

Du métal au polymère : gestion d'un cas clinique par châssis en PEEK

Soumaya Zaier, Sameh Rzigui, Amna Abid , Hiba Triki
,Lamia Mansour

Service de prothèse partielle amovible , Clinique hospitalo
universitaire de médecine dentaire de monastir , Monastir
5000,Tunisie



Corresponding author :

Dr Soumaya Zaier ,

zaiersoumayaa@gmail.com

Résumé :

Introduction :

L'évolution du numérique en dentisterie facilite l'emploi de nouveaux matériaux pour la réalisation des prothèses partielles amovibles (PPA). Les alliages cobalt-chrome sont les références pour fabriquer les châssis prothétiques. Cependant, ces matériaux sont soumis à certaines limites en termes d'esthétique et technique d'élaboration. Dans ce cadre, les polyétheréthercétone (PEEK) ont fait leur apparition dans le domaine dentaire

Observation : Ce travail s'intéresse à détailler l'utilisation de la chaîne numérique d'acquisition et de réalisation d'une PPA en PEEK pour une patiente qui est venue consulter pour une réhabilitation prothétique d'un édentement de classe II modifié de Kennedy Appelgate, avec une exigence d'un traitement esthétique et fonctionnel

Discussion :

Le choix de type de la prothèse dentaire dépend des données issues de l'anamnèse et les examens clinique et complémentaires.

Les prothèses dentaires traditionnelles en métal de cobalt-chrome ont une durabilité élevée. Cependant, le recours à ce type de matériau n'est pas envisageable pour les patients qui ont une allergie, les patients qui ne tolèrent pas le goût métallique ou l'aspect inesthétique des crochets et de l'infrastructure métallique.

Le PEEK permet de proposer une alternative aux infrastructures à base d'alliages métalliques. Il présente des avantages en matière de biocompatibilité, de légèreté, de flexibilité et d'esthétique. Le développement des technologies de conception et fabrication assistées par ordinateur au sein des laboratoires et des cabinets dentaires peut permettre d'étendre leur utilisation et éventuellement leurs champs d'applications.

Cependant, son coût élevé, sa conception spécifique, ainsi que son manque de recul en matière de prothèses dentaires restent des limites.

Malgré ces inconvénients, le PEEK a un potentiel important en matière de prothèses dentaires amovibles partielles.

Mots clés : prothèse partielle amovible, Châssis de prothèse dentaire amovible, PEEK, Polyétheréthercétone, CFAO, Systèmes de Impression 3D,

Du métal au polymère : gestion d'un cas clinique par châssis en PEEK

Introduction

Les alliages métalliques cobalt-chrome (Co-Cr) restent les matériaux les plus couramment utilisés pour la fabrication du châssis des prothèses partielles amovibles grâce à leur module d'élasticité élevé, leur excellente résistance à l'usure et à la corrosion et leur excellente biocompatibilité. [1,2]. En dépit d'une excellente résistance mécanique et d'un faible poids, l'élaboration reste un long processus selon la technique utilisée et exige une exécution soignée afin d'éviter toute erreur humaine. En outre, la présence des crochets métalliques peut constituer un inconvénient, surtout chez les patients ayant des exigences esthétiques élevées. Dans ce cadre, des matériaux non métalliques comme le polyétheréthércétone (PEEK) ont été développés afin de répondre aux exigences esthétiques et biologiques [3,4]. Le PEEK est un polymère semi-cristallin à base organique ayant une excellente résistance mécanique et chimique [5,6]. En raison d'une excellente résistance thermique, d'une faible densité et d'une biocompatibilité excellente, le PEEK est une alternative appropriée aux prothèses partielles amovibles à châssis métallique du fait d'allergies métalliques, tout en favorisant une amélioration du confort et de la satisfaction du patient [7].

L'objectif du cas clinique est d'offrir une solution thérapeutique innovante, en intégrant une structure en PEEK, associée à la résine injectée, dans la confection d'une prothèse amovible partielle.

Cas clinique

Une patiente âgée de 45 ans, en bon état général, s'est présentée au service de prothèse partielle amovible (PPA) de la clinique dentaire de MONASTIR, pour le remplacement de ses dents absentes.

