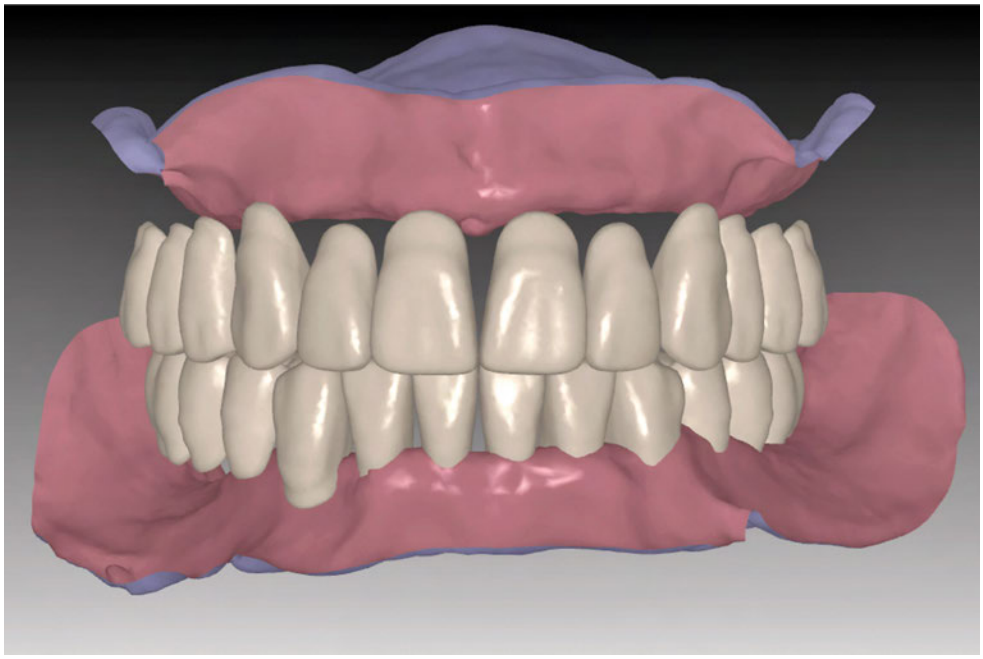
Alexander Deak
Carlo P. Marinello

Clinique de médecine dentaire reconstructive et myoarthropathies, Hôpitaux universitaires de Bâle

CORRESPONDANCE
Prof. Dr. med. dent.
Carlo P. Marinello MS
Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Myoarthropathien
Universitätskliniken für Zahnmedizin
Universität Basel
Hebelstrasse 3
CH-4056 Basel
Tél. +41 61 267 26 36
Fax +41 61 267 26 60
E-mail: carlo-p.marinello@unibas.ch

Traduction: Jacques Rossier et Thomas Vauthier



Utilisation des logiciels CAO-FAO pour prothèses complètes

MOTS-CLÉS
Reconstructions amovibles, prothèses complètes, CAO-FAO, rapport coût-efficience

Image en haut: Représentation virtuelle à l'écran du prémontage des dents prothétiques.

RÉSUMÉ

La fabrication de prothèses totales avec la technique de pressage classique nécessite plusieurs séances cliniques et la collaboration du technicien dentaire. En revanche, la réalisation de prothèses totales fraisées en utilisant la technologie de numérisation («scannage») est en mesure de simplifier grandement le travail clinique ainsi que le travail technique au laboratoire dentaire. Le but de cette contribution est de présenter étape par étape une nouvelle procédure (AvaDent®, Global Dental Science, Scottsdale), qui permet la réalisation de prothèses totales en deux séances seulement. Pour ce faire, la prise d'empreinte définitive des maxillaires est réalisée lors de la première séance, de même que la détermination de la dimension verticale et horizontale au moyen de l'enregistrement de l'arc gothique par stylet scripteur, ainsi que la détermination de la position esthétique et fonctionnelle des dents antérieures (ligne médiane, contour des bords incisifs, taille des incisives). Les prothèses sont insérées en bouche au cours de la deuxième séance. La technique permet la modélisation virtuelle totale et le fraisage d'une prothèse complète, sans modèles en plâtre et sans mise en moufle dispendieuse ni bourrage de la résine au laboratoire dentaire. Ce système permet donc la réalisation hautement efficiente de prothèses totales amovibles de haute qualité pour le patient édenté. Nous présentons ci-dessous une évaluation critique de ce procédé du point de vue de l'utilisateur.

