



La conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) permet aujourd'hui d'anticiper le profil d'émergence souhaité en phase pré- ou per-opératoire, soit par la conception de pilier de cicatrisation anatomique (« Sealing Socket Abutment » : SSA) [3, 4], soit par la fabrication d'une couronne provisoire lors d'implantation immédiate.
Démonstration à travers trois cas cliniques.

Guide chirurgical en impression 3D

Apport du numérique dans la gestion du profil d'émergence

Antoine Popelut

*Assistant en parodontologie,
Université de Bordeaux
Exercice privé en parodontologie
et implantologie exclusives,
Bordeaux*

Gary Finelle

*Attaché hospitalier,
Hôpital Charles Foix,
Ivry-sur-Seine (consultation
d'esthétique et Biomimétique)
Exercice privé, Paris*

Pierre Marin

*Ancien assistant en parodontologie,
Université de Bordeaux
Exercice privé en parodontologie
et implantologie exclusives,
Bordeaux*

Cas 1

Fabrication d'un pilier de cicatrisation personnalisé (SSA) après la mise en place de l'implant *via* un système d'empreinte optique et une usineuse in-office

Le remplacement d'une dent antérieure maxillaire par une thérapeutique implantaire est une procédure complexe qui doit répondre à des impératifs esthétiques et fonctionnels. Le résultat dépend aussi bien des aspects chirurgicaux que prothétiques. L'impératif chirurgical correspond à un positionnement tridimensionnel correct de l'implant associé à des volumes osseux et gingival d'épaisseur suffisante. Ainsi, la chirurgie guidée à partir de guide imprimé permet de transposer la planification tridimensionnelle de l'implant à une situation clinique réelle. Les aspects prothétiques incluent la qualité de la restauration et la création d'une architecture péri-implantaire des tissus mous qui s'harmonise avec les dents adjacentes. La gestion du profil d'émergence supra-implantaire peut être réalisée lors de la mise sous provisoire, mais nécessite de nombreuses séances [2]. En effet, les implants dentaires diffèrent des dents naturelles en taille et en forme au niveau de l'os crestal et de l'émergence transmuqueuse. Après le retrait des piliers de cicatrisation, la géométrie du tissu est circulaire et ne correspond pas à celle des dents. Par conséquent, le profil des tissus mous péri-implantaires doit être converti en un profil tissulaire en harmonie avec celui de la dent remplacée. L'apport de la conception et de la fabrication assistées par ordinateur (CFAO) permet aujourd'hui d'anticiper ce profil d'émergence souhaité en phase pré- ou per-opératoire, soit par la conception de pilier de cicatrisation anatomique (« Sealing Socket Abutment »: SSA) [3, 4] soit par la fabrication d'une couronne provisoire lors d'implantation immédiate. Les objectifs de ces procédures sont multiples :

- guider la cicatrisation dans l'étage transmuqueux;
- maintenir la gencive cervicale dans une position anatomique;
- assurer le maintien et la stabilisation du caillot alvéolaire.

Trois cas cliniques seront présentés dans cet article: deux cas avec la mise en place d'un pilier SSA – l'un avec une conception et une fabrication per-opératoire, l'autre avec une planification et une réalisation pré-opératoire – et un cas avec la mise en charge immédiate d'une couronne transitoire réalisée en amont de la chirurgie.



1. Patient présentant une fracture radulaire de la 21. Les coupes issues de l'examen tomographique mettent en évidence la présence de la paroi vestibulaire.

Un homme de 51 ans est adressé pour le remplacement de la 21 fracturée à la suite d'un traumatisme (fig. 1). Ses antécédents médicaux n'ont révélé aucune pathologie majeure. Lorsqu'il se présente, son fragment coronaire est collé aux dents adjacentes. L'examen clinique met en évidence un biotype parodontal épais, avec un affaissement tissulaire horizontal et vertical au niveau du site 21.

