

 **Renaud Noharet**



Traitement implantaire optimisé par les outils digitaux : à propos du remplacement d'une incisive centrale

 **Renaud Noharet**
Lyon

Nous sommes aujourd'hui dans une ère digitale, plus précisément de technologies digitales. Ceci est valable pour notre vie quotidienne (smartphone et applications liées à nos activités quotidiennes, lunettes de réalités virtuelles, etc.) ainsi que dans notre environnement professionnel odontologique.

En effet, nous avons l'opportunité aujourd'hui d'utiliser ces outils de façon quotidienne afin d'améliorer entre autres la communication envers nos patients ainsi que l'efficacité thérapeutique. Ce dernier est constitué par deux composantes que sont le temps et la qualité de traitement. Il est néanmoins, indispensable que ces outils rentrent dans une démarche rationnelle pratique et clinique pour un usage bénéfique au sein d'une structure libérale.

L'objectif de cet article est d'exposer, dans un premier temps, les outils qui nous semblent nécessaires pour établir un diagnostic pré-implantaire performant et à haute valeur ajoutée. Ensuite, nous verrons comment ces diagnostics et plan de traitement peuvent être appliqués concrètement et en toute sécurité pour un résultat prévisible. La notion de résultat implique du point de vue praticien, la qualité biologique et prothétique de la restauration implantaire mise en place. Du point de vue patient, l'esthétique et la longévité du traitement effectué sont les objectifs attendus. Ces propos seront illustrés par un traitement implantaire esthétique pour une meilleure compréhension de l'intégration des outils dans notre activité.

Diagnostic

Les outils digitaux nous permettent aujourd'hui un meilleur diagnostic et une meilleure anticipation des traitements à proposer et à mettre en œuvre pour le résultat souhaité tant par le praticien que le patient.

Cette meilleure anticipation du traitement est due à deux principaux phénomènes : l'augmentation de la quantité d'outils techniques à notre disposition cliniques mais également à l'augmentation de la qualité technique de ces mêmes outils. Cela signifie qu'aujourd'hui, nous avons besoin d'un certain nombre de techniques / outils afin de performer ces étapes préparatoires et ces outils doivent être relativement récents afin de pouvoir en tirer le maximum de bénéfice.

Appareil photo

La photographie en odontologie est un élément capital. Elle délivre des fichiers numériques sous forme de fichiers *JPEG*. Les photographies ont à ce jour 3 rôles principaux (1) :

- pouvoir posséder les données du patient pour pouvoir réaliser un plan de traitement précis et étayé en dehors du temps de consultation,
- transmettre les données cliniques au prothésiste ; ce dernier ne peut pas avoir en possession que des données parcellaires tels que les seuls modèles,
- aspect comparatif du traitement (avant / après) ; cela peut être intéressant dans certaines situations pour montrer au patient l'avancée du traitement et la situation initiale pour mémoire.

L'outil photographique, permet une meilleure communication auprès du patient mais aussi et surtout auprès des techniciens de laboratoires. En effet, l'usage des photos est intéressant pour deux éléments capitaux dans le travail collaboratif avec le prothésiste. De façon immédiate, la première utilisation de la photographie est la transmission de la teinte des dents. En effet, il s'agit de quelque chose de délicat à transmettre, à décrire. De fait la transmission d'une photographie des dents concernées avec une pigne de teintier permettra d'aider la réalisation d'une stratification céramique pour le prothésiste ou le choix d'une teinte pour des dents du commerce.

Les photographies de la situation clinique vont nous permettre d'illustrer également la problématique décrite par le/la patient(e). Dans la situation présentée, la patiente se présente à la consultation avec une incisive centrale supérieure droite en infraposition et une mobilité coronaire de type 2 (Fig. 1). La couronne relativement ancienne lui apparaît également disgracieuse. Tous ces éléments



Vue frontale de la situation initiale



Sourire de la patiente



Radiographie rétroalvéolaire

l'inquiètent grandement et elle souhaite remédier à cette problématique d'autant plus qu'elle possède un sourire gingival de type 3 (Fig. 2) selon la classification de Vailati (2). La radiographie révèle une résorption radiculaire majeure (Fig. 3).

En complément, deux photographies de teintes sont prises pour les informations de teinte qui seront transmises au prothésiste (Fig. 4 et 5).



