

# Mise en charge immédiate chez l'édenté complet : le flux numérique intégral #5

**Marc Baranes**  
Saint Mandé  
**Jérôme Lipowicz**  
Paris



## Introduction

La mise en charge immédiate d'arcades complètes s'est largement développée ces dernières années grâce à une meilleure connaissance des phénomènes d'ostéo-intégration mais surtout grâce au développement de design implantaires permettant de garantir une parfaite stabilité primaire et de traitements de surface favorisant et accélérant l'ostéo-intégration. Par ailleurs, l'évolution des techniques chirurgicales permet aujourd'hui de repousser encore les limites et ainsi de proposer les extractions suivies d'une implantation immédiate. Cela permet au patient en voie d'édentement total de ne jamais passer par l'étape d'une prothèse amovible complète qui est souvent un traumatisme autant physique que psychologique.

Ces techniques répondent cependant à un cahier des charges précis : positionnement des implants, stabilité primaire, passivité du bridge provisoire, occlusion parfaitement équilibrée. Les outils numériques nous permettent aujourd'hui de répondre intégralement à ce cahier des charges tout en augmentant la prédictibilité de nos traitements. Enfin, le flux numérique participe à la diminution du temps fauteuil pré-opérateur mais aussi per-opérateur lors des interventions d'extractions avec implantation immédiate et mise en charge immédiate.

Grâce à l'utilisation de l'ensemble des outils numériques, il est possible de réaliser une mise en charge immédiate chez l'édenté complet en 3 séances cliniques :

- 1<sup>re</sup> séance : examen clinique complet et examens complémentaires : photographies, CBCT, empreintes optiques, facescan, enregistrement de l'occlusion dynamique ;
- 2<sup>e</sup> séance : intervention chirurgicale et enregistrement du positionnement des implants ;
- 3<sup>e</sup> séance : pose de la prothèse complète de mise en charge immédiate et réglages occlusaux statiques et dynamiques.

La réalisation de la prothèse d'usage à 4 ou 6 mois nécessitera un nombre de séances variables en fonction de la bonne intégration esthétique et fonctionnelle de la prothèse provisoire et en fonction des matériaux utilisés.

## 1<sup>re</sup> séance : la numérisation du patient

L'objectif de cette séance est de récolter l'intégralité des informations anatomiques, esthétiques et fonctionnelles et ainsi créer un véritable avatar numérique de notre patient. Un ensemble de photographies exo-buccales et endo-buccales sont réalisées afin de prendre les repères esthétiques indispensables et de les transmettre au laboratoire (Fig. 1, 2).

## Le CBCT

Les données anatomiques du patient sont issues de l'imagerie tridimensionnelle. Celle-ci permet d'identifier les différentes structures comme le nerf alvéolaire inférieur, les sinus maxillaires et les dents, et de déterminer le volume osseux de la crête édentée. Ce volume 3D issu de l'acquisition CBCT est converti en un ensemble de fichiers DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). En plus de contenir l'information de l'image, ils intègrent un

certain nombre d'étiquettes permettant par exemple de connaître la date de réalisation du cliché ou le nom du patient. Les images radiographiques peuvent contenir de nombreux artefacts principalement liés à la présence de restaurations métalliques mais également aux mouvements de la tête lors de l'acquisition (1).

Pour limiter ces artefacts, il est indispensable de retirer tous les éléments métalliques présents au niveau de la tête et du cou du patient (chaîne, boucles d'oreille, lunettes) ainsi que les prothèses amovibles. La tête du patient doit être maintenue par un système de fixation pour limiter le mouvement lors de l'acquisition.

De nouveaux algorithmes permettent aujourd'hui de réduire considérablement ces artefacts (2). Enfin, des dispositifs radiotransparents comme des rouleaux salivaires sont placés entre les arcades dentaires pour éviter toute superposition de ces tissus durs, et les distinguer correctement.

## Les empreintes optiques

Les empreintes optiques sont réalisées avec un scanner intra-oral (Fig. 3). Il est important d'enregistrer un maximum d'information et de surface car nous utiliserons des repères muqueux ou dentaires lors de l'alignement avec l'empreinte post-opératoire. L'enregistrement de l'occlusion est réalisé pour déterminer le rapport inter-maxillaire et ainsi déterminer le positionnement dans l'espace de nos empreintes maxillaire et mandibulaire. L'export des fichiers se fera sous le format STL ou PLY. Le STL (pour STereo-Lithography) est le format standard utilisé par les logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO).