Introduction

Au plan mondial, la prévalence moyenne en fonction de l'âge et l'incidence de l'édentement ont diminué au cours des dernières années, et pourtant – pour des raisons démographiques, médicales, sociales et économiques – le nombre absolu des personnes édentées âgées de 65 ans et plus est en forte augmentation (Petersen & Yamamoto 2005; Kassebaum et coll. 2014). Dans le cadre de la gérodontologie, la réhabilitation par prothèses complètes classiques reste encore le traitement de choix pour nombre de patients édentés. L'approche classique avec prise d'empreinte, enregistrement de l'occlusion, essai en bouche et insertion nécessite plusieurs séances au fauteuil. De plus, lorsque la mobilité de ces patients est limitée en raison de problèmes médicaux, ils ont besoin d'une aide extérieure pour se rendre chez le médecin-dentiste. La durée du traitement est accrue, ainsi que les coûts. Ce dernier élément incite souvent le patient à rechercher des alternatives thérapeutiques – tant sur le plan géographique que par rapport aux solutions techniques proposées. Compte tenu de l'espérance de vie croissante et du changement de situation socio-économique, il est souvent essentiel pour le patient, dans les cas d'édentement simple, de trouver des solutions efficientes et financièrement abordables pour les restaurations prothétiques.

Dans ce contexte, un procédé permettant de réaliser la base en résine ainsi que les dents artificielles d'une prothèse au moyen d'une lithographie 3D par laser avait déjà été décrit en 1994 (Maeda et coll. 1994). Une autre approche reposait sur la duplication numérique de prothèses complètes et leur fraisage ultérieur en cire (Kawahata et coll. 1997). Ce n'est que récemment qu'un procédé rapide de réalisation par laser de la base prothétique («Laser Rapid Forming») a été développé en utilisant des empreintes numériques obtenues sous forme de données STL (Wu et coll. 2010). Un autre groupe réalise des prothèses complètes en scannant (en numérisant) une prothèse réalisée en cire avec un dispositif CBCT (Cone-Beam CT, ou TVN = tomographie volumique numérisée); les données STL générées de cette manière permettent le fraisage, respectivement l'impression 3D de la prothèse (Kanazawa et coll. 2011; Inokoshi et coll. 2012).

A ce jour et malgré les nombreuses innovations proposées, un seul procédé a pu s'établir en pratique clinique: le système AvaDent® (AvaDent®, Global Dental Science, Scottsdale) (Infante et coll. 2014). Pour les situations cliniques simples, ce système permet la réalisation d'une prothèse complète en deux séances seulement. La première séance est consacrée à la prise d'empreinte définitive de la mâchoire, à la détermination des dimensions verticale et horizontale et à la définition de la position esthétique et fonctionnelle des dents antérieures (ligne médiane, contour du bord incisif, taille des incisives et position des canines). Les prothèses seront insérées au cours de la deuxième séance. La modélisation virtuelle et le fraisage de la base de la prothèse complète remplacent la production de modèles en plâtre, ainsi que la mise en moufle dispendieuse et le bourrage de la résine au laboratoire dentaire. Chez le patient édenté, ce système permet donc de réaliser de façon extrêmement efficiente des prothèses complètes de haute qualité, notamment sur le plan de la technologie des biomatériaux. Dans le cas clinique présenté ci-dessous, les prothèses complètes sont réalisées avec le système AvaDent® et insérées lors de la deuxième de traitement. La procédure clinique est présentée étape par étape.

1. Généralités

Les prothèses complètes classiques sont habituellement réalisées sur la base des quatre à cinq étapes ou séances suivantes: 1. Prise d'empreinte initiale; 2. Prise d'empreinte définitive; 3. Enregistrement de l'occlusion (détermination des dimensions verticale et horizontale); 4. Essai clinique des dents prothétiques montées sur cire; 5. Incorporation de la prothèse. Le nouveau système AvaDent® fournit tous les outils et matériaux



Fig. 1 Aperçu des instruments prothétiques.

Fig. 2 Ramollissement du porte-empreinte thermoplastique dans un bain d'eau chaude (>70° C).

Fig. 3 Essai en bouche du porte-empreinte personnalisé.

Fig. 4 Barrage (digue) de bordure du porte-empreinte en élastomère de viscosité normale (polyvinyle siloxane, PVS).

Fig. 5 Prise d'empreinte du maxillaire supérieur édenté en deux phases et deux temps.

nécessaires sous forme de kit (fig. 1). Par ailleurs, les informations obtenues lors des trois premières étapes de production conventionnelles sont enregistrées en une seule session, quasiment sans perte de qualité. L'essai des dents prothétiques sur cire peut être réalisé virtuellement, ou il peut être effectué en bouche lors d'une session supplémentaire au fauteuil.