Planification opératoire

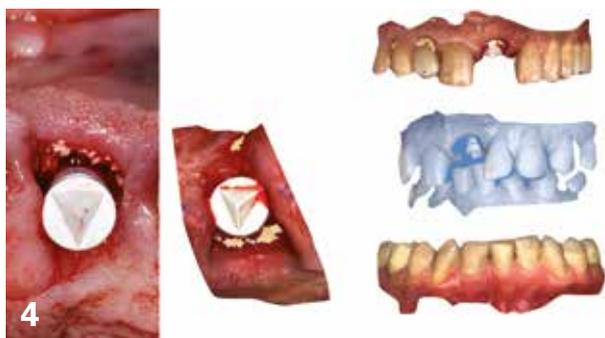
Sur la base de l'anamnèse et des examens clinique et radiographique pré-implantaires (tomodensitométrie à faisceau conique permettant l'obtention d'informations numériques au format DICOM), les critères d'extraction-implantation immédiate décrits par Morton et coll. [5] sont validés: biotype gingival épais, paroi osseuse vestibulaire épaisse et non altérée, hauteur osseuse apicale suffisante pour un ancrage et absence de facteurs de risque (tabac, diabète non équilibré, antécédents de maladie parodontale...). La mise en place d'un implant (Straumann, BLT RC 4,1 x 10 mm) immédiatement après extraction est planifiée [6] afin de réduire la durée du traitement et le nombre d'interventions chirurgicales. L'option d'une chirurgie partiellement guidée, uniquement pour le foret pilote, est retenue. Ce choix s'explique



2. a. Conception du guide chirurgical. b. Impression 3D des modèles. c. Ajustage du guide imprimé sur le modèle maxillaire.



3. Mise en place de l'implant immédiatement après l'extraction. Le guide permet le passage du foret pilote.



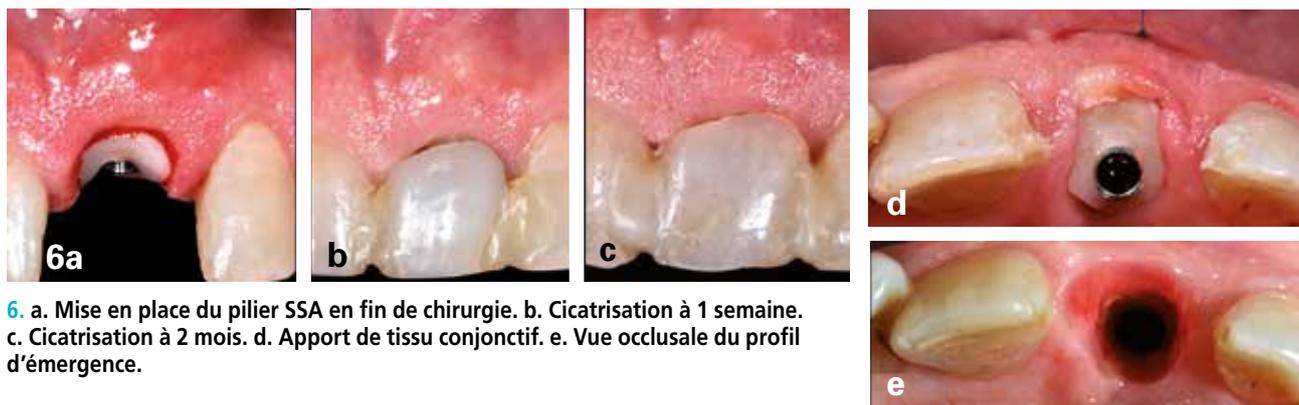
4. Empreinte numérique en fin d'intervention chirurgicale.



5. Conception virtuelle puis usinage du pilier SSA.

par le fait que la chirurgie implantaire est soumise à des contraintes liées à des mouvements du patient, une visualisation restreinte et un transfert mental des données radiographiques initiales à l'acte chirurgical pour optimiser la position de l'implant. Par conséquent, la planification préopératoire de la position implantaire associée à la chirurgie guidée permet au chirurgien d'être moins focalisé sur le positionnement tridimensionnel. Le développement du cone beam et des logiciels de planification a permis d'optimiser virtuel-

