

## »» ARTICLES SCIENTIFIQUES



## Les moyens d'exploitation des racines résiduelles à l'ère du numérique

### Exploiting residual roots by digital techniques

**Mohamed Ben Yaala**, Amel Labidi, Yosra Mabrouk, Bilel Nasri, Sana Bekri, Hiba Triki, Lamia Mansour

Université de Monastir, Faculté de médecine dentaire de Monastir, Service de Prothèse Partielle Amovible  
Laboratoire de recherche ABCDF (LR12ES10), Université de Monastir, Tunisie

#### Résumé

La conservation des racines dentaires sous une prothèse amovible offre plusieurs avantages : un apport psychologique, le maintien de l'os alvéolaire et l'amélioration la stabilité de la prothèse ainsi que la rétention par l'utilisation des attachements axiaux. En effet, l'exploitation du flux numérique en dentisterie offre une mise œuvre plus facile de ces outils. La conception et la fabrication par ordinateur aide le praticien de faire un choix raisonné d'un attachement axial selon la situation clinique, une précision parfaite et un véritable confort pour le technicien de laboratoire. L'objectif de ce travail est de faire le point sur ce type de conception et de ses apports dans la préservation des racines dentaire en se basant sur une illustration clinique.

**Mots clés :** Attachement axial, CAD/CAM, impression 3D, Prothèse partielle amovible

#### Abstract

The preservation of tooth roots under a removable denture offers several advantages: a psychological support, the maintenance of alveolar bone and the reinforcement of stability of the prosthesis, as well as retention through the use of axial attachments. The use of digital workflow in dentistry makes it easier to apply these devices. Computer-aided design and fabrication helps the clinician to make a reasoned choice of axial attachment according to the clinical situation, with perfect precision and considerable comfort for the laboratory technician. The aim of this work is to review this type of design and its contribution to tooth root preservation, based on a clinical illustration.

**Key words :** Axial attachment, CAD/CAM, 3D printing, removable partial denture

## INTRODUCTION

La prothèse partielle amovible métallique reste une thérapeutique de choix dans plusieurs cas d'édentement partiel, vu son économie tissulaire et son faible coût financier [1]. Certes, plusieurs facteurs peuvent entraver cette réhabilitation prothétique à savoir, la valeur extrinsèque et intrinsèque des dents restantes, l'étendue de l'édentement, et le préjudice esthétique, d'où l'intérêt de la prothèse supra-radicaire et la conservation des racines dentaire.

L'intégration d'un attachement axial supra-radicaire à une prothèse partielle métallique présente de nombreux avantages. En effet, ces attachements permettent une meilleure répartition des forces masticatoires, limitant ainsi les contraintes sur les dents restantes et sur les tissus parodontaux. Ils favorisent aussi une meilleure stabilité et rétention de la prothèse, améliorant ainsi

le confort du patient lors de la mastication et de la phonation. Sur le plan esthétique, ces attachements peuvent être réalisés de manière discrète, minimisant ainsi leur visibilité lors du sourire. Leur intégration dans la conception de la prothèse permet une meilleure préservation des tissus environnants et une réduction des risques de résorption osseuse. [2] De nos jours, le flux numérique dans le domaine de la conception et la fabrication en dentisterie nous a permis d'avoir imprimer et coulé un attachement axial, ce qui offre plus d'avantage dans la réalisation d'une prothèse composite. Dans ce travail, nous allons détailler la mise en œuvre d'un attachement axial par une conception assistée par ordinateur et nous détaillerons à travers un cas clinique l'apport de cette procédure quel que soit au niveau clinique ou laboratoire.

## OBSERVATION CLINIQUE

### Présentation du cas

Une patiente âgée de 45 ans, a consulté le service de prothèse partielle amovible pour une réhabilitation prothétique. Elle voudrait améliorer son sourire et restaurer sa mastication. L'inspection intra-orale a révélé au niveau de l'arcade maxillaire la présence des quatre incisives, et de la 1ère prémolaire gauche. La 21 et la 14 étaient préparées (figure 1).