Elle consulte pour une réhabilitation prothétique esthétique et fonctionnelle.

A l'examen exobuccal, les trajectoires d'ouverture, de fermeture et de guidage s'effectuaient sans ressauts ou déviation, avec une amplitude normale. Il n'existait pas de pathologie articulaire et neuromusculaire associée.

L'examen endobuccal montre une hygiène insuffisante et un édentement maxillaire bilatéral de grande étendue. L'arcade mandibulaire est dentée, toutes les dents sont indemnes de caries



**Figure 1 : Vue end buccale des arcades :
A) arcade maxillaire, B) arcade mandibulaire, C) arcade en occlusion**

L'examen ostéomuqueux montre un palais moyennement profond et large et une tubérosité bien formée, La crête édentée est en cours de cicatrisation vu les extractions récentes.

Une radiographie panoramique a été réalisée avant l'extraction des bouts de racines, et elle a montré un rapport CR/RR<1 pour toutes les dents.



Figure 2 : Radiographie panoramique

L'examen de l'occlusion a mis en évidence une perte de calage unilatérale postérieure, une dimension verticale d'occlusion (DVO) et une position d'intercuspitation maximale conservées.

L'examen des moulages sur articulateur relève une réduction de l'espace prothétique disponible vertical suite à l'égression des 45,46 et 37.

Le recueil des données issues de l'anamnèse, de l'examen clinique et des examens complémentaires, a permis de poser le diagnostic d'un édentement maxillaire de classe II de Kennedy-Applegate modification 1, un facteur dento-parodontal et ostéo-muqueux favorable au maxillaire, un espace prothétique disponible insuffisant et un plan d'occlusion est à rétablir.

Les choix thérapeutiques ont été discutées avec la patiente qui refusait les solutions implantaires vu leur coût ainsi que toute apparence du métal sur les canines maxillaires.

La patiente a accepté la proposition d'une PPA avec un châssis en PEEK et un consentement verbal a été obtenu.

Les traitements d'assainissement notamment un détartrage surfaçage radiculaire ont été faits.

Les traitements pré-prothétiques en rapport avec la prothèse :

- Des améloplasties ont a été réalisée au niveau des 45, 46 et 37 afin de corriger le plan d'occlusion.
- Une piézochirurgie de remodelage osseux afin de créer un espace vertical suffisant.
- Des préparations coronaires en rapport avec la sustentation (Logettes) ont été réalisées pour recevoir les appuis occlusaux et cingulaires des crochets ; cependant celles-ci doivent être plus profondes par rapport à celles pour un châssis métallique en chrome cobalt.
- Des préparations coronaires en rapports avec l'axe d'insertion ont été aussi réalisées.
- Le scannage intraoral de l'arcade maxillaire ne peut pas être réalisé vu la grande étendue de l'édentement.
- Une empreinte anatomofonctionnelle globale a été réalisée avec un porte empreinte individuel (PEI) comme support et un silicone de basse viscosité comme matériau.

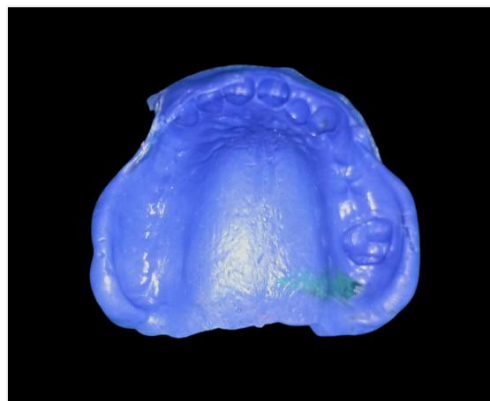


Figure 3 : Empreinte anatomo-fonctionnelle globale maxillaire

- Après coulée, le modèle de travail a été scanné à l'aide du scanner Opera System OS-200® (Fig 4)

