

**Olivier Fromentin**

Paris

**Massinissa Karmoud**

**Pedro Fragata**

**Alioune Faye**

**Patrick Cougny**

Laboratoire Edentech (Herblay)



## Introduction

Depuis le milieu des années 1990, il a été décrit différents protocoles cliniques et de laboratoire intégrant la CFAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) dans le traitement de l'édentement complet par prothèse amovible, essentiellement dans le but de diminuer la durée du traitement (1).

Ainsi initialement, en complément d'étapes cliniques conventionnelles, une assistance numérique à la conception et à la fabrication d'une PAC a été décrite en utilisant des logiciels développés pour permettre de proposer un montage de dents artificielles supportées par une base prothétique virtuelle comportant des alvéoles. Après avoir imprimé ou usiné cette base en cire ou en résine, des dents artificielles du commerce étaient secondairement collées. Une rectification complémentaire par usinage était parfois nécessaire pour éliminer le talon des dents qui dépassaient au niveau de l'intrados prothétique (2).

Depuis cette période, de nombreuses évolutions ont été proposées pour modifier ces protocoles afin d'optimiser cette assistance numérique dans le traitement prothétique, tant en clinique qu'au laboratoire.

Après avoir rappelé succinctement les étapes cliniques qui conduisent à la réalisation d'une prothèse amovible complète conçue et fabriquée à l'aide d'une assistance numérique, les avantages et les limites de ces protocoles seront précisés.

## Assistance numérique dans le traitement par PAC : de la clinique...

Dans la quête d'un flux numérique le plus continu possible dans le traitement par PAC, quelques tentatives ont été décrites pour utiliser l'empreinte optique en remplacement des empreintes physiques primaire muco-statique, et secondaire anatomo fonctionnelle.

Concernant l'empreinte primaire, l'utilisation d'une caméra intra orale a conduit initialement à quelques essais infructueux liés à la difficulté d'enregistrer une surface édentée dont la topographie gingivale était trop uniforme pour permettre un recalage des images successivement enregistrées.

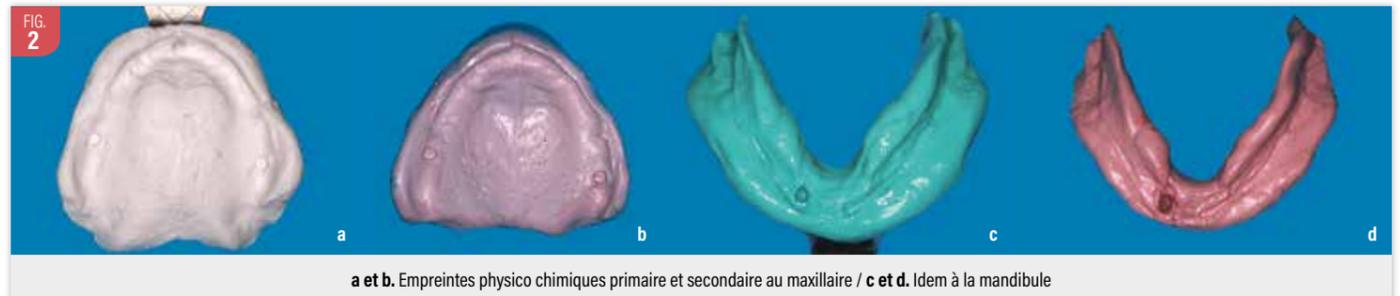
Avec les évolutions des algorithmes des scanners intra oraux actuels, il est désormais possible d'enregistrer la surface de la crête édentée maxillaire ou mandibulaire et ainsi permettre la réalisation d'un Porte Empreinte Individuel (PEI) (Fig. 1).

Même si dans certaines situations cliniques favorables, il a pu être décrit l'utilisation d'une empreinte optique seule pour réaliser une PAC à assistance numérique (3), une

récente revue systématique de la littérature (4) souligne qu'il est impossible d'enregistrer la situation de tissus gingivaux mobiles et donc de déterminer une limite périphérique fonctionnelle de la base prothétique avec un scanner intra oral. Une empreinte secondaire anatomo

fonctionnelle à l'aide de différents matériaux d'empreinte et d'un PEI s'avère encore indispensable (Fig. 2a à d). Puis, dans la quasi-intégralité des situations, les modèles secondaires maxillaire et mandibulaire issus de coulées en plâtre de ces empreintes secondaires permettent la

réalisation de maquettes d'occlusion. La numérisation des modèles peut permettre d'imprimer les bases en résine de ces maquettes d'occlusion en utilisant un logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) généralement associé au scanner de laboratoire utilisé.



a et b. Empreintes physico chimiques primaire et secondaire au maxillaire / c et d. Idem à la mandibule