Il décrit la géométrie de surface d'un objet en trois dimensions et sa position dans l'espace. Il décrit un objet par sa surface externe. Elle est nécessairement fermée et définie par une série de triangles constituant le Mesh. Le PLY ou Polygon File Format inclut la couleur et la texture.

Toutefois, si nous n'avons pas à disposition un scanner intra-oral, des empreintes traditionnelles peuvent être réalisées en privilégiant les techniques les plus précises, de par l'utilisation de polyéthers ou d'un

double mélange de silicone ; elles sont alors numérisées à l'aide d'un scanner de laboratoire.

## Le Facescan

Le facescan est une capture 3D du visage du patient. Elle se fait par l'utilisation d'une application sur un smartphone ou une tablette (Bellus®). Son utilisation est très simple et rapide. Le facescan va être aligné avec les empreintes optiques directement via l'application et peut être exporté sous le format PLY ou OBJ (Fig. 4, 5).

Il va permettre de déterminer les plans de références du visage du patient indispensables à la réalisation des modélisations ou wax up virtuels (Fig. 6, 7).

## L'enregistrement dynamique de l'occlusion

Les mouvements mandibulaires vont être enregistrés par le dispositif Modjaw. Les trajets d'ouverture / fermeture et les mouvements de propulsion, diduction vont être captés. L'ensemble de ces données numériques vont permettre de réaliser le projet prothétique en fonction des critères esthétiques et fonctionnels du patient.

## La planification implantaire

Cette modélisation va ensuite être importée et alignée avec les données DICOM dans un logiciel de planification. L'étape de planification implantaire est l'étape clé dans la thérapeutique implantaire (Fig. 8, 9).

Elle est réalisée à partir du projet prothétique et elle permet de déterminer :

- le nombre d'implants à prévoir,
- leurs formes,
- leurs positionnements tridimensionnels,
- leurs dimensions : longueur, diamètre,
- le protocole de mise en charge.

Les piliers trans-muqueux vont être aussi choisis en fonction des données anatomiques. Un guide chirurgical va être modélisé et imprimé permettant de transférer les données virtuelles du positionnement des implants le jour de l'intervention (Fig. 10, 11, 12).



Situation clinique initiale, vue de face



Situation clinique initiale, vue de profil



Empreintes optiques d'étude



Alignement du facescan avec les empreintes optiques, vue de face



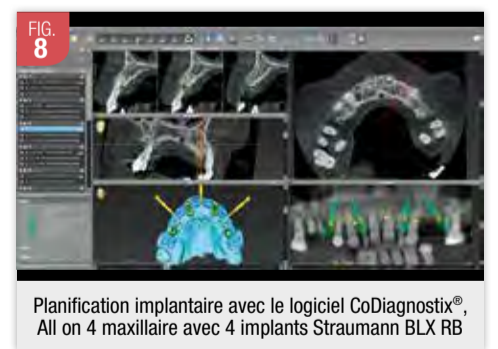
Alignement du facescan avec les empreintes optiques, vue de dessus



Projet prothétique réalisé à partir des données esthétiques, vue de face



Projet prothétique réalisé à partir des données esthétiques, vue de dessus



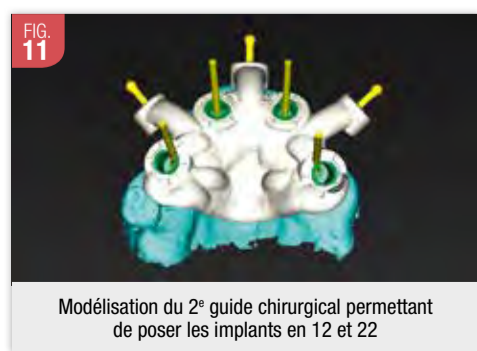
Planification implantaire avec le logiciel CoDiagnostix®, All on 4 maxillaire avec 4 implants Straumann BLX RB



Planification implantaire, vue panoramique



Modélisation du 1<sup>er</sup> guide chirurgical à appui dentaire permettant de poser les implants en site 15 et 25



Modélisation du 2<sup>e</sup> guide chirurgical permettant de poser les implants en 12 et 22