Figure 1 Vue endobuccale de l'arcade maxillaire

L'examen des surfaces ostéo-muqueuses témoigne d'une crête de hauteur et largeur suffisante, des tubérosités bien formées et d'un palais moyennement large et profond.

L'examen des moulages sur articulateur a relevé un espace prothétique disponible vertical suffisant, un plan d'occlusion perturbé (figure 2).



Figure 2 Moulages d'étude confrontés sur articulateur

Le diagnostic prothétique maxillaire témoigne d'une patiente en bonne état de santé générale consultant pour un motif esthétique et fonctionnel. Elle présentait une classe V de Santoni de grande étendue avec des facteurs dento-parodontal et ostéo-muqueux favorables. La dimension verticale d'occlusion était conservée, la position de référence était la Relation centrée, l'espace prothétique disponible verticale, le plan d'occlusion était perturbé, et le guide antérieur était dysfonctionnel.

### Décision prothétique

Au niveau de l'arcade maxillaire, une prothèse composite complexe a été indiquée (figure 3) associant une prothèse fixée sur la 22 et prothèse partielle amovible à châssis métallique stabilisée par un attachement axial supra radriculaire.

La fabrication de la prothèse était programmée selon une technique conventionnelle. Néanmoins, pour la fabrication de la chape supra radriculaire menue de l'attachement axial a été réalisé selon une technique numérique.

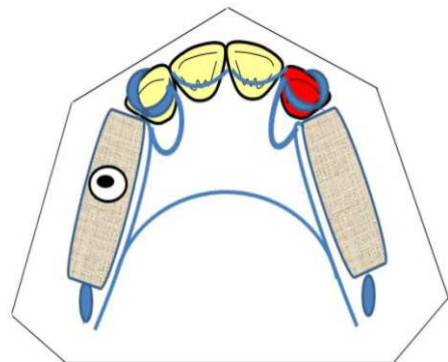


Figure 3 Conception de la prothèse composite planifiée

### Conception et fabrication assisté par ordinateur :

#### 1) La numérisation :

La numérisation des modèles se déroule au moyen d'un scanner de laboratoire. Ce dispositif est équipé d'une chambre dédiée au processus de numérisation, où le moulage est soigneusement placé. Une rotule positionnée au centre de cette chambre reçoit le modèle dentaire fixé sur un

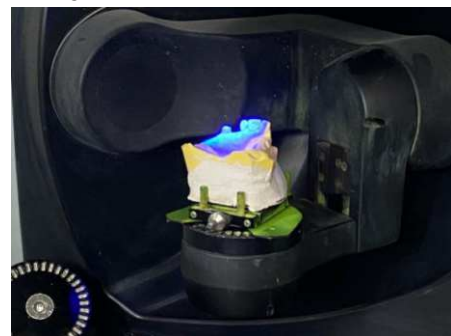


Figure 4 Mise en place du modèle pour scannage

Une fois la numérisation effectuée, l'étape suivante est de traiter les données obtenues à l'aide d'un logiciel spécialisé. Ce logiciel permet d'effectuer un post-traitement précis, ce qui aboutit à la création d'un fichier STL contenant le modèle dentaire virtuel. Ce fichier est ensuite visualisé à l'écran, offrant ainsi une représentation détaillée du modèle dentaire (figure 5.a). Les deux moulages montés sur

articulateur ont subi une séquence de scannage supplémentaire pour enregistrer l'occlusion statique (figure 5.b).

