

Chirurgie guidée : principes, indications et protocole clinique

Un logiciel de planification permet d'intégrer le projet prothétique futur et les conditions anatomiques osseuses. Exemple avec le traitement d'un cas d'édentement complet.

La simulation par informatique de la chirurgie implantaire, la possibilité de matérialiser le projet prothétique en 3D vis-à-vis du volume osseux disponible, puis d'adapter d'une façon précise et numérique le guide chirurgical, sont des avancées récentes en implantologie particulièrement intéressantes. L'implantologie assistée par ordinateur est apparue dans les années 1990, avec le développement de logiciels informatiques de planification et la production de guides chirurgicaux (Antoun H. et coll, 2009).

Pour atteindre la finalité du traitement, c'est-à-dire une restauration fonctionnelle et esthétique, la mise en place d'implants est censée suivre un projet prothétique bien défini. Les traitements guidés tendent désormais à s'intégrer dans un flux de travail numérique continu qui implique dès le départ l'équipe « laboratoire-cabinet dentaire ».

Le logiciel récent de planification coDiagnostix (développé par Dentalwings et Straumann), conçu en deux versions (« clinicien » et « producteur ») permet de solutionner de nombreuses situations d'édentement selon un protocole validé à la fois par le praticien et le prothésiste. Après avoir détaillé les principes et les indications du flux de travail numérique en chirurgie guidée, nous proposerons le traitement d'un cas d'édentement complet, assisté du logiciel coDiagnostix.

LE FLUX DE TRAVAIL NUMÉRIQUE EN CHIRURGIE GUIDÉE :

Principes de l'implantologie assistée par ordinateur

La planification implantaire assistée par ordinateur permet de guider le positionnement des implants en intégrant à la fois le projet prothétique futur et les conditions anatomiques osseuses.

Pour ce faire, il est nécessaire de regrouper dans un fichier informatique unique les données numériques prothétiques et osseuses du site à implanter, en différentes étapes. Les principales étapes sont les suivantes :

1. *Empreinte optique de l'arcade édentée ou du montage directeur : obtention d'un fichier STL*

Les données numériques du projet prothétique sont contenues dans un fichier STL (*Standard tessellation language*) issu d'une empreinte optique. Il peut s'agir d'une empreinte optique du montage directeur essayé en bouche (dans le cas d'un édentement de grande étendue généralement) ou d'une empreinte optique de l'arcade édentée, sans montage directeur (dans le cas d'un édentement plutôt limité). Dans ce cas, le projet prothétique sera conçu directement sur le logiciel. La modélisation de la future prothèse tiendra compte de l'espace prothétique disponible, de la hauteur gingivale et du rapport occlusal avec les dents antagonistes et adjacentes.



L'auteur

Dr Amandine PARA
Ancienne assistante hospitalo-universitaire
(département de prothèses, Paris 7)
DU d'implantologie chirurgicale et prothétique (Paris 7)
DU clinique de prothèse implantoportée (Paris 7)
DU européen de techniques laser en odontologie (Paris 7)
Pratique libérale privée Paris (implantologie, parodontologie, prothèse)

2. *Cone beam du site à implanter (avec ou sans guide radiologique) : obtention d'un fichier DICOM*

Les données osseuses sont contenues dans un fichier DICOM (*Digital imaging and communications in medicine*) issu d'un *cone beam* ou d'un scanner. Selon l'étendue de l'édentement, le *cone beam* concerne soit directement le site édenté nu, soit le site édenté portant un guide radiologique (réplique du projet prothétique) avec des repères radio-opaques.

3. *Intégration et couplage des fichiers STL/DICOM :*

La superposition des fichiers se fait en repérant des points identiques sur le *cone beam* et sur l'empreinte optique de l'arcade : repérage d'une cuspidé, d'une zone interdentaire, ou des repères radio-opaques à la fois scannés car présents sur le montage directeur et radiographiés car présents sur le guide radiologique. On obtient un fichier de travail prêt pour la planification, comprenant l'os, la muqueuse, les dents, la zone édentée ainsi que dans certains cas, le montage directeur prothétique.

4. *Planification des implants :*

Le choix des implants se fait dans la banque de données des marques implantaires proposées par le logiciel et leur positionnement tient compte du volume, de la densité et de la qualité osseuse, de la hauteur gingivale, des distances dent-implant et inter-implants,

du parallélisme entre les implants, de l'axe et du type de la future prothèse (Pascual D et coll, 2015).

5. *Modélisation et fabrication du guide chirurgical :*

Un guide chirurgical est modélisé selon cette planification, puis usiné ou imprimé par une imprimante 3D. Ce guide peut être à appui dentaire (en cas de restaurations unitaires ou patients partiellement édentés), à appui muqueux (chirurgie peu invasive des patients totalement édentés ; dans ce cas une empreinte optique de la muqueuse doit être prise, et le fichier STL correspondant est aussi intégré au logiciel) ou à appui osseux (visibilité accrue du site nécessaire chez les patients totalement ou partiellement édentés) (Georgel S. 2012).

6. *Mise en place des implants :*

La chirurgie implantaire ainsi « assistée par ordinateur » a lieu avec le guide chirurgical en place. Elle respecte un protocole édité par le logiciel de planification, permettant l'utilisation séquentielle des instruments de la trousse de chirurgie guidée, spécifique de la marque de l'implant posé.

7. *Restauration temporaire et/ou pilier de cicatrisation personnalisé :*

L'édition de parties secondaires est possible avec certains logiciels (seuls ou en lien avec d'autres logiciels). La modélisation et l'usinage d'un pilier temporaire et

de sa couronne transitoire, ou l'impression du modèle avec les emplacements des analogues des futurs implants sont envisageables. Le modèle contenant les analogues repositionnés en amont de la chirurgie peut servir de base au prothésiste pour une mise en charge immédiate. La prothèse provisoire unitaire ou plurale, modélisée à partir de la planification et fabriquée avant la chirurgie, est mise en place, si besoin lors de la pose implantaire.

La spécificité du coDiagnostix est qu'il associe le prothésiste technicien de laboratoire et le chirurgien-dentiste clinicien.

Plusieurs logiciels d'implantologie assistée par ordinateur existent : Simplant, Navigator, Astra Facilitate, Nobel Guide, Camlog Guide, Galileos Implant (Cerec Guide), Blueskyplan, coDiagnostix.

Focus sur le logiciel coDiagnostix
CoDiagnostix est un logiciel de planification implantaire « ouvert », qui permet de planifier une large gamme de marques implantaires.

La spécificité du coDiagnostix est qu'il associe le prothésiste technicien de laboratoire et le chirurgien-dentiste clinicien. Ce logiciel se compose de deux versions :
- Version producteur (au laboratoire) : planification implantaire et production (design, élaboration, production du guide chirurgical et de la restauration prothétique)
- Version clinique (au cabinet dentaire) : planification seule (compilation des données et planification implantaire et prothétique).

Le prothésiste et le chirurgien-dentiste travaillent de concert sur un même cas pour valider la planification, grâce à une plateforme de communication appelée CaseXchange. Cela permet de réfléchir en amont à la construction mécanique et esthétique de la future prothèse et limite les besoins ultérieurs de rattrapage d'axe, par exemple. La gestion globale du cas est améliorée pour l'un et l'autre.

