

MON PREMIER IMPLANT GUIDÉ

La chirurgie guidée est un outil incontournable dans une pratique implantaire. Bien que l'apprentissage soit rapide, le praticien doit néanmoins en connaître les limites. Pour obtenir des résultats reproductibles, cette technique précise doit être abordée en adoptant des guides pilotes, peu importe l'expérience de l'opérateur.

AUTEURS

Jérôme LIPOWICZ

DU Chirurgie et prothèse implantologiques,
DU Réparation juridique du dommage corporel,
DU Clinique Esthétique du sourire,
Ancien attaché des Hôpitaux de Paris,
Fellow ICD,
Board member Digital Dentistry Society,
Président de l'Académie de Chirurgie Guidée,
Exercice libéral, Paris.

Mathieu ROUSSET

CES de Biomateriaux utilisés en art dentaire,
CES d'Odontologie chirurgicale,
AEU d'Imagerie maxillo-faciale,
AEU en Parodontologie,
DU de CFAO, Toulouse,
DU Inter-européen d'Implantologie, Corte,
Exercice libéral limité à l'Implantologie, Malemort-sur-Corrèze.

Liens d'intérêts

Jérôme Lipowicz déclare des liens d'intérêts avec Carestream Dental, Swissmeda, Dentsply Sirona, Megagen, Ostell et W&H en tant que consultant.
Mathieu Rousset déclare des liens d'intérêts avec Carestream Dental et Swissmeda en tant qu'expert digital.
Les auteurs déclarent que le contenu de cet article ne présente aucun conflit d'intérêts.

Référencement bibliographique

Lipowicz J, Rousset M. Mon premier implant guidé.
CLINIC 2021;42(402):55-55.

La pose d'un implant est un acte médical complexe par convention, nécessitant des connaissances radiologiques, chirurgicales et prothétiques. La formation initiale et le développement professionnel continu ne dérogent pas à une approche fondamentale de l'implantologie consistant à placer un implant à main levée pour appréhender les sensations de forage et l'environnement du futur implant : rapports aux axes et positions des dents et implants adjacents, épaisseurs des tissus. Pour autant, cette procédure rencontre vite ses limites dans les situations d'accès visuel ou instrumental difficile, lors du positionnement de multiples implants, dans les séquences d'extraction/implantation immédiate ou pour respecter scrupuleusement le futur couloir prothétique. De même, en l'absence de difficulté apparente, le risque de déviation entre la position planifiée et le résultat obtenu peut être

élevé [1, 2], et cela même chez un praticien expérimenté dont la reproductibilité des gestes ne peut être assurée [3]. L'implantologie assistée par ordinateur répond donc à un besoin de prédiction des résultats et de respect du projet prothétique. Elle n'est ni réservée aux praticiens débutants, ni interdite aux chirurgiens chevronnés. Elle est une technique exigeante, non dénuée de risques, dont les résultats sont influencés par de nombreux facteurs cliniques et de conception [4, 5]. Elle ne permet donc pas de passer outre les connaissances de base en chirurgie implantaire et de poser aveuglément des implants, l'opérateur devant rester alerte.

CONSULTATION PRÉ-IMPLANTAIRE

Envisager l'utilisation d'un guide chirurgical nécessite de compiler plusieurs éléments nécessaires à sa création et de collecter des informations qui s'avéreront utiles à la conception du gabarit et au choix des instruments guidés.

- Les empreintes d'étude, numérisées à partir de modèles coulés au laboratoire ou acquis avec un scanner intra-oral, qui seront exploitées pour la réalisation d'un projet prothétique, la mesure des espaces édentés et le dessin du guide chirurgical.
- L'examen tomодensitométrique, avec des arcades dentaires maintenues en inocclusion pour faciliter la lecture et la correspondance avec les empreintes numériques dans un logiciel de planification implantaire (*figure 1*).
- Les photographies extra et intra-buccales qui, au même titre qu'une empreinte d'étude, servent à analyser la situation clinique après la consultation, notamment la ligne du sourire et la disponibilité de tissus kératinisés.
- L'évaluation de l'ouverture buccale, qui permet d'apprécier l'utilisation de forets courts, voire de faire un compromis sur la longueur d'un implant que l'on souhaite absolument guider.
- La présence d'un réflexe nauséux, qui donnera l'indication du volume réduit de guide chirurgical et d'un protocole de forage guidé rapide à exécuter, voire limité.

