

GÉRER L'OCCLUSION DYNAMIQUE DES RESTAURATIONS IMPLANTAIRES DANS UN FLUX DIGITAL

Les traitements en implantologie complète se doivent d'être esthétiques et fonctionnels et les technologies numériques permettent d'anticiper le résultat esthétique final et de planifier les implants dans une position idéale. Le dispositif Modjaw permet le même degré d'anticipation. Après avoir réalisé un enregistrement fonctionnel du patient, l'équipe soignante détermine un projet prothétique avec une occlusion statique et dynamique idéale. La chirurgie guidée et la mise en charge immédiate permettent de transférer précisément ce projet en bouche et d'obtenir un résultat esthétique et fonctionnel conforme à la planification.

AUTEUR

Arnaud JEU
Exercice libéral,
Implantologie/
Parodontologie
exclusive,
La Bassée (59).

Liens d'intérêts

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêts.

Référencement bibliographique

Jeu A. Gérer l'occlusion dynamique des restaurations implantaires dans un flux digital. CLINIC 2022;43(411):00-00.

La révolution numérique vécue par la profession permet aujourd'hui de planifier les cas de façon très précise et d'aborder l'implantologie en arcade complète de manière efficace et performante [1]. Il est ainsi habituel de réaliser un bilan photographique, permettant de planifier l'esthétique du sourire en deux dimensions (2D) à l'aide d'un outil de conception du sourire (Smile Design). Il est également habituel de fusionner les empreintes optiques des arcades et le Smile Design 2D pour obtenir un wax-up 3D, reproduction fidèle de l'ébauche 2D. En matchant ce projet 3D avec les données DICOM issues du cone beam, il est possible de planifier les implants en position idéale et de transposer cette planification en bouche grâce à la chirurgie guidée.

Enfin, depuis peu, et en raison des propriétés mécaniques des résines PMMA usinées, il est possible de solidariser le bridge provisoire aux implants, avant même la fin de l'intervention. Cette approche permet de réhabiliter immédiatement l'esthétique du sourire. Cependant, en l'état, il est assez difficile d'enregistrer, de respecter et de reproduire la fonction préexistante (*figure 1*).

Il faut pour cela :

- intégrer un dispositif supplémentaire à la chaîne numérique, le Modjaw, permettant d'enregistrer la fonction existante, de l'analyser et de la rejouer dans nos logiciels de CAO ;
- assurer un repositionnement exact de la prothèse provisoire afin de permettre au patient de retrouver, en bouche, l'occlusion statique et dynamique préexistante.

Cet article a pour but de présenter l'intégration du système Modjaw dans les traitements d'implantologie complète. Pour cela, nous ferons le point sur les concepts de gestion de l'occlusion des réhabilitations complètes sur implants, sur le fonctionnement du dispositif Modjaw et, enfin, synthétiserons son intérêt au travers d'un cas clinique.