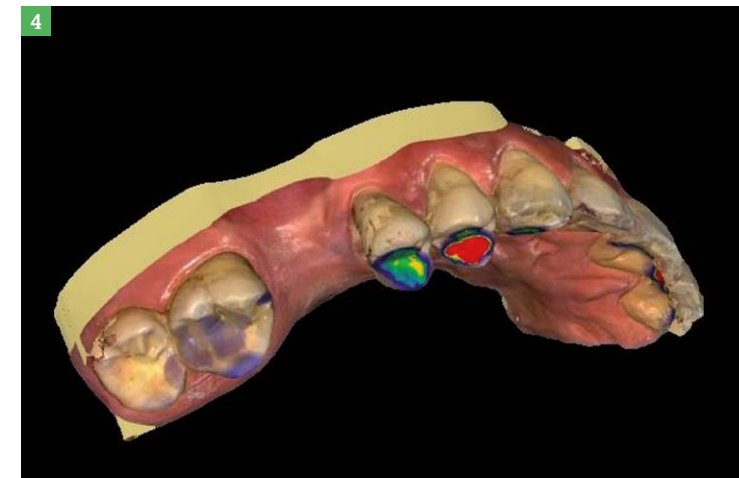
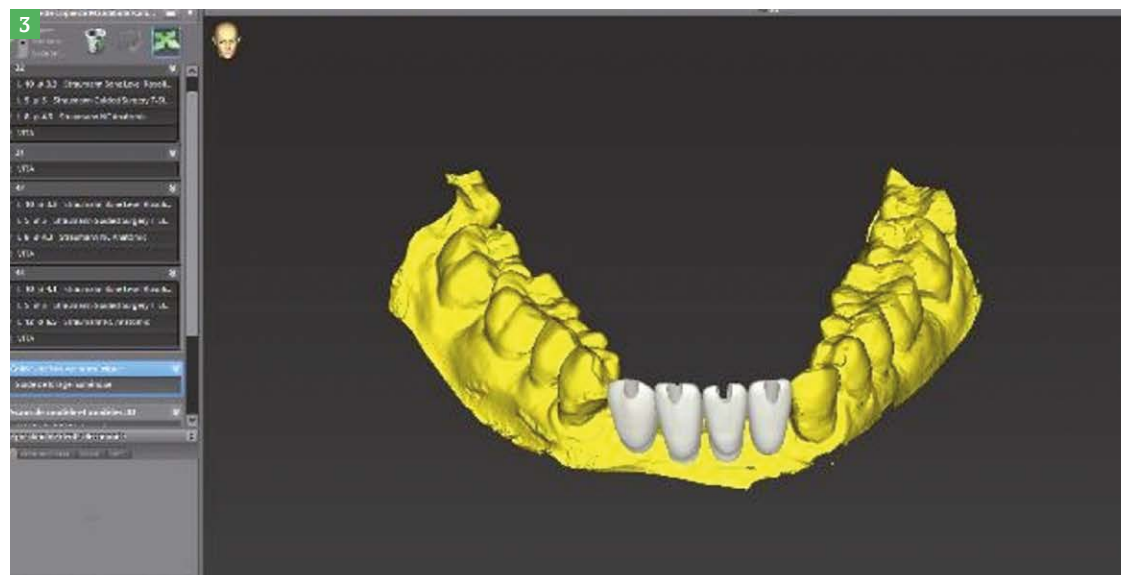
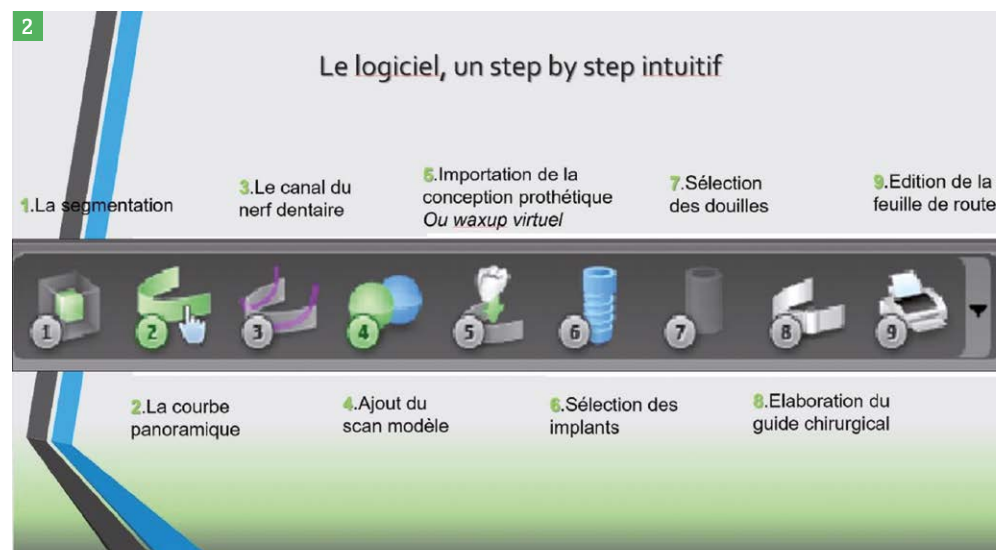
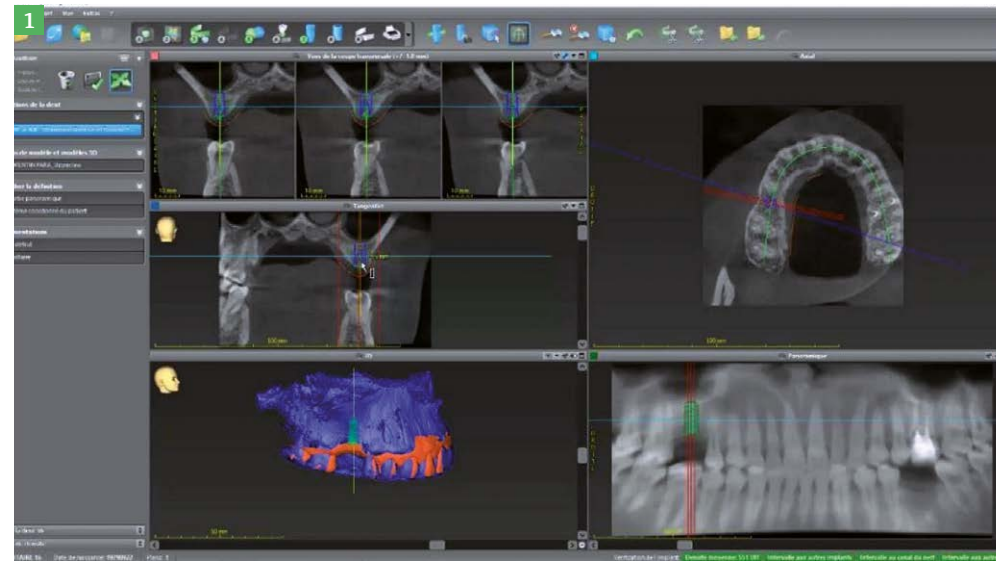


Fig.1 : Interface du logiciel coDiagnostix.