La consultation pré-implantaire reste toujours un moment d'information privilégié pour le patient. Dans le cadre d'un

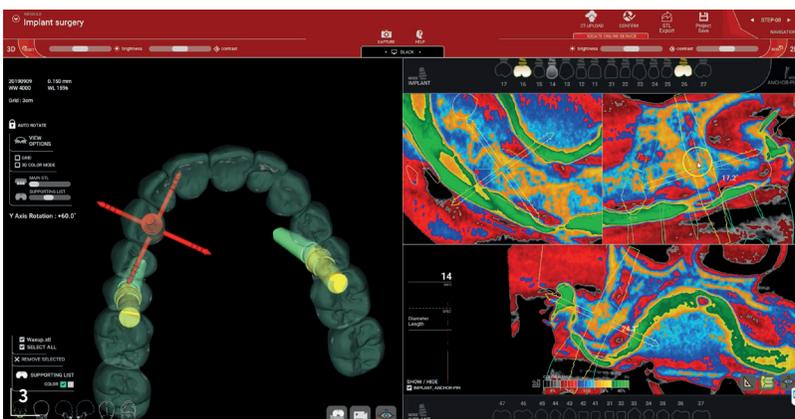
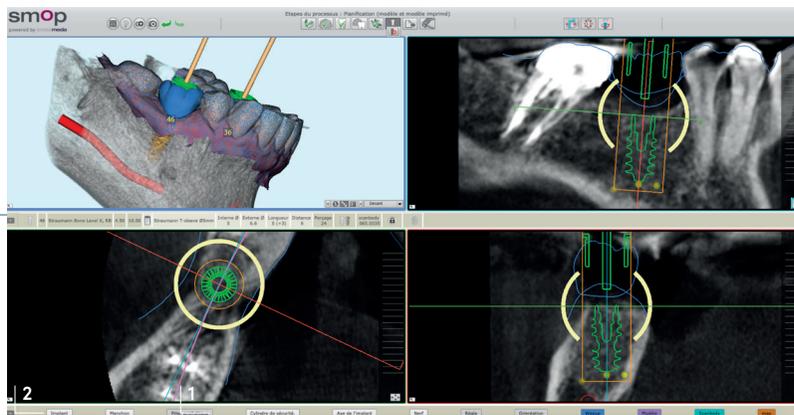


Figure 1 Des rouleaux salivaires, radio-transparents, séparent facilement les arcades dentaires.

Figure 2 Visualisation dans les 3 plans de l'espace du volume radiographié, des modèles d'étude, du wax up et des implants planifiés (SMOP, Swissmeda, Suisse).

Figure 3 Le Digital Eye aide à la lecture de la densité osseuse (R2Gate, MegaGen, Corée du Sud).

traitement assisté par ordinateur, le praticien peut utiliser un modèle de démonstration avec un guide factice et remettre une documentation adaptée.

INTÉRÊT DU LOGICIEL DE PLANIFICATION

« *If you fail to plan, you are planning to fail!* »

Benjamin Franklin.

Les logiciels de planification implantaire offrent au minimum 4 services :

- une aide au diagnostic ;
- l'intégration d'un projet prothétique virtuel ;
- le placement virtuel d'implants ;
- la création assistée d'un guide chirurgical.

Ces fonctionnalités les rendent aujourd'hui indispensables car ils permettent de travailler dans un environnement en 3 dimensions depuis une acquisition tomographique et apportent au chirurgien plus d'informations que de simples planches analysées sur un négatoscope (figure 2). Nous attirons l'attention des nouveaux utilisateurs qui doivent choisir un logiciel sur la présence de ces services mais aussi sur la plate-forme d'installation (Mac/Windows), la puissance matérielle nécessaire pour exécuter le programme ou, encore, le type de licence (gratuit, payant, sur abonnement, avec contrat de maintenance, facturation au

nombre d'implants planifiés, etc.). **Une licence d'essai nous semble donc indispensable avant toute acquisition.**

L'assistance informatique permet d'analyser un volume osseux, de suivre les trajets nerveux, de réaliser des mesures d'épaisseur de tissu ou de distance aux obstacles anatomiques, d'évaluer le bas-fond sinusien, les dents incluses, les racines et les matériaux résiduels. La segmentation du volume en fonction de la radio-densité permet de distinguer tissus durs, tissus mous et prothèses dentaires et, pour aider à la lecture, les niveaux de gris peuvent être remplacés par des couleurs (figure 3).