2. Prise d'empreinte

2.1 Porte-empreinte

Différentes tailles de porte-empreintes en matériau thermoplastique sont disponibles pour la prise d'empreinte du maxillaire et de la mandibule édentés. Ils permettent une adaptation individuelle extra- et intraorale à la forme de la mâchoire. Lorsque des prothèses existantes sont disponibles, un modèle de l'intrados de la prothèse est réalisé avec un mastic («putty») de silicone. L'adaptation individuelle du porte-empreinte est alors réalisée: après passage dans un bain d'eau chaude (>70° C) (fig. 2), il est adapté, élargi ou étendu en contact étroit avec le modèle. Les zones en saillie sont éliminées au scalpel ou à la fraise. Puis le porte-empreinte est essayé en bouche et contrôlé quant à la présence d'éventuelles sous-extensions ou surextensions (fig. 3). Le cas échéant, des adaptations supplémentaires peuvent être faites directement en bouche. Pour la conception du porte-empreinte, on suivra en principe les mêmes directives qui s'appliquent pour la fabrication d'un porte-empreinte individuel pour un maxillaire édenté.

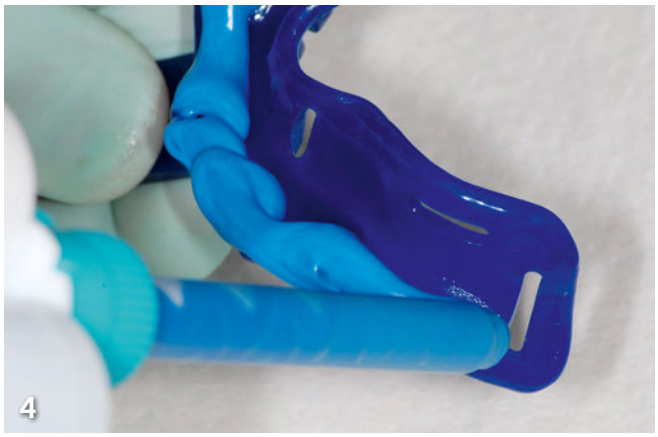
2.2 Prise d'empreinte définitive

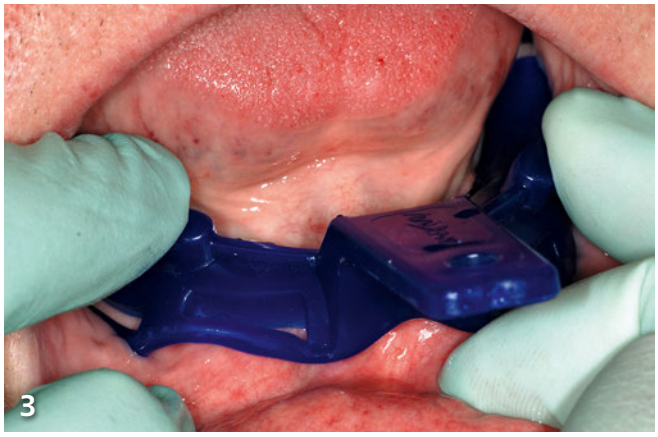
Après l'application d'un adhésif sur la face interne du porte-empreinte, un polyvinylsiloxane de viscosité moyenne (système dispensateur en cartouches) est appliqué dans un premier temps circulairement au niveau du bord du porte-empreinte, de manière à former une digue en bordure du porte-empreinte (fig. 4). A cet égard – et selon le concept suivi –, il est possible de modeler la région du bord aussi bien sur une base statique que fonctionnelle. Les bords sont alors inspectés. Si des déficits existent, ils peuvent être corrigés localement avec le même matériau – après réapplication de l'adhésif. Dans la deuxième étape, toute la surface intérieure du porte-empreinte est remplie de silicone fluide (système de cartouches), et le porte-empreinte est amené dans sa position définitive – guidé par la digue de bordure. Il faut s'efforcer d'éviter les zones percées lors de la prise d'empreinte (transparence du porte-empreinte). Les corrections sont possibles en répétant la seconde étape. Dans le meilleur des cas, la procédure correspond à une prise d'empreinte statique ou fonctionnelle en deux temps et deux phases (fig. 5); à la fin du processus, elle reproduit en creux la base de la prothèse avec une précision élevée, car la forme obtenue résulte exclusivement d'un processus de rectification et ne comporte donc aucune contraction de polymérisation.

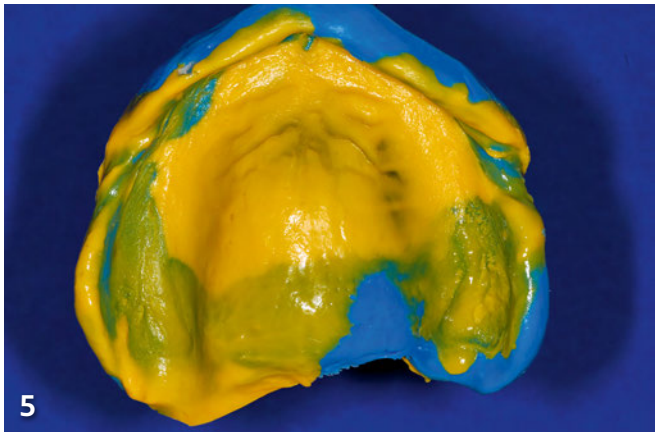
3. Détermination des dimensions verticale et horizontale (enregistrement de l'occlusion)