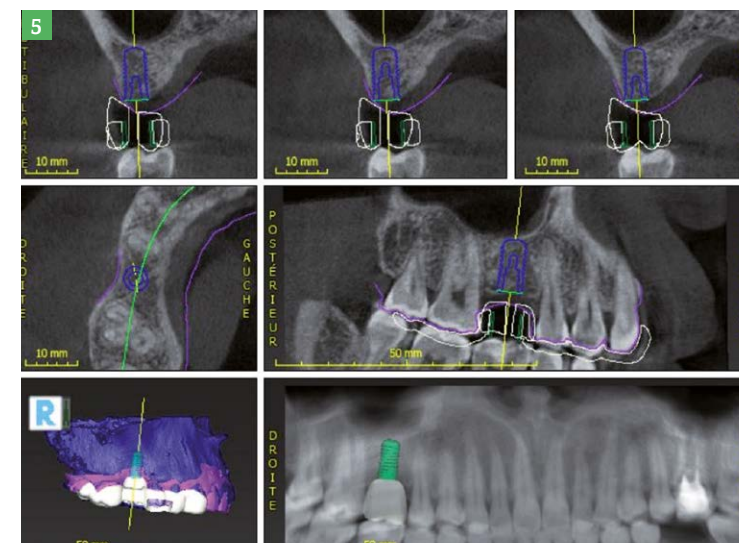


Fig.2 : Étapes de planification.

Fig.3 : Montage directeur virtuel proposé par le logiciel.

Fig.4, 5, 6 : Planification et guidage pour édentement unitaire.

L'interface du logiciel affiche toutes les données indispensables à la planification ; (Fig.1) : muqueuses et dentaires, projet prothétique virtuel, coupes osseuses axiales/transversales et reconstitution panoramique.

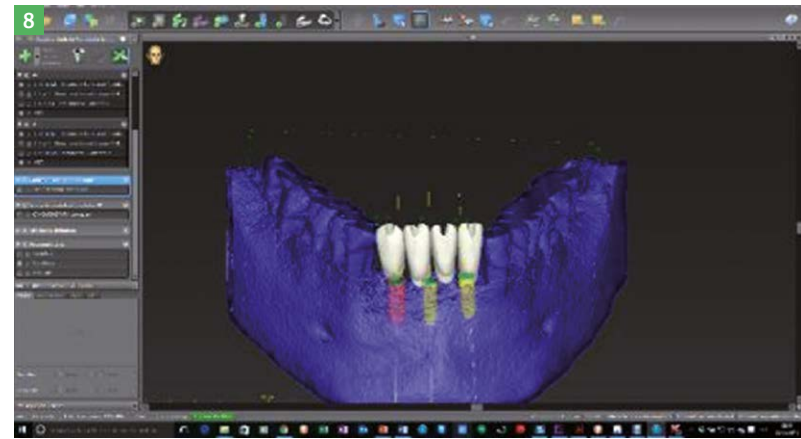
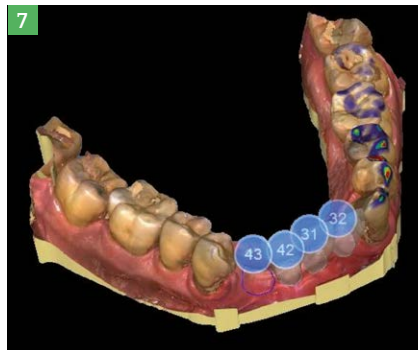
Les fonctionnalités du logiciel suivent un pas à pas intuitif jusqu'à l'élaboration du guide ; (Fig.2).

La modélisation d'un wax-up virtuel est possible directement sur le coDiagnostix de façon basique (dents type VITA modulables en dimensions), ou de façon plus élaborée grâce à la synergie entre le logiciel coDiagnostix et un logiciel externe : DWOS (logiciel de modélisation de DentalWings) ; (Fig.3).

Implantologie assistée par coDiagnostix : pour quels édentements ?

Toutes les situations d'édentement peuvent être étudiées sur le coDiagnostix, du cas unitaire au cas complet :
• Édentement unitaire ; (Fig.4, 5, 6).





- Édentement partiel (Fig.7, 8, 9)
- Édentement total (Fig.10, 11, 12)
- Le cas particulier de l'extraction implantation immédiate peut également être planifié : la dent à extraire est alors effacée sur le logiciel (par segmentation différentielle) ; (Fig.13 à 16).

La suite de cet article sera consacrée à l'étude d'un cas d'édentement complet traité à l'aide de l'implantologie assistée par ordinateur, sur le logiciel coDiagnostix.

CAS CLINIQUE : RÉHABILITATION D'UN ÉDENTEMENT TOTAL

Planification implantaire

Mme G., 69 ans, consulte pour remplacer par des dents fixes ses dents maxillaires absentes. Son historique dentaire relate des échecs de greffes sous-sinusiennes et d'implants.

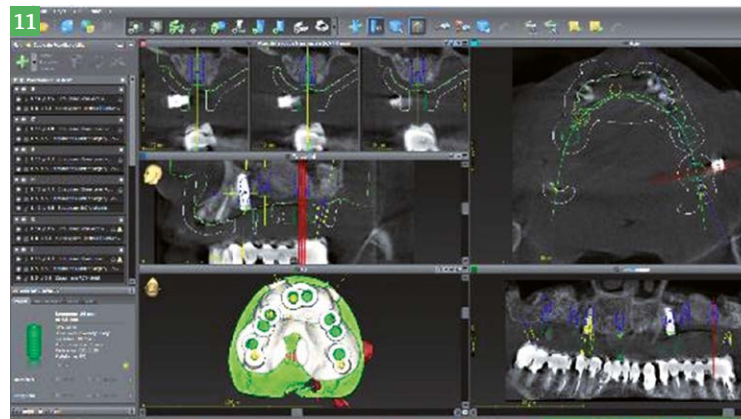


Fig. 7, 8, 9 : Planification et guidage pour édentement partiel.

Fig.10, 11, 12 : Planification et guidage pour édentement total.

Initialement, elle s'est présentée avec 8 implants posés dans une greffe infectée. Un des implants avait migré dans le sinus gauche ; (Fig.17). La patiente présente un torus palatin très important qui complique la sustentation et le port d'une prothèse amovible. Après discussion, nous décidons d'envisager un nouveau plan de traitement implantaire, qui ne pourra être confirmé qu'après évaluation de la cicatrisation d'une nouvelle greffe.