Les logiciels de planification offrent une prévisualisation de la prothèse idéale, en construisant ou en important un ou plusieurs projets prothétiques virtuels, par exemple au format STL. Ces projets sont issus d'un montage directeur traditionnel numérisé au laboratoire ou sont directement conçus par ordinateur et validés en présence du patient. **La démonstration à l'écran est un élément de communication essentiel avec le patient, qui l'implique dans son traitement et participe à son consentement.**

En plus de tester à volonté différents diamètres et longueurs, le placement virtuel d'un implant est guidé par des jauges pour maîtriser les distances de 2 mm avec les dents et 3 mm avec les implants adjacents (figure 4), avec des alertes en cas

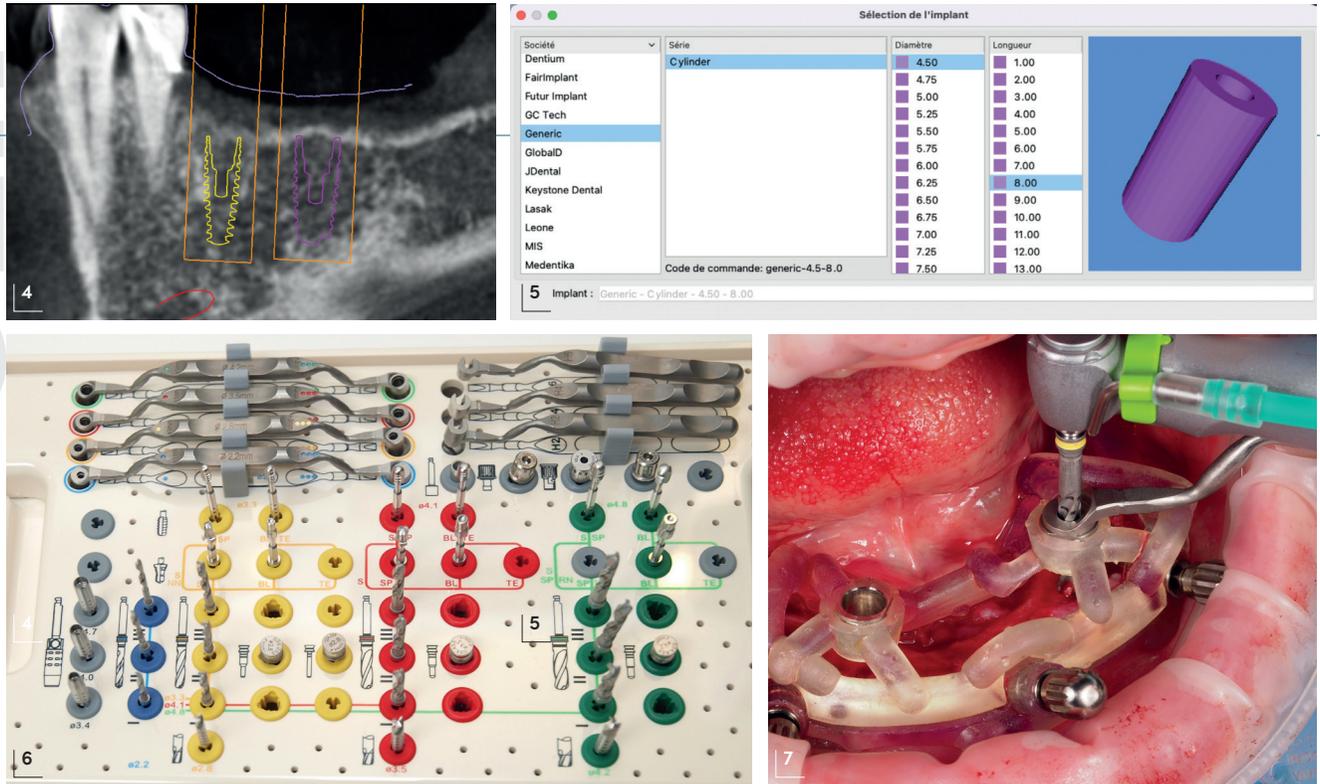


Figure 4 Des enveloppes de couleur orange, ici configurées à 1,5 mm du centre de chaque implant, permettent de maîtriser les distances.

