



**DOSSIER**  
**Les prothèses télescopiques**  
350

Flux numérique  
et biocompatibilité  
Jochen Mellinghoff et coll. 339

Occlusion  
et numérique  
Sebastian Ruge et coll. 395

Barre en titane supra-implantaire  
et résine injectée  
Louis Arnould et coll. 410

# QDRP 4/22

QUINTESSENCE DENTISTERIE RESTAURATRICE ET PROTHÈSE

 QUINTESSENCE PUBLISHING

VOLUME 16 / NUMÉRO 4 / DÉCEMBRE 2022

# Gestion d'un patient avec un flux de travail numérique et biocompatible



zircone  
attachement  
PlaneFinder  
flux numérique



Jochen Mellinghoff<sup>1</sup>  
Arbnor Saraci<sup>2</sup>  
Lukas Wichnalek<sup>2</sup>  
Norbert Wichnalek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chirurgien-dentiste,  
Ulm, Allemagne.

<sup>2</sup> Prothésiste dentaire,  
Augsburg, Allemagne.



## JOCHEN MELLINGHOFF

Pfauengasse 14  
89073 Ulm, Allemagne

@ jochen.mellinghoff  
@dr-mellinghoff.de

## INTRODUCTION

Le souci de biocompatibilité est devenu un thème quotidien dans les laboratoires et les cabinets dentaires. La technologie CFAO permet, à cet égard, outre les matériaux vitreux et les céramiques feldspathiques usinables, de proposer de nouvelles solutions de matériaux biocompatibles sous forme de différentes variantes d'oxydes de zirconium, de matériaux hybrides et de polymères haute performance. La combinaison d'informations numériques issues du scan intra-oral, du scan facial, de l'occlusion intégrant la relation statique et dynamique et le développement de nouveaux flux de travail numériques deviendra certainement un jour la nouvelle normalité. Le cas clinique suivant montre ce qui est déjà possible, aujourd'hui, en matière de numérisation et de biocompatibilité.

## LE CAS DU PATIENT

Le patient, âgé de 58 ans, s'est présenté au cabinet dentaire parce qu'il avait perdu l'ensemble de

ses dents postérieures maxillaires, à l'exception de la dent 14. L'examen initial a également révélé des éclats des bords libres sur les incisives centrales supérieures 11 et 21, ainsi que des caries secondaires sur les dents 21 et 23 (Fig. 1 à 3). Aucun traitement n'était nécessaire à la mandibule (Fig. 4). Le patient souhaitait une restauration biocompatible et adaptée à son âge, qui stabiliserait son état actuel à long terme. Les implants n'entraient pas en ligne de compte pour lui, car les conditions anatomiques ne permettaient pas d'espérer un résultat de traitement prometteur, même avec des mesures chirurgicales et des augmentations importantes.

Après une consultation approfondie, le patient a opté pour deux ensembles de couronnes solidarisées en oxyde de zirconium multichromatique de 11 sur 14 et de 21 sur 23. Des attachements extracoronaires devaient être construits sur ces ensembles en direction distale afin de pouvoir ancrer une restauration amovible partielle. La plaque palatine et la base de la prothèse partielle devaient être fabriquées en polymère haute performance de la famille des PEEK et les



**Fig. 1** La situation initiale avec le secteur antérieur maxillaire endommagé et carié.



**Fig. 2** Le tracé des bords libres était irrégulier en raison de nombreux défauts. Une carie secondaire s'était formée sur plusieurs obturations en composite.



**Fig. 3** Les dents 12, 11 et 22 avaient préalablement reçu un traitement endodontique.



**Fig. 4** Aucun traitement n'était nécessaire à la mandibule.

zones postérieures avec des disques usinables en composite. La réduction de poids par rapport à l'armature en acier conventionnelle devait permettre, outre la biocompatibilité souhaitée, un meilleur confort de port. Les deux ensembles de couronnes solidarisiées en oxyde de zirconium et l'armature de la prothèse devaient également être personnalisés en fonction du patient. Ce faisant, les zones fonctionnelles devaient être conçues avec une approche monolithique afin de garantir la meilleure stabilité clinique possible à long terme.