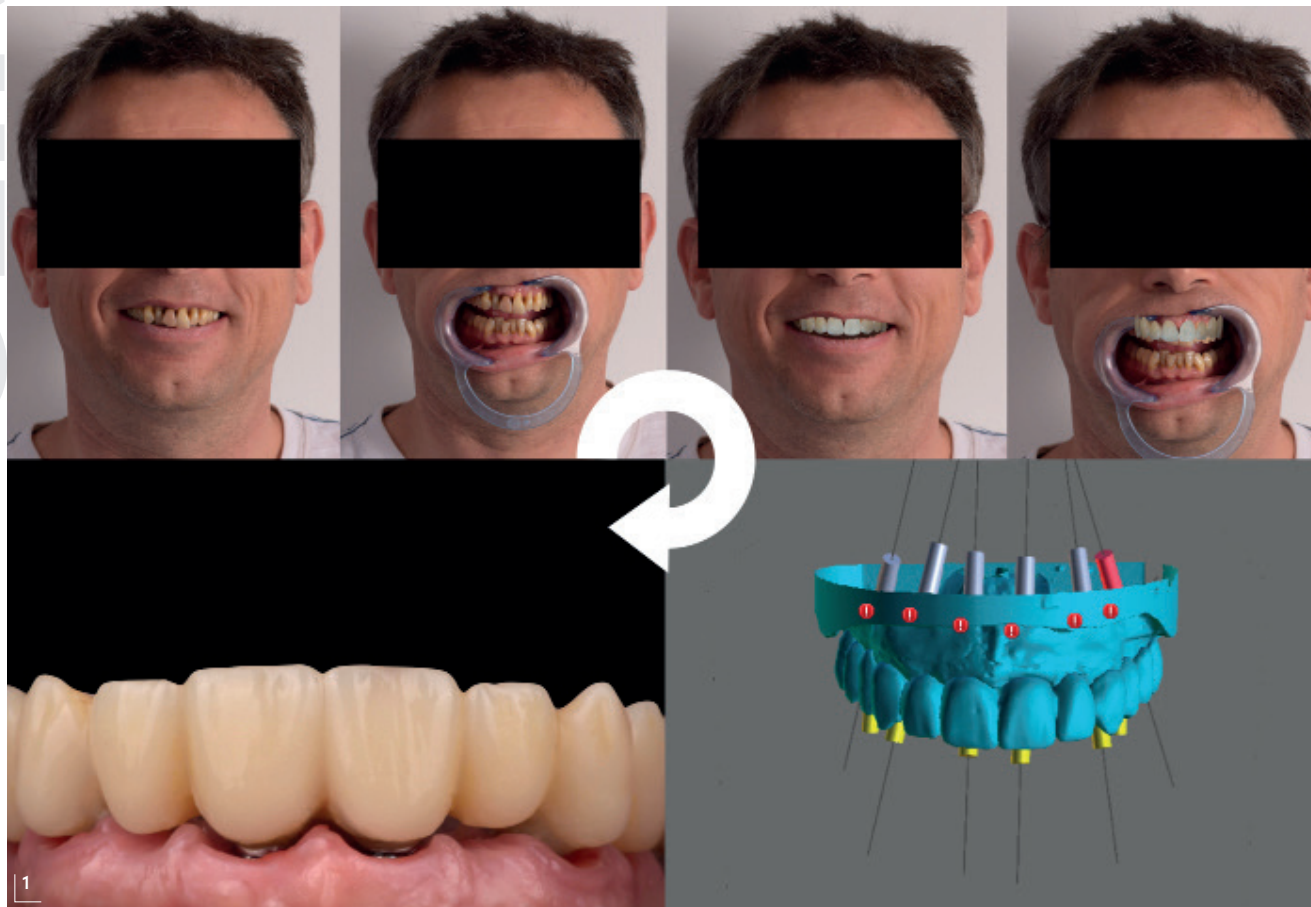


Figure 1
Protocole de mise en charge per-opératoire.

GESTION DE L'OCCLUSION DES RÉHABILITATIONS COMPLÈTES SUR IMPLANTS

Relation intermaxillaire

Choisir la relation intermaxillaire (RIM) revient à trouver une position reproductible et physiologique dans laquelle reconstruire l'occlusion [2].

À l'examen clinique d'un patient denté, 3 situations vont se présenter :

- le patient présente une occlusion stable et reproductible en intercuspidie maximale (OIM) et des articulations temporo-mandibulaires (ATM) fonctionnelles. Son OIM sera alors choisie comme position de référence pour la réalisation prothétique ;
- le patient présente une occlusion stable et reproductible en OIM mais une fonction altérée des ATM. La RIM choisie sera la position thérapeutique obtenue suite au traitement de son trouble articulaire ;
- le patient ne présente pas une occlusion stable et reproductible en OIM. La RIM sera alors l'occlusion en relation centrée (ORC) obtenue par manipulation/accompagne-

ment de sa mandibule, ou la position physiologique de repos musculaire (PPRM) obtenue à l'aide d'un TENS, d'un jig ou d'une butée (position neuro-musculaire obtenue lors de la fermeture après déprogrammation des engrammes).

Choix de la dimension verticale

Comme en prothèse adjointe complète, conserver ou modifier la dimension verticale d'occlusion (DVO) est un choix essentiel tant d'un point de vue esthétique que fonctionnel [3]. D'un point de vue esthétique, il s'agit d'équilibrer les 3 étages de la face. D'un point de vue fonctionnel, cela permet d'assurer une bonne fonction masticatoire et phonétique mais également d'éviter de générer des troubles articulaires.

Si le patient est édenté, l'enregistrement de la DV se fera en même temps que la RIM, à l'aide d'une base d'occlusion. Si le patient est encore denté, nous enregistrons la DVO existante et la RIM, ce qui permet la mise en articulateur des modèles, puis la hauteur de la tige sera éventuellement réévaluée. Cette approche classique et analogique pose souvent de nombreux soucis car l'axe charnière d'un articu-

lateur ne correspond pas exactement au placement réel et physiologique des condyles lors d'une augmentation de DV. Nous verrons dans la partie suivante que le Modjaw est un outil de choix pour réaliser une augmentation de DV en utilisant les données physiologiques réelles du patient.