Figure 5 La plupart des logiciels permettent de planifier des implants aux formes génériques (SMOP, Swissmeda, Suisse).

Figure 6 un ensemble limité de forets avec des cuillères permet en théorie de s'adapter à toutes les situations (Kit de chirurgie guidée, Straumann, Suisse).

Figure 7 Guide chirurgical, cuiller et foret en situation. Notez l'encombrement et l'ergonomie spécifique au protocole (Straumann, Suisse).

d'approche des nerfs alvéolaires inférieurs. Les outils de sélection d'implants offrent généralement au praticien un vaste choix de systèmes. Toutefois, parmi les critères de d'adoption d'un logiciel, nous conseillons de donner la priorité à celui qui intègre au mieux non seulement votre gamme implantaire d'usage mais également le catalogue de pièces prothétiques. Il est en effet souvent utile de visualiser les hauteurs et angulations de piliers prothétiques au contact du wax-up numérique. À défaut, il est couramment possible d'employer des formes génériques de fixtures et de piliers si la présence d'un système implantaire fait défaut (figure 5).

La création du guide chirurgical, dernière étape du flux numérique proposé par la plupart des logiciels, consiste à astucieusement dessiner les contours et les appuis, en tenant compte des interférences, des rotations et des mobilités dentaires, des lignes de plus grand contour pour l'insertion dudit guide, de la position des canons de forages et des contraintes liées à la longueur de l'implant posé et à l'ou-

verture buccale. En effet, les instruments requis et le gabarit peuvent vite devenir imposants tant pour la cavité orale du patient que pour les mains de l'opérateur.

Enfin, le logiciel de planification fournit une feuille de route récapitulative qui, en plus d'être un élément médico-légal, constitue une excellente *check-list* à imprimer et à disposer sur les murs ou surfaces près de l'opérateur, l'assistant et l'instrumentiste. Elle contient la liste des sites implantaires, les références des implants et des pièces planifiées, la liste du matériel spécifique au guidage, le protocole de forage et les coupes radiographiques des zones d'intérêt.

L'usage d'un logiciel d'implantologie assistée par ordinateur permet donc d'aborder sereinement une situation clinique, de tester virtuellement plusieurs plans de traitements, de préparer l'intervention et d'informer le patient. Il permet également de revenir sur un cas en superposant des empreintes post-opératoires, de comparer sa planification avec le résultat obtenu et donc de débriefer, seul ou en équipe, sur l'intervention.



8



9



10

Figure 8 Un grand nombre de forets permet de progresser rapidement vers le diamètre et la largeur désirés (Kit MGUIDE, MIS, Israël).

Figure 9 Un ensemble réduit aux forets pilotes permet en théorie de poser tout système implantaire (Kit MGUIDE Universal, MIS, Israël).

Figure 10 Système de navigation dynamique (X-Guide, X-Nav Technologies, États-Unis).

SYSTÈME IMPLANTAIRE ET MATÉRIEL SPÉCIFIQUE

L'initiation à l'implantologie guidée nécessite un investissement en temps comme en équipement et requiert l'acquisition d'une trousse de chirurgie dédiée à cette pratique. Cette trousse spécifique peut contenir, en fonction du système implantaire :

- un jeu limité de forets associé à des cuillères s'adaptant à toutes les combinaisons de profondeur et de largeur d'ostéotomies (*figures 6 et 7*) ;
- un jeu important de forets couvrant tous les diamètres et toutes les longueurs d'implants (*figure 8*) ;
- un jeu de forets pilotes limités à une seule association de longueurs avec un diamètre de 2 mm (*figure 9*).

Les forets peuvent parfois être dotés de marquages et peuvent donc servir à la fois en chirurgie guidée et à main levée. Chaque trousse est liée ou non à l'emploi de douilles en métal ou PEEK, généralement à usage unique, calibrées pour être insérées dans les canons de forage dans lesquels passeront les instruments et dont les références pour commande sont indiquées par le logiciel de planification.

Néanmoins, si la plupart des systèmes implantaires sont référencés dans les logiciels, toutes les gammes d'implants n'ont pas *de facto* un kit de chirurgie guidée spécifique. De même, un kit d'instruments ne permet pas de poser tous les implants d'une gamme.

