

LE MODJAW, UNE NOUVELLE CORDE À NOTRE ARC THÉRAPEUTIQUE

À propos

Angle de Bennett, pente condylienne, diagramme de Posselt, ces notions semblent parfois bien lointaines, voire même décriées et pourtant elles devraient être davantage prises en compte dans notre pratique quotidienne. Elles sont même indispensables à prendre en compte chez les patients où des réhabilitations de grandes étendues sont nécessaires, surtout en cas de pathologies articulaires.

Et si le Modjaw nous permettait de nous replonger de façon ludique dans cet univers ?

En finir avec l'arc facial pour spatialiser le massif maxillaire, le transfert sur articulateur pour simuler les rapports inter-arcades, le réglage des boîtiers condyliens pour se rapprocher de la physiologie articulaire de nos patients, cet outil permettrait enfin au tandem praticien/prothésiste de visualiser précisément le fonctionnement de la cinématique mandibulaire, le déplacement des condyles, sur écran, instantanément ou en différé, sans toutes ces manipulations fastidieuses.

Au-delà des limites mécaniques de l'articulateur, nous proposons jusqu'alors une sortie de cycle masticatoire dans les mouvements d'excursion de la mandibule, l'apport du Modjaw permet de reconstruire des pistes occlusales en corrélation avec l'ensemble des éléments anatomiques enregistrés restaurant un cycle masticatoire dans son intégralité. Dès lors, le prothésiste peut simuler plus facilement une multitude de montages prospectifs, prendre en compte leur intégration en dynamique avant de réaliser des éléments prothétiques temporaires et/ou d'usage.

Et si le Modjaw nous permettait de mieux communiquer entre patients / praticiens / prothésistes ?

L'analyse personnalisée du fonctionnement des mouvements mandibulaires de nos patients permet de renforcer davantage la relation entre le praticien et le prothésiste, de faciliter leur communication et proposer ainsi la meilleure prise en charge possible de nos patients. Lorsque le patient visualise en temps réel les mouvements

de sa mandibule, de sa propre cinématique, symptomatique ou asymptomatique, il peut prendre conscience de la nécessité de certains plans de traitement et peut devenir acteur de sa propre réhabilitation.

J'ai pris beaucoup de plaisir à réaliser ce dossier en collaboration avec Michaël Santos, prothésiste dentaire, formateur et enseignant au lycée professionnel Galilée. Sensible à l'occlusodontie et la posturologie, son approche hollistique lui permet d'envisager des réhabilitations fonctionnelles de cinématique mandibulaire.

Nous remercions les auteurs qui ont réussi à présenter les atouts de l'utilisation du Modjaw sur plusieurs types de restaurations tout en insistant sur la relation praticien/prothésiste, inéluctable pour le succès de nos traitements.

Bonne lecture

Jonathan Sellem et Michaël Santos



Dossier coordonné par Jonathan Sellem et Michaël Santos

Jonathan Sellem

- Pratique libérale, Paris
- Ancien assistant hospitalo universitaire

Michaël Santos

- Prothésiste, gérant du laboratoire INTERSTEETH

Jérôme Bellamy

- Prothésiste dentaire

Thibaud Casas

- Implantologie orale
- DU d'implantologie orale, Nantes
- Praticien Attaché en chirurgie maxillo-faciale (CHU de Nantes)
- Pratique libérale, Orvault

Thibaut Czarnecki

- CES de chirurgie orale
- DU de dentisterie esthétique
- DESU d'endodontie
- Pratique libérale, Basse Terre (Guadeloupe)

Cyril Gaillard

- Pratique libérale, Bordeaux
- Fondateur du Gad Center et GAD cabinet dentaire

Thibault Ernst

- Prothésiste dentaire

Samuel Morice

- Prothésiste dentaire
- Argoat Prothèses Dentaires - Workflows Lab

Pauline Nguyen Van Duong

- Pratique libérale, Croissy sur Seine

Ahmed Rabieh

- CESU Occlusodontie, Marseille
- DU d'occlusodontie fonctionnelle, Strasbourg
- DU clinique d'implantologie chirurgicale et prothétique, Paris 7
- Attestation Universitaire d'implantologie, Paris 7
- CES prothèse fixée, Paris 7
- Pratique libérale, Chartres

Adrien Valdares,

- Prothésiste dentaire, Laboratoire Marais 2A - Chartres

Vivien Sixdenier

- Prothésiste dentaire, fondateur de LIO

Qu'est-ce le MODJAW ?

MODJAW est une société française, co-fondée en 2013 par Dr Maxime Jaisson et Antoine Rodrigue. Depuis 2019, elle commercialise le dispositif Tech in Motion qui permet aux chirurgiens-dentistes une virtualisation dynamique (4D) des patients en temps réel au fauteuil. Cette solution matérielle et logicielle unique sur le marché modélise la cinématique mandibulaire et anime ainsi les modèles 3D de la dentition auxquels peuvent être rajoutés l'ossature crânienne et le face scan.



À quoi ça sert ?

Cette solution est destinée à apporter une aide au diagnostic en rendant possible l'analyse de l'engrainement des dents entre elles et l'impact de la mastication sur les surfaces occlusales, la détermination de la qualité de l'articulation et la détection de pathologies articulaires. Au-delà de cette aide au diagnostic, les données 4D du patient sont aussi directement utilisées dans la thérapie dentaire et la création de restaurations prothétiques ajustées aux patients. C'est le cas lorsque le design des prothèses dentaires et autres appareils dentaires (les gouttières d'équilibration, d'apnée du sommeil, aligneurs, etc.) prend en compte les données dynamiques réelles des patients.



Présentation du dispositif

Le dispositif est constitué d'une caméra placée en face du patient et d'un écran pour le praticien. Afin d'assurer un enregistrement correct un tracker est positionné sur la face vestibulaire des dents mandibulaires. Un arc facial est également placé sur le front du visage. Le praticien guide le patient pour enregistrer la cinématique mandibulaire lors des mouvements de mastication, déglutition et phonation.

Thibaud Casas

Nantes

Samuel Morice

????



Introduction

Depuis des années, le numérique bouleverse nos vies au quotidien. Il en est naturellement de même dans nos professions de chirurgiens-dentistes et prothésistes. Les outils nous permettent aujourd'hui de collecter l'intégralité des informations concernant nos patients : données en 2D, en 3D et maintenant en 4D avec l'avènement du Jaw-Motion et du Motion Capture. C'est une petite révolution qui nous oblige à penser et structurer de nouveaux protocoles tant en clinique qu'au laboratoire. C'est une démarche essentielle pour optimiser nos traitements et rendre nos prises en charge à la fois prédictibles, reproductibles et viables économiquement avec les investissements nécessaires pour s'équiper.

Les patients sont de plus en plus demandeurs de traitements rapides, prédictibles et reproductibles. Nous sommes dans une société dictée par la consommation et l'immédiateté, et malheureusement notre offre de soins n'y échappe pas. Il devient indispensable de créer des protocoles fiables et synergiques entre le cabinet et le laboratoire et c'est fort heureusement ce que les outils digitaux nous permettent aujourd'hui.

Présentation du cas clinique

Une patiente de 47 ans nous est référée par son parodontiste pour une prise en charge implantaire. Excédée par un maintien palliatif parodontal depuis de nombreuses années, elle ne supporte plus les mobilités dentaires, le proglissement, la diminution de dimension verticale et les espaces apparus entre ses dents. Elle souhaite une réhabilitation complète, fixe implanto-portée.

Pour ces traitements, nous avons établi un protocole strict de collecte de données numériques qui vise à aboutir à la création d'un avatar numérique de notre patiente, mais aussi à la genèse d'un plan de traitement virtuel préalable à toute intervention. Celui-ci sert de base à la présentation au patient ainsi qu'à la genèse du devis.

Collecte des données numériques

La première consultation est un moment crucial d'échange avec le patient pour bien cerner ses attentes, mais aussi pour la collecte des informations numériques. Elles sont enregistrées dans les trois plans de l'espace en 2D, 3D et depuis peu on y adjoint une notion de temporalité, et notamment de temporalité occlusale, grâce au motion capture permis par le Modjaw.

Collecte des données 2D

C'est le point de départ de tout plan de traitement, ne serait-ce que pour des raisons de documentation du dossier médical. L'appareil photo reflex est l'outil de choix. Associé à un équipement simple de studio photographique type softbox et synchronisation de flash (Fig. 1), il permet l'enregistrement de photos et vidéos reproductibles dans le temps et exploitable aisément par les logiciels de Smile Design. Nous privilégions l'application web Smile Cloud® (Fig. 2) développée par notre confrère chirurgien-dentiste, Florin Cofar.

C'est un outil puissant qui associe à la fois un espace cloud collaboratif et de stockage de données, ainsi qu'un environnement de simulation du sourire propulsé par de l'Intelligence Artificielle. En quelques clics, on va définir un espace de reconstruction, générer un sourire photoréaliste avec des morphologies dentaires uniques pour le patient et la possibilité de télécharger les bibliothèques dentaires 3D utilisables dans les logiciels de modélisation dentaire dédiées au laboratoire de prothèse comme Exocad® (Fig. 3).



FIG. 1

Studio photographique simple : softbox et synchronisation du flash avec appareil photo reflex



FIG. 2

Le logiciel Smile Cloud® avec les abaques du futur sourire



FIG. 3

Exemple Exocad® Smile Composer Le chaînon manquant 2D-3D

Collecte des données 3D

C'est un des items les plus fournis en matériels disponibles.

- L'outil de base est la caméra de prise d'empreinte optique (Fig. 4). Procédé décrit dans les années 70 par le Pr François Duret (Fig. 5), l'adoption en masse n'en est qu'à ses balbutiements actuellement. Les outils sont aujourd'hui matures et permettent une acquisition qualitative et reproductible, notamment grâce au travail énorme des algorithmes d'agrégation d'images tel que le ScanAssist® (TRIOS). En première



FIG. 4

Caméra de prise d'empreinte 3Shape TRIOS 5



FIG. 5

Thèse d'exercice du Pr François DURET en 1974

consultation, on réalise l'empreinte optique des arcades maxillaires (Fig. 6) et mandibulaires, ainsi qu'une prise d'occlusion dans une position reproductible. Les données numérisées seront exportées vers le Modjaw (Fig. 7) pour l'enregistrement de la temporalité occlusale.

- Le second outil est le scanner facial. Aujourd'hui, des systèmes comme l'Archer S de Thunk 3D (Fig. 8) permettent un enregistrement d'un maillage 3D de qualité, et notamment des dents ou des maquettes d'occlusion, permettant au laboratoire de prothèse un matching parfait 3D/3D des dents issues de l'empreinte intra-orale et du scanner facial (Fig. 9). Cet outil permet de définir aisément les plans de références, la ligne du sourire, le découvrement et le soutien de la lèvre.
- Le CBCT (Fig. 10) quant à lui va nous fournir les informations sur les tissus durs sous jacents, nous permettant de mettre en évidence les volumes osseux et les structures anatomiques, mais aussi l'espace disponible entre les procès alvéolaires et la gencive.