Occlusion statique

L'occlusion statique des réhabilitations complètes sur implants est semblable à celle d'une arcade naturelle. On cherche à obtenir un rapport cuspidé/fosse, avec des contacts équilibrés sur les dents postérieures et légèrement moins marqués sur les 6 antérieures.

Gardons en tête que cette OIM est une position retrouvée uniquement lors de la déglutition et la mastication, soit environ 25 à 40 minutes par jour.

Occlusion dynamique

On distinguera ici les aspects occluso-prothétiques, qui visent à protéger nos réhabilitations ainsi que les ATM, et l'occlusion dynamique fonctionnelle (favorisant la mastication), qui vise à donner un confort et à guider la mandibule au quotidien.

ASPECTS OCCLUSO-PROTHÉTIQUES [4]

Dans une majorité de cas, nous utiliserons l'occlusion mutuellement protégée (OMP). Dans ce concept, la propulsion est guidée par le guide antérieur qui assure une désocclusion des dents postérieures lors de ce mouvement, particulièrement au niveau des éventuelles extensions distales des réhabilitations implanto-portées. Les diductions sont, quant à elles, guidées par la canine côté travaillant (fonction canine) ou par la canine et les dents contiguës (fonction de groupe). Dans ce concept, le guidage côté travaillant entraîne la désocclusion des dents côté non travaillant. Cela est également particulièrement important au niveau des éventuelles extensions distales.

Si la réhabilitation prothétique fait face à une prothèse totale adjointe ou à une prothèse adjointe complète stabilisée par implants (PACSI), le concept choisi sera alors celui de l'occlusion bilatéralement équilibrée (OBE) ou occlusion balancée. La propulsion est alors guidée par des contacts antérieurs et postérieurs équilibrés. La diduction est prise en charge par les côtés travaillant et non travaillant, afin de ne pas déstabiliser la prothèse de l'arcade antagoniste. Le choix du concept sera toujours déterminé en fonction de l'arcade la moins stable.

ASPECT PHYSIOLOGIQUE ET MASTICATION

Il s'agit, ici, de régler l'occlusion afin d'assurer la prise en charge du mouvement de mastication [5].

Le pont d'émail de la première molaire maxillaire a pour cela un rôle prépondérant dans la prise en charge des entrées et sorties de cycle lors du mouvement de mastication. Ce mouvement reste très difficile à régler mais nous verrons dans la suite de cet article que le Modjaw permet de l'enregistrer et de reconstruire ainsi une fonction masticatoire proche de l'initiale.

LE DISPOSITIF MODJAW

Le Modjaw est un dispositif permettant :

- d'enregistrer la cinématique mandibulaire réelle ;
- de réaliser une analyse occlusale précise ;
- d'enregistrer les données d'axiographie du patient.

Le dispositif est composé :

- d'un kart supportant un ordinateur avec écran tactile et une caméra ;
- d'un papillon mandibulaire, d'un casque et d'un stylet, tous trois porteurs de capteurs destinés à être visualisés par la caméra (figure 2).

Le principe général va être de fusionner les empreintes surfaciques du patient, sur ses propres arcades, afin d'utiliser l'articulation du patient comme articulateur [6].



Figure 2
Dispositif Modjaw.

Étapes préliminaires

Avant de réaliser les enregistrements, quelques étapes préparatoires sont nécessaires :

- importer les fichiers numériques .stl, .ply ou .obj en occlusion, issus des empreintes optiques ou physiques du patient ;
- sélectionner 4 points de référence sur l'empreinte mandibulaire, afin de pouvoir les retrouver en bouche pour *matcher* le fichier mandibulaire sur l'arcade mandibulaire réelle du patient. Nous indiquons également au système le dentalé, point inter-incisif mandibulaire, afin de lui per-

Figure 3 Points de matching de l'arcade mandibulaire.

Figure 4 Fixation des capteurs Modjaw.

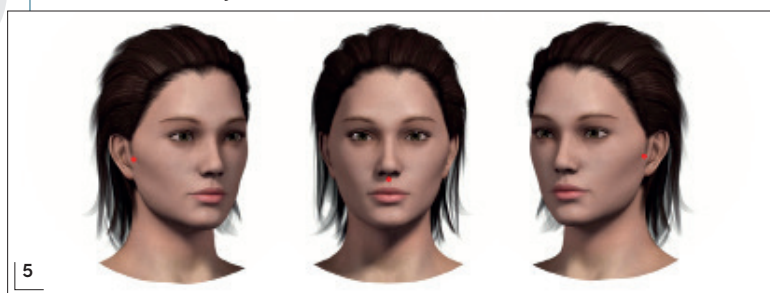


Figure 5 Condyles et point sous-nasal à matcher.