### BASE DE TRAVAIL VIRTUEL

Après le relevé visuel de la teinte (A3) de la dent avec le VITA classical (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen) et sa documentation photographique avec une mire de calibration des gris, un scan facial en trois dimensions a été effectué avec la bouche ouverte (sourire) et fermée (scanner Face Hunter, Zirkonzahn, Gais, Italie) (Fig. 5). La situation clinique intra-orale a été enregistrée avec le scanner intra-oral Medit i500 (Medit, Séoul, Corée du Sud). Ensuite, les dents de 14 à 23 ont chacune été préparées pour une couronne périphérique

avec un axe d'insertion commun, et cette situation a également été numérisée avec le scanner intra-oral (Fig. 6 et 7). Les jeux de données ont alors pu être mis en correspondance, de sorte que la morphologie des couronnes à venir a pu être conçue de manière interactive dans le flux de travail du système Zirkonzahn (Fig. 8 et 9).

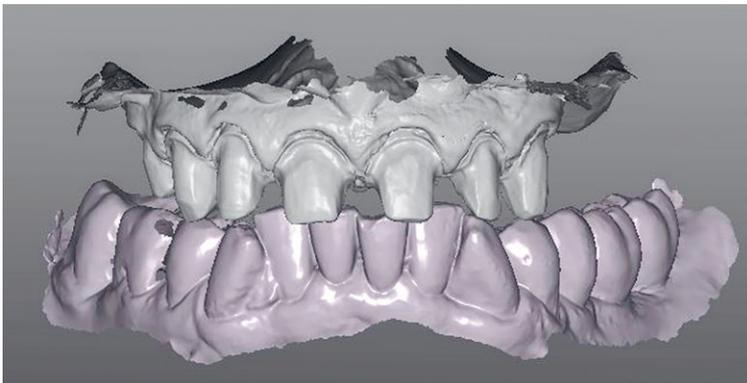
Sur la base des plans de référence définis virtuellement et de la situation d'occlusion habituelle scannée en vestibulaire, il a été possible de construire, outre les ensembles de couronnes avec attachements extracoronaires, la morphologie des dents postérieures manquantes avec les bases de châssis correspondantes et la partie femelle de l'attachement adaptée. Une seule étape analogue a également pu être préparée sur cette base de travail virtuel : la conception virtuelle d'un porte-empreinte individuel qui a ensuite été imprimé. L'intrados du PEI a été conçu avec une surface rugueuse pour garantir une bonne rétention du matériau d'empreinte. (Fig. 10 à 14). Puis, l'empreinte des dents préparées a été prise cliniquement (Fig. 15) et des modèles en plâtre ont été coulés, puis numérisés dans le scanner de laboratoire Medit T710 (Medit). Sur la base des informations fournies par le scan facial,



**Fig. 5** Pour un calibrage ultérieur sur PC, la teinte de la dent a été relevée avec le teintier VITA classical et une balance des gris.



**Fig. 6** État après la préparation de toutes les dents du maxillaire pour des couronnes périphériques.



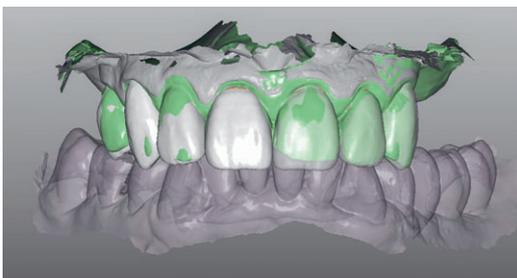
**Fig. 7** Les moignons préparés ont été numérisés à l'aide d'un scanner intra-oral.



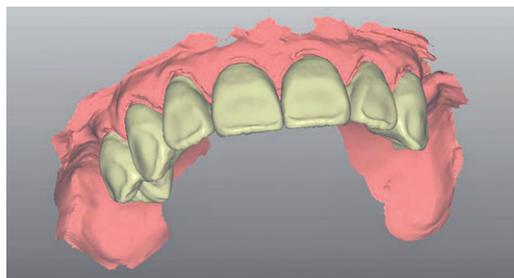
**Fig. 8** Le scan du visage avec la situation initiale comme base virtuelle pour le flux de travail numérique.