FIG. 6

Empreinte des arcades en première consultation



FIG. 7

Le système d'enregistrement de l'occlusion Modjaw

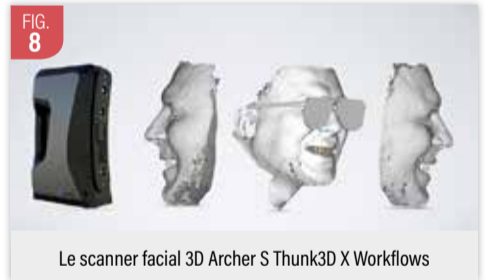


FIG. 8

Le scanner facial 3D Archer S Thunk3D X Workflows



FIG. 9

Le visage de la patiente numérisé avec le scanner Archer S, puis les empreintes optiques sont fusionnées



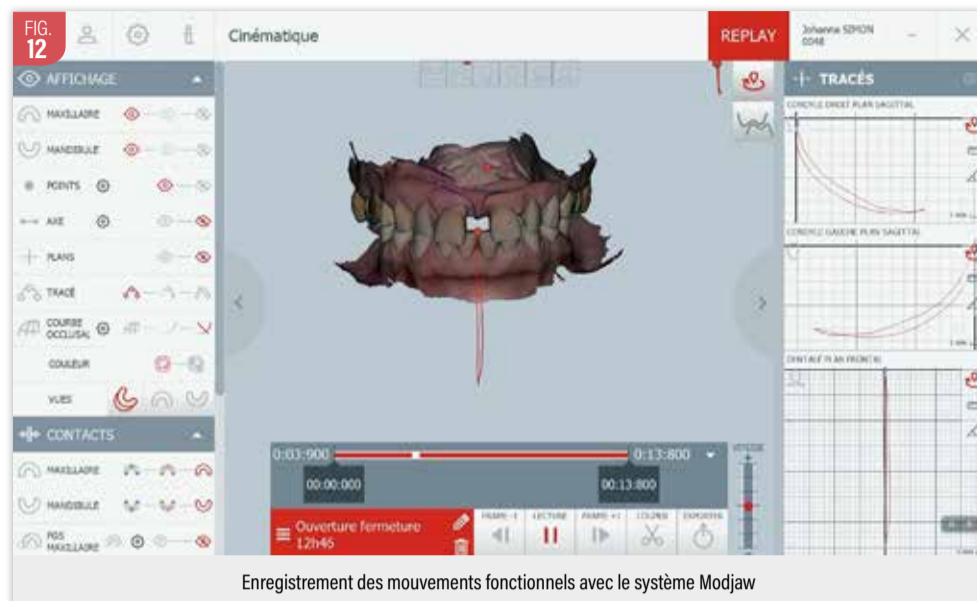
FIG. 10

CBCT de la patiente, empreintes optiques en place

Tous ces éléments combinés entre eux permettent un travail précis sur une réplique virtuelle du patient. Morphologies dentaires, plan d'occlusion, position des bords libres, occlusion, volumes osseux, positions des implants... La visualisation du cas est large et permet une approche globale.

Traitement des données, synergie avec le laboratoire de prothèse

Ce clone virtuel va permettre au couple praticien-prothésiste dentaire d'anticiper le projet prothétique (Fig. 11). C'est celui-là même qui sera utilisé pour guider les choix chirurgicaux et notamment les positions implantaires. Dans ce cas clinique précis, la planification 2D Smile Cloud a permis de définir un espace de reconstruction, une position de bords libres, une morphologie et d'arrêter le choix prothétique sur un bridge à émergence dentaire. La bibliothèque dentaire en 3D utilisable sous Exocad est téléchargée. La numérisation du visage est fusionnée à



l'empreinte optique et au CBCT. La temporalité occlusale capturée par le Modjaw est elle aussi ajoutée (Fig. 12). À ce stade, le technicien de laboratoire dispose alors

d'une copie numérique du patient et peut travailler sur les différentes couches tridimensionnelles superposées. En prenant en compte l'ensemble de ces éléments, il est

décidé de recentrer et remonter la dimension verticale de la patiente. Pour cela, à l'aide des mouvements enregistrés dans Modjaw, on isole un mouvement de rotation pure ; par exemple enregistré lors de la manipulation de recherche de relation centrée. Puis on avance image par image dans ce mouvement de rotation de manière à sélectionner précisément une dimension verticale et un centrage satisfaisant. On demande alors au système de transposer tous les mouvements enregistrés à cette nouvelle dimension verticale.

Commence alors l'étape de conception du projet prothétique sur Exocad à cette nouvelle dimension verticale. Les morphologies dentaires utilisées sont celles issues du Smile Cloud. Une fois le projet final validé, on prépare l'exécution chirurgicale du cas (Fig. 13).

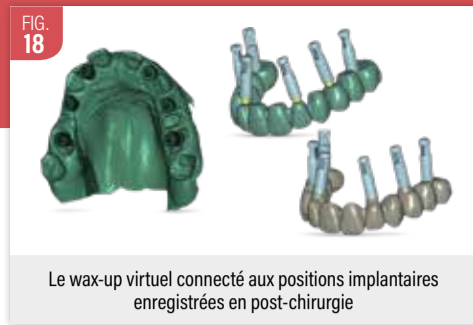
La bibliographie nous conforte dans l'utilisation de guides à appuis dentaires pour maximiser la précision. De plus, la conservation de dents améliore la qualité des empreintes complètes sur implants en permettant à la caméra de conserver un chemin de scannage. Nous nous orientons donc vers une transposition chirurgicale statique guidée à appui dentaire avec des extractions séquentielles. Deux jeux de fichiers sont préparés pour la planification implantaire à l'aide du logiciel 3Shape Implant Studio (Fig. 13).



Une fois les implants positionnés, un guide chirurgical est dessiné (Fig. 14) puis est imprimé (Fig. 15) en 3D grâce à la chaîne d'impression Sprint Ray (Fig. 16). Les résines utilisées et la chaîne de post-traitement assurent la certification biomédicale du dispositif sur mesure imprimé. Le jour de la chirurgie, les premières extractions sont réalisées, le guide est inséré, les implants posés. On installe les piliers multi-unit droits puis les scan-markers. Une première empreinte du maxillaire est réalisée scan markers et dents résiduelles en place, puis une seconde une fois les dernières dents extraites (Fig. 17). À ce stade pas de prise d'occlusion, pas de prise d'empreinte de l'antagoniste. Seule la position implantaire est enregistrée.



On viendra simplement importer le calque des positions d'implants dans notre projet prothétique existant sous Exocad de manière à concevoir et imprimer un bridge provisoire qui est placé dans l'heure de la chirurgie (Fig. 18). La production est faite avec la chaîne Sprint



est mis en place (Fig. 21 et 22). À 3 mois post-chirurgical, la patiente est revue. Nous souhaitons réaliser un bridge à émergence dentaire, en full zircon, sans tibase directement sur MUA.

L'écueil connu des caméras de prise d'empreinte optique est leur relative imprécision sur les arcades complètes sur implants. Si l'imprécision de certaines machines est aujourd'hui acceptable avec la réalisation de barres titanes usinées surmontées de dents résines, elle ne pardonne malheureusement pas sur les restaurations full zircon. De plus, il a été montré que la reproductibilité de l'empreinte optique sur 4 ou 6 implants est directement liée à l'opérateur.

Nous utilisons donc le système PiC Dental (Fig. 23a et 23b). Ce système de photogrammétrie est un outil de

mesure extrêmement rapide et précis des positions implantaires. Il génère un fichier STL utilisable directement dans Exocad (Fig. 24), avec seulement 3 microns de déviation, ce qui est négligeable. C'est ce simple fichier qui est à son tour importé dans notre projet prothétique Exocad, ainsi qu'une prise d'empreinte optique de la muqueuse cicatrisée (Fig. 25). À ce stade, toujours pas d'enregistrement de l'occlusion ni de l'antagoniste.


Le bridge est conçu sur le fichier PiC, puis usiné en Zircon YML. La connexion se fait en direct sur les piliers multi-unit, sans embases. L'intérêt d'une Zircon comme la KATANA YML est sa dualité de gradient, à la fois mécanique et esthétique avec une variance de translucidité (Fig. 26). Le bridge est inséré de manière totalement passive puis serré à la clé dynamométrique.

Conclusion

Ce protocole simple et reproductible permet au moyen d'une collecte de données 2D, 3D, 4D, la création d'un avatar virtuel du patient, un travail sur celui-ci, la genèse d'un projet prothétique puis chirurgical qui est conservé pendant toute la durée du traitement. Seules des couches sont ajoutées pour apporter des informations au fur à mesure des poses d'implants et des cicatrisations des tissus mous.

Ray de nouveau, en résine C&B MFH, en direct multi-unit. Seules les vis de fixation sont nécessaires (Fig. 19 et 20).


La patiente est revue à J7 puis à J15 le duplicata du bridge provisoire usinée en PMMA longue durée MultiStratum




les artisans designers

Votre temps est précieux, nous modélisons pour vous !

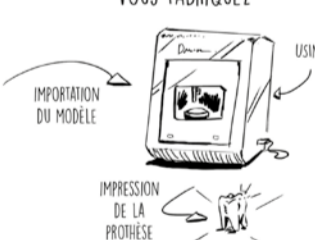
VOUS PRENEZ L'EMPREINTE NUMÉRIQUE



NOUS MODÉLISONS



VOUS FABRIQUEZ





PLATEFORME DE CONCEPTION 3D

✓ VOUS ÊTES CHIRURGIEN-DENTISTE OU LABORATOIRE ?

✓ VOUS ÊTES ÉQUIPÉS D'UNE IMPRIMANTE 3D OU D'UNE USINEUSE ?

Envoyez-nous vos empreintes numériques et récupérez vos designs prêts à être imprimés ou usinés.





www.design4me.com ☎ +33 (0)1 82 28 01 90 ✉ contact@design4me.com

Au-delà de l'océan, le pont numérique entre Bordeaux et Basse Terre au service des patients #2

Cyril Gaillard

Bordeaux

Thibaut Czarnecki

Basse Terre (Guadeloupe)

Thibault Ernst

Jérôme Bellamy

?????



Introduction

Le traitement des patients ayant besoin d'une réhabilitation globale étendue, incluant une modification de la DVO et une nouvelle orientation du plan d'occlusion, en flux numérique complet peut encore paraître délicat à planifier et mettre en œuvre. Le traitement de ces patients nécessite une approche esthétique et fonctionnelle. Les codes de ces dimensions doivent être compris, maîtrisés et partagés par le clinicien et le laboratoire. En effet, l'équipe dentiste-prothésiste doit appréhender une mosaïque de problématiques interconnectées, auxquelles il faut répondre chronologiquement afin de guider son exécution.