Photographie de teinte



Photographie polarisée de la teinte

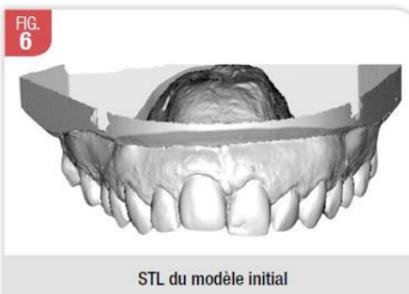
Données STL

Le format de fichier STL est un format utilisé dans les logiciels de stéréolithographie (STL pour STereo-Lithography). Il est largement utilisé pour faire du prototypage rapide et de la fabrication assistée par ordinateur. Le format de fichier STL ne décrit que la géométrie de surface d'un objet en 3 dimensions.

Ce format ne comporte notamment pas d'informations concernant la couleur, la texture ou les autres paramètres habituels d'un modèle de conception assistée par ordinateur. Le fichier STL décrit donc un objet par sa surface externe. Cette surface est nécessairement fermée et définie par une série de triangles (ou de facettes).

Dans notre discipline odontologique, les fichiers STL peuvent provenir de deux origines distinctes. La première solution, historique, est le passage par un scanner de laboratoire. Il s'agit de réaliser une empreinte puis le prothésiste réalise le scanner soit de l'empreinte soit du moulage obtenu par cette empreinte. Cette dernière solution est la plus usitée car la plus précise : elle réduit les problématiques liées aux contre-dépouilles puisque tout est « exposé » au regard du scanner (ici, S600 arti Zirkozahn).

Les informations transmises par ces fichiers sont la surface des éléments, donc la surface dentaire et muqueuse de notre patiente. Le fichier initial obtenu (Fig. 6), le prothésiste construira de façon digitale ou manuelle, le projet prothétique suivant les préconisations du praticien dentiste. Si le projet est directement travaillé sur un fichier STL, un autre fichier STL pourra alors être produit (Fig. 7). Si le projet est réalisé par wax-up sur un modèle physique, alors il s'agira de réaliser un



STL du modèle initial



STL du modèle avec le projet prothétique

scanner de laboratoire de ce même modèle pour obtenir le fichier STL souhaité.

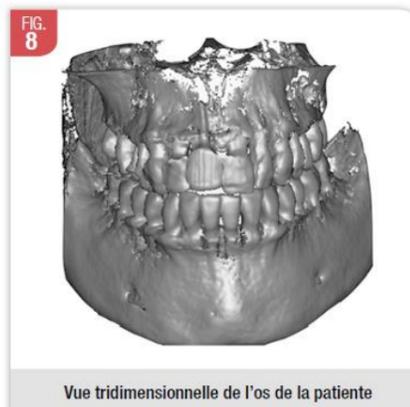
CBCT / CT Scanner (3)

Historiquement, les traitements chirurgicaux étaient réalisés avec très peu d'examen radiologiques pré-opératoires. L'avènement des examens tridimensionnels a été une révolution majeure en imagerie générale mais aussi en imagerie maxillo-faciale. Ils sont à ce jour de deux types : la tomodensitométrie et le faisceau de rayons de forme conique. Ces deux types d'examen fournissent des données DICOM (Digital imaging and communications in medicine).

La tomodensitométrie (CT Scan Computerized Tomography Scan – Tomodensitométrie) fait appel aux rayons X et repose sur l'absorption différentielle du rayonnement par les différentes structures anatomiques traversées. La technique du dentascanner passe par la réalisation de coupes axiales (perpendiculaires à l'axe du corps) selon un plan parallèle au plan occlusal. Seules ces coupes, directement réalisées sur le patient, sont irradiantes. Les autres images, reconstructions bidimensionnelles ou tridimensionnelles ne sont que le fruit de calculs informatiques.

Le faisceau de rayons X, de forme conique (cone-beam computed tomography - CBCT) traverse l'objet à explorer avant d'être analysé après atténuation par un système de détection. Plusieurs centaines d'analyses (prises de vues) sont réalisées dans les différents plans de l'espace, permettant après transmission des données à un ordinateur, la reconstruction volumique d'un cube contenant l'objet (ici, les maxillaires). Dans la situation présentée, nous avons utilisé la technologie CBCT (OP 3D Pro, KavoKerr).