L'absence de kit de chirurgie guidée ne signifie toutefois pas la mise au rebut de son système implantaire dont on a l'usage. Nous recommandons de ne pas en changer pour une première expérience guidée afin de rester dans sa zone de confort. Il n'est pas interdit d'utiliser une trousse d'un système concurrent partageant les mêmes longueurs d'implants, mais en ayant pris soin d'indiquer au logiciel de conception ledit

système. Si la connectique implantaire diffère, seule l'étape de pose d'implant ne sera pas guidée faute de porte-implant adapté. Il en va de même avec les implants larges ou à col large, qui ne peuvent passer au travers des canons de forage généralement limités à 5 mm. Ces limites de la chirurgie guidée dite statique sont levées en navigation dynamique [6] (*figure 10*) ou avec l'usage d'un système guidant le contre-angle réducteur au lieu du foret lui-même (*figure 11*).

LA QUESTION DU GUIDE PILOTE

Les études à haut niveau de preuve ces cinq dernières années ne manquent pas de démontrer la supériorité en termes de résultats de l'utilisation de guides complets, où toute la séquence instrumentale jusqu'au porte-implant est assistée, sur les guides pilotes n'employant qu'un seul foret, et sur la chirurgie à main levée [2, 7, 8]. Pour autant, nous pensons que le guide pilote ne doit pas être considéré comme un « sous-guide ». Utilisable dans toutes les situations cliniques, il possède ses indications (accès instrumental complexe, ouverture buccale limitée, espace mésio-distal insuffisant pour une douille de guidage) et convient à une première expérience de chirurgie guidée. Il permet de s'acclimater à une nouvelle méthode de travail en bouche, de progresser sans stress avec un seul instrument et de ressentir l'effet du guidage sur un foret dont les forces de friction au travers du gabarit ne permettent parfois plus de discerner convenablement la densité osseuse (*figure 12*).

L'apprentissage de l'implantologie guidée peut être rapide, l'expérience chirurgicale du praticien ayant peu d'influence sur les résultats [9], mais reste loin d'être évident [10]. **Nous recommandons donc fortement une utilisation progressive des guides chirurgicaux en n'employant que des forets pilotes pour les premières interventions.**