lement la position implantaire en fonction du volume osseux disponible et de la future prothèse d'usage. Dans le cas clinique, le guide chirurgical est à appui dentaire, ce qui permet d'obtenir une meilleure garantie de reproductibilité de position du guide, comparativement à la stabilisation osseuse ou muqueuse qui peut conduire à de plus grands écarts entre les positions prévues des implants et les situations cliniques finales (fig. 2a) [7]. Une empreinte optique est réalisée (Omnicam, Cerec). Les scanners intra-oraux mesurent la réflexion de la lumière dans tous les sens de l'espace, enregistrant le positionnement de l'objet de façon tridimensionnelle. Cette représentation tridimensionnelle sur le logiciel est permise grâce à un processus d'alignement dicté par un algorithme informatique. Ce procédé permet l'obtention d'un maillage qui constitue le modèle 3D, réplique virtuelle du modèle physique. Le fichier est converti en fichier STL, format numérique lu par tous les systèmes numériques présents dans la chaîne CFAO. La convergence des données DICOM et STL est rendue possible grâce à des logiciels de conception assistée par ordinateur. La modélisation du guide chirurgical est réalisée avec une correspondance entre la position implantaire et le wax-up virtuel (Laboratoire Christophe Sireix).



6. a. Mise en place du pilier SSA en fin de chirurgie. b. Cicatrisation à 1 semaine. c. Cicatrisation à 2 mois. d. Apport de tissu conjonctif. e. Vue occlusale du profil d'émergence.

La conception du guide  est faite par un procédé stéréolithographique d'addition (Formlabs). Il permet la réalisation d'une pièce prothétique ou d'un guide chirurgical obtenu par une résine liquide photosensible polymérisée par un laser ou une lumière adaptée. Les systèmes additifs, ou impression 3D, sont des processus de fabrication directe. La pièce est entièrement fabriquée par apposition de couches successives de matière permettant une réelle économie de matière. Il n'y a donc pas de bloc de fraisage ni de moule. Mais l'avantage principal réside surtout dans la capacité de ces techniques additives à réaliser des pièces prothétiques dont l'anatomie est complexe ou impossibles à obtenir par usinage ou par coulée classique. L'impression du modèle permet d'objectiver l'adaptation du guide chirurgical directement sur un modèle physique (fig. 2 b et c).

Intervention

L'avulsion réalisée de manière atraumatique est suivie par un curetage alvéolaire minutieux puis par une irrigation antiseptique. Le guide chirurgical est positionné pour permettre le passage du foret pilote à travers le canon de forage. Puis la séquence classique d'ostéotomie est effectuée jusqu'à la mise en place de l'implant (fig. 3). Un matériau de substitution osseuse à résorption lente est positionné dans les espaces péri-implantaires de l'alvéole d'extraction dans le but de limiter la résorption du volume alvéolaire consécutive à l'avulsion dentaire (Cerabone®, granules 0,5-1 mm, 1 x 0,5 cc, Botiss).

La procédure chirurgicale utilisée évite tout déplacement de tissus. Le protocole numérique incluant la prise d'empreinte optique per-opératoire ainsi que la pose d'une vis de cicatrisation postextractionnelle anatomique fabriquée au fauteuil en CFAO directe permet le maintien de ces tissus. Un corps de scannage (Scanpost) (Cerec, Sirona) est connecté à la plateforme implantaire



5. Résultat un an et demi après la pose de la prothèse d'usage.

afin que la caméra intra-orale (Omnica, Sirona) identifie la situation tridimensionnelle de l'implant sur le logiciel de CFAO (fig. 4). En fin de chirurgie, la modélisation du pilier SSA est réalisée au fauteuil puis exportée vers une usineuse de cabinet. Le profil d'émergence est ainsi travaillé de manière virtuelle. Les pièces usinées (Telio CAD, Ivoclar) sont assemblées à des piliers de type « Ti-Base » (Variobase C WN, Straumann) à l'aide d'une colle autoadhésive (Multilink abutment, Ivoclar) (fig. 5).

Le pilier est ensuite vissé sur l'implant avec un torque d'insertion manuel afin de soutenir les tissus mous environnants et d'assurer une barrière mécanique entre le site chirurgical et la cavité orale (fig. 6a). Immédiatement après l'intervention, une radiographie rétro-alvéolaire permet d'apprécier le bon positionnement de l'implant. Du fait des procédures utilisées et décrites précédemment, aucune technique de suture n'a été utilisée.