L'implantologie est une indication pour ces deux types d'examen : il s'agit de préciser, dans le cadre d'un bilan pré-implantaire, le volume osseux disponible (Fig. 8 et 9). Cette évolution de l'imagerie est évidemment à associer à ceux de l'informatique et de logiciels. Ces données DICOM sont donc gérées par des logiciels dédiés à ce genre de format, d'images et d'applications. Il existe à ce jour de nombreux logiciels avec des caractéristiques variables (ouvert / fermé, possibilité de modification des données d'acquisition) et des outils plus ou moins présents en fonction du logiciel (mesure de distances et d'angles, simulation d'implants, simulation des trajets



Vue tridimensionnelle de l'os de la patiente



Coupe vestibulo-palatine en regard de la dent 11

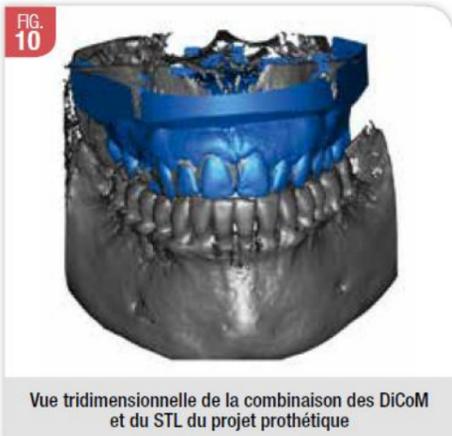
nerveux, mise en valeur des cavités ou de volume additionnel, extraction de volume tridimensionnel, coloration de surface / volume). Enfin, la possibilité de réalisation de guides chirurgicaux reste une caractéristique fondamentale entre ces différents logiciels.

Clone Digital

L'ensemble des données précitées : JPEG, DICOM, STL nous permettent finalement de reconstruire virtuellement notre patiente (clone digital) et d'avoir donc l'ensemble des informations tant pour la réalisation du diagnostic que du plan de traitement.

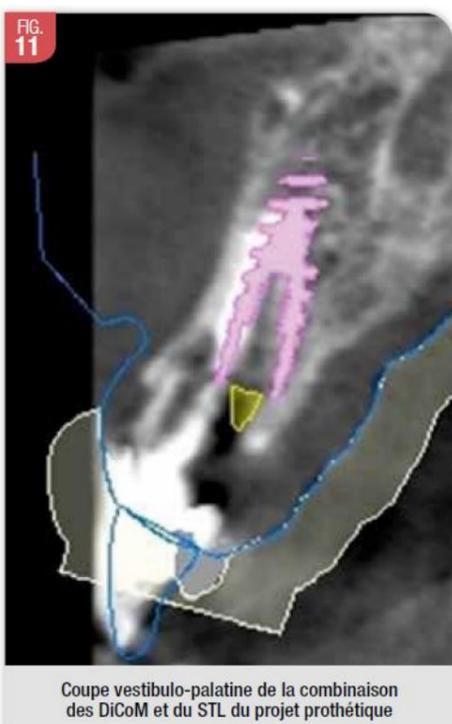
En effet, les données DiCoM nous transmettent l'ensemble des informations des tissus durs à savoir : volume des dents et de l'os. Les données STL elles, nous informent sur les éléments surfaciques des dents et de la muqueuse.

Le fait que les STL et les DiCoM nous informent sur les éléments communs que sont les dents, cela nous permet de les associer par le repérage d'éléments communs. Dans notre situation clinique, les éléments communs entre les DiCoM et le STL du projet prothétique, sont finalement toutes les dents sauf la dent à traiter (dent 11). De fait et par exemple, nous pouvons choisir les pointes canines et les cuspidés mésio-vestibulaires des premières molaires sur les DiCoM et les STL afin de matcher les différentes informations (Fig. 10). Ce mélange de données nous permet de poser un diagnostic précis et donc une démarche thérapeutique également précise en regard de la situation clinique. Les données JPEG elles, nous permettent d'avoir des éléments plus cliniques et plus réels de la situation rencontrée : cf. teinte de la dent, texture gingivale, couleur gingivale, etc.



Avec tous ces examens, il apparaît évident que nous avons les moyens de poser un diagnostic précis dans une situation clinique donnée. Ici, la dent 11 présente une résorption radiculaire imposant une extraction de la dent. Ces outils digitaux nous permettent à la suite du diagnostic posé, d'établir une stratégie de traitement très précise.

Dans la situation présente, la technique d'extraction-implantation est préconisée dans la mesure où la distance entre le collet de la future restauration (fichier STL) et de l'implant qui doit être comprise entre 3 et 4 millimètres (4), nous permet d'avoir un implant intégralement dans l'os (fichier DiCoM) (Fig. 11). Une fois, cette analyse posée, il s'agit de mettre en œuvre le traitement planifié. Les outils digitaux doivent nous faciliter également cette mise en œuvre.