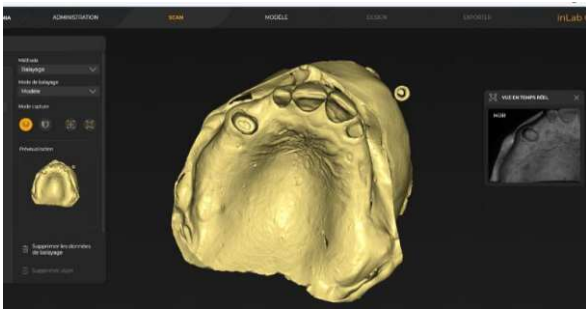


Figure 5a Modèle virtuel de l'arcade maxillaire

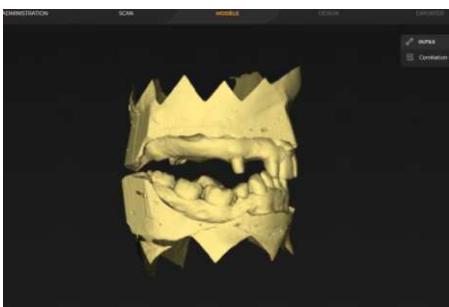


Figure 5b Confrontation des modèles en occlusion

## 2) La simulation :

La simulation implique une procédure visant à réduire la hauteur coronaire de la dent qui servira de support d'attache. Cette démarche est réalisée à l'aide d'un instrument de coupe offert par le logiciel, avec une précision d'environ 1 mm par rapport à la limite gingivale. L'étape suivante requiert de boucher la préparation et lisser l'état de surface en vérifiant que la hauteur restante ne dépasse pas 1 mm (figure 6.a). A ce stade, le modelage se fait en choisissant l'attache convenable à partir d'une bibliothèque de données comportant une variété d'attache dentaire. Le choix pour ce cas est un attache de la famille " Rhein 83" de type "OT CAP Normal - 2 mm Thread" (figure 6.c). L'axe d'insertion est bien choisi, l'attache est mis en place avec précision sur la dent traitée (figure 6.b). Pour la vérification de la faisabilité du projet prothétique et de la réussite du choix du système de rétention, un test s'effectue en mettant les moulages en occlusion et mesurer la distance entre l'attache et l'arcade antagoniste indiquant ainsi la suffisance de l'espace à exploiter pour loger les dents prothétiques (figure 6.e).

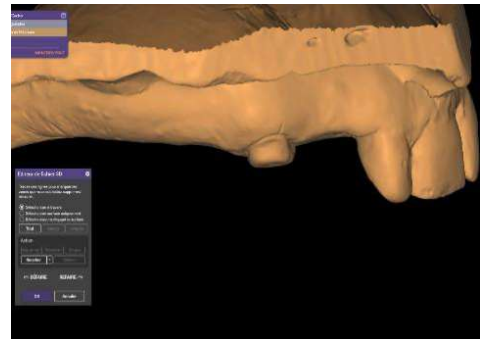


Figure 6a Elimination de la dent support d'attache

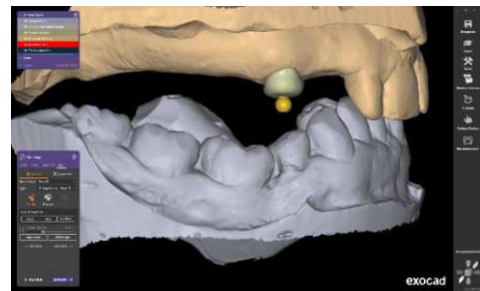


Figure 6b Positionnement de l'attache dentaire

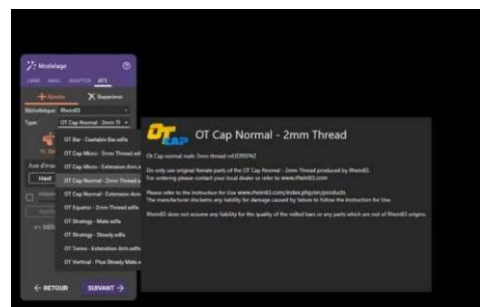


Figure 6c Choix du type d'attache

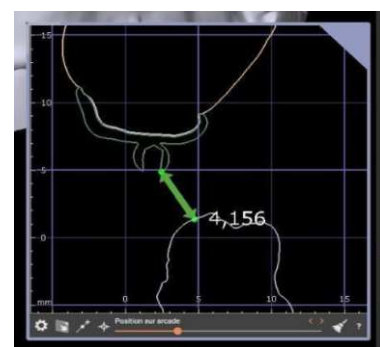


Figure 6d Valeur de l'espace prothétique

## 3) La conception :

Une empreinte tenon en place est prise après la section de la 14 et la réalisation du logement canalaire avec un tenon calcinable qui épouse la forme de la préparation du logement de l'attache (figure 7.a). Le modèle obtenu est scanné et converti à un modèle virtuel.