# Take FIVE to match all!



## Admira Fusion 5 Couvrir les 16 teintes VITA® classiques avec seulement 5 teintes cluster :

- Universel : pour les exigences les plus élevées dans les secteurs antérieur et postérieur
- Rapide : 10 sec. photopolymérisation pour toutes les teintes
- Excellente biocompatibilité : pas de monomères classiques
- De première qualité : La plus faible rétraction (1,25 % en volume)

Dispositif Médical pour soins dentaires réservé aux professionnels de santé, non remboursé par les organismes d'assurance maladie. Lisez attentivement les instructions figurant dans la notice ou sur l'étiquetage avant toute utilisation. Classe/Organisme certificateur : IIA/CE 0482. Fabricant : VOCO GmbH



**VOCO**  
LES DENTALISTES

VOCO GmbH · Anton-Flettner-Straße 1-3 · 27472 Cuxhaven · Allemagne · Tel. +49 4721 719-0 · www.voco.dental



Empreinte optique d'un maxillaire édenté (Scanner intra oral Medit 1700)

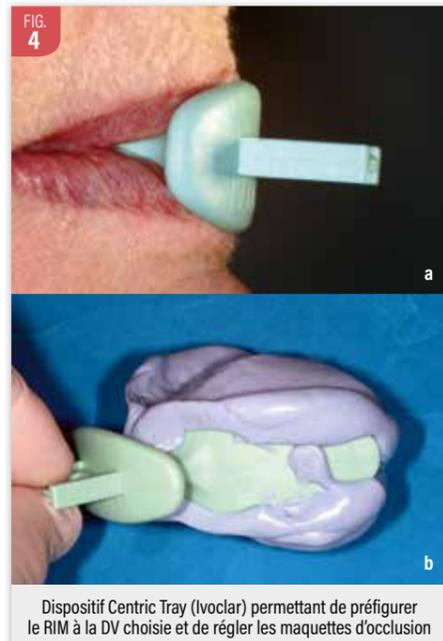
L'orientation du plan d'occlusion par rapport au plan de Camper, ainsi que son parallélisme avec la ligne bi pupillaire dans le plan frontal sont vérifiés cliniquement et les repères anatomiques (situation de l'axe sagittal médian, des ailes du nez et de la ligne du sourire) sont marqués sur le bourrelet maxillaire. L'utilisation d'un arc facial permet de transférer la position du modèle maxillaire sur un articulateur selon les caractéristiques anatomiques spécifiques du patient.

Puis le Rapport Inter Maxillaire (RIM) est enregistré de manière classique en solidarisant les bourrelets antagonistes en relation centrée, à la Dimension Verticale d'Occlusion (DVO) déterminée (Fig. 3a et b).



Le RIM est enregistré classiquement à l'aide de bases d'occlusion imprimées associées à des bourrelets en matériau thermo plastique. Les repères anatomiques sont marqués sur le bourrelet maxillaire

Ainsi, dans le protocole 3D Bite Plate (Ivoclar Vivadent) adapté pour être intégré dans le flux numérique Ivotion Digital Denture, il est décrit l'utilisation d'un instrument (Centric Tray) (Fig. 4a et b) permettant d'enregistrer une ébauche du RIM qui, une fois numérisée, facilite la conception virtuelle des bourrelets d'occlusion et la mise en place d'un système de point d'appui central préfabriqué (Gnathometer CAD) afin de finaliser l'enregistrement du RIM en relation centrée. D'une apparente facilité, ces modalités de traitement demandent une expérience tant du prothésiste de laboratoire que du clinicien, les paramètres induisant des potentielles erreurs du montage ultérieur des dents prothétiques étant nombreux et difficiles à contrôler simultanément (soutien labial insuffisant, dimension verticale d'occlusion sous ou sur évaluée, situation erronée du milieu inter incisif ou du plan incisif, erreur de rapport d'occlusion, rétention insuffisante).



Dispositif Centric Tray (Ivoclar) permettant de préfigurer le RIM à la DV choisie et de régler les maquettes d'occlusion

Afin de raccourcir le nombre de ces séances cliniques, il a été proposé de réaliser plus ou moins simultanément les empreintes et l'enregistrement du RIM à l'aide de dispositifs préfabriqués, développés dans le cadre de protocoles cliniques spécifiques proposées par différentes sociétés commerciales. Ces dispositifs (Gnathometer CAD Ivoclar Vivadent, AMD AvaDent) sont solidarisés aux PEIs imprimés par CFAO, et après avoir réalisé les empreintes secondaires, permettent d'enregistrer un tracé intra oral facilitant l'enregistrement du RIM à la DVO choisie (5-7).

