à soumettre des échantillons test de blocs composites et des échantillons témoins de blocs céramiques maquillés au brossage électrique et de comparer leurs variations de teinte.

Vingt échantillons ont été fabriqués pour cette étude. Dans un premier temps, dix échantillons issus de blocs Vita Enamic (Vita Zahnfabrik®) qui sont ac-

tuellement les seuls blocs PICN disponibles sur le marché, ont été préparés. Puis, dans un second temps, dix échantillons témoins issus de blocs en céramique Vitablocs Mark II (Vita Zahnfabrik®) qui constitue l'un des « gold standard » des blocs en céramique usinable. L'ensemble de ces échantillons ont été taillés en tranches à partir de blocs et comportent de fait une épaisseur variable allant de 1 à 3 mm, la majorité se rapprochant de 2 mm d'épaisseur. L'ensemble des échantillons ont été polis avant application des maquillants afin d'obtenir une surface la plus régulière et homogène possible.

Puis un maquillage des échantillons a été réalisé selon les recommandations du fabricant.

Voici les matériaux utilisés, ainsi que les modalités d'application.

- Pour les échantillons Enamic : Silane, Vita® Enamic Stain. Polymérisation à 450 nm pendant 30 secondes.
- Pour les échantillons Mark II : Poudre + Liquide Vita® Akzent Plus. Cuisson au four de laboratoire (500 °C/12 mn puis 900 °C/1 mn) (Fig. 7).



Chaque échantillon a été soumis à une force abrasive par brossage électrique. Le test consiste à immerger les échantillons dans de l'eau à température ambiante puis d'appliquer une tête de brosse à dents en action sur les surfaces de biomatériaux maquillés. La brosse à dents utilisées est l'Oral B Vitality Braun®. Les échantillons sont immergés dans une solution eau + dentifrice.

- La force de brossage utilisée sera de 2,3 + 0,7 Newtons
- Et les temps de brossage : 52 mn (= 1 an de brossage), 104 mn (= 2 ans de brossage) et 208 mn (= 4 ans de brossage) (Fig. 8).



MINIMALEMENT INVASIVES ? AUCUN PROBLÈME !

VITA ENAMIC®

Grâce à sa résilience élevée, VITA ENAMIC permet la fabrication de restaurations minimalement invasives **préservant la structure naturelle de la dent, des épaisseurs de paroi réduites étant possibles.**



Scannez ce code pour découvrir ce produit dans le détail ainsi que d'autres cas cliniques intéressants !
www.vita-zahnfabrik.com/casesENAMIC

VITA – perfect match.

VITA

Mesure de la teinte

Les teintes ont été enregistrées avec un spectrophotomètre (VITA Easyshade® V, VITA Zahnfabrik®). Il permet d'obtenir les coordonnées colorimétriques dans une plage de mesure entre 400 et 700 nanomètres. Il s'agit d'un spectrophotomètre permettant de relever une teinte dentaire en cabinet ou au laboratoire de prothèse (Fig. 9).



Prise de teinte : spectrophotomètre, Vita Easyshade® V (Vita Zahnfabrik®)

Chaque échantillon a été mesuré cinq fois :

- sans maquillage (TSM) ;
- maquillé (T M) ;
- soumis au test équivalent à 1 an de brossage (T 1) ;
- soumis au test équivalent à 2 ans de brossage (T 2) ;
- soumis au test équivalent à 4 ans de brossage (T 3).

Résultats

Analyse observationnelle

Au cours de l'étude, nous avons pu constater une perte visible de substance maquillante sur les échantillons d'Enamic® soumis au test d'abrasion par brossage électrique. D'une part par rupture adhésive entre l'échantillon et le maquillant (comme un écaillage de vernis). Mais aussi une usure de surface par rupture cohésive. On voit clairement que là où le maquillant

ne s'est pas écaillé il est devenu plus clair et on peut apercevoir l'Enamic par transparence (Fig. 10).



Sur les échantillons de céramique testés aucune perte visuellement perceptible n'a été constatée.

Analyse statistique

Les tests appliqués à l'ensemble des mesures relevées sont les tests de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) et de Bonferroni/Dunn ($p < 0,0167$).

Concernant les maquillants appliqués sur PICN il existe une différence significative de teinte sur un échantillon maquillé avant et après brossage (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Il y a une augmentation de la différence de teinte avec le temps de brossage. L'hypothèse nulle est donc rejetée.