L'évaluation clinique de la cicatrisation à une semaine montre une réponse favorable des tissus associée à une inflammation minimale de la zone opérée (fig. 6b et c).

Suivi postopératoire

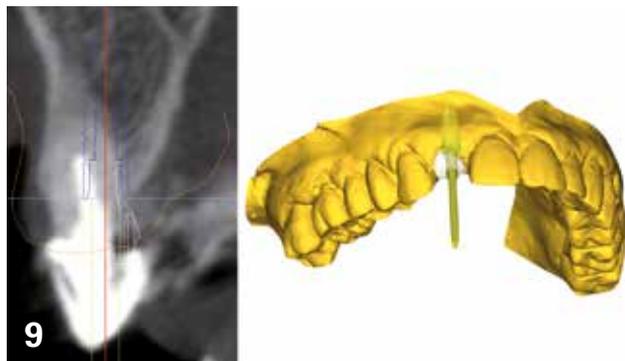
A 4 mois postopératoires, le pilier est déposé et une empreinte optique est réalisée afin d'enregistrer le profil d'émergence pour la réalisation d'une couronne provisoire (Cerec). La mise en place de la couronne provisoire est associée à une greffe gingivale pour augmenter l'épaisseur des tissus (fig. 6d). A 8 mois, la couronne provisoire est déposée afin de réaliser l'empreinte pour la couronne d'usage (fig. 6e).

La restauration définitive transviscée sur implant est réalisée au laboratoire (laboratoire LSO-Chorus, Guillaume Reny) en matériaux céramiques (disilicate de lithium) pressés (e.max Press, Ivoclar Vivadent) puis assemblée au laboratoire à un pilier base titane (Variobase). Le travail du technicien de laboratoire s'attachera à reproduire un espace transmuqueux en adéquation avec la forme du pilier SSA déterminée pendant le temps chirurgical.

Le suivi postopératoire à un an et demi montre un maintien de la situation tissulaire péri-implantaire (fig. 7).



8. Mauvais pronostic de la 12 qui présente une infiltration carieuse sous-gingivale.



9. Planification chirurgicale.

Cas 2

Fabrication de pilier personnalisé (SSA) avant la mise en place de l'implant via la chirurgie guidée

Une patiente de 74 ans se présente en consultation pour le remplacement de la 12 qui présente une infiltration carieuse palatine sous-gingivale compromettant son pronostic (fig. 8). La dent ne pouvant pas être restaurée, la solution implantaire est privilégiée.

Planification opératoire

Une étude diagnostic numérique complète est réalisée sur des logiciels de modélisation 3D. Les fichiers numériques issus de l'empreinte optique (fichier STL) extra-orale à partir des modèles d'étude et du cone beam CT (fichier DICOM - Promax 3D, Planmeca) sont importés et fusionnés dans un logiciel de planification chirurgicale (Co-diagnostix) (fig. 9).

Après avoir réalisé l'extraction virtuelle sur le logiciel, un implant (BLT 3,3 x 12 mm NC, Straumann) est sélectionné pour remplacer l'incisive latérale. La position de l'implant est déterminée par l'émergence prothétique ainsi que le volume osseux disponible. Le guide chirurgical a été modélisé sur le logiciel de planification puis fabriqué par impression 3D (Formslab).

Avant la réalisation de la chirurgie guidée, une vis de cicatrisation personnalisée



10. Conception virtuelle du pilier SSA en amont de la chirurgie. a. Tracé de la ligne cervicale. b. Vue occlusale du pilier SSA. c. Travail du profil d'émergence.

de fermeture d'alvéole (SSA) a été virtuellement modélisée sur un logiciel de CAO prothétique. Le profil d'émergence est travaillé de manière virtuelle afin d'optimiser la cicatrisation des tissus mous péri-implantaire (fig. 10). Le fichier numérique (STL) contenant les informations du pilier SSA est transféré vers une usineuse (Laboratoire Pascal Marseille) qui procédera à la fabrication par CFAO de la vis de fermeture d'alvéole anatomique (résine PMMA).