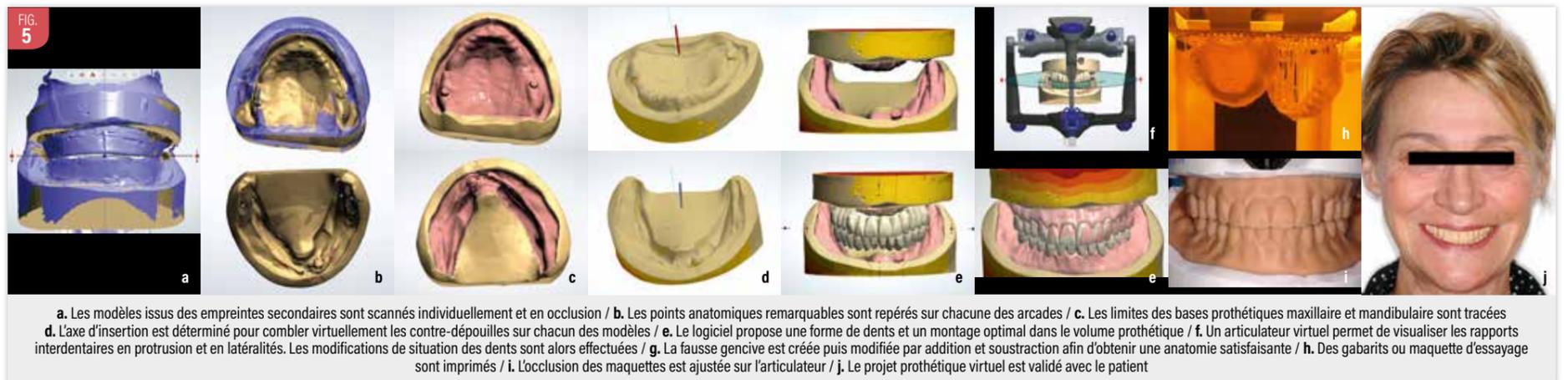
### ... au laboratoire

À ce stade, les modèles secondaires sont numérisés individuellement. Un autre fichier numérique au format .stl correspondant aux deux modèles agrégés par l'intermédiaire du dispositif d'enregistrement du RIM utilisé est également réalisé. Que l'on utilise un logiciel spécifique d'un protocole propriétaire (AvaDent, Baltic, Ivoclar) ou une option d'un logiciel de

CAO associé à un scanner de laboratoire (3Shape, Dental Wings, Exocad), la procédure de conception numérique repose ensuite sur les étapes suivantes (Fig. 5a à g).

- Le plan d'occlusion est repéré en situant le point inter incisif et 2 points latéraux sur les bourrelets d'occlusion et son orientation ou sa position éventuellement ajustée dans les différents plans de l'espace.
  - Les arcades édentées sont traitées individuellement afin de déterminer un axe d'insertion prothétique et combler virtuellement les contre dépouilles trop importantes.
  - Les limites des bases prothétiques sont repérées à l'écran et les points anatomiques localisés en quelques clics de souris sur l'écran (tubérosités maxillaires, papille palatine rétro incisive, situation des canines maxillaires et mandibulaires, trigones rétro molaires). Les bases prothétiques sont virtuellement créées.
  - Parmi la bibliothèque de dents artificielles proposée avec le logiciel de CAO, celui-ci détermine un choix de forme adaptée aux repères cliniques précédemment localisés, en fonction de règles classiques de montage des dents artificielles. Il est possible de modifier ce choix afin de retenir une autre option en termes de forme des dents artificielles.
  - Puis l'algorithme génère automatiquement un montage des dents prothétiques. Ce montage peut être visualisé dans tous les plans de l'espace et il est possible d'observer des mouvements en latéralité et protrusion selon des paramètres articulaires standardisés ou spécifiquement programmés (Pente condylienne et angle de Bennett). La recherche d'une occlusion bilatéralement équilibrée en latéralité et protrusion conduit fréquemment à déplacer certaines dents, individuellement ou par groupe, uni ou bilatéralement, en conservant ou non la situation des antagonistes.
- Les fonctions disponibles dans le logiciel permettent de faire apparaître ou disparaître les maquettes d'occlusion ou le modèle antagoniste, d'agrandir les vues, de déplacer les dents artificielles et de visualiser l'effet obtenu dans tous les plans, facilitant les ajustements progressifs du montage uni ou bi maxillaire.
- Une fois le montage figé, la fausse gencive est conçue afin de relier les dents artificielles à la base prothétique. La conception de cette région est modifiable par soustraction ou addition numérique en fonction des souhaits d'une anatomie spécifique de la gencive artificielle.
  - La conception numérique des prothèses est ainsi terminée et il est possible de passer à la Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO).