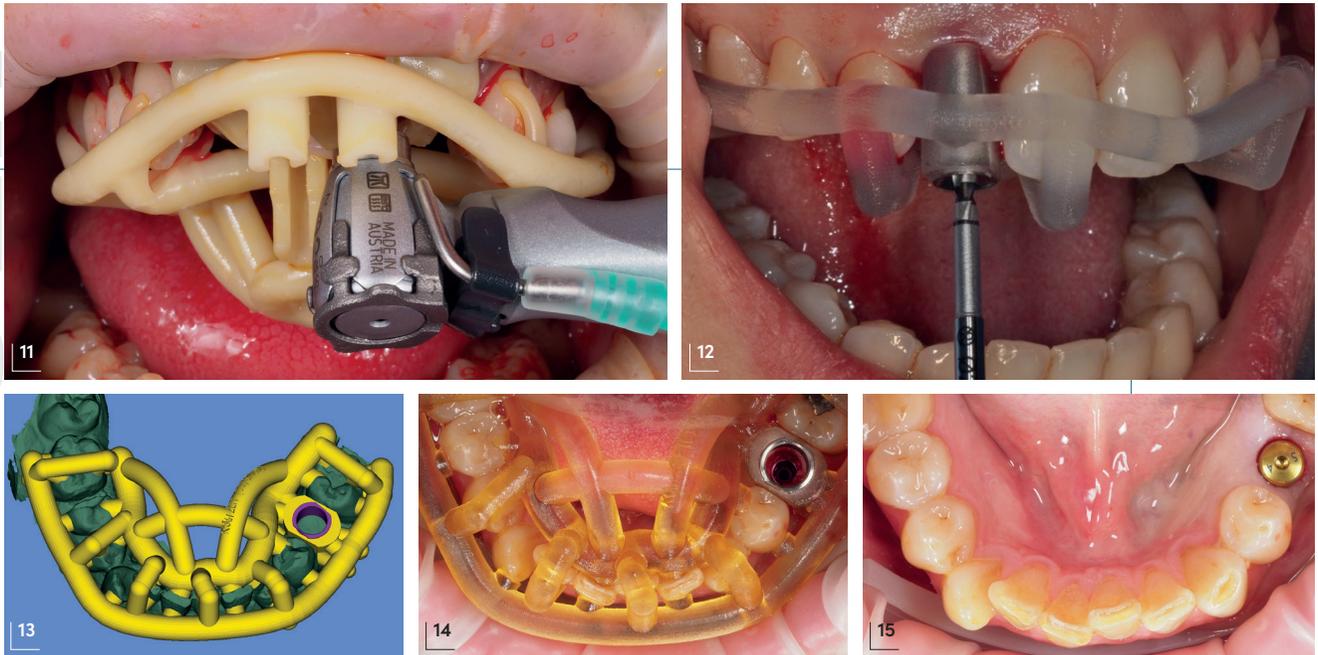


Figure 11 Système de guidage de contre-angle (TWINGuide, 2ingis, Belgique).
 Figure 12 Foret guidé pilote de 2 mm dans un espace réduit (Thommen Medical, Suisse).
 Figure 13 Dessin d'un guide chirurgical (SMOP, Swissmeda, Suisse).
 Figure 14 Implant posé avec technique sans lambeau (C1, MIS, Israël).
 Figure 15 Vis de cicatrisation en place après retrait du guide. Son diamètre est supérieur à celui du punch épithélio-conjonctif pour maintenir une étanchéité.

LA QUESTION DU FLAPLESS

La chirurgie sans lambeau est une technique dont les multiples bénéfices sont principalement liés à l'absence d'élévation du périoste ayant un rôle essentiel dans la vascularisation de l'os cortical et, par extension, dans la cicatrisation du site implantaire (figures 13 à 15). Cette procédure mini-invasive réduit les complications per et post-opératoires, l'usage d'analgésiques, le stress de l'opérateur et de son patient [11, 12]. Ses indications sont néanmoins peu nombreuses car la situation clinique requiert une crête cicatrisée large de 7 mm recouverte de tissu kératinisé, sans concavité ni face oblique, et plus de 2 mm de tissus mous [13]. Leur strict respect évite des fenestrations liées à des échecs esthétiques et fonctionnels. De plus, l'expérience chirurgicale n'a pas d'influence significative dans cette procédure souvent aveugle [14]. **Pour ces raisons, nous nous interdisons toute chirurgie à main levée, tout comme la chirurgie guidée pilote ici insuffisante, pour recommander seulement la chirurgie guidée complète. Nous ne conseillerons donc pas non plus d'aborder une indication de flapless pour une première expérience de chirurgie guidée.**

DÉLÉGATION DE TÂCHES

La qualité des résultats en implantologie assistée par ordinateur dépend fortement de l'étape d'intégration des données

numériques, critique en termes de précision, puisqu'il est requis de superposer avec rigueur images radiographiques, modèles d'études et wax-up. Force est de reconnaître que cette partie informatique du traitement peut déplaire. À l'instar du dessin du guide chirurgical, il s'agit pour le moins d'une procédure aussi fastidieuse que technique. **Aussi recommandons-nous aux utilisateurs débutants de déléguer ces étapes à un tiers et de concentrer leur réflexion sur le positionnement virtuel des implants.**

De nombreuses firmes et laboratoires de prothèse proposent ainsi des services de création et de production de guides en laissant au praticien le placement des implants dont il garde la responsabilité.

PRÉPARATION DE L'INTERVENTION

À l'approche de la première chirurgie guidée, la préparation des gestes permet d'anticiper les déconvenues. La consultation pré-chirurgicale, recueillant le consentement éclairé signé du patient ou un ultime détartrage, est l'occasion d'essayer le guide en bouche et d'apporter les corrections nécessaires. L'insertion, la rétention, l'ajustage (figure 16) sont évalués suffisamment à l'avance si jamais le guide nécessite d'être repris dans sa conception et sa fabrication. Enfin, **à l'aide d'un duplicata du guide et du**



Figure 16 Des fenêtres de contrôle sur les dents 11 et 13 permettent de valider l'ajustage du guide (coDiagnostiX, Dental Wings, Canada). (Photo Marc Baranes).

Figure 17 Foret guidé gradué, pouvant être utilisé pour une chirurgie à main levée (VECTOdrill, Thommen Medical, Suisse).

Figure 18 Trousse de chirurgie guidée dans laquelle ont été ajoutées une fraise résine stérile pour corriger le guide et des jauges (Thommen Medical, Suisse).

modèle d'étude, nous ne pouvons que conseiller de réaliser *in vitro* un forage complet à titre d'entraînement pour tester les sensations du guidage et les points d'appui.