Tout d'abord un curetage des greffes, la dépose des implants et une décontamination ont été réalisés. Six mois après, on procède à une nouvelle greffe sinusienne bilatérale. Huit mois après la cicatrisation des greffes et la réalisation d'un cone beam de contrôle ; (Fig.18, 19), la thérapeutique implantaire est engagée. La réhabilitation prothétique finale prévue est un bridge complet implantoporté sur 8 implants (en 17 15 14 11 21 24 25 27). Les 2 implants 14 24 encore présents seront déposés et remplacés,

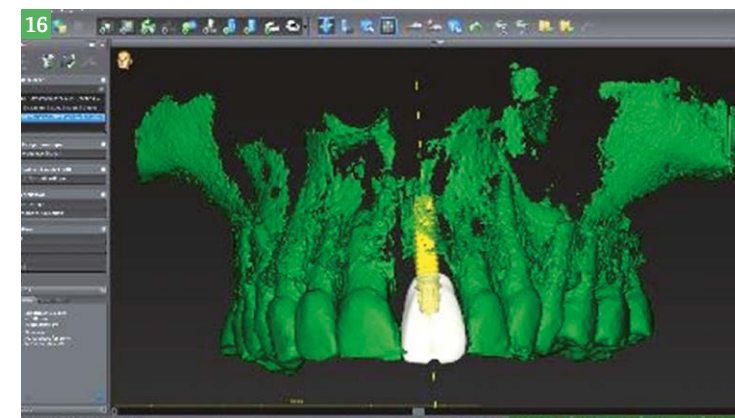
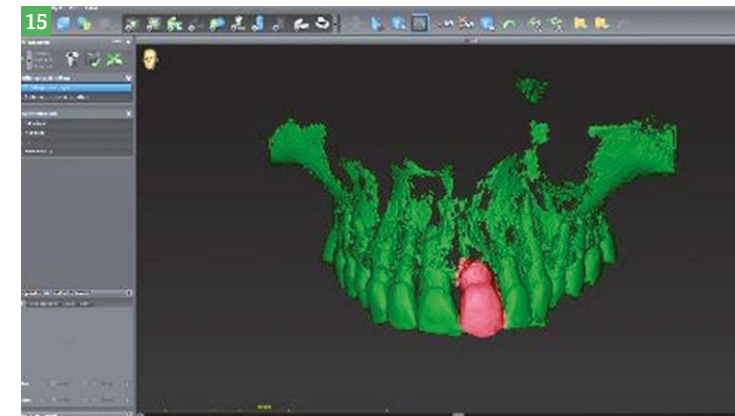
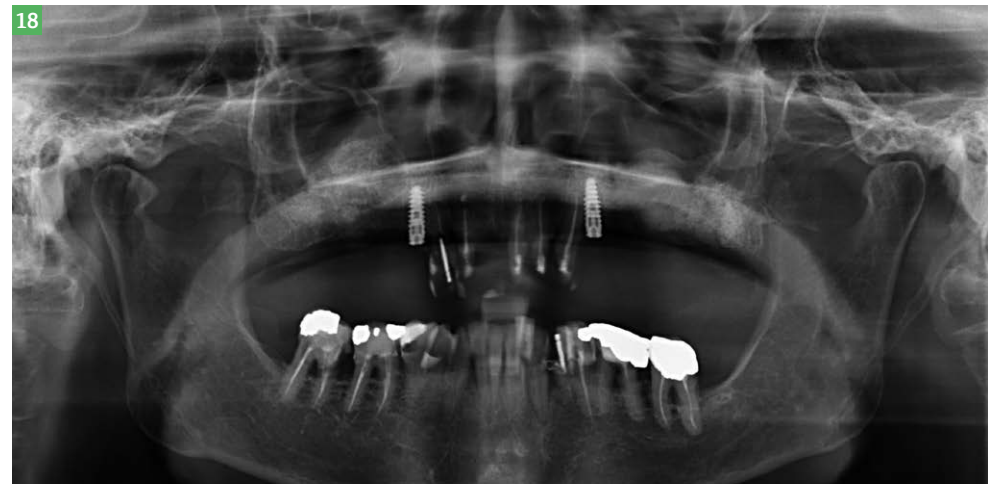


Fig.13 à 16 : Planification d'un cas d'extraction implantation immédiate.



Fig.17 : Situation clinique initiale.



et les racines des dents antérieures (mobiles et porteuses d'un bridge provisoire) seront extraites. Ces éléments ont été conservés provisoirement pour aider à la rétention d'une prothèse amovible partielle.

En respectant les principes de l'implantologie assistée par ordinateur énoncés ci-dessus, nous présentons l'iconographie des étapes cliniques de ce cas :

1. Planification prothétique :
Réalisation d'une maquette prothétique (après enregistrement de l'occlusion), validation de l'esthétique, du soutien de la lèvre et de la DVO ; (Fig.20, 21, 22). Les trois repères radio-opaques mis à ce stade permettent juste de contrôler qu'ils ne seront pas gênants en bouche lors du *cone beam* fait à la prochaine étape avec un guide radiologique portant les mêmes repères.

Fig.18, 19 : Contrôle radiologique de la cicatrisation des greffes.

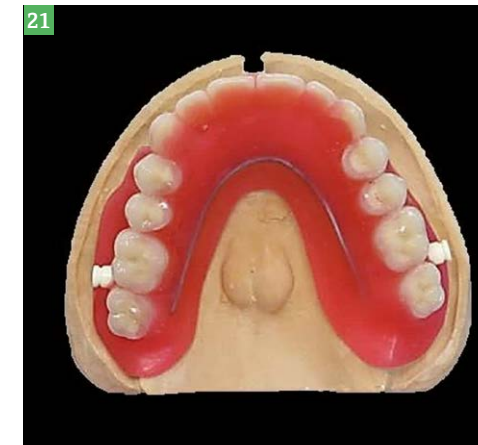


Fig.20, 21, 22 : Validation du projet prothétique.

Fig.23 : Guide radiologique avec repères radio-opaques, réplique du montage directeur.

Fig.24 : Enregistrement du *cone beam* au format Dicom.

Fig.25, 26 : Empreinte optique du guide (montage directeur) et de la muqueuse au laboratoire.



2. Réalisation de la radio 3D avec un guide radiologique :

Le guide radiologique est la réplique du montage directeur et porte 3 repères radio-opaques. Ces repères permettront de superposer l'empreinte optique du montage et le *cone beam* (CBCT). Le CBCT est passé en occlusion pour assurer un bon positionnement de la maquette sur la muqueuse ; (Fig.23).

3. Exportation du fichier radiologique au format Dicom ; (Fig.24)

4. Au laboratoire : empreinte optique dans un scanner de laboratoire (3Shape) de la situation muqueuse et du guide radiologique sur le modèle ; (Fig.25, 26).

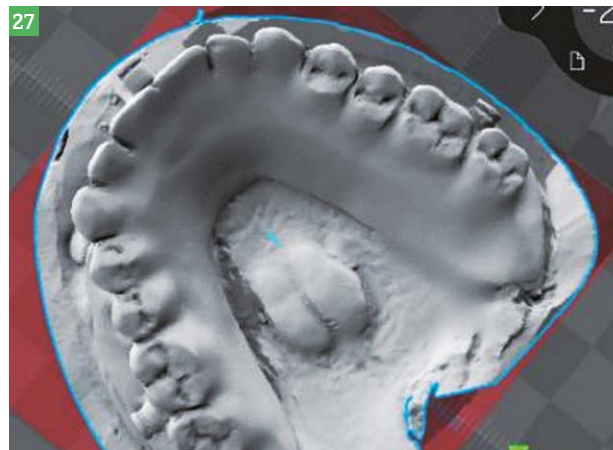


Fig.27, 28 : Fichier STL du montage directeur et de l'arcade édentée.

Fig.29 : Segmentation du fichier Dicom.

Fig.30, 31 : Matching entre STL et DICOM et vérification des profils.