Impression des guides chirurgicaux et mise en place des douilles de guidage



Icam 4D, Imetric®



IcamBodies



Alignement de l'empreinte optique avec l'enregistrement ICAM



Modélisation du bridge provisoire de mise en charge immédiate



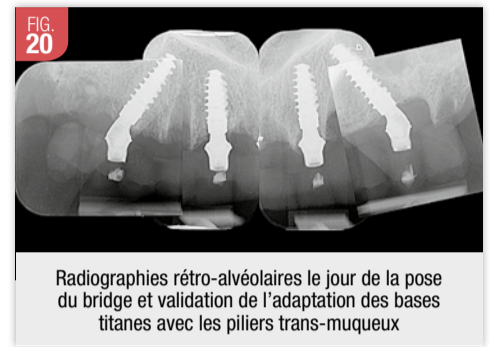
Usinage du bridge provisoire en PMMA (Laboratoire Barret)



Mise en place du bridge provisoire, vue de face



Mise en place du bridge provisoire, vue de profil



Radiographies rétro-alvéolaires le jour de la pose du bridge et validation de l'adaptation des bases titanes avec les piliers trans-muqueux

## 2<sup>e</sup> séance : l'intervention chirurgicale et empreintes numériques

### La chirurgie guidée

Lors de l'intervention chirurgicale, la séquence d'ostéotomie va être réalisée à l'aide du guide chirurgical. On distingue 2 types de chirurgie guidée :

- la chirurgie totalement guidée : l'ensemble des étapes de préparation du site implantaire jusqu'à la mise en place des implants est réalisé avec le guide chirurgical,
- la chirurgie partiellement guidée : seul les ostéotomies sont réalisées, déterminant ainsi l'émergence et l'axe de l'implant ; l'implant sera posé à main levée.

Le guide chirurgical stéréolithographique est à appui muqueux, dentaire ou mixte (dentaire et muqueux). Il est en résine transparente et comporte des canons de forages permettant la préparation des sites implantaires et le positionnement des implants.

Le positionnement du guide doit être vérifié :

- soit par l'utilisation d'une clé d'occlusion,
- soit par la visualisation de la parfaite adaptation au niveau des surfaces dentaires dans le cas d'un édenté partiel.

La stabilité du guide est fondamentale ; il est fixé sur l'arcade par des clavettes d'ancrage. Des cuillères de diamètre adapté au foret sont glissées dans les canons de forage pour guider le forage. Des porte-implants spécifiques permettent la mise en place des implants.

Une revue systématique de la littérature et une méta-analyse ont été publiées par *Moraschini et coll.* (3). Treize études ont été incluses permettant d'analyser les données de 2019 implants positionnés avec des guides chirurgicaux stéréolithographiques en *flapless* pour des réhabilitations complètes fixes implantaires. Sur une période de suivi de 1 à 4 ans, le taux de survie implantaire est de 97,2 % et la moyenne de perte osseuse marginale est de 1,45 mm. Des résultats similaires sont retrouvés dans la revue de *littérature publiée par Jung en 2009* (4).

Trois types de complications sont distingués :

- les complications per-opératoires : le manque de stabilité primaire est la complication la plus fréquente. La mauvaise adaptation du guide ainsi que

la fracture du guide chirurgical pendant l'intervention chirurgicale sont aussi retrouvées ;

- les complications post-opératoires : 51 implants ont été perdus (2,53 %), parmi ces implants le tiers ont été perdus précocement avant l'ostéo-intégration ;
- les complications prothétiques : la fracture de la prothèse est la plus fréquente. Le dévissage et la perte de vis prothétique sont aussi fréquemment observés. Le taux de survie cumulé des prothèses se situe entre 83,9 % et 100 %.

### L'empreinte optique et la photogrammétrie

L'utilisation de l'empreinte optique en prothèse implantaire est validée pour les restaurations de petites étendues (5-8). Mais selon plusieurs études (9, 10) et revues de littérature (11, 12), la technologie ne semble en revanche pas suffisamment « précise » pour les restaurations fixes implanto-portées de grande étendue, soit à partir de 3 implants.

Trois notions fondamentales sont importantes à définir : la justesse, la fidélité et l'exactitude (norme ISO 5725-1) :

- la justesse (*trueeness*) correspond à l'écart entre la moyenne et la valeur vraie ;
- la fidélité (précision) est la répartition des valeurs individuelles autour de la moyenne et décrit la reproductibilité d'une mesure ;
- l'exactitude (*accuracy*) est l'association de la justesse et de la fidélité.

Pour répondre au cahier des charges de l'adaptation passive d'une armature prothétique, il est indispensable que l'empreinte optique soit juste et fidèle. Le scanner intra-oral (SIO) n'est pas l'unique facteur pouvant influencer l'exactitude d'une empreinte optique.