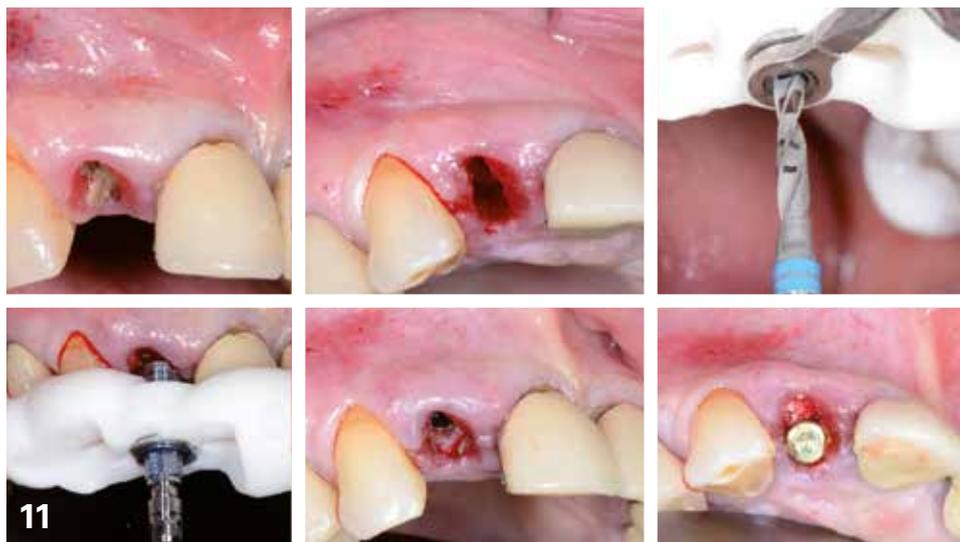
Intervention et suivi

L'extraction atraumatique est réalisée. La stabilité et l'adaptation du guide chirurgical imprimé en 3D sont validées avant le forage. Le protocole de forage guidé est conduit jusqu'à l'insertion de l'implant à travers le canon de forage (fig. 11).

L'alvéole est comblée avec un matériau de substitution osseuse à résorption lente de type xéno greffe (Bio-oss®, 0,5 g de petites particules, Geistlich).

Le pilier est immédiatement positionné sur l'implant et transvissé, permettant de guider la cicatrisation des tissus mous suivant le profil transmuqueux réalisé en amont de la chirurgie. Ce protocole permet de s'affranchir d'une incision de décharge et de déplacement de la ligne muco-gingivale.

Lors du suivi à une semaine, la patiente rapporte un rétablissement postopératoire totalement silencieux. L'évaluation clinique à trois semaines montre une cicatrisation favorable (fig. 12).



11. Mise en place de l'implant par chirurgie guidée.



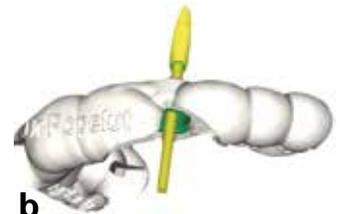
12. Connexion du pilier SSA en fin d'intervention chirurgicale.



13. Fracture radiculaire de la 22.

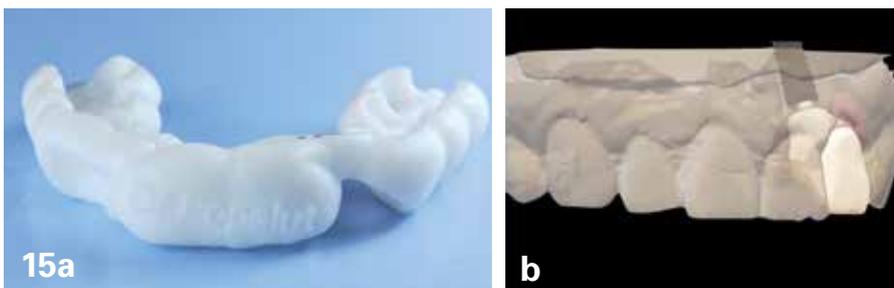


14a



b

14. a. Planification chirurgicale. b. Conception virtuelle du guide chirurgical.