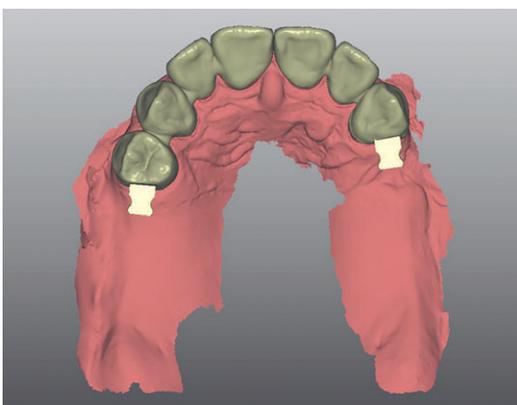
**Fig. 9** Un *mock-up* virtuel a été conçu et validé sur le scan facial.



**Fig. 10** Dans le logiciel de CFAO, le *mock-up* virtuel a servi de base pour la construction des deux ensembles de couronnes solidarisées.



**Fig. 11** La conception achevée des ensembles de couronnes avec des *cut-backs* vestibulaires.



**Fig. 12** Un attachement extracoronaire a été construit sur la partie distale de chacun des deux ensembles de couronnes.



**Fig. 13** Le scan facial avec la bouche fermée, vu latéralement, avec les niveaux de construction pertinents. La zone de soutien dans la région postérieure a également pu être construite sur la base des informations fournies par le scan facial.



**Fig. 14** Un porte-empreinte individuel a été conçu sur l'ensemble de la conception maxillaire.

les modèles virtuels ont pu être articulés en fonction du crâne dans le logiciel. Les modèles ont ensuite été imprimés avec des tiges de soutien intégrées. Sur l'ébauche en résine JawPositioner (Zirkonzahn), des marques des dents du maxillaire supérieur sont intégrées par fraisage, de sorte qu'un gabarit de positionnement des modèles a été créé. Celui-ci a pu à son tour être intégré dans le PlanePositioner sur l'articulateur (Zirkonzahn) afin de mettre en relation physiquement le positionnement virtuel du maxillaire supérieur par rapport au crâne. Après la fabrication de la restauration par CFAO, il était ainsi possible de contrôler l'adaptation dans l'articulateur réel et de procéder aux étapes de travail manuelles (Fig. 16 et 17).



Fig. 15 Le porte-empreinte individuel a été fabriqué par impression.

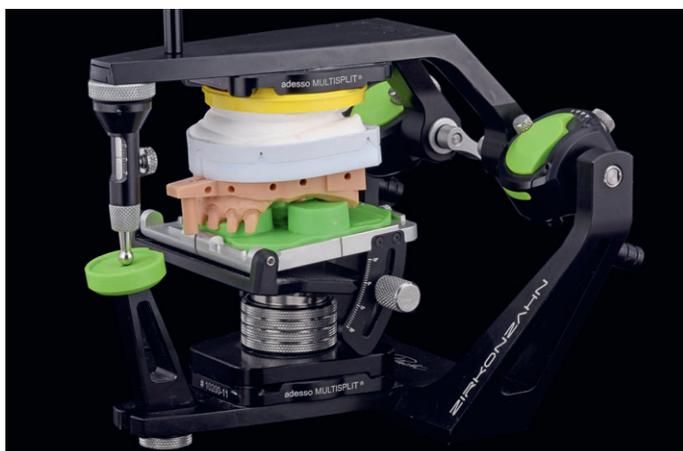


Fig. 16 Le modèle du maxillaire supérieur a été mis sur l'articulateur par rapport au crâne à l'aide d'un gabarit de positionnement fraisé.

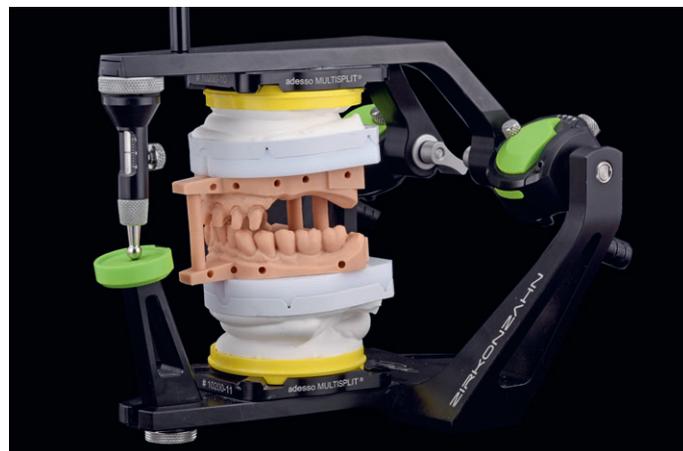


Fig. 17 La mandibule a pu être articulée en position stable en rapport avec le maxillaire grâce à des tiges de soutien imprimées.