Fig.32, 33: Positionnement au laboratoire sur le logiciel producteur.

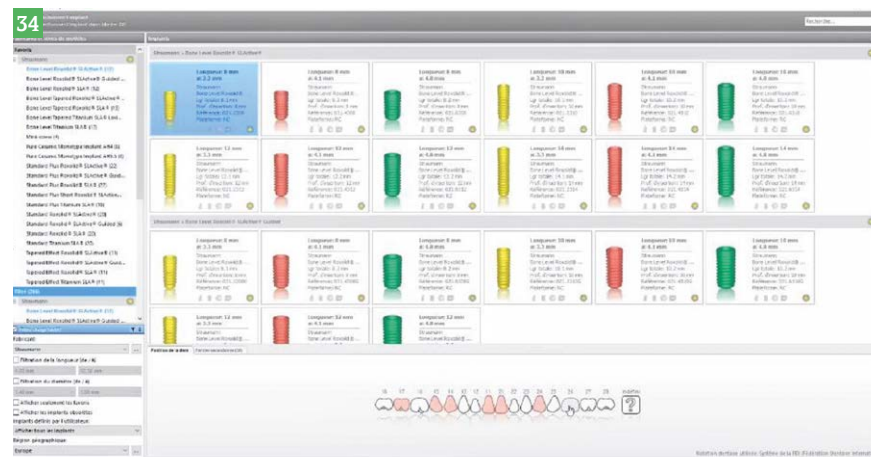
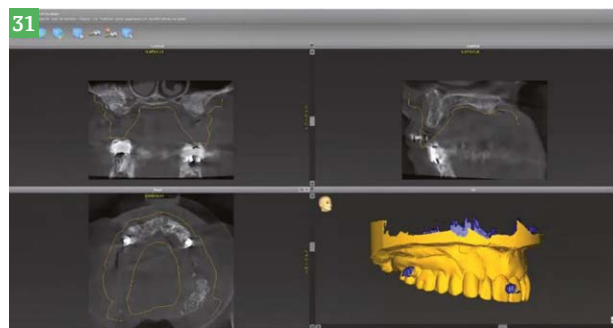
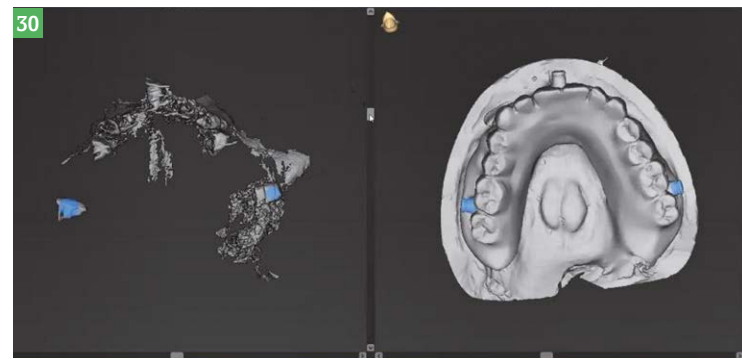
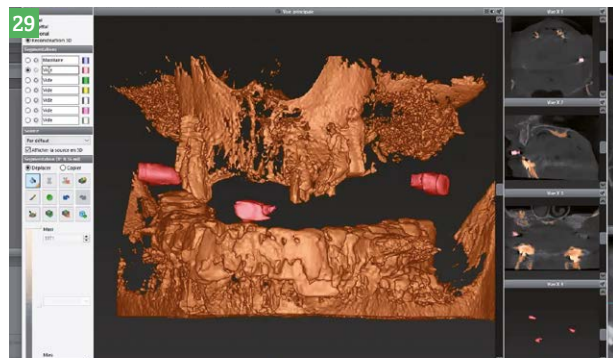
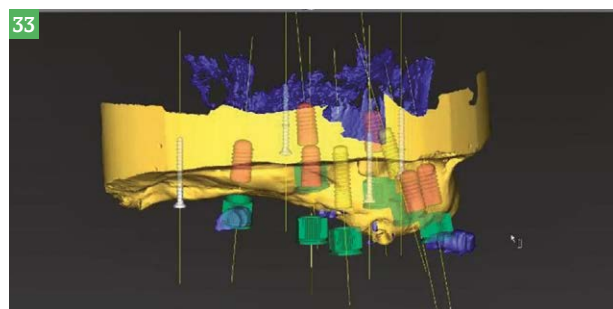
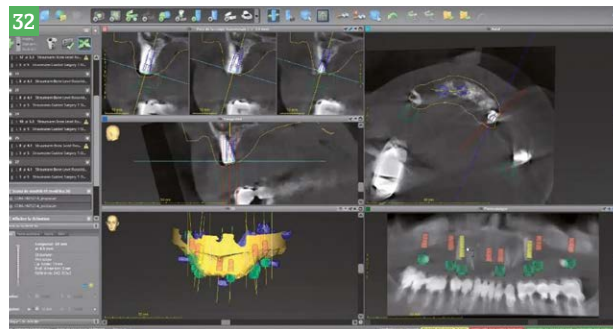


Fig.34 : Choix du système implantaire possible parmi plusieurs marques.



On obtient deux fichiers au format STL : le fichier de la muqueuse (nécessaire car le guide chirurgical sera à appui muqueux) et celui du projet prothétique ; (Fig.27, 28).

5. Planification implantaire dans le logiciel coDiagnostix producteur au laboratoire.

- « Segmentation » : nettoyage de l'image et isolement des repères radio-opaques et des structures d'intérêt ; (Fig.29).
- « Matching » : superposition des fichiers DICOM et STL ; (Fig.30, 31) grâce aux trois repères radio-opaques,

seul élément commun retrouvé sur les 2 fichiers.

- Positionnement des implants par le prothésiste sur le coDiagnostix producteur, optimisé en fonction de la future prothèse ; (Fig.32, 33).

Une banque de données de multiples systèmes d'implants est disponible dans le logiciel. Pour ce cas, le choix s'est porté sur des implants Straumann Bone Level Roxolid SLA Active Guided ; (Fig.34).

- Échange de la planification entre le laboratoire et le praticien, par la plateforme caseXchange ; (Fig.35).

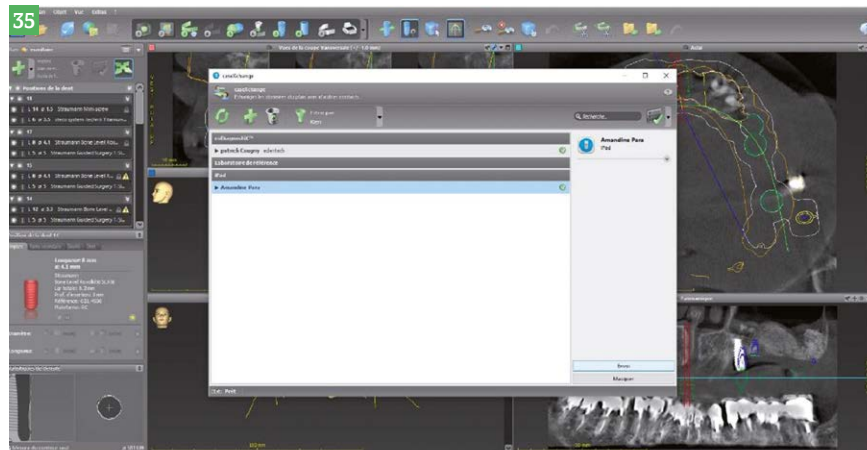


Fig.35 : Échange des plans entre laboratoire et praticien par caseXchange.