Le système AvaDent® utilise pour l'enregistrement de l'occlusion l'*Anatomical Measuring Device* (AMD), un système propre spécialement développé à cette fin et disponible en différentes tailles (fig. 6). Il est constitué d'une plaque d'enregistrement du maxillaire supérieur avec une tige de soutien centrale, et d'une plaque d'appui mobile sur la lèvre. La tige de soutien est utilisée à la fois pour la détermination et le maintien de la dimension


2

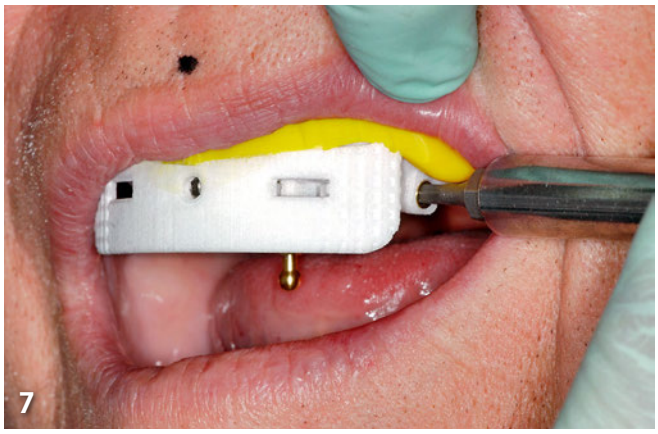

4


3

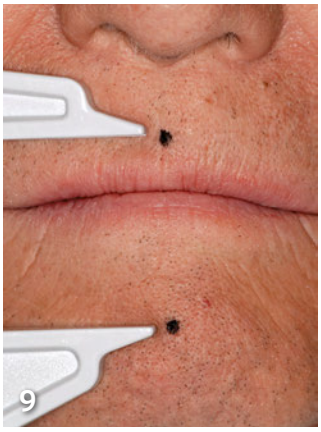

5

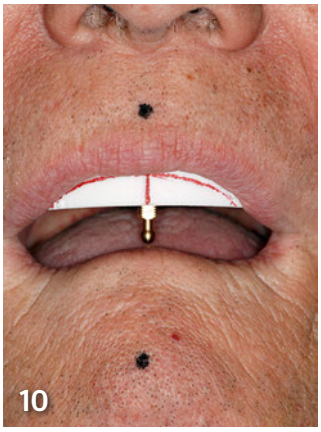
verticale, et permet de déterminer la dimension horizontale par l'enregistrement de l'arc gothique. La tige de soutien peut être fixée avec précision à la hauteur désirée au moyen d'un tournevis, depuis l'extérieur de la bouche (fig. 7). La plaque labiale est utilisée pour déterminer le support correct de la lèvre, le positionnement adéquat des dents antérieures supérieures et l'orientation du plan d'occlusion par rapport à la ligne bipupillaire (fig. 8). La plaque labiale peut être déplacée à l'aide d'un tournevis dans le plan sagittal. La plaque d'enregistrement de la mâchoire inférieure est plane et permet d'enregistrer les mouvements de la mandibule par l'intermédiaire de la tige de soutien. De même que les porte-empreintes, les plaques d'enregistrement sont disponibles en différentes tailles. Elles sont garnies avec le même matériau de prise d'empreinte de faible viscosité utilisé pour le porte-empreinte. Cette procédure découle de la nécessité de procéder, au laboratoire dentaire, à la superposition numérique de l'empreinte définitive avec celle de la plaque d'enregistrement («matching»). Il faut donc éviter les zones complètement percées. En outre, la plaque d'enregistrement maxillaire doit être bien stabilisée au niveau du palais avec le