Les limites sont marquées avec précision en encerclant la dent support d'attachement afin de gérer l'espace à exploiter (figure 7.b). Insertion de l'attachement sur la chape et vérification de sa position par rapport aux dents restantes et par rapport à l'arcade antagoniste (figure 7.c et d).

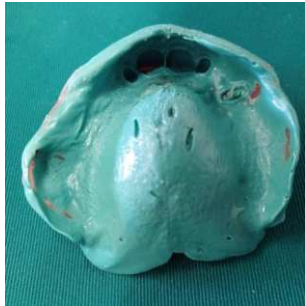


Figure 7a Empreinte avec tenon en place

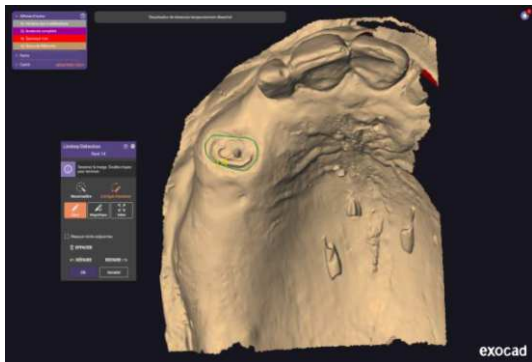


Figure 7b Détermination des limites

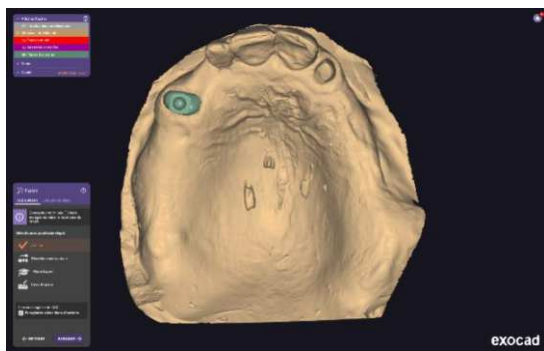


Figure 7c Vue occlusale de l'attachement



Figure 7d Contrôle de la morphologie de l'attachement sur le modèle virtuel

#### 4) Fabrication

Le principe consiste à polymériser couche par couche une résine photosensible liquide à l'aide d'un faisceau laser commandé par ordinateur. L'application de ces pièces commence par la conception et l'impression du modèle, atteignant un niveau de détail élevé, et se termine par leur passage à la coulée métallique, où la résine calcifiable s'évapore sans laisser de cendres ou de résidus, de sorte que la surface de l'objet final reste propre et présente une finition lisse (figure 8). A ce stade, l'attachement est prêt pour la mise en cylindre avec des tiges de coulée et la mise en revêtement.



Figure 8 Impression de l'attachement axial

Après la coulée de l'attachement et sa validation en bouche, un châssis métallique est réalisé à travers une empreinte de situation. Une étape d'essayage, d'enregistrement d'occlusion et montage des dents sont effectués selon les techniques conventionnelles. Après polymérisation, au niveau de l'intrados, la résine est éliminée avec une fraise boule en regard de l'emplacement de l'attachement pour loger la patrie femelle (figure 9). La partie male sera scellée par la suite en bouche et la partie femelle sera solidarisée au niveau de l'intrados (figure 9.b) après la mise place d'une rondelle d'espacement (figure 9.c).



Figure 9a Logement pour l'attachement au niveau de l'intrados de la prothèse



Figure 9b Composants d'un attachement axial



Figure 9c Utilisation de rondelle d'espacement

## DISCUSSION

### 1) la préservation des racines dentaires :

L'utilisation des racines dentaires offre plusieurs avantages :

- Préserver le volume osseux alvéolaire et éviter la résorption osseuse : La résorption de l'os alvéolaire est liée principalement à la perte des dents et la préservation garantit le maintien du niveau osseux dans toutes les directions, mais aussi limite l'affaissement de la prothèse et aide à prévenir la résorption secondaire lorsque les points d'appui sont correctement conditionnés sur l'arcade (1).