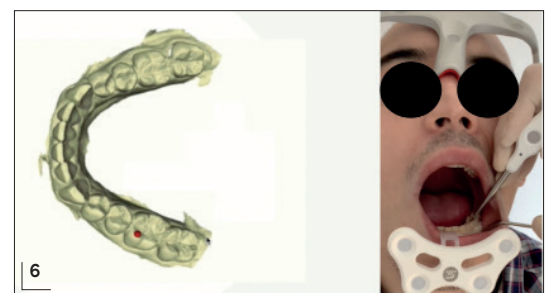


Figure 6 Matching des points de l'arcade mandibulaire en bouche.

mettre de réaliser ensuite le calcul des amplitudes de mouvement (figure 3) ;

- fixer les différents capteurs. D'abord le papillon mandibulaire, qui est positionné sur une fourchette, elle-même fixée aux dents mandibulaires à l'aide d'une résine bisacryl, puis le casque frontal (figure 4) ;
- calibrer l'ensemble des capteurs de la fourchette, du casque et du stylet ;
- indiquer au système la position des condyles du patient à l'aide du stylet. C'est un point fondamental car on va utiliser ainsi l'axe charnière réel du patient et non un axe arbitraire comme c'est le cas avec un articulateur (figure 5) ;
- repérer les 4 points du fichier mandibulaire sur l'arcade afin d'utiliser le patient comme articulateur physiologique (figure 6).

Le dispositif est alors prêt à être utilisé et nous pouvons débiter les enregistrements fonctionnels.

Enregistrements habituels et intérêts cliniques

- Ouverture/fermeture (figure 7) : il est demandé au patient d'ouvrir jusqu'à l'ouverture maximale plusieurs fois, puis de réduire l'amplitude du mouvement mais d'accélérer les répétitions jusqu'à une série de « tap-tap ». L'ouverture maximale permet d'apprécier le chemin d'ouverture et d'éventuelles déviations de celui-ci. On peut également mesurer l'amplitude du mouvement qui se situe entre 50,7 mm $\pm$ 7 mm. Le mouvement rapide de « tap-tap » permet de s'assurer que

le patient retrouve la position d'OIM de manière reproductible. Si tel est le cas (et en l'absence de dysfonctions temporo-mandibulaires), nous pourrions envisager de choisir l'OIM comme position de référence pour la réhabilitation complète implantaire.

- Propulsion (figure 8) : l'enregistrement du mouvement débute en OIM puis le patient propulse en gardant le contact dentaire jusqu'à sa position antérieure la plus extrême. L'analyse de la fonction se fait en rejouant le mouvement, notamment au ralenti, voire image par image. On apprécie alors la qualité du guide antérieur, la répartition des surfaces de guidage sur les différentes incisives, ainsi que la présence d'éventuelles interférences postérieures. Le système calcule également automatiquement les pentes condyliennes et l'on peut mesurer l'amplitude du mouvement (7,3 à 9,1 mm en moyenne).

- Latéralités (figure 9) : l'enregistrement du mouvement débute en OIM puis le patient glisse en latéralité maximale en gardant le contact dentaire. L'analyse de la fonction se fait de la même façon et l'on peut objectiver clairement si le patient présente une fonction canine ou de groupe et s'il présente des interférences non travaillantes. Le système nous calcule également automatiquement les angles de Bennett et l'on peut mesurer l'amplitude du mouvement (9 à 10 mm en moyenne).

- Relation centrée ou position de repos musculaire : si l'on choisit de ne pas utiliser l'OIM du patient, le Modjaw est un