- Le patient est-il symptomatique ?
- L'enveloppe fonctionnelle est-elle efficace ?

- Quelle quantité d'espace est-il nécessaire de ménager entre les arcades, en tenant compte de la biologie, l'esthétique et la fonction ?
- Comment se détermine et s'enregistre la position mandibulaire ?
- Où et comment situer l'occlusion statique et dynamique ?
- Quels sont les supports disponibles ?
- Quels matériaux, quels assemblages ?

Au travers d'un cas traité, entre Basse Terre (Guadeloupe) et Bordeaux (GAD CENTER, GLOBAL ESTHETIC), par concept ODA développé par Dr Cyril Gaillard, nous allons montrer pourquoi le numérique est un outil de choix dans les réhabilitations globales.



Étapes préliminaires (Basse Terre)

Un patient est adressé au cabinet pour des douleurs oro faciales (Fig. 1 et 2). Après anamnèse complète, l'examen clinique montre des dents usées, un excès de recouvrement antérieur et une instabilité occlusale. Un plan de traitement est ensuite élaboré après une photo, et des empreintes numériques des arcades maxillaires et mandibulaires. Pour simuler numériquement le futur sourire nous avons utilisé Smilecloud. Cette application permet la conservation, le partage et le traitement des données numériques du patient. Grâce à l'intelligence artificielle, l'application interprète les références faciales du patient et propose des formes de dents en fonction de son morphotype. La longueur et la position des incisives centrales vont nous



renseigner sur la quantité d'espace nécessaire pour restaurer l'enveloppe fonctionnelle (8). Le projet esthétique, validé avec le patient, nous permet de passer à l'étape suivante d'enregistrement de la position mandibulaire à l'aide du TENS (Myotronics) et d'une plaque de KOIS (Fig. 3 et 4).

Le KOIS se présente comme un plan rétro incisif dont on règle la hauteur en fonction du projet esthétique (ODA : *occlusion driven by esthetic*). Le KOIS utilisé seul nécessite un port par le patient pendant quelques jours pour obtenir une déprogrammation neuromusculaire. Associé au TENS, il nous servira à enregistrer la position de repos neuromusculaire de façon extemporanée.

Le TENS va permettre d'obtenir la cinématique d'ouverture et fermeture en stimulant les muscles masticateurs indépendamment de la volonté du patient, on aura ainsi enregistré la position mandibulaire en équilibre neuro musculaire. Une empreinte numérique de cette position est réalisée. Elle sera la position de référence



pour la réalisation du mock up. Le laboratoire réalise le wax up numérique en fonction des données enregistrées (photos empreintes numériques en position déprogrammée) et imprime les modèles pour réaliser des clés de transfert en silicone lourd par condensation pour sa rigidité, associé à un silicone light par addition pour la précision des détails (Cendres & Métaux, 3M). Les mock up sont réalisés à l'aide d'une résine bysacryl (Bisico). L'occlusion est équilibrée en statique et dynamique selon le concept d'occlusion fonctionnelle décrit par M. Legall et JF. Lauret. L'occlusion statique est équilibrée en déglutition.

Le mock up plaçant le patient en position d'équilibre neuro musculaire, nous lui demandons de placer sa langue derrière les incisives centrales maxillaires, d'élever doucement la mandibule jusqu'à l'OIM et de nous indiquer à quel endroit il « sent » le premier contact. Nous répétons la procédure en plaçant du papier à articuler de 20 microns. Toute prématurité sera éliminée jusqu'à retrouver des contacts cuspidés-fosses masticatrice simultanés, d'intensité équivalente. La fonction d'incision sera aussi évaluée.

Nous veillerons à obtenir des contacts sur l'ensemble des surfaces masticatrices en fonction. Les sur-guidages seront éliminés, des adjonctions en composite seront réalisées sur les surfaces déficientes. Nous veillerons à ce que les sorties de cycles soient bien prises en charge par la canine et la première prémolaire maxillaire controlatérales.

Une empreinte numérique est réalisée pour enregistrer les morphologies occlusales ajustées, garantes de la cinématique fonctionnelle.

Le patient quitte le cabinet avec les mock up collés en bouche. Un contrôle de la disparition des symptômes valide la partie fonctionnelle.

Toutes ces étapes ont été réalisées en Guadeloupe.

Direction Bordeaux

À ce stade, nous faisons intervenir le Modjaw (19) qui va permettre d'enregistrer et transmettre au laboratoire les cycles masticatoires, et optimiser les contacts d'entrées et sorties de cycle, en débutant la construction à partir de la première molaire (18) (Fig. 5).

Il s'agit un outil numérique qui permet l'enregistrement en temps réel des mouvements cinématiques mandibulaires et permet leur visualisation et leur exploitation en 3D. Sans Modjaw, il est impossible au praticien d'enregistrer les mouvements masticatoires du patient, et donc impossible au laboratoire de prothèses de reproduire une anatomie occlusale avec des entrées de cycles et des sorties de

cycles. L'articulateur n'est pas un outil qui représente la physiologie. Ici, le praticien va pouvoir enregistrer la physiologie du patient, la transmettre au laboratoire, et ce dernier, lorsqu'il va faire la conception prothétique via le numérique va travailler sur le patient virtuel.

Voyons ensemble un exemple : si vous souhaitez allonger les dents maxillaires antérieures (uniquement les incisives par exemple), de combien pouvez-vous les allonger ? La limite physiologique est la phonation du patient. En effet lorsque le patient prononce les S, les dents antérieures mandibulaires se rapprochent pour effleurer les bords libres des incisives maxillaires. Avec le Modjaw, nous enregistrons préalablement la phonétique du patient. Le laboratoire aura alors l'information de la physiologie du patient (l'enveloppe fonctionnelle) et pourra fabriquer le wax-up en fonction de celle-ci.

Autre exemple : Le Gall et Lauret ont parfaitement décrit les cycles de mastication, les mouvements mandibulaires partant de l'extérieur pour revenir vers l'intérieur (mouvement inverse des latéralités). Mais il est impossible sans le Modjaw d'enregistrer, de transmettre ces informations au laboratoire de prothèse. Il nous permet de diminuer de manière importante les retouches, les équilibrations occlusales que nous devons faire sur nos mock-up, provisoires ou prothèses d'usages.

Autre point à souligner : lorsque nous voulons augmenter la dimension verticale du patient, nous devons le faire directement en bouche et ne pas le faire sur la tige incisive de l'articulateur. Avec le Modjaw, vous pouvez déterminer et enregistrer la nouvelle dimension verticale directement car il enregistre la physiologie du patient, l'ouverture et la fermeture.

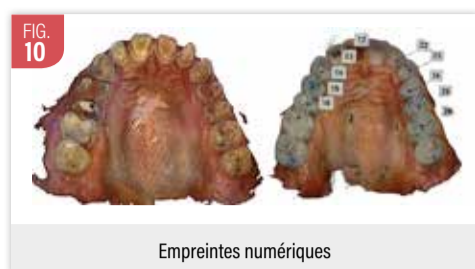
Des empreintes numériques des arcades sont réalisées, des modèles sont imprimés et des clés de transfert sont confectionnées selon le projet fonctionnel reconstruit. Le laboratoire : avec les différentes données (empreinte numérique, photos, Modjaw), le laboratoire peut réaliser un wax-up complet (Fig. 6 et 7).



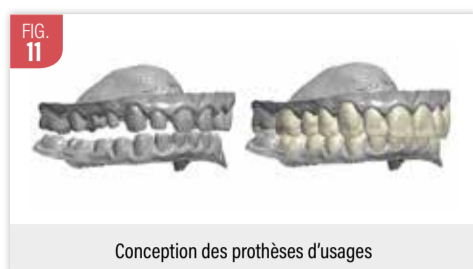
Les préparations

Les préparations sont réalisées à travers le mock up (Fig. 8 et 9). Cette méthodologie, développée par Gurel (20), permet la calibration des profondeurs de préparation et la préservation de l'émail substrat de choix pour les restaurations collées.





Empreintes numériques



Conception des prothèses d'usages



Vérification des cycles de mastications



Collage



Final

Afin de conserver les rapports d'occlusion, les préparations sont réalisées par secteurs. Un mordu d'occlusion du secteur préparé est enregistré à l'aide d'un silicone de haute viscosité (Regidur, Bisico) avant la préparation du suivant. Lors des enregistrements successifs, il faut veiller à ce que les différents mordus ne débordent pas les uns sur les autres.

- Secteurs post 1 et 4
- Secteurs post 2 et 3
- Secteurs antérieurs

Empreintes numériques des préparations (Fig. 10)

Une fois les préparations terminées, une empreinte numérique des deux arcades est enregistrée. Ces dernières sont envoyées au prothésiste immédiatement. À ce moment, l'outil Cut View (Exocad) permet de superposer les empreintes pré-opératoires du mock up et celles des préparations, et de vérifier si les épaisseurs ménagées sont suffisantes pour les matériaux choisis (Fig. 11 et 12). Dans le cas où une préparation serait insuffisante, il suffirait de préparer la zone où l'épaisseur est insuffisante, d'effacer la zone scannée et de scanner de nouveau la zone modifiée pour corriger l'empreinte.

Le digital workflow permet un traitement extemporané des empreintes par le technicien de laboratoire, et de valider la cohésion des préparations avec le projet esthétique et fonctionnel planifié.

Laboratoire

Le laboratoire réceptionne les empreintes optiques des provisoires validées et équilibrées en bouche et les empreintes des préparations. Grâce aux logiciels de CAO (3shape, Exocad), ces différentes empreintes optiques sont superposées afin de rester fidèle au *Smile Design* validé avec le patient, et de conserver l'occlusion équilibrée au cours des étapes préparatoires. Ensuite il faut délimiter chaque préparation pour créer des dies unitaires. La conception de chaque élément se fera en copiant le scan des provisoires aussi bien sur les antérieures que sur les postérieures pour rester fidèles à l'esthétique et à la fonction. Pour optimiser le résultat de notre conception on peut aussi insérer une photo du patient (visage, sourire sans contact entre dents maxillaires et mandibulaires). La conception des postérieures a été réalisée avec les données du patient prises avec le Modjaw, ce qui nous permet de parfaitement gérer les courbes ainsi que les contacts masticatoires en entrée et sortie de cycle. Une fois ces étapes réalisées, les restaurations seront usinées (FAO) avec les Rolland (DG Shape). Les matériaux choisis sont l'IPS e-max (Ivoclar) pour les secteurs postérieurs (épaisseur et solidité), et en Empress Esthetic Multi (Ivoclar) pour les secteurs antérieurs (esthétique). Ces

éléments seront contrôlés (ajustage, points de contacts et occlusion) sur des modèles imprimés sur Form's Lab. Après un travail sur les états de surface sur les antérieurs, les éléments sont maquillés et glacés avec les colorants Ivocolor (Ivoclar).