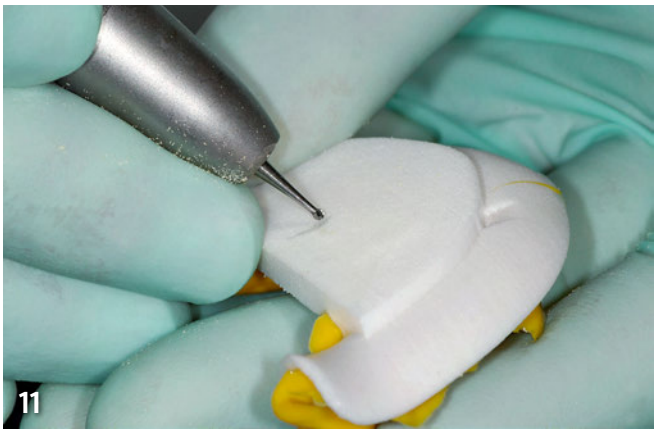












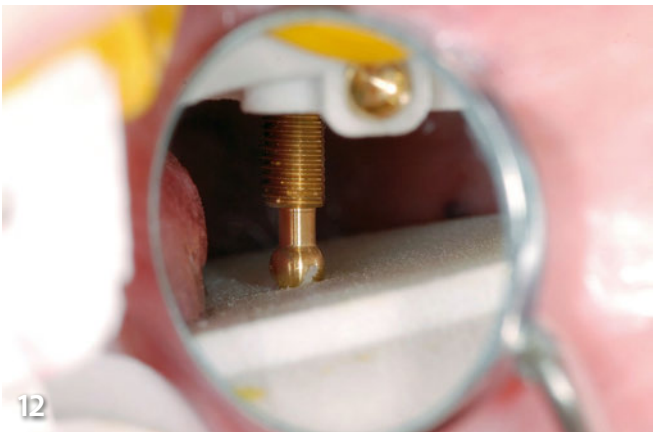


Fig. 6 Plaque d'enregistrement du maxillaire supérieur avec tige de soutien centrale et plaque d'appui mobile sur la lèvre *(Anatomical Measuring Device, AMD)*.

Fig. 7 Placement en bouche précis de la tige d'appui à la hauteur désirée au moyen d'un tournevis, depuis l'extérieur de la bouche.

Fig. 8 Placement de la plaque labiale et marquage des lignes d'orientation esthétique.

Fig. 9 et 10 Détermination de la dimension verticale sur la base de la position initiale des prothèses existantes.

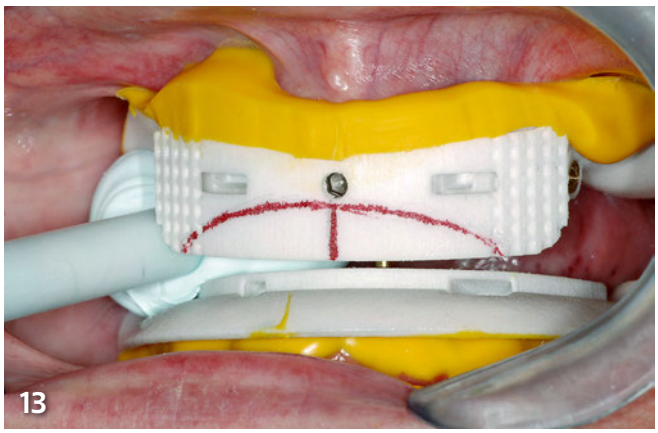
Fig. 11 Marquage de la position d'enregistrement avec une fraise ronde après enregistrement des mouvements de la mandibule (arc gothique).

Fig. 12 Contrôle intraoral de la position d'enregistrement avant la réalisation de la clé intermaxillaire.

matériau de prise d'empreinte, ce qui nécessite l'inclusion des zones palatines dans la prise d'empreinte. Pour des raisons pratiques, les deux plaques d'enregistrement doivent être aussi parallèles que possible l'une par rapport à l'autre (alignement sur la ligne interpupillaire).

La détermination de la dimension verticale est effectuée sur la base de la position des prothèses existantes (identique, plus haute, plus basse); cette étape clinique est considérée comme difficile, car les plaques d'enregistrement ne permettent pas de faire un test de la phonation. La mesure de la distance entre les marquages extraoraux réalisés sur la lèvre supérieure et inférieure en fonction de la situation verticale initiale sert ici de référence (fig. 9 et 10).

Dès que la dimension verticale est déterminée, on procède à l'enregistrement intraoral du maxillaire supérieur par rapport au maxillaire inférieur, avec l'enregistrement connu d'un arc gothique. La tige de support marque les mouvements excentriques de la mandibule sur la plaque d'enregistrement inférieure et permet ainsi de marquer d'une petite fossette réalisée avec une fraise ronde la position d'enregistrement souhaitée (repère pour la fixation de la position pour le patient et le médecin-dentiste) (fig. 11 et 12). L'enregistrement est ensuite fixé de manière inséparable avec une clé en silicone dure à prise rapide pour prise d'empreinte (système de cartouches), injectée des deux côtés entre les plaques d'enregistrement (fig. 13).