Thérapeutique

La planification implantaire sur l'ordinateur est effectivement un immense pas dans la partie du traitement de notre patiente. Néanmoins, il s'agit maintenant de reproduire cette planification en situation réelle. Nous disposons de différents types de chirurgie pour cela.

Application chirurgicale

À ce jour, différents types de chirurgie implantaire sont définis (5).

- **L'implantologie assistée par ordinateur IAO :** technique générale utilisant l'imagerie pré-opératoire à visée diagnostic avec l'aide d'outils informatiques, avec pour objectif

de faciliter les planifications chirurgicale et prothétique ainsi que leurs déroulements.

- **La chirurgie guidée statique CGS :** utilisation d'un guide chirurgical statique qui reproduit la position des implants planifiés virtuellement directement à partir des données tomographiques numérisées. Ce type de chirurgie ne permet pas de modifications de la position implantaire.
- **La chirurgie guidée dynamique ou navigation CGD :** utilisation d'un système de navigation chirurgicale qui reproduit la position virtuelle des implants directement des données tomographiques numérisées. Ce type de chirurgie permet des modifications de position implantaire en per-opératoire.

La question est alors de savoir quelle(s) est (sont) la (les) meilleure(s) technique(s) pour traiter au mieux de notre patiente. Nous savons qu'il existe des avantages / inconvénients à ces différents types de chirurgie (de façon non exhaustive : durée d'intervention, confort per et post-opératoire du patient, précision du placement implantaire, etc.).

L'IAO est probablement plus simple de mise en œuvre mais présente l'inconvénient de demander dans les techniques d'extraction-implantation, une expertise certaine pour un bon positionnement implantaire. En effet, en présence d'une alvéole, il est déroutant de lutter contre la corticale palatine pour bien positionner l'implant. Si cela n'est pas réalisé, l'implant peut se retrouver dans une position vestibulaire.

Cela peut imposer de faire de la prothèse scellée (peu préconisée cf. gestion des excès de ciment et ré-intervention) mais également mettre en péril le pronostic biologique par un manque d'épaisseur de tissus osseux et muqueux.

Compte tenu de ces éléments, il nous apparaît délicat dans une situation esthétique telle que celle présentée ne peut pas utiliser des outils plus performants. En effet, la revue de littérature faite par Jung (2009) nous montre une précision du positionnement implantaire inférieur à 0,9 millimètre pour les techniques de chirurgie guidée (5) mais nous savons également que ces techniques sont 2,2 fois plus précises que l'IAO (6).

De plus, nous savons que les techniques de chirurgie guidée nous permettant un gain de temps opératoire en ce qui concerne la pose d'implant (7). Cela permet de concentrer son temps et son énergie sur la gestion des tissus durs (comblement du gap) mais également des tissus mous (greffe conjonctive tunnelisée) qui sont deux temps opératoires capitaux dans l'obtention d'un résultat implanto-prothétique de qualité et durable.

Dans notre situation, nous avons donc opté pour la réalisation d'un guide chirurgical obtenu par un procédé de stéréolithographie (Simplant, Dentsply) (Fig. 12 et 13). Les temps opératoires chirurgicaux ont été classiques pour ce type de chirurgie :

- extraction atraumatique de la dent,
- curetage soigneux de l'alvéole,
- mise en place du guide chirurgical, forages puis mise en place de l'implant au travers du guide,
- comblement du gap par un matériau non résorbant,
- greffe conjonctive tunnelisée.



Application prothétique

CONCEPT

Notre idée aujourd'hui est de continuer à utiliser les outils digitaux pour nous simplifier les procédures de traitement y compris au laboratoire de prothèse. De fait, avant la réalisation de la chirurgie implantaire, nous procédons à une extraction virtuelle de la dent (Fig. 14) grâce au logiciel Simplant (Dentsply) et à un module complémentaire. Nous pouvons donc des fichiers DiCoM procéder à une extraction virtuelle de la dent pour obtenir à la suite un fichier STL. Ce fichier est alors usinable ou imprimable (8).