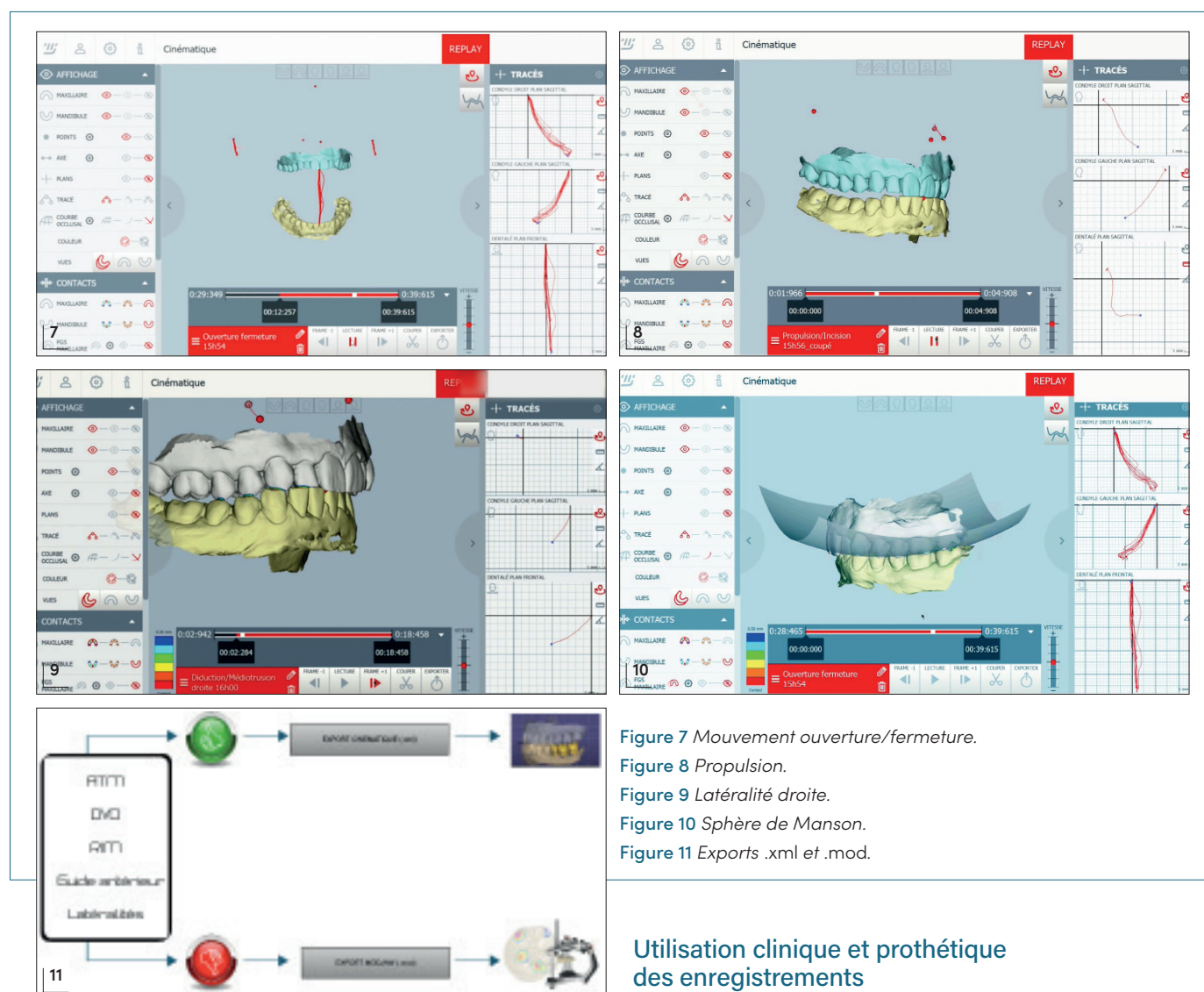


Figure 7 Mouvement ouverture/fermeture.

Figure 8 Propulsion.

Figure 9 Latéralité droite.

Figure 10 Sphère de Manson.

Figure 11 Exports .xml et .mod.

outil très précis pour déterminer la nouvelle relation intermaxillaire. On enregistre la manipulation vers la relation centrée ou bien la position faisant suite à une déprogrammation neuro-musculaire et l'on va pouvoir rejouer le mouvement pour fixer cette nouvelle RIM. Le prothésiste pourra alors utiliser cette nouvelle position dans son logiciel de CAO.

• **Mastication** : il s'agit sans doute du mouvement le plus novateur enregistré par le dispositif. On demande au patient de mastiquer un morceau de pomme ou de chewing-gum et l'on va ainsi enregistrer son mouvement de mastication réelle. L'analyse consiste en l'appréciation des amplitudes verticale et transversale de ses cycles de mastication. Le prothésiste pourra utiliser l'enregistrement de ce mouvement pour dessiner des tables occlusales adaptées à la cinématique existante.

Utilisation clinique et prothétique des enregistrements

• **La coupole** : cette coupole donne des premières indications sur la position des dents du patient par rapport aux courbes de Spee et Wilson (figure 10).

• **Export des données (figure 11)** : l'utilisation des enregistrements au laboratoire de prothèse nécessite leur export du système pour être ensuite importés dans un logiciel de CAO comme Exocad.