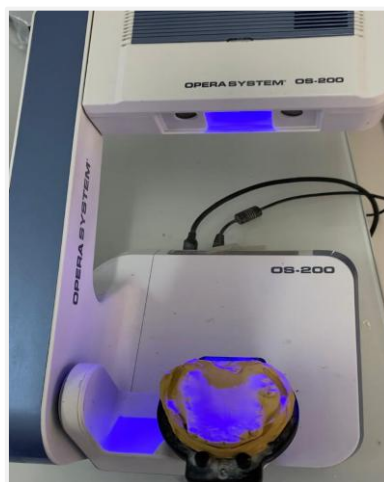


Figure 4 : Scannage du modèle de travail

La conception du châssis a été faite grâce au logiciel DENTAL WINGS®, sur les modèles numériques en commençant par la détermination de l'axe d'insertion (Fig 5)

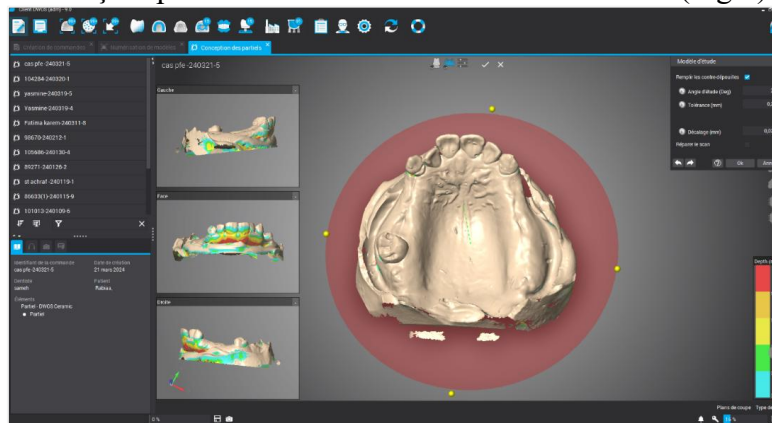


Figure 5 : Détermination de l'axe d'insertion

Dans un 2eme temps la parallélisation automatique du modèle par rajout de cire virtuelle a été réalisée. (Fig 6)

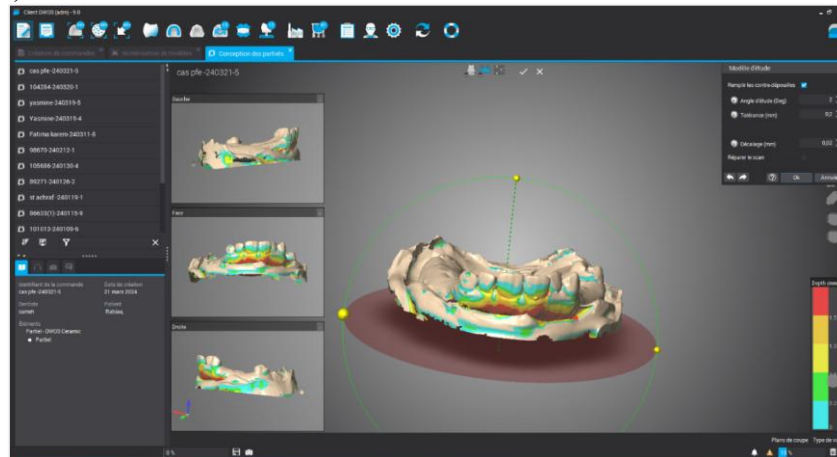


Figure 6 : Paralléliser le modèle par la cire virtuelle

La modélisation du châssis a été ainsi entamée. (Fig 9)

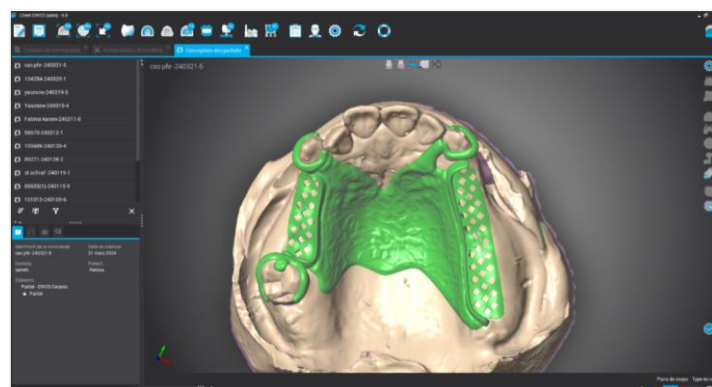


Figure 7 : Conception finale du châssis

Après finalisation et vérification de toutes les étapes de modélisation, le châssis conçu a été transféré à l'unité de fabrication sous forme de fichier STL.