## COURONNES SOLIDARISÉES EN OXYDE DE ZIRCONIUM

Les couronnes définitives solidarisées avec attachements extracoronaires ont été fraisées dans une usineuse en oxyde de zirconium VITA YZ ST supertranslucide et multichromatique de teinte A3. Ce matériau offre une fidélité absolue au référentiel de teinte VITA classical qui a servi au relevé de la couleur. La teinte de la dent de base du patient est donc reproduite, de manière fiable, à l'aide du lingotin. Le dégradé de couleur intégré permet en outre d'obtenir un aspect monolithique naturel. La zone prévue pour la microstratification a ensuite été réalisée avec la céramique cosmétique VITA LUMEX AC, ce que nous appelons « surface ennobling » (en anglais : affinage de la surface). Pour les surfaces de restauration frittées

de manière homogène, une attention particulière a été portée à la morphologie et à la texture de surface lors de la conception afin de répondre au souhait du patient d'une apparence adaptée à l'âge – en accord avec le secteur antérieur mandibulaire. La caractérisation finale et le glaçage ont été réalisés avec le système de maquillage VITA AKZENT Plus (Fig. 18 à 24).

## MAQUETTE D'OCCLUSION IMPRIMÉE

Les zones postérieures du châssis futur ont été imprimées, y compris la forme de la dent construite avec la partie femelle de l'attachement correspondante, comme maquette d'occlusion, de sorte que non seulement l'occlusion centrée et dynamique ainsi que la relation interarcade, mais aussi la phonétique et le confort de port



Fig. 18 Vue incisale des couronnes solidarisées directement après l'usinage dans l'unité de fraisage.

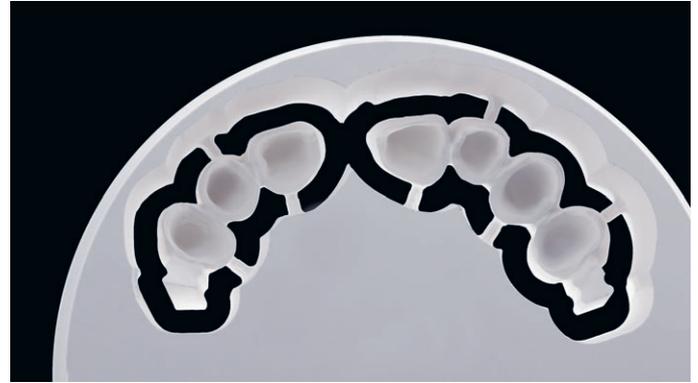


Fig. 19 Vue des intrados montrant avec quelle précision le lingotin a pu être usiné, notamment dans la zone marginale.



Fig. 20 Vue vestibulaire après découpe des disques et avant le frittage.



Fig. 21 État après frittage avec un dégradé de couleur continu et des *cut-backs*.



Fig. 22 Vue palatine de la zone fonctionnelle monolithique du deuxième quadrant.



Fig. 23 Vue palatine du premier quadrant avec l'attachement extracronaire sur la dent 14.



Fig. 24 Les deux ensembles de couronnes sur le modèle de maxillaire imprimé.

ont pu être simulés au moment de l'essayage. Seules de légères corrections ont dû être effectuées. Les variations résultent, comme pour un mode de fabrication analogique, d'une conception mécanique et rigide de la prothèse dentaire au laboratoire et de sa transposition dans un environnement biodynamique dans la bouche du patient au cabinet dentaire. En raison de ces bases de travail différentes, il y aura toujours des divergences (Fig. 25 à 28).