Le collage (Fig. 13 et 14)

Les restaurations sont essayées une à une pour vérifier leur ajustage sur les préparations, puis toutes ensemble pour s'assurer que les points de contacts proximaux ne compromettent pas leur insertion. Pour l'assemblage, les dents ont été isolées à l'aide du champ opératoire. Après sablage des préparations (Rondoflex KaVo alumine 50 microns), nous avons conditionné les surfaces dentaires à l'acide ortho phosphorique, rincé abondamment à l'eau, séché et appliqué un adhésif universel (friction des surfaces pendant 20 secondes), éliminé les excès d'adhésif et photopolymérisé pendant 40 secondes.

En parallèle les pièces en céramiques ont été préparées à l'acide fluorhydrique et silanées. Pour le collage nous avons utilisé un composite collage Kuraray. Photopolymérisation avec application de glycérine pour la couche inhibée de surface. Les excès sont éliminés à la lame de bistouri numéro 12.

Conclusion

Dans les cas de réhabilitations globales esthétiques et fonctionnelles, le succès du traitement réside dans l'établissement d'un plan de traitement et le respect des étapes cliniques séquentielles. Le flux numérique permet de fractionner un plan de traitement complexe en une succession d'étapes simples dont l'information sera préservée. Il est difficile de répondre à ces exigences dans un procédé conventionnel. L'approche présentée permet le développement d'une analyse complète et précise des réhabilitations fonctionnelles-esthétiques, l'objectif étant de rendre les traitements complexes reproductibles dont les résultats reflètent le plan établi.

Bibliographie

1. Christian Coachman, Lauren Bohner, Camila Sales Jreige, Newton Sesma, Marcelo Calamita, *Interdisciplinary guided dentistry, digital quality control, and the « copy-paste » concepts*. *J Esthet Restor Dent*. 2021 ; 1-10.
2. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. *Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics : A systematic review and meta-analysis*. *J Prosthet Dent* 2016 Aug ; 116 (2) : 184-190.

Ahmed Rabiey

Chartres

Adrien Valdares

Chartres



Introduction

La révolution numérique qui prend place en dentisterie apporte avec elle des nouvelles solutions et concepts, dont la pertinence et l'intégration devront être évaluées sous le prisme des concepts fondamentaux. Quelles qu'en soient les conclusions, l'application de ce flux repose sur la même base fondamentale, sur laquelle le flux conventionnel s'est toujours basé : la collaboration entre praticien et prothésiste. Cette collaboration est d'autant plus importante lors du développement des nouvelles façons de travailler : les nouveaux défis amenés par ces outils devront être relevés en équipe, en intégrant les problématiques tant du côté clinique que du laboratoire.

Un de ces défis est celui de la gestion de l'occlusion en flux numérique : est-elle si différente de la gestion en flux analogique ? Comment y sont appliqués les concepts fondamentaux ? Sa gestion en est-elle améliorée, ou plutôt détériorée ? Ce sont les questions que nous nous proposons d'aborder dans cet article en nous intéressant au flux dans son ensemble, du cabinet dentaire au laboratoire de prothèse.

L'occlusion statique en flux conventionnel

La gestion et la transmission de cette occlusion ont fait l'objet de nombreuses études (1) (2) et fait parfois encore débat selon les différents courants de pensées. Cependant, quelle que soit l'école, la gestion occlusale est généralement subdivisée en deux parties : l'occlusion statique et l'occlusion dynamique (3). En ce qui concerne l'occlusion dite « statique », il s'agit en fait d'un rapport intermaxillaire de référence du patient dans laquelle se tiendra la reconstruction prothétique. Ce rapport peut être celui actuel du patient : on parle de relation d'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM). Ou bien un nouveau rapport dans une position thérapeutique de référence, reproductible, physiologique et non forcée : on parlera alors de relation centrée (ORC). Ce dernier étant fréquemment associé à une modification de dimension verticale (4).

La transmission de ces relations intermaxillaires est primordiale pour toute la continuité du plan de traitement : un rapport dont la qualité serait altérée, lors de l'enregistrement ou la transmission, aura pour conséquence directe des réalisations de prototype prothétique – ou pire, de prothèse d'usage – dont l'occlusion n'aura aucune intégration physiologique.

Pour l'OIM, cette transmission peut se faire en flux conventionnel de deux façons, dépendant de l'étendue de l'édentement sur les arcades et de l'engrènement dentaires entre celles-ci. Lorsqu'un édentement est limité et/ou qu'un engrènement entre les modèles est objectivable de façon répétitive et discriminante, la simple transmission d'empreinte conventionnelle des deux arcades est d'usage et l'OIM sera retrouvée au laboratoire en confrontant alors les deux modèles (Fig. 1). En revanche, cela nécessite que le praticien soit vigilant au moment des empreintes, et évalue les cas où l'engrènement ne sera pas objectivable une fois les modèles coulés. Ces cas sont plus généralement des cas où les édentements sont importants, où les dents restantes ne fournissent pas assez d'information quant à l'engrènement entre les deux futurs modèles, et où il sera impossible d'objectiver une position d'occlusion reproductible du fait de la gravité (e.g. édentement de classe I de Kennedy). Dans ces cas-là, il sera nécessaire pour le laboratoire de réaliser un bourrelet d'occlusion (aussi appelé RIM) pour permettre au praticien la transmission de ce rapport d'OIM de façon fiable.



Modèles conventionnels dont l'occlusion statique a pu être retrouvée par engrènement entre les modèles grâce au nombre de dents suffisant, et un édentement limité

Pour ce qui est de la (ou d'une) relation centrée, les considérations sont bien différentes au niveau de la prise en charge clinique, mais diffèrent finalement très peu coté laboratoire. Il conviendra au niveau clinique d'employer la technique de son choix pour fixer cette (nouvelle) relation intermaxillaire de référence pour la suite du plan de traitement : utilisation d'une « cire de centrée », une plaque de Kois, d'un jig de Lucia, etc. (5). Quelle que soit la technique, cette nouvelle relation sera figée puis transmise au laboratoire afin de fixer les modèles maxillaire et mandibulaire dans cette nouvelle position de référence, de façon assez similaire à l'utilisation d'un bourrelet d'occlusion (Fig. 2).



Buté anterior de Legall (gauche) et plaque de Kois (droite). Ces 2 dispositifs ont une fonction similaire : déprogrammer la proprioception du patient et l'aider à retrouver une position d'occlusion reproductible

L'occlusion statique en flux numérique

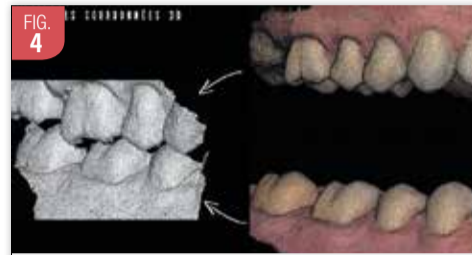
Du fait de l'importance de cette occlusion statique de référence – qu'elle soit l'OIM ou la relation centrée – pour la suite du plan de traitement, il est primordial de comprendre comment celle-ci est enregistrée et transmise au laboratoire en flux numérique afin d'avoir le même niveau de qualité et de prédictibilité qu'en flux traditionnel.

En flux numérique, la simple transmission des fichiers STL ou PLY issus de l'empreinte optique ne suffira pas pour retrouver un engrènement de référence, du fait de l'aspect « virtuel » des arcades, dont aucune physique à proprement parler n'existe. Si ces modèles numériques sont confrontés, la seule chose possible résultante est l'interpénétration de ces modèles (Fig. 3). C'est pourquoi il sera systématiquement nécessaire pour le praticien de réaliser une capture de l'occlusion statique de référence en enregistrant un « mordu numérique ». Celui-ci est d'ailleurs systématiquement demandé dans les étapes de numérisation des différents logiciels de caméra intra orale optique pour cette raison.



Impossibilité de retrouver l'occlusion statique entre 2 fichiers STL malgré le nombre de dents et un engrènement physique suffisant : ces fichiers n'ont aucune physique propre

Ce mordu numérique capturé *in vivo*, permettra d'attribuer des coordonnées à chacune des arcades afin que celles-ci soient positionnées l'une par rapport à l'autre dans l'espace. Il est important de comprendre que l'obtention de cette relation intermaxillaire ne prend donc pas en compte un quelconque engrènement des arcades : elle est uniquement le résultat d'un repositionnement des arcades maxillaire et mandibulaire selon un fichier de référence qu'est le mordu numérique (Fig. 4).



Principe de matching du mordu numérique d'occlusion

De cette méthode d'obtention de la relation intermaxillaire résultent deux différences importantes avec la capture d'occlusion statique conventionnelle. La première est qu'il sera possible d'observer des interpénétrations entre les modèles numériques qui sont impossibles à visualiser en flux conventionnel avec l'utilisation de modèles physiques. Ces interpénétrations peuvent s'expliquer par la dépression ligamentaire des dents qui s'opère lors de la prise d'occlusion. Ces interpénétrations devront être évaluées par le praticien qui devra les relier avec la situation clinique de chaque patient afin d'en juger la cohérence. Elles seront par exemple plus importantes en cas de mobilités importantes des dents et quasi inexistantes sur les restaurations implantaires. Similairement au flux conventionnel, le sens clinique du praticien devra donc être mis à contribution avant d'envoyer les informations au prothésiste, sous peine de transmettre des données fausses, et compromettre donc la suite du plan de traitement (Fig. 5).



Résultante du principe de matching pour l'occlusion numérique : des interpénétrations pourront être observées entre les modèles

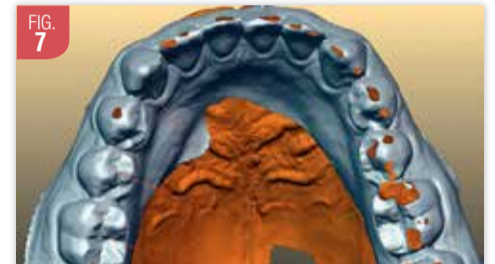
La deuxième conclusion directe est qu'il est totalement possible d'enregistrer un rapport d'occlusion reproductible mais dont l'anatomie aurait nécessité en flux conventionnel un bourrelet d'occlusion. En effet, le fichier de mordu fournit les informations nécessaires au rapport intermaxillaire et il n'existe pas de gravité en milieu virtuel, ce qui permet d'enregistrer et transmettre cette position de référence au laboratoire en première intention, en maintenant les positions virtuelles des arcades dans l'espace. De plus, cette capture se faisant directement *in vivo*, elle aura en théorie moins de chances d'être altérée et de contenir des erreurs du fait du nombre d'étapes réduites (Fig. 6).