- Une stabilité supérieure par rapport à d'autres types de prothèses : L'outil d'ancrage solidement fixées aux racines naturelles des dents restantes fournissent une base solide et sécurisée pour la prothèse, ce qui réduit les mouvements inconfortables et les glissements, permettant ainsi aux patients de parler, de manger et de rire en toute confiance. Ainsi, elle améliore la répartition des forces en réduisant le bras de levier, ce qui limite la transmission de contraintes nocives aux dents

restantes. Cela découle de l'optimisation de la rétention, qui permet une fixation plus stable de la prothèse, ainsi que l'augmentation de l'efficacité masticatoire.

- Un esthétisme naturel en s'adaptant harmonieusement au naturel : Le résultat est un sourire naturel et attrayant qui améliore l'apparence générale du patient (3).

- La rétention est améliorée par l'utilisation d'attachements axiaux ou d'une barre d'ancrage, permettant ainsi une fixation plus fiable et une fonctionnalité accrue de la prothèse.

L'amélioration du confort et l'intégration psychologique optimale des prothèses à venir sont des objectifs cruciaux. De plus, une efficacité masticatoire accrue contribue à une meilleure satisfaction du patient et a une adaptation plus aisée aux prothèses, favorisant ainsi une intégration psychologique plus positive (4).

### 2) Présentation des attachements sphériques :

Un attachement sphérique est un système de rétention qui se compose d'un petit coussinet sphérique en plastique ou en caoutchouc incluse dans la prothèse et d'un mécanisme de verrouillage situé sur les implants dentaires ou les dents naturelles restantes. Cet attachement permet une connexion stable et fiable entre la prothèse et l'implant ou la dent naturelle, améliorant ainsi la rétention et la stabilité de la prothèse (5).

Elles sont principalement indiquées pour les dents restantes isolées, les piliers intermédiaires isolés dans un édentement encastré étendu, ainsi que pour les dents postérieures isolées avec un support parodontal affaibli et une faible hauteur prothétique.

Les attachements sphériques peuvent être supra implantaires : Les boutons de pression (partie mâle) sont vissés directement dans les implants et de préférence à 1 mm au-dessus de la limite gingivale. Les parties femelles sont incluses dans la prothèse amovible au laboratoire de prothèses de façon classique ou directement en bouche grâce à la résine auto-polymérisable (6).

### 3) Apport de la conception numérique :

#### 3.1) Principe de la CFAO :

La technologie de conception et de fabrication assistée par ordinateur (CFAO) en dentisterie améliore la conception et la production des restaurations dentaires. Elle permet de numériser, de concevoir et de fabriquer des prothèses dentaires

avec plus de précision et de rapidité.

Cette technologie a révolutionné les processus de fabrication des prothèses dentaires en réduisant le temps passé au fauteuil, en améliorant la précision et en diminuant les coûts. Le processus comprend la prise d'empreintes numériques, la conception numérique et le fraisage ou la fabrication additive des restaurations. Les systèmes CAD/CAM peuvent également intégrer la technologie du scanner intra-oral pour la fabrication directe des restaurations au cabinet ou au laboratoire (7).

### 3.2) les attachements par CFAO :

Dans certain logiciel de CAO/FAO, il existe des produits d'attachements dans les bibliothèques de plusieurs logiciels tels que : 3 DIEMME, 3shape, dental wings, egsolutions, exocad.

Ces systèmes peuvent être utilisés pour l'usinage avec la méthode CAD/CAM et avec la méthode traditionnelle de la cire perdue (8).

Le logiciel exocad offre une variété d'attachement dentaire trouvée dans la fonction “

Attachement “: La 1ere phase consiste à choisir l'attachement de la librairie qui peut être : bredent, generic, Rhein 83, si-tec, unor, etc ... Ce qui nous mène au choix du type désiré qui sera ensuite modelé (9).

### 3.3) Les procédés de fabrication :

Le procédé de fabrication se fait soit :

\*Par soustraction : La fabrication soustractive consiste à enlever de la matière par tournage, fraisage, perçage, meulage, découpe et alésage. Le matériau est généralement constitué de métaux ou de plastiques, et le produit final présente une finition lisse avec des tolérances dimensionnelles serrées (10).