## ARMATURE EN POLYMÈRE HAUTE PERFORMANCE

Après le transfert des informations biodynamiques dans le logiciel de CFAO, le châssis définitif de la prothèse partielle amovible a pu être fabriqué à partir d'un disque de polymère haute performance en PEEK. Ce matériau offre un grand confort en raison de sa légèreté et s'avère chimiquement inerte, ce qui laisse présager une



Fig. 25 À l'aide du flux numérique, la maquette d'occlusion a également pu être imprimée.



Fig. 26 L'attachement extracoronaire et la partie femelle sont inclus dans la maquette.



Fig. 27 L'ensemble couronnes solidarisées et maquette avant l'essayage clinique.



Fig. 28 Essayage dans un environnement biodynamique. Seules des retouches minimales ont été nécessaires.



Fig. 29 L'armature de la prothèse partielle, usinée à partir d'un disque de polymère haute performance de la famille des PEEK.



Fig. 30 Pour les unités coronaires en secteur postérieur, le choix s'est porté sur le composite multichromatique VITA CAD-Temp.

biocompatibilité élevée. Des évidements précis ont été réalisés pour l'intégration ultérieure de l'élément de friction TK1 au niveau de l'attachement. Une vis d'activation permet ainsi de régler la friction en continu et de la réactiver à tout moment. Dans la zone des dents postérieures, une barre intégrée a été créée dans l'armature afin de garantir plus tard une assise sûre des dents solidarisiées fraisées. Après finalisation de la conception, la fabrication assistée par ordinateur a été réalisée à partir d'un disque (Fig. 29).

## DENTS POSTÉRIEURES EN COMPOSITE

Les dents postérieures ont été fabriquées en composite VITA CAD-Temp, un matériau provisoire longue durée et multichromatique, et solidarisiées sur le châssis. La forme de la dent a pu être reprise à partir de la maquette d'essai imprimée au préalable et adaptée de manière biodynamique. Une fois que tous les composants ont été fabriqués et élaborés par CFAO, des *inlays* cylindriques en dioxyde de zirconium ont été insérés au centre des premières molaires. Ils devaient faire office de butées centrées au cours de l'évolution clinique à long terme, afin de ne pas perdre la hauteur verticale et de garantir en même temps une liberté d'évolution du composite en cas de processus abrasifs (Fig. 30 et 31).

## CONDITIONNEMENT DU PLASMA

Étant donné que le polymère haute performance PEEK est chimiquement inerte, c'est-à-dire qu'il



Fig. 31 Les couronnes postérieures usinées en VITA CAD-Temp.

ne forme pas de liaisons chimiques avec d'autres substances, un appareil à plasma a été utilisé pour le conditionnement des couronnes en composite. Le plasma est un gaz auquel on applique une haute tension. Le plasma est donc un mélange d'ions et d'électrons gazeux. Dans ce cas, la technologie du plasma à basse pression a été utilisée pour rendre plus rugueuse la surface du polymère haute performance du châssis et de l'intrados des couronnes en composite solidarisiées, et également pour améliorer la mouillabilité.

Les pièces ont été placées dans une chambre à plasma basse pression et le programme correspondant a été lancé (Dentaplas PC, Diener Plasma,



Fig. 32 Le résultat après le conditionnement au plasma.



Fig. 33 Tous les composants de la réhabilitation après application de la résine polymérisable à froid de teinte gingivale sur la base et sur les parties vestibulaires du châssis.



Fig. 34 Le système de composite cosmétique photopolymérisable VITA VM LC flow contient cinq teintes gingivales différentes.

Ebhausen, Allemagne). Les gaz argon et oxygène sont alimentés en énergie sous vide et passent ainsi à un état excité. Il se forme alors des radicaux d'oxygène qui réduisent la tension de surface et les atomes d'argon s'écrasent comme de nombreux petits projectiles sur la surface du matériau. Cet effet de « microsablage » atomique crée de nouveaux partenaires de liaison ouverts et une meilleure mouillabilité. Les surfaces sont ainsi préparées de manière optimale pour une liaison. L'utilisation de *primers* n'est plus nécessaire (Fig. 32).