Résultante du principe de matching pour l'occlusion numérique : il est possible de capturer en première intention des rapports intermaxillaires pour lequel il aurait été nécessaire d'utiliser un bourrelet d'occlusion

Pour autant, si les étapes cliniques semblent simplifiées grâce à ce protocole, il existe de nombreuses interrogations côté laboratoire depuis l'avènement du flux numérique : il est en effet plus que fréquent d'obtenir des rapports intermaxillaires non fiables, le plus généralement

consistant d'interpénétrations importantes. Ce constat reflète à la fois un manque de fiabilité quant à la technique d'obtention de l'occlusion statique numérique, mais aussi un manque voire une absence de contrôle du praticien en clinique (Fig. 7). Ces altérations imposent aux prothésistes de demander au praticien une nouvelle prise de rapport intermaxillaire – amenant à un rendez-vous supplémentaire – ou bien d'essayer de la retrouver manuellement. Le plus souvent, l'impression de modèles 3D permettra par confrontation de retrouver un engrènement si les conditions requises sont présentes (nombre de dents suffisantes, occlusion objectivable facilement), permettant ainsi de réaliser la prothèse demandée dans des conditions similaires au flux conventionnel (Fig. 8).



Erreurs fréquemment observées en occlusion numérique : interpénétration trop ou pas assez importante ne reflétant pas la réalité



Modèles 3D imprimés dont l'occlusion statique numérique enregistrée est conservée à l'aide d'un occluseur adapté

Afin de pallier cette problématique, une alternative de vérification existe permettant de s'assurer d'une prise d'occlusion numérique fiable à la fois pour le praticien et le laboratoire : **l'utilisation du papier à articuler** au préalable de l'empreinte optique. Les récentes innovations en matière de caméra intra orale font qu'aujourd'hui la plupart d'entre elles ont la capacité de capturer la couleur (le format de fichier sur alors du PLY et non du STL), ce qui permet d'afficher les points d'occlusion si ceux-ci ont été marqués au préalable. À la fin du protocole d'empreinte, ces points pourront être observés et devront coïncider avec les interpénétrations entre les fichiers. Cette vérification est rassurante, si ce n'est essentiel, pour le praticien qui pourra l'intégrer facilement dans son protocole de prise d'empreinte numérique mais également pour le prothésiste, qui y trouvera un moyen de vérification simple en cas de doute sur l'occlusion numérique transmise (Fig. 9).



Observation des points d'occlusion marqués au papier à articuler par transparence entre les modèles numériques

L'occlusion cinématique en flux analogique

La deuxième composante de l'occlusion, dont la résultante dépendra de la collaboration praticien-prothésiste, est la cinématique mandibulaire. Traditionnellement, celle-ci est simulée dans un articulateur au laboratoire et l'équilibre de la prothèse finale est ajusté à l'aide de papier articulé. Le prothésiste est donc au premier plan de cette équilibration ; il sera nécessaire que le duo praticien-prothésiste soit en accord sur le schéma occlusal choisi et sur les règles générales d'équilibre occlusale (cuspidé primaire et secondaire, guidage canin, de groupe, etc.), afin d'éviter tout désaccord ou pseudo-échec thérapeutique lié à une mauvaise communication (6) (Fig. 10).



Montage sur articulateur conventionnel permettant une première équilibration occlusale au laboratoire

Bien que le travail d'équilibration soit fait au laboratoire, le résultat obtenu dépend bien du travail d'équipe entre praticien et prothésiste. En effet, ce travail est certes réalisé dans un articulateur qui fait office d'un simulateur de la cinématique mandibulaire, mais la qualité de cette simulation dépendra de plusieurs paramètres, parmi lesquels le plus important sera l'orientation du modèle maxillaire dans l'espace, en rapport avec la position – supposée – des condyles (7). La transmission de ce paramètre primordial, ainsi que les autres – lorsqu'ils sont indiqués – (pente condylienne, angle de Bennet, etc.), sont de la responsabilité du praticien et pourront être enregistrés à l'aide d'un arc facial (Fig. 11). C'est également le praticien qui effectuera les réglages finaux en bouche remédiant aux imperfections de ce simulateur qui ne peut que s'approcher de la réalité.



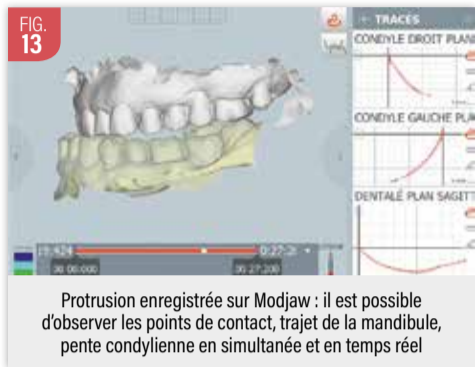
Utilisation de l'arc facial pour garantir une simulation dans l'articulateur de qualité

L'occlusion cinématique en flux numérique

Les logiciels utilisés en CAO dans le cadre du flux numérique proposent une gestion similaire de cette cinématique mandibulaire : en effet, il est possible lors de la conception de faire appel à un articulateur dit virtuel, dans lesquels les modèles pourront être « montés » et qui offrira des simulations basées sur le fonctionnement de nos articulateurs physiques (Fig. 12). C'est souvent l'outil de choix qui sera utilisé par les laboratoires afin de permettre – *a minima* – une première équilibration de la cinématique mandibulaire. Pourtant bien que l'outil soit similaire, si ce n'est plus complet (plusieurs marques et types d'articulateurs sont disponibles par défaut, il est possible de paramétrer les PC et Bennet, etc.), il reste un simulateur peu fiable si le positionnement



Montage sur articulateur virtuel : absence d'arc facial, utilisation d'un plan arbitraire pour monter les modèles numériques

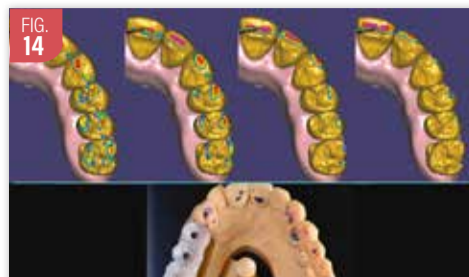


Protrusion enregistrée sur Modjaw : il est possible d'observer les points de contact, trajet de la mandibule, pente condylienne en simultanée et en temps réel

du modèle maxillaire est fait de façon arbitraire. Mais en l'absence d'arcs faciaux numériques, le duo praticien prothésiste se voit contraint de se contenter de cette simulation encore plus imparfaite. C'est donc un retour en arrière par rapport aux avancées faites en flux conventionnel, et la gestion de cette cinématique mandibulaire a longtemps été le point négatif dans l'application du flux numérique.

De nouveaux outils ont cependant fait leur apparition permettant de pallier ce chaînon manquant. L'un de ces outils est le Modjaw : il propose une nouvelle méthode de gestion de cette cinématique mandibulaire via l'outil numérique. Le principe est de s'affranchir de la notion de simulateur, et de capturer directement la réalité à l'aide de capteurs placés sur le patient (Fig. 13). Cette capture pourra ensuite être transmise au prothésiste, et intégrée dans les logiciels de CAO. Cette nouvelle façon d'aborder le défi de la cinématique mandibulaire impose à nouveau une collaboration étroite dans le duo praticien prothésiste. Le praticien devra apprendre à manipuler ce nouvel outil, à comprendre entre autres quelles cinématiques sont importantes à enregistrer pour la réalisation prothétique ; tandis que le prothésiste devra apprendre à exploiter ces informations, certes riches en contenu, mais totalement nouvelles par rapport au montage sur articulateur classique.

Mais une fois ces défis surmontés, en se servant des principes fondamentaux régissant le domaine de l'occlusion, il est possible de gérer cette cinématique mandibulaire de façon bien plus précise, plus rapidement, et de façon plus reproductible. Ces avantages sont le fruit de la puissance des outils numériques, et



Intégration de la cinématique mandibulaire dans la conception et l'équilibration occlusale : il est possible en flux numérique d'effectuer un arrêt sur image à chaque instant du mouvement (haut) alors que le marquage conventionnel au papier à articuler donne la résultante du mouvement complet, sans distinction (bas)

en particulier des logiciels de CAO. Il est par exemple possible d'analyser bien plus finement la temporalité des points de contacts en décomposant chaque étape du mouvement, dixième de seconde par dixième de seconde ; là où l'utilisation du papier articulé donne uniquement la résultante du mouvement complet, sans savoir si un point de contact intervient avant ou après l'autre (Fig. 14). Une fois cette analyse faite, les outils numériques et la puissance de calcul des ordinateurs permettent d'équilibrer en quelques clics un montage complet, pour peu que la méthodologie soit précise. Toutes ces avancées sont encore plus avantageuses par rapport au résultat final puisqu'elles sont basées sur la cinématique réelle du patient, et non pas issues d'une cinématique résultant d'un simulateur.

Bien que le portrait dressé soit séduisant, il est cependant important pour le duo praticien-prothésiste de savoir quand et comment ces outils de capture sont indiqués : cette nouvelle gestion de la cinématique mandibulaire se fait dans la réalité du patient et celle-ci n'est pas toujours celle dans laquelle on souhaite s'intégrer, en particulier dans les réhabilitations globales et/ou complexes où l'occlusion du patient est altérée, voire pathologique. Dans ces cas-là, faute de mieux, il sera nécessaire de réaliser une simulation de la future occlusion du patient dans l'articulateur virtuel. Mais la capture effectuée n'est pas pour autant vaine : de la même façon qu'un arc facial, elle fournira la position supposée des condyles en rapport avec le modèle maxillaire, permettant un montage en articulateur virtuel plus cohérent, et individualisé au patient (8) (Fig. 15).



Montage raisonné sur articulateur virtuel : utilisation de la position des condyles pour positionner les modèles numériques dans l'espace

Conclusion

Dans cette nouvelle « ère numérique », il est important de garder en vue l'objectif final de tous ces outils : améliorer la prise en charge des patients. Cette amélioration peut être dans la simple ergonomie ou dans la qualité finale du plan de traitement, mais elle se doit d'exister, sans quoi l'adoption de ce nouveau flux présentera un intérêt nul. Ne pas céder aux sirènes d'une pseudo-révolution est essentiel, tout comme l'accepter l'est, ou, le sera.

En occlusion, ces changements sont d'autant plus importants qu'ils touchent absolument tous les domaines de la dentisterie, l'occlusion étant omniprésente quel que soit le traitement, mais également le sacro-saint duo praticien-prothésiste. Bien que cette relation soit précieuse, elle nécessite d'être entretenue et une communication sans faille sur tous ses aspects. L'occlusion est au cœur de celle-ci et engendre des frustrations des deux côtés si elle n'est pas gérée conjointement. Les premiers contacts avec l'occlusion numérique peuvent parfois s'avérer frustrants tant elle diffère dans sa gestion avec le flux conventionnel : des incompréhensions peuvent en découler et provoquer un rejet de cette évolution pourtant si bénéfique.