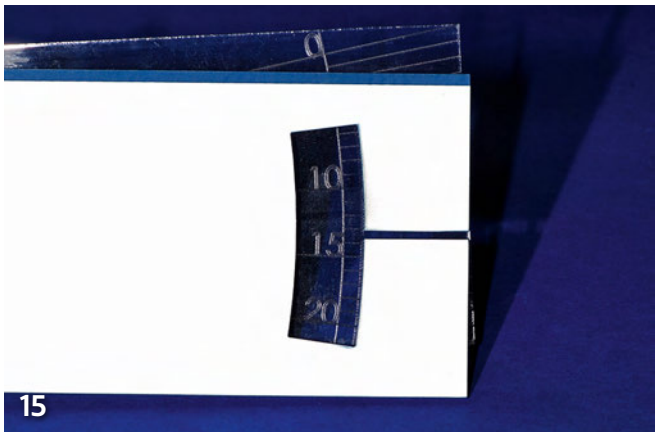


4. Détermination du plan occlusal

Pour déterminer le plan d'occlusion, la règle parallèle AvaDent® est introduite antérieurement dans l'AMD (fig. 14), et la partie rotatoire antérieure est placée parallèlement à la ligne bipupillaire. L'angle mesuré alors entre la plaque d'enregistrement et la ligne interpupillaire (fig. 15) est noté dans le formulaire de commande qui sera envoyé au laboratoire. Cela permet au technicien CAO de paralléliser le plan d'occlusion numérique et la ligne bipupillaire.

5. Soutien des lèvres et choix des dents

La position des dents antérieures supérieures – et donc le soutien de la lèvre – est ajustée au fauteuil par déplacement antérieur de la plaque labiale sur le patient. Un choix limité de tailles de dents (trois longueurs et trois largeurs) est proposé sur un film de cellophane. Les dents choisies sont fixées clairement sur la plaque labiale au moyen d'un composite de faible viscosité ou d'une colle instantanée, de telle sorte que la ligne médiane et la ligne des bords libres des incisives soient positionnées correctement (fig. 16). Cette étape cruciale est considéré comme difficile, car l'AMD est maintenant inséré et fixé en bouche, et le test de la phonation est également impossible dans ces circonstances. A nouveau, la position initiale de l'ancienne



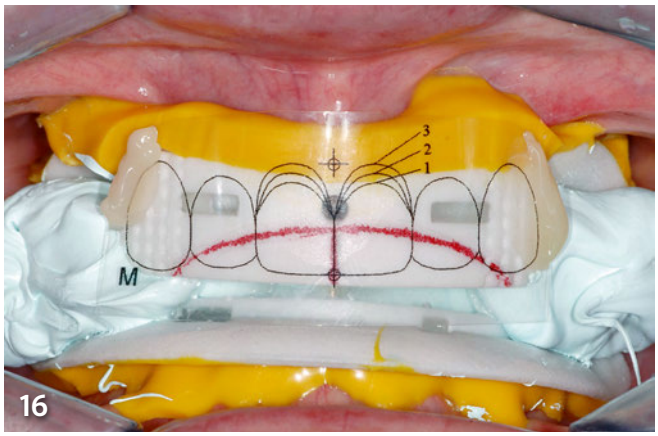


Fig. 13 Fixation intermaxillaire des plaques d'enregistrement (AMD) avec de la polyvinylsiloxane à prise rapide.

Fig. 14 Règle parallèle AvaDent® stabilisée à l'aide de la plaque labiale et orientée en fonction de la ligne bipupillaire.

Fig. 15 Lecture de l'angulation entre l'enregistrement de l'occlusion et la ligne bipupillaire sur la règle parallèle AvaDent®.

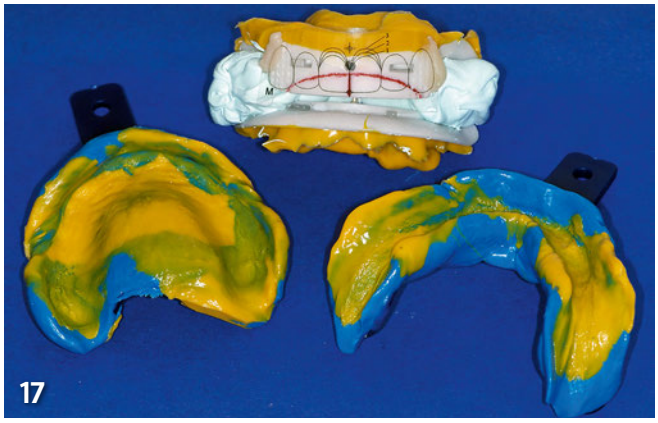
Fig. 16 Ensemble des dents prothétiques sur cellophane, fixé sur la plaque labiale de l'AMD selon les lignes d'orientation esthétiques.

prothèse sert de référence pour les changements spécifiques concernant la position des dents antérieures et la ligne des bords incisifs. Si l'on réalise à ce moment un portrait photographique du patient pour accompagner l'enregistrement de l'occlusion et le film plastique avec la garniture dentaire *in situ*, cela facilite la tâche du technicien CAO pour générer un montage correspondant des dents.