Nous prenons la main pour optimiser le positionnement des implants selon les conditions osseuses puis nous renvoyons le plan au laboratoire par caseXchange. Tous ces échanges sont rapides, et diminuent notre temps de travail « extra-clinique ». Notre concentration et notre réflexion se sont portées sur le positionnement des implants par rapport à l'os et à la prothèse, et non sur le nettoyage et la création de fichiers informatiques.

Dans notre cas clinique, il s'agit d'un guide complet à appui muqueux (une grande partie des implants sera positionnée sans lambeau d'accès). Pour assurer une bonne stabilité et une bonne rétention, il faut prévoir un ancrage osseux de ce guide à appui muqueux, par 4 minivis longues (minivis Strauman) ; (Fig.36).

6. Validation commune de la planification par le binôme praticien/prothésiste (communication téléphonique à partir du même fichier).

Les modifications éventuelles sont possibles en temps réel par le praticien ou par le prothésiste qui voient chacun instantanément l'évolution du fichier (grâce à une plateforme appelée « synergy » si l'un et l'autre sont équipés de DWOS Dentalwings ; sinon l'un modifie le fichier et l'envoi à l'autre par caseXchange).

7. Positionnement des douilles

Une fois le positionnement des implants verrouillé, nous terminons par la visualisation des douilles de forage (Guided Surgery T-Sleeve Straumann pour les implants et douilles Steco system-technik pour les minivis). Les douilles sont les manchons métalliques à travers lesquels passeront les cuillères guides des forets chirurgicaux. En fonction de la technique d'accès choisie (avec ou sans lambeau), la douille pourra être positionnée plus ou

Fig. 36 : Positionnement de 4 mini-implants de stabilisation du guide.

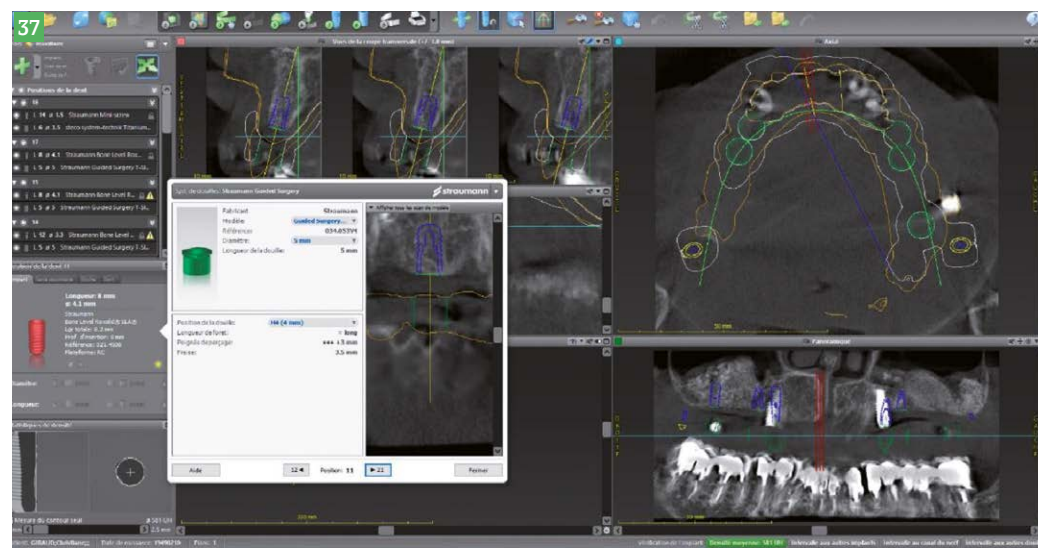
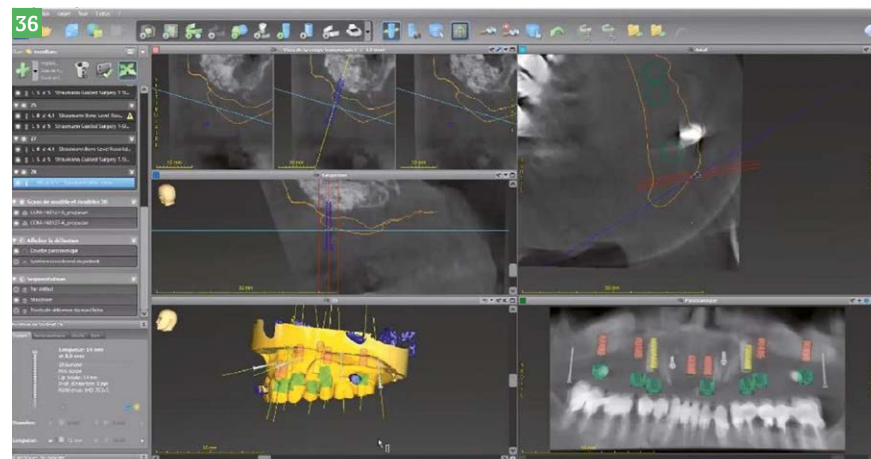


Fig.37 : Vérification des douilles.

moins profondément dans le guide. En cas de chirurgie sans lambeau, il ne faut pas que la douille touche la gencive, au risque de fausser l'adaptation du guide en bouche. La douille fait 5 mm de hauteur, et peut être située en hauteur à 2, 4 ou 6 mm du col implantaire. On choisit par défaut la douille la plus proche de l'implant, pour diminuer la hauteur totale du guide et avoir plus d'espace dans

l'ouverture buccale du patient pour passer les forets. Si la douille touche la gencive à 2 mm de hauteur, on ajuste alors de deux façons : soit en positionnant la douille plus éloignée de la gencive (H4 ou H6), soit en décalant légèrement la position de l'implant, à condition de rester dans une situation satisfaisant aux objectifs prothétiques et anatomiques ; (Fig.37).