- Néanmoins, ce projet doit être validé cliniquement et nécessite donc la fabrication d'une maquette ou gabarit d'essayage. Ce gabarit peut être réalisé par usinage d'un disque en cire secondairement garni des dents prothétiques du commerce ou imprimé en résine (Fig. 5h à j). Quelques rectifications de cette maquette peuvent être effectuées cliniquement, généralement par soustraction. Les maquettes modifiées doivent être numérisées afin d'intégrer les rectifications dans le flux numérique de conception de la PAC.
- L'ensemble des informations enregistrées sous la forme d'un fichier numérique est transféré sur une machine-outil à commande numérique, le plus fréquemment une usineuse, laquelle va permettre la mise en forme du matériau. Le volume de la prothèse est positionné virtuellement dans le bloc de matière à usiner et différents étais sont créés afin de maintenir quelques points d'ancrage de la prothèse dans le disque de matériau après usinage (Fig. 6a à j).
- En fonction de l'architecture de la prothèse à usiner et de sa situation dans le disque de Poly Méthacrylate de Méthyle (PMMA), le logiciel de FAO génère automatiquement une stratégie d'usinage correspondant aux parcours de différentes fraises dans le matériau. Le calcul de ces trajectoires tient compte du nombre d'outils utilisés et de l'état de surface souhaité tout en évitant les collisions potentielles lors du déplacement des fraises avec le matériau non usiné ou son support.
- Un disque de résine en PMMA coloré est placé dans la machine puis le processus de fabrication est lancé. Selon le type de machine, du volume de la prothèse et de l'état de surface souhaité, un temps de travail de quelques heures par disque est nécessaire pour usiner une prothèse uni maxillaire.
- Après avoir démonté le disque qui vient d'être usiné de son support, la prothèse est dégagée de la résine non fraisée par section des étais. En fonction du type de conception choisie, les dents prothétiques sont ensuite collées dans les alvéoles de la base prothétique fraisée à l'aide d'un agent d'assemblage spécifique (Ivotion Bond, Vita Ivion bond) en utilisant une cale d'assemblage usinée en résine en fonction de la CAO du montage virtuel.
- Après maquillage éventuel et polissage, la prothèse peut être insérée en bouche et les adaptations cliniques finales effectuées.



a. Les modèles issus des empreintes secondaires sont scannés individuellement et en occlusion / b. Les points anatomiques remarquables sont repérés sur chacune des arcades / c. Les limites des bases prothétiques maxillaire et mandibulaire sont tracées / d. L'axe d'insertion est déterminé pour combler virtuellement les contre-dépouilles sur chacun des modèles / e. Le logiciel propose une forme de dents et un montage optimal dans le volume prothétique / f. Un articulateur virtuel permet de visualiser les rapports interdentaires en protrusion et en latéralités. Les modifications de situation des dents sont alors effectuées / g. La fausse gencive est créée puis modifiée par addition et soustraction afin d'obtenir une anatomie satisfaisante / h. Des gabarits ou maquette d'essayage sont imprimés / i. L'occlusion des maquettes est ajustée sur l'articulateur / j. Le projet prothétique virtuel est validé avec le patient



a. Le projet CAO de la prothèse maxillaire est transféré pour la FAO dans le volume du disque à usiner et des étais latéraux sont virtuellement créés / b. Le disque de résine bicouche Ivotion (Ivoclar Vivadent) permettant un usinage de la base et des dents prothétiques simultanément / c. Le disque placé sur son support dans l'usineuse 5 axes / d. L'usinage terminé, extradots et intradots des prothèses usinées maintenues dans leurs disques par l'intermédiaire des étais latéraux / e. Les prothèses sont séparées de la résine non usinée et préparées pour le maquillage / f. Après préparation de la surface, un composite de maquillage (Nexco Ivoclar) est utilisé / g. Aspect esthétique final de la fausse gencive prothétique maxillaire / h. Les prothèses sont insérées en bouche et l'occlusion ainsi que les mouvements excentrés sont contrôlés / i. Résultat final : Le visage de la patiente / j. Le sourire en vue frontale et latérale

## Avantages et limites de ce protocole de traitement assisté par informatique en PAC

Par rapport à un protocole conventionnel de traitement et de réalisation d'une PAC, la littérature récente rapporte de nombreux avantages et quelques limites notables qui doivent être apportées au débat.