Après la réalisation du châssis de la prothèse et des zones vestibulaires avec une résine de teinte gingivale, les couronnes ont été fixées sur l'armature avec une résine polymérisable à froid VITA VM CC dans la teinte de dent A3 déterminée (Fig. 33).

### « HIGHFIELD SURFACE ENNOBLING »

Après l'élimination des excédents de VITA VM CC, l'armature a été recouverte de composite cosmétique fluide et photopolymérisable VITA VM LC flow. Le système comprend cinq teintes gingivales qui permettent de reproduire les papilles ainsi que les parties fixes et libres de la gencive en fonction du patient. L'anatomie gingivale n'a pas été imitée de manière exagérée et l'intrados du châssis n'a pas été recouvert afin d'éviter les adhérences et les incrustations. Au contraire, une surface absolument lisse a été créée afin d'éviter l'adhérence du bol alimentaire et des liquides. L'expérience montre que les patients apprécient les surfaces lisses en bouche, c'est pourquoi l'accent n'a pas été mis ici sur la reproduction artistique, mais sur le confort du patient (Fig. 34 à 36).

### NETTOYAGE AU PLASMA

Outre le conditionnement de surface, l'appareil à plasma offre encore, dans un autre réglage de programme, la possibilité de nettoyer la prothèse avant l'envoi au cabinet dentaire. Dans ce cas, la restauration a été traitée au plasma de manière standard. Non seulement les débris de l'ordre du nanomètre sont éliminés, mais les virus, bactéries et champignons sont également détruits de manière fiable. La surface n'est pas modifiée par ce choix de programme. Pour finir, les restaurations sont scellées pour les protéger contre les recontaminations et pourvues de l'autocollant



Fig. 35 La construction complète terminée après le traitement de surface de la partie extérieure de la selle avec VITA VM LC flow.



Fig. 36 Les couronnes solidarisées et la prothèse partielle forment une unité esthétique et fonctionnelle.



Fig. 37 La rétention de l'attachement peut être réglée à tout moment par la vis d'activation en fonction du patient.



Fig. 38 Vue palatine de la combinaison de différents matériaux dentaires.



Fig. 39 Les zones caractérisées du châssis ont été polies.

« Clean Prosthetics ». L'objectif déclaré est que les prothèses dentaires quittent le laboratoire aussi propres qu'un implant. Au cabinet dentaire, les couronnes solidarisées ont été assemblées avec une colle autoadhésive et la friction de la prothèse partielle a été réglée en fonction du patient (Fig. 37 à 45).



Fig. 40 Sous une lumière fluorescente, les butées fonctionnelles centrées en oxyde de zirconium sont visibles.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Grâce au patient virtualisé, une réhabilitation biocompatible a été créée dans un flux de travail numérique, qui a satisfait le patient. Grâce à la CFAO, un seul essai a été nécessaire au total. Deux rendez-vous ont ainsi pu être supprimés. Cela a

donc permis de gagner du temps et de réduire le temps de travail manuel. Un autre avantage pourrait être tiré du protocole si, dans la suite de l'évolution clinique, il fallait créer une prothèse fixe sur implants. Entre-temps, la prothèse partielle amovible stabiliserait de manière fiable les tissus mous et l'os maxillaire jusqu'à l'implantation. Pendant la phase de cicatrisation, une autre restauration provisoire ne serait donc pas nécessaire. L'attachement extracoronaire des unités de couronne solidarisées pourrait être éliminé (fraisé) pour la restauration prothétique des implants.



**Fig. 41** L'appareil à plasma, Dentaplas PC, peut être utilisé pour le conditionnement de surface et la désinfection.

**i** Der Patient im virtuellen Workflow biokompatibel versorgt. Plasmakonditionierung und -desinfektion. Quintessenz Zahntechnik 2022;48(1):26-37.

Traduit par Alexandre Richard.



**Fig. 42** Les couronnes solidarisées et assemblées avec une colle autoadhésive avec les attachements extracoronaires.



**Fig. 43** La situation intra-orale après la mise en place de la prothèse partielle et l'activation des attachements adaptée au patient.



**Fig. 44** L'état de surface de l'ensemble prothétique est en harmonie avec les dents mandibulaires.



**Fig. 45** La restauration est adaptée à l'âge et aux tissus dentaires durs naturels.