D'autres facteurs sont importants à prendre en compte (9) :

- l'opérateur (expérience, stratégie de numérisation) (13, 14) ;
- la topographie des implants (nombre, distance entre les implants, inclinaison, enfouissement) (17, 18) ;
- l'environnement lors de la prise d'empreinte (lumière, température) (19) ;
- le scanbody utilisé (forme, matériau, tolérance, position) (17, 18) ;
- la congruence des images du corps de scannage (scanbody) : maillage (mesh) contre fichier de la bibliothèque (19).

La photogrammétrie est utilisée de façon complémentaire à l'empreinte optique dans le cadre des mises en charge immédiate chez l'édenté complet permettant d'obtenir un modèle de travail virtuel suffisamment précis pour réaliser le bridge provisoire. C'est une technique permettant de déterminer les caractéristiques géométriques d'objets ainsi que leur orientation spatiale par la capture d'un ensemble de photographies selon un protocole spécifique. Deux systèmes de photogrammétrie pour une application clinique en implantologie ont vu le jour en 2013 : l'ICam4D et le PiC Dental System (PiC Dental, Espagne). Ils sont munis de plusieurs caméras : 2 pour le système PiC Dental et 4 pour l'ICam4D (Fig. 13).

Pour déterminer le positionnement tridimensionnel des implants, ces systèmes utilisent des pièces drapeaux qui sont les équivalents des scanbodies de l'empreinte optique, appelés ICambodies (Fig. 14) pour l'ICam4D et PiC Transfers pour le PiC Dental. Ces pièces présentent chacune des cibles et sont calibrées. Ces *Scanbodies* spécifiques sont vissés directement sur les piliers coniques transmuqueux. Les systèmes de photogrammétrie ne vont relever que la position dans l'espace des drapeaux. Ils ne permettent d'enregistrer ni les tissus mous et profils d'émergence, ni la relation intermaxillaire. Une empreinte optique « traditionnelle » reste donc nécessaire.

Dans l'environnement ICam4D, l'alignement substitue les images des *Scanbodies* du fichier STL de l'empreinte optique, avec le fichier de la bibliothèque du *Scanbody*. Un modèle hybride généré peut être exporté dans le logiciel de CAO (Fig. 15). Le prothésiste peut alors réaliser les modélisations des futures prothèses à partir d'un modèle où les coordonnées exactes des implants sont fusionnées avec les empreintes du patient (Fig. 16).

### 3<sup>e</sup> séance : pose de la prothèse complète de mise en charge immédiate et réglages occlusaux statiques et dynamiques

L'ensemble des fichiers numériques sont envoyés au laboratoire qui va réaliser la modélisation du bridge provisoire de mise en charge immédiate. Les contacts occlusaux seront réglés en statique et en dynamique grâce aux données Modjaw. Le bridge est alors usiné en résine poly méthacrylate de méthyle acrylique (PMMA). Des bases titanes, qui serviront de connexion

avec les piliers prothétiques, sont collées, et le bridge est maquillé (Fig. 17).

La prothèse de mise en charge est alors transvissée sur les piliers multi-unit. L'occlusion est vérifiée et réglée afin d'obtenir des contacts équilibrés en statique et en dynamique (Fig. 18, 19). Des radiographies rétro-alvéolaires permettent de confirmer la parfaite adaptation du bridge provisoire (Fig. 20).

### Conclusion

Le flux numérique intégral pour la mise en charge immédiate chez l'édenté complet est aujourd'hui possible grâce à l'association de la photogrammétrie et de l'empreinte optique. La planification implantaire assistée par ordinateur permet de choisir le nombre d'implants, leurs dimensions et leurs positionnements. L'utilisation d'un guide chirurgical dans ces situations est indispensable pour garantir des axes implantaires compatibles avec le projet prothétique. L'utilisation des outils numériques sécurise la pratique et permet de traiter ces situations cliniques complexes.

### Bibliographie

1. *Spin-Neto R, Wenzel A. Patient movement and motion artefacts in cone beam computed tomography of the dentomaxillofacial region : a systematic literature review Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016 Apr ; 121 (4) : 425-33*
2. *Queiroz PM, Groppo FC, Oliveira ML, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Evaluation of the efficacy of a metal artifact reduction algorithm in different cone beam computed tomography scanning parameters. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2017 Jun ; 123 (6) : 729-734.*

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