### La réduction de la durée totale de traitement

C'est un avantage mis en avant par les sociétés ayant développé des protocoles de traitement ou la réduction des étapes cliniques est permise par un matériel spécifique combiné avec un logiciel de CFAO « propriétaire ». En fonction des protocoles proposés (Avadent Digital CD protocol, Baltic Denture System, Vita Vionic Digital System, Zirkonzahn Denture System, Ivoclar Ivotion Digital Denture System) de 2 à 5 séances cliniques ont été décrites (7). Dans les protocoles en 2 séances, une séance unique est consacrée à l'empreinte, au RIM et au choix de la teinte des dents prothétiques, la deuxième consistant en l'insertion de la prothèse terminée. Avec cette chronologie de traitement, aucune étape d'essayage clinique du projet virtuel à l'aide d'une maquette ou gabarit n'est prévue avant usinage et insertion finale.

Dans une étude clinique portant sur 7 patients traités par PAC réalisées selon un protocole numérique, *Lo Russo et Salamini* (8) signalent que 5 séances au fauteuil s'avèrent néanmoins nécessaires pour réaliser ce type de thérapie assistée numériquement.

Pour ces auteurs, en termes de durée totale de traitement, 90 minutes de temps clinique sont nécessaires associés à 50 minutes de laboratoire et 270 minutes d'usinage des 2 PAC avant collage des dents artificielles et polissage.

D'après *Srinivasan et Coll.* (9), un protocole de traitement clinique et de laboratoire par PAC numérique en 2 étapes cliniques est plus économique qu'un traitement conventionnel en 6 séances cliniques même si le coût en matériel s'avère significativement plus important dans le protocole numérique.

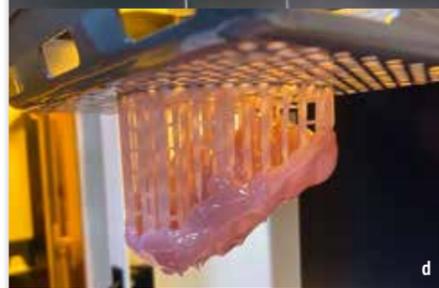
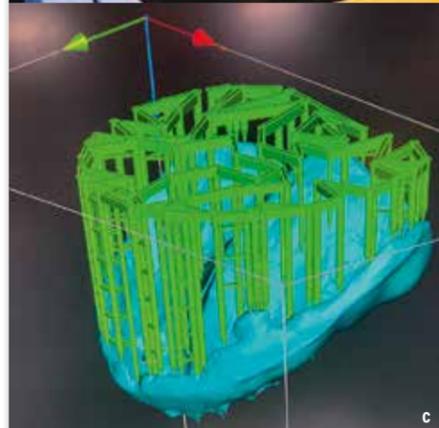
Pour de nombreux auteurs il apparaît clairement la nécessité d'une séance d'essai clinique avec validation par le patient, à l'aide d'un gabarit d'essayage imprimé correspondant au projet virtuel de la PAC. Une validation esthétique de la forme et de la situation des dents prothétiques associées à la vérification de la DV et du RIM s'imposent. À défaut, le praticien s'expose au risque d'une réfection finale partielle ou totale de la prothèse numérique usinée, compromettant d'autant l'économie de temps et de coûts attendue avec ce protocole numérique (10).

Concernant spécifiquement la fabrication au laboratoire, les étapes artisanales sont réduites drastiquement au profit des tâches de conception virtuelle et de contrôle de fabrication. Au-delà du temps consacré à la CAO puis à l'usinage, ce type de mise en forme assistée numériquement limite la durée de travail artisanal du prothésiste aux étapes éventuelles de collage des dents prothétiques, de maquillage gingival et au polissage. De plus, l'étape d'usinage du matériau peut être réalisée de nuit, en dehors des horaires d'activité du prothésiste ou déléguée à un centre externalisé de production, optimisant ainsi l'activité du laboratoire.

### Une diversité des modalités de fabrication d'une PAC numérique par rapport au protocole conventionnel

Concernant la FAO de ces dispositifs prothétiques, il est possible de choisir soit une méthode additive comme l'impression 3D (appelé également prototypage rapide, photo polymérisation en cuve, stéréolithographie ou impression par couches) en utilisant une imprimante, soit une méthode soustractive à l'aide d'une usineuse.

Ainsi, il a été proposé d'imprimer la base prothétique en utilisant de la résine PMMA photopolymérisable sous forme liquide pour réaliser la base prothétique (Fig. 7a à f) puis l'arcade dentaire avant de les solidariser par collage. Il est possible également de coller des dents prothétiques du commerce sur la base imprimée (Fig. 8).