S'agissant des maquillants appliqués sur la céramique il n'existe pas de différence significative de teinte sur un échantillon maquillé avant et après brossage (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Les résultats montrent donc que les maquillants composites ont une faible résistance à l'usure par frottement. En effet, on constate, que l'ensemble des échantillons PICN soumis au test de brossage présentent des pertes de maquillants par rupture adhésive. De plus, les variations des valeurs La^*b^* montrent de façon significative qu'il y a également une perte de substance par usure.

Discussion

Les résultats sont en adéquation avec les données de la littérature (Flury et al. 2017) (Mühlemann et al. 2019). Comme il a déjà été énoncé dans l'introduction de l'étude, la perte de maquillants par usure entraîne une augmentation de la rugosité de surface. Une double conséquence en découle. D'une part esthétique, puisque les maquillants améliorent l'esthétique des restaurations.

D'autre part biologique, car l'augmentation de la rugosité de surface entraîne une augmentation de l'adhésion bactérienne sur les surfaces des restaurations et donc une augmentation du risque de d'inflammation gingivale et d'apparition de caries secondaires (Flury et al. 2017).

Cependant, cette étude préliminaire présente plusieurs limites :

- peu d'échantillons ont été testés ;
- dans la fabrication des échantillons, l'application manuelle des maquillants peut aboutir à une surface inhomogène ;
- la tête de brosse ne recouvre pas la totalité des échantillons ;
- la méthode de mesure peut être remise en cause. En effet, la prise de teinte difficilement reproductible sur un point donné (repositionnement du spectrophotomètre) ;
- autres phénomènes d'usure à évaluer (mastication, érosion par alimentation).

Il existe donc de nombreux biais et plusieurs paramètres seraient à améliorer.

Conclusion

De cette étude préliminaire, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- exceptée pour le maquillage des céramiques, la simulation d'usure par brossage des maquillants sur PICNs, modifie de façon significative la teinte des échantillons ;
- les produits maquillants composites appliqués sur PICNs ont une faible résistance à l'usure par frottement.

Ces conclusions sont donc à prendre en compte par le praticien lorsqu'il choisit un matériau de restauration. En effet, les propriétés esthétiques et mécaniques des restaurations monolithiques en PICNs maquillées sont modifiées par l'usure. Le praticien doit donc considérer l'importance esthétique de la restauration à réaliser. Une diminution des qualités esthétiques dans le temps est moins importante dans les secteurs postérieurs que dans les secteurs antérieurs. Cependant, si ces maquillants semblent ne pas adhérer aux restaurations dans le temps, ils ont pour avantage d'être renouvelables à l'infini contrairement aux céramiques. Le praticien peut donc prévoir des séances de « retouches » si l'esthétique des restaurations réalisées n'est plus satisfaisante.

Grande après-midi de rentrée, jeudi 30 septembre

3 TP, 3 thématiques, 3 conférenciers :
Olivier Boujenah, Thierry Lachkar, Franck Zerah
Travaux pratiques en... numérique, endo et implanto

INSCRIPTIONS AUPRÈS
 DE CATHERINE :
 alphaomegaparis@gmail.com

Save the date

L'apport du numérique dans la pratique dentaire

Olivier Boujenah

Nous allons vous montrer en quelques heures comment réaliser une empreinte optique sur un patient ainsi qu'une simulation avec un logiciel de Smile Design, la modélisation du Waxup digital et l'impression de celui-ci avec une imprimante 3D. Ainsi nous pourrons fabriquer un mockup sur place. Le but est de démystifier le numérique et de le faire rentrer dans tous les cabinets.



Mise en forme canalaire et retraitement endodontique

Thierry Lachkar

Travaux pratiques
 Système One Curve® et Remover®



Découverte des forêts Densah®

Franck Zerah

Une formation pratique pour répondre à 3 questions :

- Quand forer ? Quand condenser ?
- L'utilisation des forêts Densah® augmente-t-elle réellement le taux d'ostéo-intégration des implants ?
- Quels protocoles chirurgicaux adopter lorsque l'on utilise les forêts Densah® ?



NOUVEAU LIEU : Pavillon Etoile Presbourg • 12 Rue de Presbourg • 75116 Paris • TARIFS : Membres : gratuit si à jour de cotisation • Non membres : 180 € avant le 1^{er} septembre, sinon 250 €