Mais si le duo praticien-prothésiste arrive à surmonter ces incompréhensions et mettre en place de nouveaux protocoles plus en phase avec ces évolutions, alors la résultante finale – et donc la prise en charge des patients – ne peut qu'être meilleure par les possibilités amenées par ces nouveaux outils. **Il s'agira de fournir l'effort initial nécessaire à l'assimilation de ces protocoles émergents, se les approprier et les individualiser à sa pratique, de la même façon qu'ont été établis les protocoles conventionnels actuellement en places dans nos cabinets et laboratoire.**

Bibliographie

1. Friel S. *The Relation of Function to the Size and Form of the Jaws.* Proc R Soc Med. 1929 Jun ; 22 (8) : 1093-108. PMID : 19987047 ; PMCID : PMC2102759.
2. Katona TR, Eckert GJ. *The mechanics of dental occlusion and disclusion.* Clin Biomech (Bristol, Avon). 2017 Dec ; 50 : 84-91. doi : 10.1016/j.clinbiomech.2017.10.009. Epub 2017 Oct 10. PMID : 29049951.

Toute la bibliographie est à retrouver sur www.aonews-lemag.fr



PARIS
Save the date

Date

Auteur, titre conférence

Lieu

www.aonews-lemag.fr/ao-paris-programme-2020/

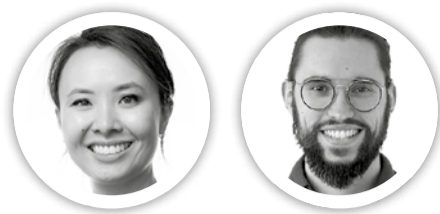


Pauline Nguyen Van Duong

Croissy sur Seine

Vivien Sixdenier

?????



L'histoire que nous vous présentons est une aventure humaine née de l'univers du numérique, la naissance d'une relation interprofessionnelle entre deux personnes ne s'étant jamais rencontrées. Le Dr Pauline Nguyen Van Duong, possédant une chaîne numérique complète et désireuse de proposer les meilleures solutions à ces patients a cherché un laboratoire pouvant l'accompagner dans la modification de son activité. Suivant les conseils de la société Modjaw, dont elle venait d'acquérir le dispositif depuis peu, elle a contacté le laboratoire LIO (Vivien Sixdenier), à l'époque seul prothésiste de cette minuscule structure qui a répondu alors à son appel. Depuis, l'outil numérique est devenu la seule et unique méthode de travail entre Pauline et Vivien.

est nécessaire. Il doit utiliser le visage comme point de départ (4) (5). Ce projet guide la création d'un scénario de traitement avec le séquençage et le calendrier exact des procédures à effectuer. Le laboratoire utilise pour ce type de reconstruction le logiciel Exocad qui permet de mutualiser toutes les données du patient enregistrées précédemment en un avatar 3D. Des modules complémentaires permettent notamment d'intégrer les Fig. pour la réalisation d'un Smile Design ou encore la cinématique mandibulaire directement sur les reconstructions.

Étape 4 : présentation numérique des patients et acceptation des cas

La quatrième étape consiste à impliquer le patient. La communication visuelle est le meilleur moyen pour

susciter l'engagement du patient, en créant la vision d'un sourire futur qui pourra avoir un impact significatif sur sa vie (6). Le wax-up de diagnostic complètera l'information donnée au patient en permettant la simulation du résultat final du traitement. Les équipements d'impressions numériques favorisent une impression rapide des modèles, sur lesquels seront réalisées des clés de diagnostic permettant le transfert en bouche de la maquette du sourire. Des photographies et vidéos du patient seront alors réalisées. Le but est de créer une valeur perçue dans un temps court après la première consultation, ce qui conduira éventuellement à l'acceptation du plan de traitement. Le flux de travail entièrement numérique permet d'atteindre cet objectif.

Étape 5 : réalisation guidée du traitement

Afin de minimiser, voire d'éviter les écarts entre les plans initiaux et le résultat final, il est possible de s'appuyer sur des dispositifs de conception numérique (guides de préparation, guide chirurgical, guide de remodelage gingival, clé de repositionnement et provisoires d'usage préparées et maquillées avant le rendez-vous) dont la

production aura été internalisée sur les imprimantes 3D du cabinet après conception par l'équipe basée au laboratoire. Ces flux et technologies permettent ainsi d'augmenter l'efficacité et la prévisibilité du traitement.

Étape 6 : contrôle numérique de la qualité

Chaque étape du traitement peut être évaluée avant de passer à la suivante, en comparant la simulation initiale avec le résultat obtenu. En superposant des analyses de la situation initiale et réelle, des divergences peuvent être détectées et des mesures correctives peuvent être prises, le cas échéant. Le Modjaw est l'outil de prédilection pour cette étape. En effet, il permet d'analyser la situation initiale qu'elle soit pathologique ou non, et ainsi d'anticiper une nouvelle organisation fonctionnelle lors de la phase transitoire. Il permet ensuite d'améliorer la première version maturée par le patient en optimisant la fonction masticatoire avant la réalisation des prothèses définitives.

C'est pourquoi avant d'illustrer notre expérience commune au travers de cas cliniques, il nous semble important de revenir sur le protocole d'utilisation et de mise en place de ce dispositif au sein de notre flux de travail.

La transformation numérique, avec ses formidables opportunités, réinvente l'expérience de la restauration et de la réhabilitation prothétique pour les binômes praticiens-prothésistes. Le nombre de nouvelles technologies et la quantité de nouveaux équipements utilisés aujourd'hui pour acquérir des données patients, les logiciels pour manipuler ces données et les machines pour fabriquer des dispositifs à partir de celles-ci augmentent constamment, tout comme les défis d'intégrer ces systèmes dans un flux de travail réalisable, réaliste et pratique (1). En tant qu'équipe, notre objectif est de créer un flux de travail numérique complet, qui modifie et améliore le processus de traitement d'un cas complexe, du diagnostic à l'exécution et à la maintenance (2). Grâce à notre partage d'expérience, nous avons pu identifier six étapes clés.

Étape 1 : numérisation des patients

Les fichiers numériques requis pour une numérisation complète sont :

- photographies (extra et intra buccales),
- vidéos (optionnel),
- radiographie panoramique,
- empreintes optiques,
- scans du visage (optionnel),
- scans CBCT,
- cinématique mandibulaire Modjaw,
- antécédents médicaux/questionnaires,
- charting dentaire,
- charting parodontal

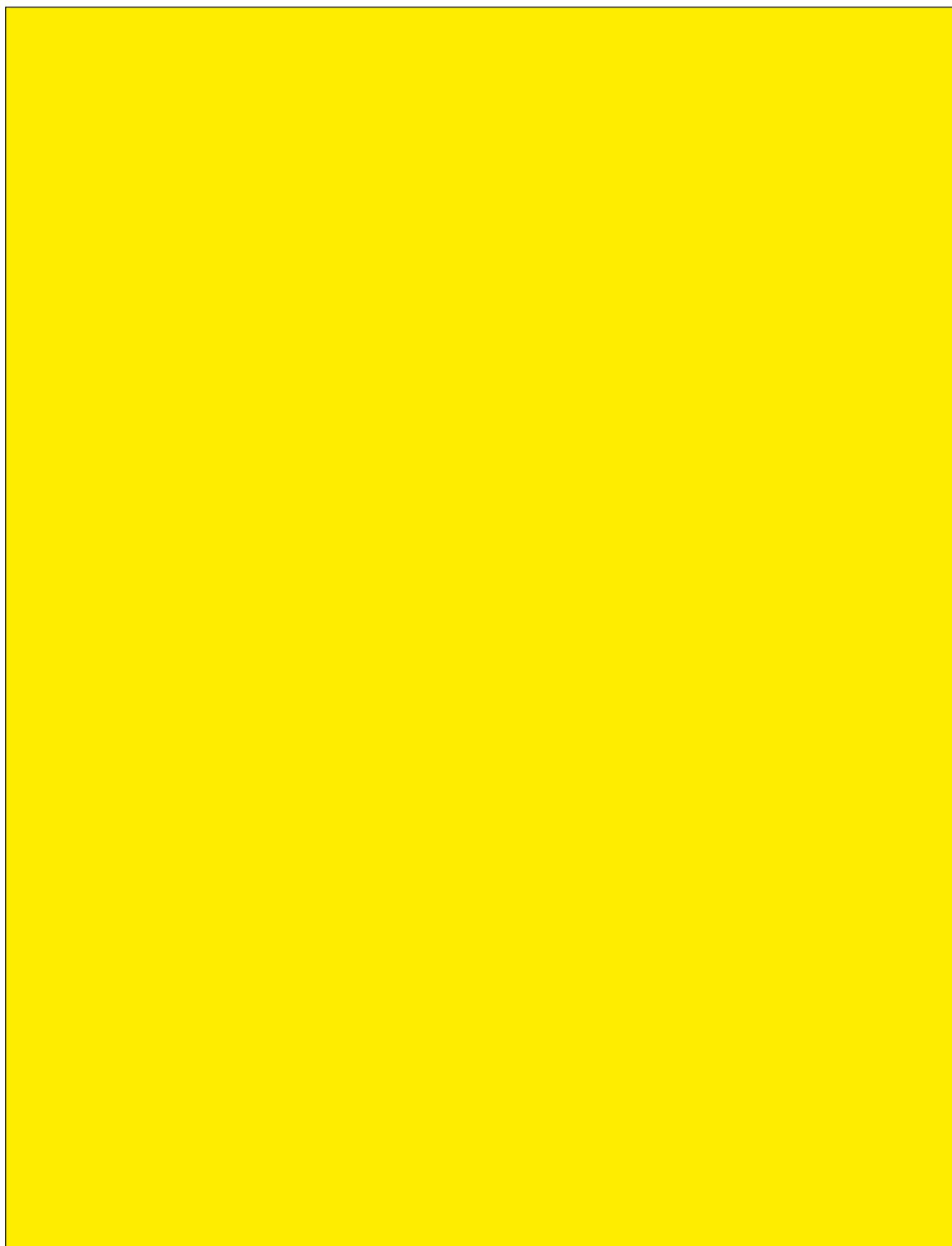
L'intégration des photographies extra-orales avec les empreintes optiques, le CBCT ainsi que les mouvements mandibulaires permet un diagnostic plus précis des aspects fonctionnels, structurels et esthétiques en évitant les inexactitudes des procédures analogiques. En outre, ces étapes peuvent être effectuées sur l'ordinateur après le premier rendez-vous, ce qui permet d'économiser du temps (3).