**a.** Image du projet CAO d'une base maxillaire à imprimer  
**b.** La résine liquide PMMA rose est photopolymérisée et est versée dans le bac d'une imprimante DLP (Digital Light Processing) Nextdent 5100 / **c.** La base est placée virtuellement dans le volume de la cuve à photopolymériser et des supports sont créés / **d.** Impression 3D terminée après 50 minutes, la base est retenue sur la platine de l'imprimante par les étais / **e.** La base maxillaire imprimée avant rinçage à l'alcool et photopolymérisation finale / **f.** Les dents prothétiques sont insérées dans les alvéoles de la base imprimée pour vérification avant collage



Agent d'assemblage pour coller les dents prothétiques sur une base usinée ou imprimée



## Le système COMFOUR™ Système de pilier pour restaurations occlusales vissées

Avec le système COMFOUR™, vous pouvez offrir à vos patients édentés l'option d'une prothèse immédiate, confortable et permanente sur quatre ou six implants - et donc un gain considérable de qualité de vie.

Outre les bridges occlusaux vissés utilisés dans le cadre d'une mise en charge immédiate ou différée, ce système à options multiples permet aussi la restauration sur dent unitaire sur piliers droits ou angulés.



COMFOUR™ vous offre une multitude d'options et vous aide à relever les défis du quotidien plus rapidement.

Scannez et découvrez les avantages COMFOUR™



Pour tout renseignement, veuillez contacter votre service clients au 02 47 68 95 00

Plus fréquemment la mise en forme du matériau est réalisée par soustraction de matière dans des disques de résine colorée à l'aide d'une machine-outil à commande numérique (usineuse 5 axes). Dans cette situation, il est possible de choisir différentes stratégies de fabrication en fonction du matériau mis en forme :

- soit deux disques en PMMA, l'un de résine rose pour la base prothétique (par exemple IvoBase CAD Ivoclar), l'autre de couleur blanche monochrome (SR Vivodent CAD) ou multicouche (Dent Multi Ivoclar) pour réaliser une arcade dentaire secondairement collée ;
- soit un seul disque en résine rose et coller individuellement des dents préfabriquées du commerce ;
- soit un seul disque en résine bicouche (Ivotion Ivoclar) qui permet d'usinier en un bloc la base et les dents prothétiques.

En termes de qualité de production et de coûts, ces stratégies répondent à des besoins différents.

- La durée de production d'une base prothétique par impression 3D demande seulement quelques dizaines de minutes alors qu'un cycle de fabrication sur une usineuse demandera généralement plus de 5h en fonction de la qualité de l'usinage choisie. De plus, en termes de coût du matériel nécessaire à la production et de consommation utile de résine PMMA, l'impression s'avère significativement plus économe.
- L'utilisation de dents du commerce en association avec une base imprimée ou usinée permet de garantir une qualité industrielle de production, tant en termes de propriétés mécaniques que d'esthétique des dents artificielles. Toutefois, aucune adaptation de morphologie des dents choisies n'est possible durant la CAO de la prothèse et la procédure de collage doit être très soignée afin d'éviter une imprécision dans le positionnement final ainsi qu'un décollement potentiel à moyen terme.
- Enfin, les disques pré polymérisés sous haute pression et température en PMMA utilisés pour l'usinage, moins poreux et à degré de polymérisation plus élevé, permettent de garantir un meilleur comportement mécanique, physique et biologique que des résines conventionnelles thermo polymérisables par pression/injection ou que les résines méthacryliques à imprimer.

### Une meilleure qualité de fabrication de ces PACs produites par FAO

Ainsi, d'après la revue de la littérature de *Janéva et Coll.* (11) en 2018, des études *in vitro* montrent une meilleure fiabilité dimensionnelle et une moindre déformation des prothèses produites par usinage de disques en résine PMMA pré polymérisée par rapport à des techniques conventionnelles de mise en forme (résine pressée ou injectée). Les propriétés mécaniques des matériaux prothétiques ainsi usinés seraient supérieures pour la base ou au moins égales à celles des dents du commerce.

De même, l'usinage permettrait d'éviter les déplacements des dents artificielles rencontrés avec les procédés de mise en forme par pressée ou injection.

Enfin, en termes de biocompatibilité, une étude récente montre un taux de monomère résiduel beaucoup plus limité pour les résines utilisées en CFAO que pour celles mises en œuvre de manière conventionnelle (12).

Sur le plan clinique, l'adaptation précise de la base prothétique et l'état de surface obtenu par usinage se traduisent par un comportement plus favorable de la PAC vis-à-vis de la fibromuqueuse au cours du temps et par un joint prothétique plus efficace. Ainsi, l'évaluation par des cliniciens montrerait une rétention plus importante, une meilleure adaptation ainsi qu'une stabilité supérieure des PACS réalisées par un protocole numérique en comparaison de celles fabriquées de manière conventionnelle (11).