Dans la situation présentée, la dent a été usinée via le système d'usinage de Zirzkahn en utilisant un bloc de résine (Multistratum A1 / A2 Zirkozahn). La dent provisoire duplicata de la dent naturelle est alors obtenue (Fig. 15). Cette dent est usinée avant la chirurgie améliorant la prédictibilité du traitement mais aussi l'organisation interne du laboratoire le jour de la chirurgie. Le jour de l'intervention chirurgicale et après pose de l'implant, une empreinte sectorielle est réalisée en vue de la réalisation de la prothèse temporaire (Fig. 16). Ce dispositif est transféré sur le modèle prothétique (plâtre ou imprimé). Avec cette position implantaire récupérée, le prothésiste peut assembler le cylindre temporaire titane avec la dent usinée (Fig. 17, 18). Cette dent provisoire usinée copie de la dent naturelle peut alors être mise en place par transvissage (Fig. 19).



Ensuite et passé le délai d'ostéointégration, le modèle ayant permis la réalisation de la dent provisoire a été scanné. Une simple empreinte de situation est ensuite prise afin d'enregistrer le volume gingival (très légèrement) modifié de la zone implantée. Le remodelage est dû au processus de cicatrisation. Il n'est pas nécessaire de réaliser une empreinte en dévissant donc la dent provisoire (évitant la disruption des tissus mous).

Le prothésiste peut alors réaliser la dent définitive conforme au berceau gingival créé et guidé lors de la cicatrisation. La forme de la dent prothétique finale est encore obtenue par utilisation du fichier STL de la dent virtuellement extraite. Ici, la dent obtenue a été réalisée sur une Ti-base (Nobel Biocare) sur laquelle une base zircone stratifiée a été collée (Fig. 20). Le résultat clinique et radiographique obtenu nous apparaît satisfaisant (Fig. 21 et 22).





FIG. 21
Vue radiologique du traitement implanto-prothétique



FIG. 22
Vue clinique du traitement implanto-prothétique

LIMITES (9)

Cette technique permet donc de maintenir et pérenniser l'architecture des tissus mous. Elle permet également de faciliter la réalisation de la dent provisoire implantaire dans les situations cliniques d'extraction-implantation. Aucune improvisation n'est réalisée puisque la forme est mimétique à la dent naturelle. En accord avec Liu, cette technique apparaît aussi intéressante car elle diminue le temps de réalisation de la dent provisoire (dent obtenue avant la chirurgie). L'utilisation d'une dent transvissée augmente peut-être le temps de réalisation mais elle sécurise la cicatrisation par l'absence d'excès de ciment.

Cette technique est intéressante mais elle peut présenter des limites : artéfacts de la couronne (si métal par exemple) en présence ou si la dent est délabrée. En présence d'artéfacts métalliques, la couronne ne peut être extraite de façon nette. Face à cette problématique, une des solutions est d'ajouter les données Dicom pour le profil d'émergence et de l'empreinte buccale pour la partie coronaire.

Un volume global est alors obtenu : il peut être usiné. En cas de dent fracturée ou d'absence, les dents controlatérales peuvent être utilisées avec un effet miroir afin de retrouver la morphologie de la dent naturelle. Cette situation clinique nécessite plus de travail informatique car la dent doit être repositionnée au mieux dans l'espace. L'empreinte optique doit pouvoir intégrer ce flux de production : dans les deux situations exposées préalablement, elle peut être une vraie solution de simplification. Elle est complémentaire des données Dicom puisque seules ces dernières peuvent donner le profil d'émergence sous gingival avant la chirurgie.

Conclusion

L'apport des nouvelles technologies digitales est indéniable à plusieurs titres. Le premier est l'amélioration du diagnostic clinique et initial par l'utilisation du clone digital (JPEG + STL + DICOM). De fait, le plan de traitement apparaît plus évident. Dans un deuxième temps, les outils digitaux nous permettent également une meilleure exécution du traitement

chirurgical par l'utilisation de techniques de chirurgie guidée (statique et / ou dynamique) mais également d'optimiser les durées de réalisation de traitement. Et enfin, les outils digitaux nous permettent de tendre vers un mimétisme dentaire naturel. Elles ouvrent de nouvelles perspectives donc. Il ne faut en aucun cas voir les technologies digitales comme un ennemi mais bien comme des alliés pour mieux exécuter nos traitements destinés à nos patients.

Bibliographie

1. Noharet R, Clément M. *Communication digitale en odontologie : rigoureusement indispensable ! Cah Prothèse 2016 ; 173 : 7-20.*
2. Vailati F, Belser UC. *Concept pink power (CPP) pour prothèses implantaire avec fausse gencive destinées à la zone esthétique. Forum Implantologicum 2011 ; 7 : 108-123.*

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