Deux types d'export sont possibles. Le premier en .xml ne concerne que les mouvements qui seront rejoués par le prothésiste pour régler l'occlusion dynamique de notre patient. Nous utilisons cet export quand nous ne modifions pas fondamentalement l'occlusion du patient. Le deuxième export utilisable concerne l'export complet de la consultation (export .mod). Dans ce cas, le prothésiste reçoit également les données d'axiographie et va ainsi pouvoir programmer un articulateur virtuel. Nous utilisons cet export quand nous modifions la RIM ou la DVO du patient par exemple. La lecture de ce fichier .mod nécessite une version logicielle Modjaw côté laboratoire.

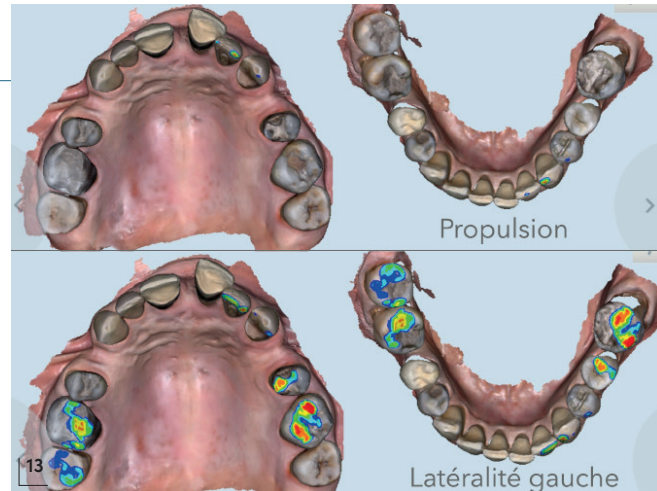


Figure 12 Situation initiale.

Figure 13 Occlusion dynamique.

Figure 14 Projet esthétique Smilecloud.

Figure 15 Wax-up 4D.

CAS CLINIQUE

Une patiente de 58 ans, sans antécédents médicaux, consulte pour des raisons esthétiques et fonctionnelles. Elle présente une parodontite au stade 4 et de grade C, provoquant de nombreuses mobilités terminales, un préjudice esthétique réel et des difficultés pour s'alimenter (figure 12).

Il est décidé de traiter sa parodontite à la mandibule et de lui proposer une prothèse complète fixe sur 6 implants au maxillaire. Les 6 implants seront posés en extraction-implantation immédiate et une mise en charge per-opératoire par une prothèse provisoire est prévue à l'aide d'une planification digitale [7].

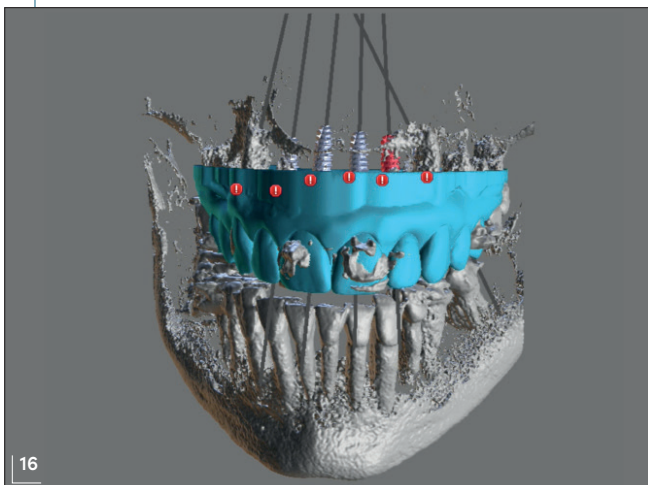
Recueil des données

Une consultation de « digitalisation » nous permet de recueillir les données digitales nécessaires à la planification. Elle consiste en la réalisation d'un charting photographique, d'un cone beam, d'empreintes optiques des deux arcades et de l'occlusion ainsi que d'un enregistrement fonctionnel à l'aide du Modjaw.

L'analyse des enregistrements Modjaw montre une OIM stable et reproductible mais une fonction perturbée en propulsion et latéralités. On observe effectivement de nombreux contacts non travaillants en latéralité et des interférences postérieures en propulsion. Par ailleurs, seule la 22 assure le guidage antérieur dans ce cas. Rétablir une fonction optimale est donc un objectif essentiel pour la pérennité de la future restauration (figure 13).