Étape 2 : transmission des informations et diagnostic

Étant donné que le patient est entièrement numérisé, toutes les informations peuvent être immédiatement envoyées et stockées. Pour la planification du traitement, nous pouvons ensuite utiliser un système de communication digital asynchrone, de sorte que les membres de l'équipe peuvent participer activement même lorsque leurs horaires ou emplacements ne coïncident pas dans le temps ou dans l'espace.

Étape 3 : simulation de traitement virtuel

L'étape suivante du flux de travail numérique complet consiste à tester les différentes alternatives et possibilités avec des simulations 3D pour visualiser les résultats prospectifs et leur impact. Un système logiciel qui permet tous les types de simulations sur la même plate-forme



Pour l'enregistrement Modjaw®, il est nécessaire de charger préalablement les empreintes optiques du patient (.STL) issues de l'enregistrement par la caméra (Trios 3Shape). Après vérification de l'occlusion proposée, des points de repère intra-buccaux sont sélectionnés afin d'être répartis harmonieusement et bilatéralement sur la face occlusale de 4 dents mandibulaires. Le milieu inter-incisif mandibulaire (dentalé) est également pointé. Le stylet réflecteur est positionné sur le diadème et des mouvements circulaires sont réalisés pour le calibrage de la caméra.

La fourchette est préalablement adaptée à l'arcade en fonction de sa forme et de son périmètre. Le papillon réflecteur est accroché à la fourchette et un écarteur de type Optragate peut être positionné pour faciliter la mise en place de la fourchette. Celle-ci est ensuite

fixée sur les faces vestibulaires des dents mandibulaires à l'aide de résine Bisacryl (Structure 2 SC, Voco). Les excès sont éliminés pour éviter toute interférence avec l'occlusion. Cette étape est très importante pour la suite de l'enregistrement. Des difficultés de fixation peuvent être ressenties pour les cas de classe II avec recouvrement sévère. Une stabilisation supplémentaire par ciment de scellement provisoire peut être nécessaire. Les points de repère cutanés sont ensuite positionnés à l'aide du stylet : condyle droit, point sous-nasal, et condyle gauche. Les points de repère intra-buccaux sont ensuite pointés à l'aide du stylet, sur la face occlusale de quatre dents mandibulaires, avant que l'OIM ne soit validée face à la caméra.

Pour l'enregistrement cinématique mandibulaire, chacun des mouvements est répété trois fois, afin d'obtenir une

superposition des tracés et contrôler ainsi leur correcte compréhension et exécution par le patient :

- ouverture-fermeture,
- propulsion-rétropulsion,
- diduction droite-gauche,
- diagramme de Farrar,
- arc gothique,
- phonation,
- déglutition,
- mastication (dés de pomme calibrés avec peau).

L'utilisation du Modjaw nous permet d'obtenir une visualisation instantanée, dynamique et dans les trois sens de l'espace des trajets condyliens et dentaires, ainsi qu'un calcul automatique des déterminants postérieurs. Il recueille également des informations sur les surfaces de guidage et l'intensité des points de contacts inter-dentaires

(surcharges, prématurité, interférence, sous-occlusion) grâce à un indice colorimétrique. Le travail de réorganisation dentaire et de création de morphologie occlusale fonctionnelle selon le principe de la protection mutuelle est grandement facilité.

L'ergonomie du dispositif, sa facilité d'utilisation et son intérêt pédagogique pour le patient en font un allié clinique de poids. Le calcul instantané et précis des pentes condyliennes sagittales et transversales pour chaque type de mouvement ; avec la possibilité de visualiser les données en vitesse accélérée ou ralentie et même de décomposer le mouvement permet une intégration optimale des informations par le laboratoire.

Nous allons vous présenter différents cas à complexité variable illustrant ce mode d'échange interprofessionnel.

Cas 1

Un patient de 72 ans se présente pour traitement de fractures répétées des incisives et canines mandibulaires, et de l'inconfort quotidien qui en résulte : incision impossible, blessure de la langue et des lèvres. Les antécédents dentaires du patient ont révélé plusieurs restaurations effectuées au fil des ans. En raison de l'usure liée à l'attrition généralisée, l'aspect esthétique général des dents a été compromis (Fig. 1 et 2). Au moment de la première consultation, les fichiers numériques suivants ont été recueillis.

- Photographies (extra- et intra- buccales)
- Radiographie panoramique
- Empreintes optiques
- Scans CBCT
- Cinématique mandibulaire Modjaw
- Antécédents médicaux/questionnaires
- Charting dentaire



Grâce à l'enregistrement Modjaw, nous pouvons analyser sa situation fonctionnelle initiale. Nous pouvons constater que les contacts statiques ne sont pas correctement répartis et qu'une béance antérieure est causée par les anciennes réhabilitations prothétiques. En dynamique, le patient présente lors de l'ouverture une déviation horizontale qu'il faudra également corriger. En revanche, ses angles fonctionnels masticatoires de Planas (AFMP) sont égaux donc à conserver (7) (Fig. 3, 4 et 5).

Après analyse et discussion avec le praticien, la réalisation du projet peut débuter. Les empreintes optiques sont importées dans le logiciel Exocad et la fonction Smile Creator permet de réaliser la simulation esthétique. La cinématique mandibulaire n'étant pas optimale, les modifications occlusales sont réalisées par l'intermédiaire d'un articulateur virtuel. La simulation met en lumière une différence de hauteur des collets au niveau des incisives, une gingivectomie sera nécessaire pour retrouver un alignement convenable. Le projet est présenté en virtuel et accepté par le patient sans réaliser de mock-up motivationnel.

Le patient ne présente aucun édentement non compensé, les dents et implants en place sont adaptés selon l'évaluation biologique, biomécanique et parodontale. La réhabilitation peut donc débuter, les provisoires sont réalisés par coques imprimées. Cette technique

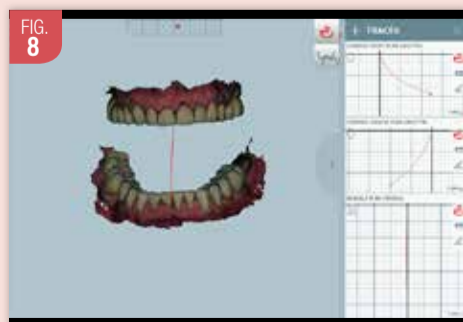
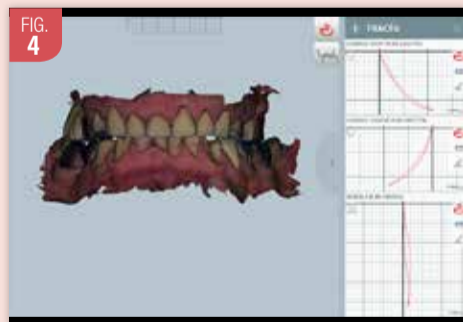


permet d'anticiper les futures formes dentaires sans pour autant réaliser au préalable les préparations. Le design est réalisé au laboratoire selon le projet prothétique et transmis par mail sous forme de fichiers STL. Dès réception, les couronnes provisoires sont imprimées au cabinet sur une imprimante Formlabs 2 en résine Temporary CB, puis maquillées avec le kit GC Optiglaze Color. Les dents sont taillées et les éléments évidés sont rebasés pour faire office de provisoires immédiats (Fig. 6).

Cette méthode permet de modifier en une seule séance l'organisation dentaire du patient. Concernant l'esthétique, un guide de gingivoplastie a permis d'aligner les collets 11 et 12 aux 21 et 22 (Fig. 7).

Les empreintes optiques sont réalisées avant mise en place des coques afin d'enregistrer les préparations pour la conception de nouveaux provisoires entièrement adaptés aux limites des moignons dentaires. Les inlays cores en titane sont réalisés lors de cette étape. Après quelques semaines, un nouvel enregistrement Modjaw est effectué afin d'analyser l'évolution de la situation (Fig. 8).

Les AFMP sont toujours égaux et l'ouverture est désormais rectiligne, le patient est donc correctement stabilisé et la réalisation des prothèses définitives est



lancée après optimisation des surfaces occlusales. Le confort masticatoire et articulaire du patient est validé. Le matériau choisi pour les restaurations dentaires et implantaires est la Zircone Katana YML (Kuraray Noritake) en teinte A2. Cette zircone a pour qualité principale ses différentes concentrations en yttria combinant une couleur/translucidité et une gradation de résistance à la flexion, ce qui la rend très utile pour ce genre de reconstruction. L'usinage est réalisé grâce à l'usineuse Roland 52 DCI. Après usinage et sinterisation, les éléments sont travaillés avec des instruments rotatifs (Meisinger), puis maquillés et glacés. Un dernier Modjaw est enregistré afin de vérifier la viabilité de la réhabilitation finale et effectuer des meulages sélectifs si nécessaire. Pour le cas présent, tout est conforme au projet numérique.

Le patient est désormais dans une relation occlusale idéale, si une modification survient à l'avenir les prothèses seront réalisées suivant cette optimisation occlusale (Fig. 9).

Nous devons retenir de cette réalisation la prédictibilité et la rapidité d'exécution grâce au numérique. De simples échanges permettent de valider et d'anticiper les étapes du projet, de diminuer le nombre de séances en optimisant le flux de travail et de résoudre facilement les désordres occlusaux du patient.



Cas 2

M. B, 87 ans, présentant des tremblements essentiels, se présente au cabinet pour une consultation de bilan. Sa principale demande est l'amélioration de l'apparence globalement désagréable de ses dents et de sa prothèse amovible partielle maxillaire mobile. L'examen extra-oral révèle une esthétique compromise avec des dents extrêmement cassées, courtes et foncées ainsi que des prothèses fixes et amovibles inadaptées. L'examen intra-oral et radiographique montre de nombreuses dents manquantes, une dentition usée de manière étendue, des restaurations multiples inadaptées avec caries secondaires (Fig. 1 et 2).

Il est décidé avec le patient de réaliser une restauration globale dento-portée pour les dents conservables et des prothèses amovibles partielles à châssis métallique pour les secteurs édentés. Nous procédons à l'analyse fonctionnelle du patient. Les usures dentaires du pa-

tient ne permettent pas d'effectuer un enregistrement efficace de ses mouvements, la fourchette ne pouvant être fixée sur les dents mandibulaires. Une modélisation globale est donc réalisée numériquement à l'aide de l'articulateur virtuel. Une augmentation de la dimension verticale d'environ 6,5 mm est nécessaire afin de retrouver une hauteur occlusale prothétiquement utilisable suffisante. Cette simulation est présentée et validée par le patient (Fig. 3).

Les soins débutent :

- les extractions dentaires sont effectuées et les dents sont préparées ;
- les traitements endodontiques réalisés en vue d'ancrage par inlay cores ;
- nouvelle prise d'empreintes optiques pour transmission au laboratoire ;
- mise en place des provisoires grâce à des clés silicone enregistrées sur les modèles idéaux suivant la nouvelle dimension verticale.