Lorsque le fichier STL de la conception du châssis en PEEK est prêt, il est transféré au programme Wieland.

Ce logiciel est utilisé pour générer les instructions nécessaires à la fabrication du châssis à partir d'un disque de PEEK dans une fraiseuse.



Figure 8 : Disque PEEK adentatec®



Figure 9 : Unité d'usinage à sec

La fraiseuse Wieland est conçue pour effectuer le fraisage à sec du PEEK et d'autres matériaux dentaires, une fois l'usinage est terminé on récupère le châssis du disque. (Fig10)



Figure 10 : Récupération du châssis

Suite à l'essayage du châssis en bouche la patiente a été insatisfaite de l'apparence des bras vestibulaires des crochets avec leur couleur blanc.

Ainsi de retour en labo les bras vestibulaires des crochets ont été soigneusement découpées du châssis en PEEK pour être ensuite remplacées par de la résine injectée.

Afin d'initier le processus de montage des dents, il est impératif de procéder au scannage des deux modèles dentaires (supérieur et inférieur) en occlusion, tout en maintenant le châssis en position sur le modèle. (Fig11)

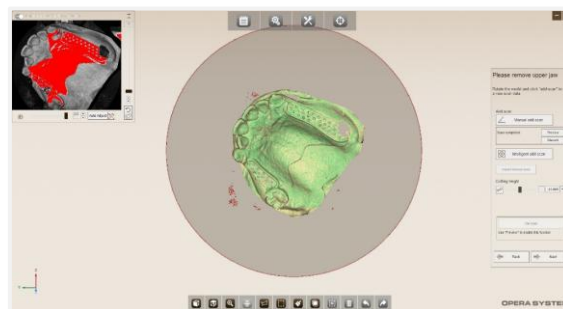


Figure 11 : Scannage de model maxillaire avec châssis en place

Les fichiers numériques des modèles scannés ont été importés dans un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) EXOCAD où on a réalisé le montage numérique des dents (fig12) puis l'impression 3D des dents prothétiques a eu lieu (fig13).

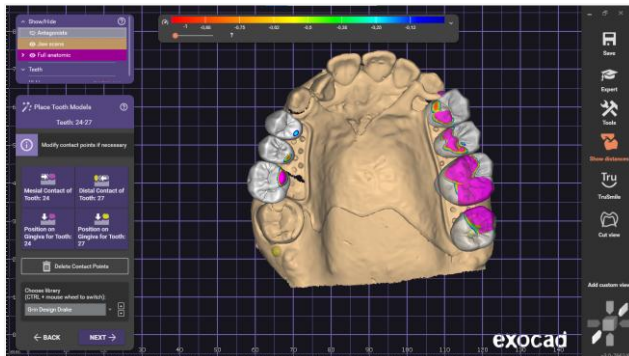


Figure12 : Mise en place des dents virtuelles prothétiques



Figure 13 : Impression des dents

Ensuite on a passé à la fixation des dents imprimées sur le châssis avec de la Cire (Fig14) et une fois l'essayage sur cire est validé on passe à l'injection de la résine. (Fig15 et 16)



Figure 14 : Châssis en PEEK avec les dents montées sur cire



Figure 15 : essayage sur cire

Après le dégrossissage et le polissage la prothèse a été la mise en bouche (Fig 16)