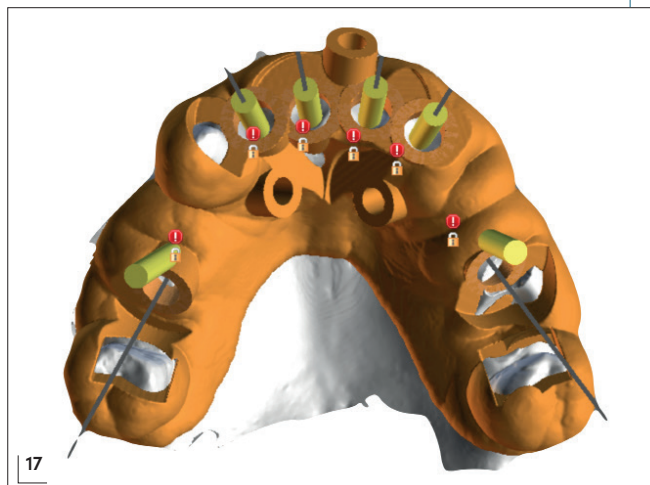
Projet esthétique et prothétique

Toutes les photographies sont importées sur la plateforme Smilecloud et le design 2D du sourire est réalisé [8] (figure 14). Nous importons également les fichiers issus des empreintes optiques ainsi que l'export .xml des données Modjaw afin de commander le fichier numérique du projet prothétique sur la plateforme. Celui-ci est réalisé à l'aide de la bibliothèque de dents utilisée lors du design 2D et est réglé à l'aide des données enregistrées à l'aide du Modjaw. Ce projet va donc au-delà de la 3D en y intégrant la fonction : nous l'appelons wax-up 4D (figure 15).



16

Figure 16 Planification implantaire.



17

Figure 17 Guide chirurgical.

Nous avons la possibilité de valider l'occlusion dynamique de ce projet en l'important dans le Modjaw afin de rejouer les enregistrements avec cette nouvelle occlusion.

Une fois ce wax-up 4D réalisé et validé, il devient la référence qui va guider chaque étape du traitement : les implants sont planifiés en fonction de ce projet et la prothèse provisoire en sera une copie conforme ; si la patiente valide cette prothèse provisoire d'un point de vue esthétique et fonctionnel, la prothèse d'usage sera également réalisée par copie digitale de ce wax-up 4D.

Planification implantaire

La planification de ce cas a été réalisée à l'aide du logiciel Blue Sky Plan.

Après alignement du modèle initial, le wax-up 4D est importé et fusionné sur les fichiers précédents.

Les implants sont alors positionnés virtuellement dans une position idéale d'un point de vue prothétique et anatomique (figure 16).

Le modèle initial est alors édenté virtuellement en essayant de garder un maximum de dents (13, 17 et 27 dans ce cas). Cela nous permettra de designer un guide à appui mixte, muqueux et dentaire, beaucoup plus facile à repositionner précisément qu'un guide à appui muqueux seul [9].

Ce guide présente des tubes de guidage palatins et vestibulaires destinés à recevoir des vis de stabilisation (figure 17).

Prothèse provisoire

En exportant le wax-up 4D, la position des implants et les 2 tubes de guidage palatins, le prothésiste dispose des informations nécessaires pour réaliser la prothèse provisoire. Celle-ci présente des perforations en regard des futurs implants et est solidarisée à une entretoise palatine présentant les 2 tubes de guidage palatins que nous avons sur le guide chirurgical (figure 18).

Chirurgie

Après réalisation d'une anesthésie locale, les dents sont extraites à l'exception de 13, 17 et 27. Le guide est positionné précisément, stabilisé à l'aide de vis d'ostéosynthèse et les implants In-Kone® (Global D) sont posés à travers ce guide. Le guide est alors déposé et la 13 est extraite. Il est décidé de conserver 17 et 27 pendant la cicatrisation afin de permettre à la patiente de conserver une partie de sa proprioception (figure 19).

Le provisoire est repositionné et vissé dans les 2 perforations palatines. Il est ensuite solidarisé aux gaines en titane provisoires, elles-mêmes vissées sur des piliers type MUA (figures 20 et 21). L'entretoise palatine est alors sectionnée, le bridge soigneusement poli puis vissé sur les implants.

Résultat

D'un point de vue esthétique, le résultat est conforme à la planification et la patiente en est ravie (figure 22).

Pour évaluer la fonction obtenue, nous avons réalisé une nouvelle analyse Modjaw.

On constate que le guide antérieur est rétabli et réparti sur 3 incisives au lieu d'une seule initialement. Il n'y plus d'interférences postérieures. L'absence d'inconfort lié à la modification du guide antérieur sera bien sûr vérifiée lors de cette phase transitoire.