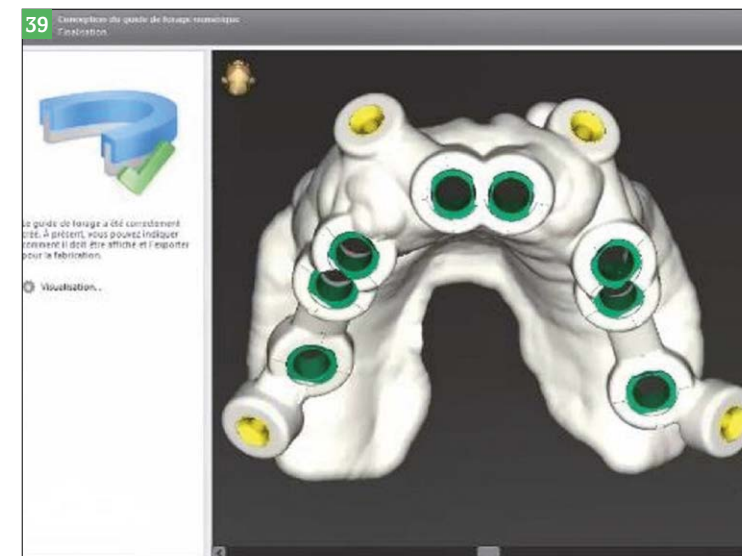
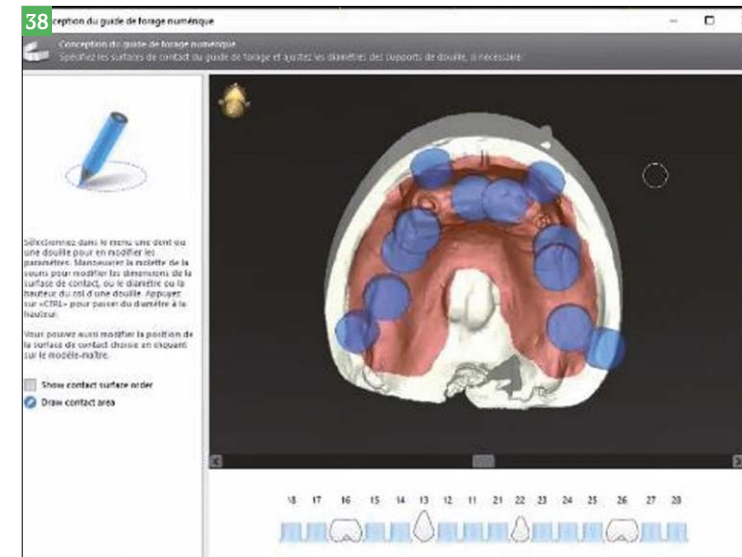


Fig.38, 39 : Modélisation du guide chirurgical.

Fig. 40 : Fichier STL du guide à imprimer.

Le guide chirurgical est ensuite modélisé sur le logiciel : épaisseur de résine, largeur de connexion entre les douilles, extension vestibulaire, fenêtres de visualisation ; (Fig.38, 39).

PRODUCTION DU GUIDE

Une fois validé, le fichier STL du guide ; (Fig.40) est produit par impression 3D (l'export du fichier STL du guide est uniquement possible à partir du logiciel

producteur). L'impression a été réalisée par Euromax (imprimante Objet 30 Orthodesk, impression Polyjet : photopolymère PolyJet bio-compatible MED610). Elle aurait été également possible localement avec une imprimante 3D compatible.

Dans notre cas il n'y a pas eu de mise en charge immédiate. La production du modèle avec les analogues d'implants intégrés n'a pas été nécessaire, auquel cas le fichier STL du modèle avec les implants planifiés aurait été envoyé chez Innovation Meditech Dreve, et la modélisation et production prothétique auraient été réalisées par exemple avec le logiciel Straumann Cares Visual.

L'utilisation de forets à butée spécifiques pour la chirurgie guidée est primordiale et assure la fiabilité du résultat planifié en amont.

PROTOCOLE CHIRURGICAL

Une feuille de route est générée par le logiciel et guidera la chirurgie sur le type de foret et la séquence de cuillères de perçage à utiliser ; (Fig.41). La trousse de chirurgie guidée contient des forets de chirurgie guidée à butée (16, 20 ou 24 mm), des cuillères de hauteur 1 ou 3 mm, des punches (bistouris circulaires pour élimination d'un capuchon muqueux en cas de chirurgie sans lambeau) ; (Fig.42, 43, 44).

L'utilisation de forets à butée spécifiques pour la chirurgie guidée est primordiale et assure la fiabilité du résultat planifié en amont, d'autant plus s'il y a une mise en charge immédiate avec une prothèse anticipée. Le forage doit impérativement se faire jusqu'à ce que le stop du foret arrive en butée contre la douille pour être sûr que l'implant sera enfoui comme voulu sur le logiciel. La détermination du foret (16, 20 ou 24 mm) est donnée par le logiciel, elle intègre la longueur de l'implant, la distance entre le col de l'implant et le sommet de la douille ; (Fig.45, 46).

Le guide est transfixé à l'os par 4 minivis. Leur mise en place est simple : forage unique de 1.5 mm et vissage manuel à travers leurs douilles incluses dans le guide jusqu'à butée de la tête de la minivis). Les séquences chirurgicales

41 gnostix™ Données patient
Version 9.6 Nom: Amandine Para, Microsoft
Licence délivrée pour: 100002... Date de naissance: 19490210 ID patient: 5119

dentol wings

Maxillaire Protocole chirurgical Système de la FDI (Fédération Dentaire Internationale)
Douille Straumann® Guided Surgery

Code couleur	Position	Réf. Implant	Implant	Douille	Position de la douille	Foret guidé	Polgrain de perçage	Fréase
17	17	021-4310G	Bone Level Roxolid® SLActive® Guided (FC) Ø 4.8 mm 10 mm	H: 5 mm Ø: 5 mm	H4	long	+1 mm	-4.2 mm
15	15	021-4310G	Bone Level Roxolid® SLActive® Guided (FC) Ø 4.1 mm 10 mm	H: 5 mm Ø: 5 mm	H5	extra-long	+3 mm	3.5 mm
14	14	021-4310G	Bone Level Roxolid® SLActive® Guided (FC) Ø 4.1 mm 10 mm	H: 5 mm Ø: 5 mm	H5	extra-long	+3 mm	3.5 mm
11	11	021-4310G	Bone Level Roxolid® SLActive® Guided (FC) Ø 4.1 mm 10 mm	H: 5 mm Ø: 5 mm	H5	extra-long	+3 mm	3.5 mm
21	21	021-4310G	Bone Level Roxolid® SLActive® Guided (FC) Ø 4.1 mm 10 mm	H: 5 mm Ø: 5 mm	H5	extra-long	+3 mm	3.5 mm

Fig41 : Feuille de route.

Fig42, 43, 44 : Foret à butée, cuillère de perçage et punch gingival.