6. Commande pour le laboratoire dentaire

Fondamentalement, trois informations sont envoyées de la clinique (ou du cabinet dentaire) au laboratoire (AvaDent®, Global Dental Science, Scottsdale): 1. L'empreinte du maxillaire supérieur; 2. L'empreinte de la mandibule; 3. Le dispositif de mesure (AMD). Ces pièces sont désinfectées (fig. 17). En outre, des photos du patient avec l'AMD en place sont envoyées à titre d'information complémentaire. Par ailleurs, le formulaire de commande pour le laboratoire propose un nombre croissant d'options supplémentaires qui peuvent être choisies individuellement. Notamment:

- Concept d'occlusion (semi-anatomique, lingualisé, plat)
- Contours gingivaux (plats, moyens, élevés)
- Rugosité, plis palatins etc.



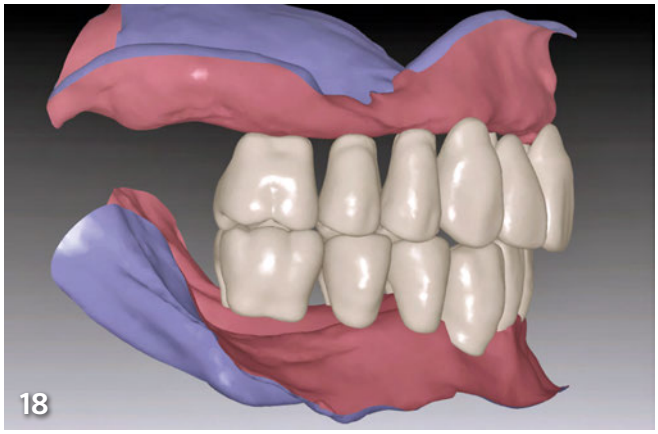




Fig. 17 Empreintes désinfectées et enregistrement de l'occlusion prêts à être envoyés au centre de production.

Fig. 18 Capture d'écran: contrôle du positionnement virtuel des dents prothétiques par le médecin-dentiste traitant (visionneuse 3D).

Fig. 19 Livraison des prothèses désinfectées et enveloppées dans une feuille de protection.







Fig. 20 Prothèse complète du maxillaire supérieur avec le nom du patient imprimé par laser.

Fig. 21 Livraison et remise de la prothèse complète mandibulaire avec points de l'occlusion centrée.

Fig. 22 Vérification de l'adaptation lors de la remise des prothèses avec une pâte indicatrice en silicone (GC Fit Checker™)

Ces données supplémentaires sont prises en compte lors du traitement des données au centre de production et lors de la conception numérique de la prothèse à l'ordinateur.

7. Traitement de la commande au centre de production

Dès réception des pièces (empreintes et AMD) au centre de production, les empreintes et l'enregistrement de l'occlusion sont inspectés et préparés pour la numérisation. Une fois la numérisation effectuée, les données obtenues sont traitées dans le logiciel spécifique du système. Le traitement des données comprend la détermination de l'extension des bords (suppression des informations superflues), l'assemblage virtuel des empreintes en accord avec l'AMD, ainsi que le prémontage des dents virtuelles («try-in»). Le prémontage virtuel est alors envoyé par e-mail au médecin-dentiste, qui l'examine sous forme de fichier pdf ou au moyen d'un logiciel spécifique de visualisation 3D (fig. 18). Les corrections éventuelles peuvent être envoyées par e-mail et immédiatement réalisées. Dans les cas présentant des difficultés particulières, il peut être souhaitable de réaliser un montage supplémentaire de dents artificielles (prothétiques) en cire, mais cela nécessite une séance supplémentaire au fauteuil. Dès que les dents et leur positionnement sont acceptés, la base de la prothèse est fraisée conformément aux données numériques, avec les alvéoles dentaires correspondantes, et les dents artificielles y sont fixées. Les prothèses complètes achevées sont placées dans une solution désinfectante et emballées sous film protecteur, puis livrées par la poste (fig. 19).

8. Remise des prothèses au patient

Après désinfection, les prothèses complètes à poli miroir peuvent être remises au patient. Le marquage des prothèses au laser est très pratique et permet de les identifier clairement (fig. 20). La remise des prothèses et l'instruction se déroulent selon l'approche conventionnelle (fig. 21–26).







Fig. 23 Vue intraorale de la prothèse supérieure et inférieure.

Fig. 24 et 25 Vue intraorale oblique latérale de la prothèse supérieure et inférieure.



Fig. 26 Patient après remise de la prothèse au cours de la deuxième séance de traitement.