Rappelons que le guide chirurgical est un dispositif médical sur mesure dont le praticien doit connaître la traçabilité et qui doit être désinfecté par la méthode recommandée par le fournisseur selon le matériau utilisé (autoclave cycle prion, chlorhexidine ou povidone iodée).

PREMIÈRE INTERVENTION

En devançant les difficultés grâce à la planification hors du bloc opératoire, la première chirurgie guidée devient finalement une expérience positive et de courte durée au bénéfice du patient. Alerté et agile, le praticien doit toutefois être capable d'arrêter une procédure guidée et de terminer la chirurgie à main levée au moindre aléa. Si le kit de chirurgie guidée ne contient pas de forets gradués

(figure 17), une trousse d'implantologie régulière doit toujours être à la portée de l'opérateur. L'utilisation d'une jauge accompagne chaque forage pour évaluer l'exactitude de l'ostéotomie et une fraise résine au sein du kit permet des ajustements ultimes du gabarit (figure 18).

CONCLUSION

L'implantologie assistée par ordinateur est un ensemble complexe de techniques pour *in fine* simplifier le traitement chirurgical et prothétique. Une première approche requiert la sélection d'un cas dit simple, comportant par exemple une crête cicatrisée depuis plus de 6 mois avec un accès visuel et instrumental aisé, tel un site prémolaire maxillaire du côté de l'opérateur. L'abandon d'un guide en per-opératoire doit toujours être envisagé comme un geste de bon sens. La chirurgie guidée pilote est fortement recommandée avant d'aborder l'emploi d'une séquence complète d'instruments.

BIBLIOGRAPHIE

1. Arisan V, Karabuda CZ, Mumcu E, Özdemir T. Implant positioning errors in freehand and computer-aided placement methods: A single-blind clinical comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:190-204. [10.11607/jomi.2691]
2. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018;29(suppl.16): 416-435. [10.1111/clr.13346. PMID: 30328191]
3. Vermeulen J. The accuracy of implant placement by experienced surgeons: Guided vs. free-hand approach in a simulated plastic model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:617-624. [doi:10.11607/jomi.5065]
4. Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo CL, Shafer DM. Clinical factors affecting the accuracy of guided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract* 2018;18:28-40. [10.1016/j.jebdp.2017.07.007]
5. Sigcho López DA, García I, Da Silva Salomao G, Cruz Laganá D. Potential deviation factors affecting stereolithographic surgical guides: A systematic review. *Implant Dent* 2019;28:68-73.

[10.1097/ID.0000000000000853]

6. Block MS, Emery RW. Static or dynamic navigation for implant placement: Choosing the method of guidance. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74:269-277. [10.1016/j.joms.2015.09.022]
7. Younes F, Cosyn J, De Bruyckere T, Cleymaet R, Bouckaert E, Eghbali A. A randomized controlled study on the accuracy of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients. *J Clin Periodontol* 2018;45:721-732. [10.1111/jcpe.12897]
8. Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarocha-Diago M, García-Mira B. Accuracy of implant placement with computer-guided surgery: A systematic review and meta-analysis comparing cadaver, clinical, and *in vitro* studies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33:101-115. [10.11607/jomi.5556]
9. Cassetta M, Bellardini M. How much does experience in guided implant surgery play a role in accuracy? A randomized controlled pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46:922-930. [10.1016/j.jiom.2017.03.010]
10. Pozzi A, Tallarico M, Marchetti M, Scarfò B,

Eposito M. Computer-guided versus free-hand placement of immediately loaded dental implants: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2014;7:229-242.

11. Arisan V, Bölükbaşı N, Öksüz L. Computer-assisted flapless implant placement reduces the incidence of surgery-related bacteremia. *Clin Oral Investig* 2013;17:1985-1993. [10.1007/s00784-012-0886-y]
12. Fortin T, Bosson JL, Isidori M, Blanchet E. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21: 298-304.
13. Campelo LD, Camara JR. Flapless implant surgery: A 10-year clinical retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:271-276.
14. Van de Velde T, Glor F, De Bruyn H. A model study on flapless implant placement by clinicians with a different experience level in implant surgery. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:66-72. [10.1111/j.1600-0501.2007.01423.x]