\*Par addition : regroupe les procédés permettant de fabriquer des pièces, par ajout successif de couches de matière, à partir d'un modèle numérique, sans recourir à de l'outillage.

Les principaux procédés additifs de mise en forme sont : la stéréolithographie (SLA), la Fused Deposition Modeling (FDM), la Micro-fusion laser (SLM) et le frittage laser (SLS) (11).

### 3.4) Avantages des précédés numériques :

Depuis l'apparition des premiers logiciels de CFAO en prothèse amovible en 2006, l'utilisation de ces technologies de CFAO ne cesse de se répandre. Plusieurs laboratoires sont désormais équipés de machines de frittage laser métal et l'avenir de la réalisation des armatures métalliques semble s'orienter vers ces techniques. Pour le prothésiste le gain de temps est non négligeable et pour le patient

la qualité et l'adaptation du châssis sont nettement améliorées. L'empreinte optique en prothèse amovible nous a permis de supprimer plusieurs sources d'erreurs, en particulier lors du traitement des empreintes traditionnelles aux hydrocolloïdes. Après un temps d'apprentissage nécessaire, la durée de réalisation de l'empreinte peut être comparée au temps passé classiquement entre la préparation des matériaux et leur temps de prise (12).

## CONCLUSION

L'intégration de la technologie CFAO dans la prothèse dentaire représente une avancée majeure, offrant une précision accrue et une personnalisation des soins. Les attachements supra-radiculaires et sphériques améliorent la rétention et le confort des prothèses, tout en préservant l'esthétique et la fonctionnalité. Ces progrès technologiques et cliniques contribuent à une meilleure qualité de vie pour les patients, en leur fournissant des solutions prothétiques fiables et durables. La continuité de l'innovation dans les matériaux et les techniques promet d'optimiser davantage les traitements prothétiques et de repousser les limites de la dentisterie restauratrice.

## REFERENCES

- 1) Aubry, B., Louis, J. Prothèse amovible et implants : quelles contraintes, quels objectifs, quelles solutions ? *L'Information Dentaire, Stratégie Prothétique* n°5 - 2021 (page 372-383)
- 2) AFNOR, « Fabrication additive Vocabulaire ». NFE 67-001, 2011,
- 3) COURS La prothèse composite. *Fac Med Constantine*. <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/12/La-proth%C3%A8se-composite.pdf>
- 4) Begin M, Fouilloux I. *Les attachements en prothèse*. Quintessence International Paris, 2012.
- 5) Catalogue des attachements rhein 83. [https://www.rhein83.com/wp-content/uploads/2018/11/Catalogo\\_FRA\\_2018\\_D111\\_rev08\\_30-03-2018\\_WEB.pdf](https://www.rhein83.com/wp-content/uploads/2018/11/Catalogo_FRA_2018_D111_rev08_30-03-2018_WEB.pdf)
- 6) Duret, B. Pélissier. *Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire*. 2010
- 7) Olivier LE GAC & Dr. Arnaud SOENEN. *L'empreinte optique intra-buccale au service de la CFAO semi-directe en clinique*. *Le Fil Dentaire*. 55
- 8) Fajri, L., Berrada, S., & Merzouk, N. *L'articulateur dans l'étude pré-prothétique en Prothèse amovible partielle*. *Actualités Odontostomatologiques*, 276, 4.
- 9) Owandy Radiologie. *La CFAO : l'incontournable de la dentisterie moderne*. (s. d.). Owandy Radiologie.
- 10) Schittly, J., & Schittly, E. *Prothèse amovible partielle*. 2e édition - Editions CdP : Clinique et laboratoire. Initiatives Santé. (2015).
- 11) Yassine Amrani Alaoui. *La technologie cad cam : enquête auprès des techniciens dentaires de la ville de Rabat*. *Ajdi*. NO. 24 (2023) 57
- 12) Ines Saadalaoui, Sana Bekri, Amel Labidi, Mohamed Ben Yaala, Lamia Mansour. *Combination of CAD/CAM technologies and conventional processing in the fabrication of a maxillary obturator prosthesis: a clinical report*. *March 2024 journal of Medicine and Life* 17(3):375-380