Discussion

Pour les situations cliniques simples, il est possible de réaliser après une seule séance au fauteuil des prothèses dentaires complètes au moyen d'un processus CAO-FAO spécifique (AvaDent®, Global Dental Science, Scottsdale), et d'insérer les prothèses achevées lors de la deuxième séance (Infante et coll. 2014). Grâce aux porte-empreintes thermoplastiques personnalisables, les maxillaires édentés peuvent être reproduits en polyvinyle siloxane. La prise des empreintes est réalisée indépendamment de l'enregistrement de l'occlusion (Bidra et coll. 2013; Goodacre et coll. 2012; Maeda et coll. 1994). La séparation de la prise d'empreinte et de l'enregistrement de l'occlusion a l'avantage de ne pas affecter la précision de la prise d'empreinte. Malgré la réduction du nombre de séances de traitement, on ne renonce pas à l'enregistrement de l'arc gothique. Ce fait doit être relevé sur le plan scientifique, car la détermination de l'arc gothique est supérieure à l'enregistrement manuel de l'occlusion pour la réalisation de prothèses complètes (Utz et coll. 1992, 1995, 2002). Pour pouvoir réaliser en une seule séance l'enregistrement de l'occlusion ainsi que la détermination du positionnement des dents antérieures et du plan occlusal, on utilise un dispositif original de mesure anatomique spécialement développé à cet effet (AMD). Ce dispositif est positionné en bouche de manière à ce que les paramètres essentiels relatifs au positionnement virtuel des dents prothétiques soient clairement définis. Des tentatives antérieures avaient déjà été faites pour développer un système logiciel permettant de positionner virtuellement des dents artificielles sur des modèles édentés scannés (numérisés) (Busch & Kordass 2006). Mais à ce jour, le système présenté dans cette contribution est la seule méthode de ce type utilisable en pratique clinique. Dans la procédure classique, les aspects esthétiques, phonétiques et fonctionnels peuvent être vérifiés de façon dynamique lors de l'essai en bouche des dents prothétiques montées sur cire; par contre, la méthode reposant sur l'utilisation de l'AMD ne permet pas de réaliser, par exemple, un test de phonation. L'évaluation de certains paramètres cliniques et fonctionnels est donc limitée par rapport à la procédure classique. Dans les cas difficiles, il est possible d'essayer en bouche des dents prothétiques montées sur cire. En conséquence, les indications de la méthode que nous décrivons se limitent essentiellement aux cas cliniques simples et aux cas où la nouvelle prothèse peut être réalisée sur la base des données de la situation initiale. Dans le système AvaDent® actuel, la nécessité de la prise d'empreinte classique des maxillaires édentés présente des avantages et des inconvénients. L'un des avantages est le fait que le médecin-dentiste peut utiliser les techniques classiques de prise d'empreinte qu'il connaît bien. Par contre, le fait que les pièces réalisées (empreintes des maxillaires et enregistrement de l'occlusion) doivent être envoyées par la poste au laboratoire de fabrication – lorsque le médecin-dentiste ne peut pas les scanner lui-même – est un inconvénient. A l'avenir, le procédé décrit deviendra particulièrement intéressant lorsque la prise d'empreinte intraorale et l'enregistrement de l'occlusion pourront être réalisés de façon entièrement et exclusivement numérique, même chez le patient édenté (Maeda et coll. 1994; Goodacre et coll. 2012).

La possibilité de voir sur écran la configuration virtuelle des dents prothétiques est aussi un élément positif du point de vue du praticien. Les corrections éventuelles peuvent être réalisées immédiatement en fonction des commentaires transmis par e-mail. Toutefois, il faut un certain temps pour s'habituer à évaluer un objet 3D sur une image 2D ou à l'écran. En outre, le praticien est encore habitué à évaluer au fauteuil le travail réalisé sur la base de l'essai en bouche. A l'heure actuelle, en raison des options logicielles encore limitées, la modélisation individualisée des dents prothétiques est pratiquement irréalisable.

Les processus de fabrication à commande numérique utilisent des méthodes additives (frittage sélectif au laser, stéréolithographie, impression 3D) ainsi que des procédés soustractifs (fraisage, polissage). Ces procédés de fabrication permettent d'obtenir un produit fini standardisé de très haute qualité. Le procédé de fabrication AvaDent® utilise pour le fraisage de la base de la prothèse un bloc vierge de PMMA (polyméthacrylate de méthyle) non poreux hautement réticulé, produit industriellement. Ce procédé élimine totalement le retrait de polymérisation impliquant une distorsion de la base prothétique en résine. Il permet donc d'obtenir une adaptation extrêmement précise de la base en résine, avec une bonne adhérence clinique de la base prothétique; les mesures compensatoires telles que la gravure du postdam sont dès lors inutiles.

En résumé, il apparaît que la méthode présentée offre un rapport coût-efficience favorable et permet, dans les cas simples, de gagner du temps pour la réalisation de prothèses complètes de haute qualité; c'est donc une méthode promise à un bel avenir.

Matériaux utilisés

- AvaDent® Start-up Kit (Global Dental Science, Scottsdale AZ, USA); www.avadent.com
- Tetric® Flow, composite photopolymérisable (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)
- Ivoclar Blueline®, dents prothétiques Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)
- Lucitone®, matière synthétique pour base de prothèse Dentsply Trubyte, York PA, USA)
- GC Fit Checker™, silicone-C (GC Europe, N.V., Louvain, Belgique)