Pour certains auteurs, l'évaluation par les patients traités à l'aide des 2 types de prothèse montre qu'ils seraient davantage satisfaits par le renouvellement de leur prothèse que par un mode de fabrication spécifique (13). Néanmoins, la quasi-intégralité des publications concernant l'évaluation par le patient du confort et de l'efficacité masticatrice rapportent un comportement au moins égal et souvent supérieur des prothèses conçues et fabriquées avec assistance numérique par rapport à celui de celles issues d'un protocole de conception traditionnelle (14,15).

Concernant la mise en forme additive par impression 3D, peu de données scientifiques sont accessibles mais il apparaît qu'en termes de précision de fabrication, ce procédé serait moins performant que l'usinage (16), même si certains auteurs interrogent la pertinence clinique des différences dimensionnelles rapportées dans ces études (17).

De même, les propriétés mécaniques, la biocompatibilité en termes de taux de monomères résiduel ainsi que la stabilité colorimétrique de ces résines mise en forme par impression tridimensionnelle demandent à être évaluées plus en détails (18). Pour *Anadioti et Coll.* (19), l'impression 3D en PAC doit actuellement être réservée à la réalisation de PEIs, de gabarits d'essayage, de prothèse immédiate ou provisoire, car les résultats obtenus seraient moins performants, comparativement à l'usinage, pour réaliser une PAC d'usage.

### La flexibilité de l'assistance numérique dans la conception et la « re production » prothétique

L'ensemble des données numérisées caractéristiques d'un cas clinique ainsi que le projet virtuel CAO correspondant à un PEI, une maquette d'occlusion ou à une PAC uni ou bi maxillaire sont généralement sauvegardées permettant ainsi de les utiliser à nouveau pour une nouvelle production.

Un deuxième jeu de prothèses complètes ou duplicata peut ainsi être fabriqué rapidement, sans nouvelle conception, et ceci indépendamment du délai entre les deux productions. Ceci représente un avantage notable par exemple dans les situations de réfection urgente liée à la perte ou la fracture d'une prothèse (11).

De plus, grâce à la numérisation au cabinet ou au laboratoire et à la facilité d'intégration des données cliniques existantes au sein d'un flux digital, il a été proposé différents protocoles de traitement avec assistance numérique, en fonction de la situation clinique et du projet prothétique envisagé (réfection de prothèses existantes, prothèse immédiate provisoire, traitement sans références prothétiques préalables...) (20).

**Néanmoins, il doit être souligné également quelques limites de ces protocoles de traitement, de conception et de fabrication assistés numériquement.**

### Modernité des moyens ne signifie pas simplification clinique

Sur le plan clinique, ces protocoles de traitement optimisés ou écourtés, apparemment très simples sont au moins aussi exigeants dans les étapes d'empreinte, d'enregistrement du rapport inter maxillaire, de situation des points et plans de référence.

Les techniques d'empreintes simultanées combinées avec l'enregistrement du rapport inter maxillaire à la DV choisie, décrites dans certains protocoles simplifiés utilisant des dispositifs originaux demandent un apprentissage et sont souvent aussi chronophages que les techniques conventionnelles. Ainsi quelques publications récentes (13,21) signalent que la mise en place de prothèses réalisées avec ces protocoles cliniques accélérés a nécessité des modifications secondaires des bords prothétiques par des rectifications soustractives et/ou des remarginages périphériques afin d'améliorer leur rétention.

Par ailleurs, il est essentiel de noter que contrairement à une conception classique, le flux numérique permet moins de souplesse dans les modifications à apporter dans un montage après essayage clinique. Ainsi l'utilisation de gabarits imprimés permettant de sortir du virtuel afin de valider conjointement avec le patient, ce qui a été numériquement conçu à l'écran s'avère essentiel avant de finaliser la fabrication. Si des modifications de situation des dents, une imprécision dans la RIM ou la DV sont constatées, les modifications à apporter conduisent à modifier la CAO du projet et à valider à nouveau le montage rectifié avec un gabarit complémentaire, imposant une durée de traitement et des coûts majorés. Au-delà de la courbe habituelle d'apprentissage de toute nouvelle procédure, ceci est un point essentiel à retenir en soulignant que la maîtrise des concepts classiques de traitement en PAC s'avère un pré requis indispensable afin de limiter ces risques de réfection et maintenir une qualité du résultat thérapeutique similaire à celle d'un protocole traditionnel.

### De la spatule à la souris, la transition prothèse réelle-virtuelle

Comme pour tout nouveau logiciel, il est nécessaire de consacrer du temps pour se familiariser avec son utilisation et de maîtriser les différentes fonctions disponibles lors de la CAO puis en FAO même si beaucoup de commandes sont souvent intuitives ou automatisées.