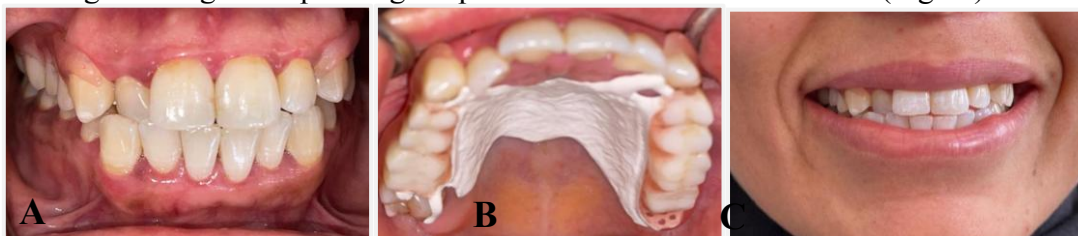


Figure16 : Châssis en bouche A) en occlusion, B) bouche ouverte, C) au sourire

Discussion

Le choix du matériau pour l'élaboration des prothèses dentaires amovibles doit reposer sur des données cliniques, les besoins du patient et les preuves scientifiques disponibles. Behr *et al.* [7], dans une étude rétrospective analysant les performances cliniques des prothèses partielles amovibles en cobalt-chrome (Co-Cr), rapportent un taux de survie à 10 ans de 90 %. Toutefois, les prothèses partielles amovibles conventionnelles ne permettent pas toujours de répondre aux exigences esthétiques des patients, notamment lorsqu'un souhait de restauration sans métal est exprimé.

Dans ce contexte, des matériaux non métalliques, tels que le polyétheréthercétone (PEEK), ont été développés afin de répondre aux enjeux esthétiques et de biocompatibilité [4]. Le PEEK est souvent qualifié de matériau « esthétique » en raison de sa teinte variant du blanc au brun clair, offrant une large palette de nuances et une bonne intégration visuelle avec les tissus dentaires. De plus, il présente un faible degré de décoloration [8].

Sur le plan biologique, le PEEK est reconnu pour sa biocompatibilité. Il ne présente ni cytotoxicité, ni mutagénicité, ni cancérogénicité, ni immunogénicité, ce qui contribue à la préservation de l'intégrité tissulaire [9]. Bien qu'il montre une certaine sensibilité au fluage et à la fatigue, ce matériau conserve une résistance mécanique élevée, avec des contraintes largement inférieures aux limites physiologiques, ainsi qu'une bonne ténacité [2].

Les matériaux alternatifs non métalliques tels que le PEEK sont indiqués dans plusieurs situations cliniques afin de pallier les limites des châssis métalliques conventionnels. Le PEEK constitue une option pertinente chez les patients présentant un risque allergique aux alliages métalliques, notamment en cas d'allergies de contact, de dermatite atopique, de lichen plan ou de lésions lichénoïdes, en raison de son excellente biocompatibilité avec les tissus mous, osseux et nerveux. Il est également indiqué pour prévenir les phénomènes d'électrogalvanisme et de corrosion, en particulier chez les patients porteurs de restaurations métalliques multiples, le PEEK étant un matériau non corrodable et électriquement isolant. Chez les patients à risque parodontal, sa flexibilité permet une insertion et une dépose plus douces du châssis, réduisant ainsi les contraintes exercées sur les dents piliers et les tissus de soutien. Enfin, la grande flexibilité du PEEK représente un avantage majeur dans les situations de malpositions ou de versions dentaires, car elle permet de franchir les contre-dépouilles sans déformation du matériau, tout en respectant le principe d'économie tissulaire et en limitant le recours aux préparations dentaires correctrices.

Le PEEK présente plusieurs avantages pour la réalisation des prothèses amovibles partielles, notamment sur les plans esthétique, biologique et fonctionnel. Son aspect non métallique permet d'éviter la visibilité des bras de rétention observée avec les châssis en chrome-cobalt, répondant ainsi aux attentes de patients souhaitant une restauration sans métal, bien que sa teinte demeure différente de celle des dents naturelles [10]. Sa légèreté améliore le confort et l'acceptabilité du dispositif, tandis que sa nature non conductrice permet d'éviter les phénomènes d'électrogalvanisme et de corrosion, souvent responsables d'un goût métallique. Sur le plan clinique, la rétention des prothèses en PEEK est rapportée comme suffisante et durable par certains auteurs. Toutefois, ce matériau présente également des limites, notamment un coût de fabrication plus élevé que les alliages métalliques conventionnels, une utilisation encore limitée avec un recul clinique insuffisant, ainsi qu'une flexibilité empêchant toute activation secondaire des crochets, ce qui impose une adaptation très précise dès la conception

[11]. De plus, Pour limiter les distorsions et déformations liées à la flexibilité du PEEK, le châssis doit être épaissi donnant plus d'encombrement en bouche et pouvant gêner le confort souhaité.