Les empreintes sont alors superposées au laboratoire avec les fichiers initiaux afin de réaliser numériquement les inlay-cores grâce au scanposts mis en place sur les 6 dents traitées (Fig. 4).

Les inlay-cores mandibulaires sont réalisés dans un second temps car la première séance de préparations n'a pas permis de réaliser les traitements canalaires. Les

inlay-cores maxillaires sont usinés en titane au laboratoire, et les bridges et dents provisoires sont conçus selon la modélisation idéale et produit par impression 3D en interne au cabinet via la Formlabs 2 en résine Temporary CB, puis maquillées avec le kit GC Optiglaze Color. Des prothèses amovibles en résine provisoire sont également réalisées pour remplacer les dents manquantes. Suivant cette logique de production, les éléments sont prêts au cabinet sous 5 jours et la pose des éléments prothétiques est programmée avec les traitements endodontiques mandibulaires.

Après quelques jours de temporisation, une analyse Modjaw est enregistrée afin de contrôler la fonction du patient suivant les nouveaux paramètres occlusaux. Le patient nous exprime avoir retrouvé un confort articulaire et nous pouvons remarquer que l'ouverture est rectiligne et les milieux centrés. La position mandibulaire et le déterminant antérieur sont désormais identifiés et les angles fonctionnels masticatoires de Planas sont égaux grâce à l'optimisation des courbes postérieures des prothèses amovibles.

Nous pouvons procéder à la réalisation des prothèses définitives toujours en suivant le projet idéal, amélioré par la nouvelle analyse. Production des inlay-cores mandibulaires. S'agissant de réhabilitations antérieures, ils sont produits en titane anodisé doré afin de masquer les contraintes optiques de l'alliage.

- Production des éléments fixés en Zircono Katana YML® de teinte A3.
- Modélisation et production des prothèses amovibles partielles métalliques en titane avec montage de dents personnalisées grâce à l'usinage suivant la modélisation idéale.

La finition est réalisée avec le même matériel que le cas précédent, les flux sont protocolés et optimisés pour la technique numérique. Les différents éléments sont livrés 7 jours plus tard et la dernière séance de pose est programmée. La réhabilitation complète est maintenant terminée, quatre séances sont nécessaires pour mener à bien cette transformation totale (Fig. 5).

Seulement, après quelques semaines d'usage, le patient prend à nouveau rendez-vous car il rencontre un problème. En effet, sa dent n° 15 vient de s'extraire sans raison apparente. Il s'est avéré que la friction du crochet titane avec la couronne zircono était beaucoup trop puissante, ce qui a entraîné une forte rétention que la dent n'a pas supportée. Pour remédier à cela, une réparation est effectuée sur le châssis métallique par adjonction d'une dent supplémentaire. Il est à noter que la précision du numérique permet de réaliser des travaux prothétiques d'une fidélité incroyable, mais que celle-ci doit être contrôlée en finalité sous peine de nuire au traitement. Conclusion de ce cas, le trop est l'ennemi du bien.



Cas 3

Nous présentons ce dernier cas pour illustrer la difficulté de réalisation d'un traitement global si la pathologie du patient n'est pas correctement abordée.

M. T, 72 ans, présentant un ATCD de cancer oropharyngé il y a 30 ans traité par chirurgie, irradiations et biphosphonates, est suivi au cabinet depuis une dizaine d'années. Les soins réalisés ont consisté principalement en l'extraction de dents fragilisées et en traitements restaurateurs par composites. Du fait des traitements agressifs subis, la qualité de la salive a été très perturbée et les tissus gingivaux présentent une inflammation permanente. Une modification de l'occlusion avec fractures récurrentes des bords libres et cuspidés est constatée

par le patient et le praticien. Le recouvrement excessif des dents mandibulaires s'est accentué ces dernières années avec des blessures importantes causées sur la langue et les joues associées à une perturbation de la fonction masticatoire.

Compte tenu du contexte médical (os irradié et prise de biphosphonates, mauvaise qualité de la salive), le patient et le praticien s'orientent vers une réhabilitation globale dento-portée pour les dents conservables. Les édentements non compensés terminaux ne pourront être restaurés par couronnes implanto-portées ou prothèse amovible (Fig. 1 et 2).

Un premier projet de réhabilitation réalisé avec un enregistrement Modjaw est engagé avec un autre laboratoire mais le schéma occlusal modifié par le biais des provisoires issues du projet prothétique n'est pas concluant. Le patient rapporte un inconfort important au niveau de la fonction masticatoire, de la déglutition et de la phonation associé à des douleurs au niveau des ATM. Les inlay-cores sont réalisés et posés, puis plusieurs versions provisoires sont essayées. Mais l'analyse Modjaw ne montre pas d'amélioration, au contraire la situation se complexifie car le plan d'occlusion est complètement dysfonctionnel (Fig. 3).

Après récupération de ce cas et analyse des données de la situation actuelle, une nouvelle version est proposée au patient en améliorant l'esthétique et les plans d'occlusion. Cette modification entraîne la réalisation de nouveaux inlay-cores, les premiers étant non conformes avec les nouvelles positions dentaires. Ceux-ci sont mis en place ainsi que les nouveaux provisoires et le patient reste quelques jours avec ses nouveaux paramètres occlusaux. Environ un mois plus tard, un contrôle et nouvel enregistrement des données au cabinet est effectué. Le patient fait part d'un vrai confort et une

disparition des problèmes liés aux anciennes versions excepté une difficulté lors de l'incision, il émet le souhait de transformer directement cette situation en prothèses définitives. Une nouvelle analyse Modjaw confirme une amélioration des courbes et une bonne position mandibulaire (Fig. 4).

Les éléments postérieurs sont réalisés en monolithique et les couronnes antérieures sont modélisées en cut-backs pour laisser un espace suffisant de stratifications vestibulaires. La teinte validée est A2 et le matériau est similaire aux précédents cas. La pose se déroule sans difficulté et le patient est ravi de son nouveau sourire (Fig. 5 et 6).

La leçon à tirer de la réalisation de ce cas est que l'analyse initiale et l'identification des pathologies du patient sont essentielles au bon déroulé du plan de traitement. Si certains aspects sont occultés ou sous-évalués, de nouvelles difficultés émergent et compromettent grandement la suite des opérations.

Le paramètre fonctionnel doit être systématiquement contrôlé et amélioré si des problématiques sont décelées.



Conclusion

La majorité des cas de réhabilitation complexe que nous avons traités impliquait une usure excessive des dents et nécessitait une manipulation de la dimension verticale. Nos objectifs étaient :

- une amélioration des déterminants fonctionnels ;
- une amélioration des proportions esthétiques des dents ;
- la création d'un espace adéquat pour les matériaux de reconstruction ;
- la préservation des structures dentaires en mettant en œuvre des procédures minimalement invasives (8).

La réadaptation repose sur une approche additive via la manipulation de la dimension verticale en combinaison avec une préparation minimale guidée des dents. L'objectif de nos traitements est une rééducation esthétique conservatrice et stable sur le long terme qui s'intègre parfaitement à la fonction du patient (9) (10). La dentisterie reconstructrice est une discipline hautement personnalisée et des prises en charge uniformes sont parfois difficiles à mettre en œuvre, à l'exception

Le flux de travail décrit dans cet article a été progressivement transformé pour améliorer la communication entre l'équipe du laboratoire et l'équipe clinique et le confort du patient.

- Le recueil des informations initiales est protocolisé : nombre, qualité, archivage et supports de transmission. Les membres de chaque équipe sont bien familiarisés à ce flux.
- Notre communication asynchrone par mail et l'envoi des simulations statiques et dynamiques par voie numérique permet de discuter efficacement des options de traitement avant de prendre des décisions clés.
- La prise de décision quant aux modalités et séquençage du traitement est effectuée dans la semaine qui suit la première consultation et les éléments de présentation et de transfert de la maquette du sourire sont prêts rapidement, ce qui permet une seconde consultation avec le patient à 15 jours ou moins, avec une valeur perçue du traitement majorée et un meilleur taux d'acceptation.
- Le nombre de séances est déterminé avec précision et se trouve réduit grâce au flux numérique. Il est courant de mener une réhabilitation complexe en 4 séances, auxquelles nous rajoutons un rdv de suivi et d'ajustements.

des situations qui sont directement comparables, tels que les patients complètement édentés. Grâce aux technologies numériques et aux protocoles de prise de décision qu'elles induisent, nous avons pu mettre en place un flux de travail plus rapide et plus prévisible dans le traitement des cas jugés complexes.

Pour conclure cet article, nous remarquons que tous ces cas ont présenté un défi technique mais surtout un défi de gestion du flux de travail. Ils permettent une remise en question perpétuelle de l'optimisation des plans de traitements proposés et une ouverture vers de nouveaux défis à relever.

Grâce à la qualité de notre relation, nous avons pu gagner en simplification, en automatisation, en coordination. Et si la technologie numérique peut sembler créer une distance entre le cabinet et le laboratoire, au contraire elle met en exergue la relation humaine qui résulte de cette synergie au profit du patient. Le paradoxe de cette création d'un lien fort entre le praticien et le prothésiste est, pour notre part, que nos conversations et mise en place de nouveaux protocoles se sont toujours réalisées virtuellement sans une seule rencontre physique.

Nous sommes désormais tous plus proches les uns des autres grâce à la synergie patient/praticien/prothésiste/assistante dentaire. Il y a un temps d'apprentissage, un flux à créer et à maintenir pour intégrer ces systèmes et l'engagement de toutes les équipes est fondamental. À ce titre, nous sommes fiers d'avoir pu évoluer individuellement et en tant qu'équipe.

En effet, l'un des nombreux bénéfices de notre nouveau flux est la délégation de tâches qui autonomise et fait monter en compétences les assistantes dentaires et les prothésistes. Le numérique dans le milieu dentaire, au-delà d'une optimisation des flux, est définitivement le nouveau et meilleur réseau social entre nos professions.

Remerciements

Nous remercions nos équipes du cabinet et du laboratoire ayant participé à l'élaboration de ces cas. Les assistantes Inga Furtuna et Leila Ait-Ousseki ainsi que les prothésistes Clément Lafandra, Jean-Baptiste Brémant, Louis Christen et Mathilde Villemont ayant tous intervenu sur ces cas. Un véritable travail d'équipe qui, sans leurs implications et leurs énergies quotidiennes, serait impossible.

Bibliographie

1. Witkowski S, Strub J. Digital workflow in reconstructive dentistry : an introduction. Berlin, Quintessenz, 2019:1-8.
2. Coachman C, Paravina RD. Digitally enhanced esthetic dentistry – from treatment planning to quality control. J Esthet Restor Dent 2016 ; 28 (suppl 1) : S3-S4.

Toute la bibliographie est à retrouver sur
www.aonews-lemag.fr