Néanmoins le travail de conception à l'écran, souvent avec des vues agrandies d'une prothèse virtuelle, se traduit parfois par un résultat réel quelque peu différent du projet attendu en termes de volumes ou d'architecture. Au-delà de la courbe d'apprentissage cognitive, ceci demande une compétence, en termes de compréhension de cette transition entre le projet virtuel et réel, moins simple qu'il n'y paraît en première intention.

Plus concrètement, en fonction du développement des algorithmes, les modifications de montages nécessaires afin d'obtenir le maximum de contacts bilatéralement équilibrés s'avèrent plus ou moins complexes et chronophages. Enfin, selon les logiciels de CAO, les modifications classiques de montage des dents dans les situations par exemple de forte Classe 2 avec suppression de PMs imposent parfois des stratégies exotiques afin d'obtenir le résultat escompté.

### La pérennité du résultat obtenu au laboratoire

Certains auteurs ont signalé le vieillissement prématuré et la décoloration de certaines résines utilisées pour imprimer des bases prothétiques, ce qui a conduit à limiter leur indication à des prothèses amovibles transitoires (18). De même, il a été rapporté des décollements des dents prothétiques sur les bases imprimées ou usinées (18,19). Le respect des protocoles de collage en termes de traitement des surfaces à assembler et l'utilisation des colles recommandées en fonction des matériaux doivent permettre de limiter ces complications en rapport avec une intervention artisanale dans un protocole de production à assistance numérique.

### L'impact financier au laboratoire et au cabinet dentaire

Au laboratoire, la mise en place de ces moyens de conception (scanner, logiciel de CFAO) et de réalisation (imprimante et machine à photopolymériser, usineuse 5 axes) pour les dents et les bases prothétiques, la maintenance de ces machines, ainsi que les matériaux consommables associés (fraises, résine liquide ou disques de PMMA) nécessitent des investissements ainsi que des coûts de production plus élevés par rapport à ceux d'une chaîne de fabrication conventionnelle.

Même si l'assistance numérique à la conception et à la fabrication permet de rationaliser significativement le temps de travail spécifique du prothésiste au laboratoire, la rentabilité du modèle économique de ces protocoles

reste discutée. Particulièrement dans ces phases initiales de développements sur le marché, l'impact de ces coûts sur le tarif de ces prothèses proposées par différents laboratoires et donc sur le montant des honoraires de traitement en PAC peut s'avérer un frein notable.

Ceci est d'autant amplifié sur le marché français par un tarif imposé par la convention actuelle concernant le traitement de l'édentement complet par prothèse amovible (PAC unimaxillaire CCAM HBLD031, 1100 € / bi maxillaire CCAM HBLD035, 2300 €), et ceci quelles que soient les spécificités du cas clinique traité, des conditions d'exercice du praticien ou du mode de fabrication de la prothèse.

À titre de comparaison, une publication récente (9) rapporte que les honoraires demandés pour un traitement par PAC bi maxillaire, numérique ou conventionnelle, réalisé par des étudiants en formation initiale dans une université publique suisse, varient de 2190 à 3350 Francs Suisses, correspondant d'après les auteurs, à un montant environ 40 % moins élevé que celui payé en pratique privée. Après un rapide calcul, les honoraires de ce traitement par PAC en Médecine dentaire libérale suisse correspondent donc à une fourchette variant approximativement de 3600 € à 5500 €, soit environ de 60 % à 140 % plus élevés que le tarif conventionnel français actuel.

### Conclusion

L'apport des solutions numériques dans le traitement de l'édentement complet par prothèse amovible représente une avancée technologique significative soulignée par de nombreuses publications scientifiques.

L'avantage clinique apporté par une durée de traitement théoriquement plus courte doit être envisagé dans le cadre de cas simples ou le praticien maîtrise à la fois les concepts traditionnels de traitement en PAC conventionnelle mais également les protocoles spécifiques décrits pour ces traitements assistés numériquement.

Au laboratoire, la conception virtuelle des prothèses s'avère une évolution majeure en termes de mode et de durée du travail de fabrication mais plus encore leur production constitue un progrès notable en termes de qualité des dispositifs prothétiques obtenus.

Concernant la thérapeutique prothétique de l'édentement complet par prothèse amovible, malgré les données actuelles de la science qui montre l'intérêt de ces protocoles, on ne peut que regretter qu'un des freins essentiels à leur développement dans l'exercice clinique quotidien réside dans l'inadéquation entre le tarif conventionnel et la réalité économique.

### Bibliographie

1. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures : systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent.* 2013 ; 109 (6) : 361-6.
2. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M, Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. *J Prosthet Dent.* 2016 ; 115 (5) : 541-6.

Toute la bibliographie est à retrouver sur [www.aonews-lemag.fr](http://www.aonews-lemag.fr)