La latéralité gauche est prise en charge par 23 et 24 (fonction de semi-groupe), sans interférence non travaillante (*figure 23*).

La latéralité droite est prise en charge par la 13 (fonction canine), sans interférence non travaillante, exactement comme planifiée en amont de l'intervention.

Les cycles de mastications sont larges et réguliers.

Le résultat fonctionnel du traitement est donc conforme à la planification.

Prothèse d'usage

La prothèse provisoire étant validée d'un point de vue esthétique et fonctionnel, il est décidé de réaliser la prothèse d'usage en copiant le wax-up 4D.

Afin de ne pas modifier le *design*, la prothèse est usinée en zircone et seule la fausse gencive est réalisée manuellement.

Dans un premier temps, le *design* de la prothèse est imprimé en résine afin de s'assurer qu'il est conforme à la prothèse provisoire tant d'un point de vue esthétique qu'occlusal (*figure 24*).

Après validation, la prothèse d'usage est réalisée puis transvissée (Laboratoire Drumez à Annequin) (*figure 25*).



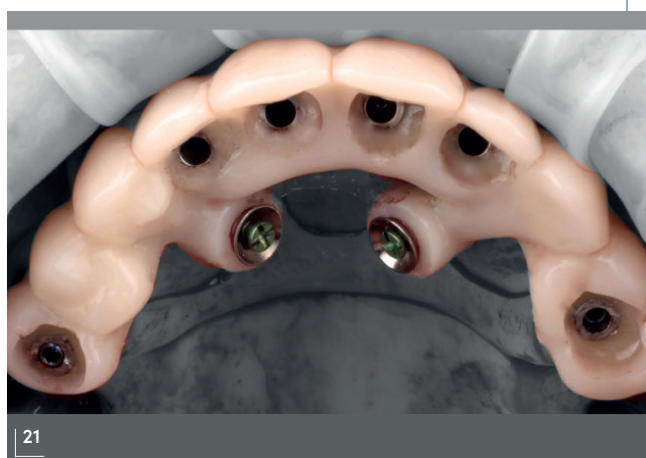
18



19



20



21

Figure 18 Prothèse provisoire.

Figure 19 Guide chirurgical stabilisé en bouche.

Figure 20 Émergence des implants au travers du provisoire.

Figure 21 Collage des gaines en titane provisoires au bridge provisoire.



Figure 22 Résultat esthétique de la mise en charge per-opératoire.

Figure 23 Résultat fonctionnel de la mise en charge per-opératoire.

Figure 24 Maquette d'essayage imprimée.

Figure 25 Prothèse d'usage.

CONCLUSION

Gérer l'occlusion dynamique de nos restaurations implantaires dans un flux totalement digital est aujourd'hui une réalité.

On comprend plus que jamais le rôle prépondérant du projet prothétique dans ce type de réhabilitation car, une fois ce projet établi, on ne travaille qu'en le copiant à chaque

étape du traitement. Cela implique une grande rigueur dans la planification en amont de l'intervention et une grande précision dans le repositionnement du guide et du provisoire en bouche.

Ce n'est qu'à ces deux conditions que nous parvenons, en une seule intervention, à réhabiliter l'esthétique et la fonction de nos patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. Jeu A. Mise en charge per-opératoire et cicatrisation guidée. Protocole IOP (Intra-Operatively Provisional). *Implant* 2020;26:18-30.
2. Mariani P, Margossian P, Laborde G. Choix d'un concept occlusal en implantologie. 2^e partie : Applications pratiques. *Stratégie Prothétique* 2008;8:165-181.
3. Vaillant Corroy S, Hirtz P, Helfer M, Louis JP. Gestion de la dimension verticale en prothèse amovible complète. *Stratégie Prothétique* 2020;20: 161-172.
4. Mariani P, Noharet R, Stephan G. Choix du concept occlusal chez l'édenté total réhabilité par une prothèse implantaire. *Stratégie Prothétique* 2006;6:35-46.
5. Le Gall M, Lauret JF. La fonction occlusale. Paris : Éditions CdP, 2001.
6. Felenc S, Jaisson M. Comprendre la CFAO 4D. *Info Dent* 2018;100:18-23.
7. Avila G, Galindo P, Rios H, Wang HL. Immediate implant loading: Current status from available literature. *Implant Dent* 2007;16:235-245.
8. Coachman C, Paravina D. Digitally enhanced esthetic dentistry. From treatment planning to quality control. *J Esthet Restor Dent* 2016;28(suppl.1):S3-S4.
9. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, Mcglumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:394-401. [10.1016/j.joms.2008.09.033]