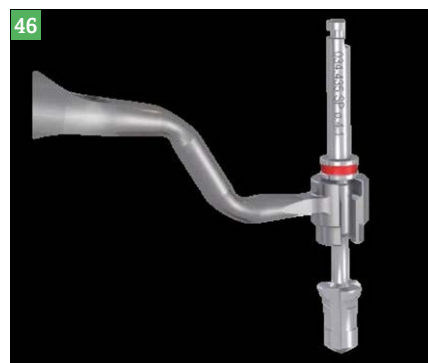
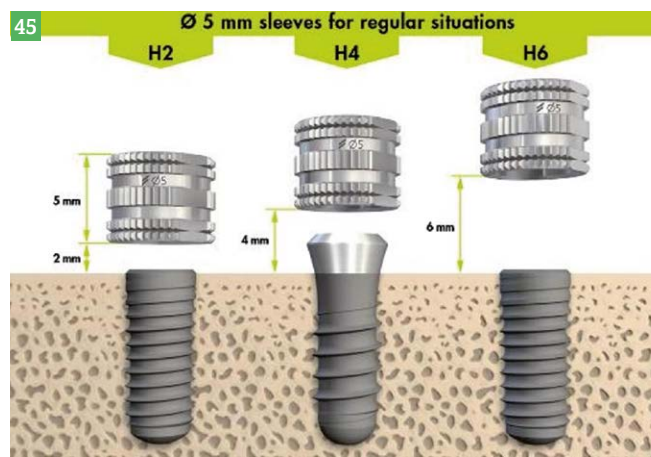
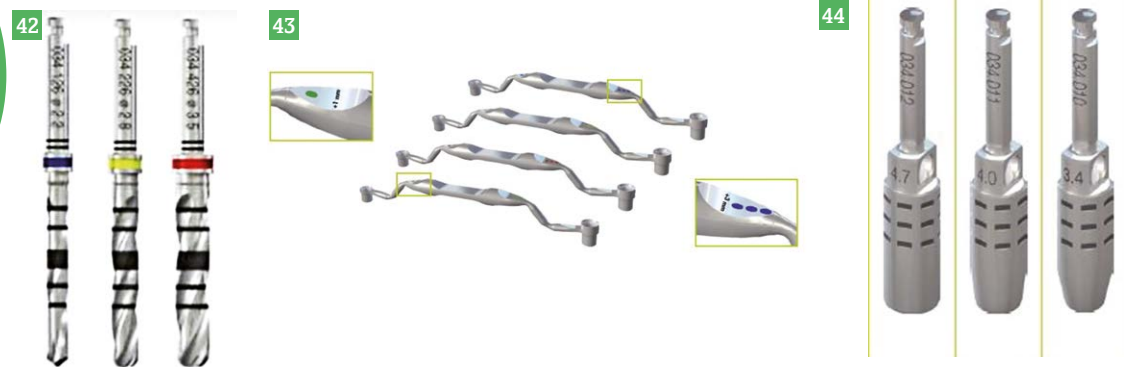


Fig45, 46 : Principe du forage et des douilles de chirurgie guidée du système Straumann.

suivent ensuite un protocole classique sur chaque site à implanter ; (Fig.47 à 55) : punch gingival, forage séquentiel, mise en place de l'implant, retrait du porte-implant. En secteurs postérieurs, un lambeau a été levé avant de fixer le guide, pour y adjoindre une ROG en fin d'intervention. Toutes les vis de couverture sont positionnées après avoir retiré le guide. Une panoramique postopératoire immédiate contrôle la position des implants ; (Fig.56).

DISCUSSION

Dans le cas présent, l'approche par co-Diagnostix a permis de poser les implants dans l'axe prothétique choisi à partir des cires de diagnostic sans avoir à récliner de lambeaux, sauf en site 24 et 14. Il n'y a pas de règle : des accès différents peuvent être envisagés sur un même cas, comme dans notre cas clinique, où un lambeau a été levé en secteur pré-molaire pour adjoindre une ROG. En effet, la chirurgie guidée n'est pas synonyme de chirurgie à l'aveugle. La pose des implants, en transmuqueux est certes peu invasive et les suites opératoires sont réduites, mais il nous semble

préférable de la réserver à des cas particuliers, en secteur antérieur par exemple lorsqu'un aménagement mucogingival n'est pas indiqué. Cette technique nous prive de l'appréciation de la qualité de l'os (souvent différente de celle estimée sur le *cone beam*) et peut représenter une source d'imprécision.

D'autre part, il est intéressant de noter qu'une évaluation initiale de l'ouverture buccale est nécessaire dans les secteurs difficiles d'accès, comme les zones postérieures.

Plusieurs études ont été réalisées concernant la précision de la chirurgie guidée assistée par ordinateur, avec mesures des déviations entre la réalité clinique et le projet informatique, basées sur plusieurs types de guides et différentes méthodes. Il s'avère que pour tous les guides, que l'appui soit dentaire, muqueux ou osseux, la variation de la position de l'apex de l'implant est toujours plus importante que celle du col de l'implant. Au niveau de la déviation angulaire, la précision du guide à appui dentaire est supérieure à celle des guides à appui muqueux et osseux (Georgel S. 2012).

Une autre source d'imprécision, responsable de discordances de positionnements implantaire entre la planification et la chirurgie *in vivo*, peut être liée à une insertion incomplète du guide sur les dents

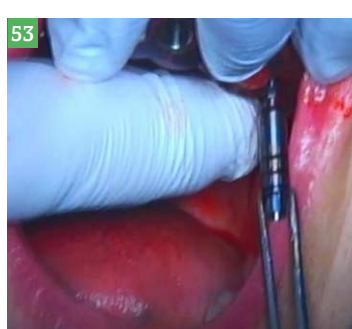
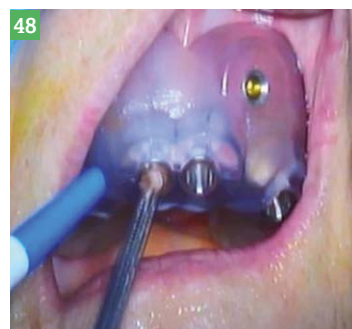


Fig.56 : Situation postopératoire immédiate.

Fig.47 à 55 : Séquences chirurgicales (photos issues d'une vidéo de l'intervention).

ou sur la muqueuse dans les cas d'édentements partiels ou complets (Rulliere J, 2013).

Plusieurs paramètres permettent une amélioration de l'insertion, la stabilité et la précision du guide :

- un appui sur l'ensemble de l'arcade dentaire
- un réglage maximal de la friction entre les dents, les douilles et le guide
- une position fixe du guide pendant toute l'intervention (forages et pose de l'ensemble des implants sans retirer et remettre le guide)
- les vis de cicatrisation placées en fin d'intervention, et pas à travers le guide sur le, ou les premiers implants en cours de chirurgie
- un guide réalisé en impression 3D semble plus précis que ceux de conception stéréolithographique.

CONCLUSION

En conclusion, le concept de la chirurgie guidée et de la simulation informatique demeure une aide non négligeable pour la réussite de nos traitements implantaire. La chirurgie implantaire est simplifiée et le stress du patient et du chirurgien est diminué (Pascual D. et coll, 2015). Sa mise en œuvre correcte exige une rigueur au niveau de toutes les étapes du traitement : le projet implantaire reste optimisé en tenant compte des contraintes occlusales et esthétiques, osseuses et chirurgicales. Cet outil a sans aucun doute un grand avenir dans notre discipline grâce à l'avènement et à la synergie entre toutes les technologies 3D actuelles de plus en plus perfectionnées et efficaces (empreinte optique, facescan radiologique, imprimante 3D, logiciels de simulation du sourire, logiciels d'enregistrement du fonctionnement des ATM intégrés au *cone beam*). Avoir une certaine expérience clinique en implantologie sera le garde-fou précieux pour ne pas se perdre dans cette galaxie numérique magique, addictive et incontournable. ↻

la biblio'

Antoun H., Cherfane P., La chirurgie guidée simulée par ordinateur et sans lambeau. Implantologie hors-série Les nouvelles technologies - Clinic n°6 du 01/06/2009.

Georgel S.
http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_TD_2012_GEORGEL_STEPHANIE.pdf
Pascual D., Vaysse J., Chirurgie implantaire et prothèse guidées et assistées par ordinateur : le flux numérique continu. Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale 2015; 117:28-35 2213-6533.
Rulliere J., Intérêts des logiciels de planification et de la chirurgie guidée, thèse n° 2013 Iyo 1d 004.