Par ailleurs, l'épaisseur accrue nécessaire pour assurer une résistance mécanique adéquate peut entraîner un volume plus important des crochets, susceptible d'altérer le confort, et la teinte blanche à grisâtre du PEEK peut constituer une gêne esthétique pour certains patients [10]. Malgré des performances cliniques prometteuses, des études cliniques contrôlées à long terme restent nécessaires afin de mieux évaluer la durabilité, les propriétés de liaison et l'impact des différentes techniques de fabrication sur le comportement du PEEK en milieu buccal [12].

L'intégration du PEEK dans les pratiques dentaires modernes permet non seulement de répondre aux besoins cliniques spécifiques mais aussi de repousser les limites des solutions prothétiques existantes. Alors que la recherche continue à explorer et à perfectionner les applications de ce matériau, il est probable que le PEEK jouera un rôle de plus en plus important dans l'innovation et l'amélioration des soins dentaires. [13]

Références

1 Rokaya D, Bohara S, Srimaneepong V, Kongkiatkamon S, Khurshid Z, Heboyan A, et al. Metallic biomaterials for medical and dental prosthetic applications. In: Jana S, Jana S, editors. *Functional Biomaterials*. Singapore: Springer; 2022. p. 503–522.

2 Dikova T. Properties of Co-Cr dental alloys fabricated using additive technologies. In: Dobrzański LA, editor. *Biomaterials in Regenerative Medicine*. London (UK): InTechOpen; 2018. p. 141–159.

3 Negm EE, Aboutaleb FA, Alam-Eldein AM. Virtual evaluation of the accuracy of fit and trueness in maxillary polyetheretherketone removable partial denture frameworks fabricated by direct and indirect CAD/CAM techniques. *J Prosthodont*. 2019;28:804–810. doi:10.1111/jopr.13075.

4 Gentz FI, Brooks DI, Liacouras PC, Petrich A, Hamlin CM, Ellert DO. Retentive forces of removable partial denture clasp assemblies made from polyaryletherketone and cobalt-chromium: a comparative study. *J Prosthodont*. 2022;31:299–304. doi:10.1111/jopr.13398.

5 Chen X, Mao B, Zhu Z, Yu J, Lu Y, Zhang Q, et al. A three-dimensional finite element analysis of mechanical function for four removable partial denture designs with three framework materials: Co-Cr, Ti-6Al-4V alloy, and PEEK. *Sci Rep*. 2019;9:13975. doi:10.1038/s41598-019-50363-1.

6 Neta B, Franco AG, de Carvalho GAP. Flexural strength of milled polymer bars, with and without glass fiber reinforcement. *Res Soc Dev*. 2022;11:e2711729626.

7 Behr M, Zeman F, Passauer T, et al. Clinical performance of removable partial dentures with cast clasps: a retrospective study. *Int J Prosthodont*. 2012;25:138–144.

8 Heimer S, Schmidlin PR, Stawarczyk B. Discoloration of PMMA, composite, and PEEK. *Clin Oral Investig*. 2017;21(4):1191–1200.

9 Toth JM. *Biocompatibility of PEEK Polymers*. Amsterdam: William Andrew Publishing; 2019.

10 Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G.

The use of a modified poly-ether-ether-ketone (PEEK) as an alternative framework material for removable dental prostheses. a clinical report.

J Prosthodont 2016;25(7):580-4.

11 Tannous F, Steiner M, Shahin R, Kern M.

Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps.

Dent Mater 2012;28(3):273-8.

12 Chengfeng Luo,1,2 Ying Liu,3 Bo Peng,1,2 Menghao Chen,1,2 Zhaogang Liu,3 Zhanglong Li,1,2 Hai Kuang,4,5 Baijuan Gong,1,2,* Zhimin Li,1,2,* and Hongchen Sun6. PEEK for Oral Applications: Recent Advances in Mechanical and Adhesive Properties. 2023 Jan; 15(2): 386.

13 Schwitalla A, Müller WD.

PEEK dental implants: a review of the literature.

J Oral Implantol 2013;39(6):743-9.