15a

b

c

15. a. Fabrication par impression du guide chirurgical. b et c. Conception et fabrication de la couronne provisoire en amont de la chirurgie.

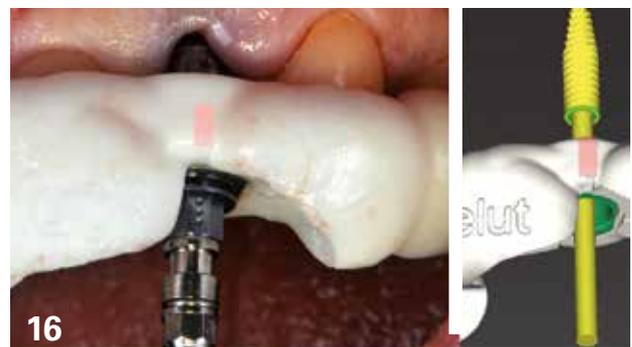
Cas 3

Fabrication de la couronne transitoire avant la mise en place de l'implant via la chirurgie guidée

Une patiente de 64 ans se présente en consultation pour le remplacement de l'incisive latérale maxillaire gauche (22) qui présente une fracture radiculaire (fig. 13). La solution d'extraction implantation immédiate est envisagée à partir des critères initialement décrits.

Planification et intervention

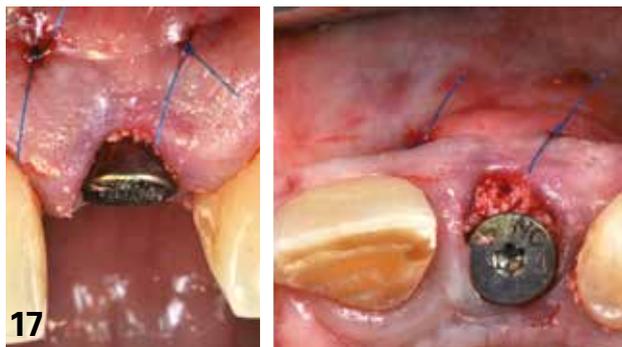
Le protocole d'acquisition et de modélisation est identique à celui du cas précédent. La convergence des données DICOM et STL (fig. 14) permet de concevoir un guide chirurgical (impression 3D) ainsi que la cou-



16

16. Mise en place de l'implant guidé suivant les repères du guide chirurgical.

ronne transitoire (usinage) en amont de la chirurgie (Laboratoire Pascal Marseille) (fig. 15). Cette chaîne de flux numérique affranchit le praticien de la réalisation de modèle physique. Le logiciel de modélisation permet



17. Apport de tissu conjonctif en vestibulaire. Comblement par un matériau de substitution osseuse du gap péri-implantaire.

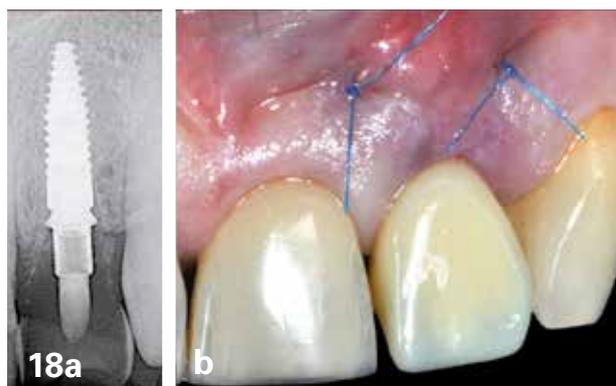
l'ajustage de l'étage transmuqueux de la couronne transitoire.

L'avulsion est suivie de la pose guidée de l'implant. Il est important d'optimiser la position finale de ce dernier en faisant correspondre les repères du porte-implant par rapport aux encoches du guide chirurgical (fig. 16). L'espace péri-implantaire est comblé par un matériau de substitution osseuse à résorption lente de type xéno-greffe (Bio-oss®, 0,5 g de petites particules). De plus, un greffon conjonctif est positionné au niveau vestibulaire suivant une technique de tunéllisation (fig. 17).

La revue systématique de Lee et coll. [8] montre que l'apport de tissu conjonctif peut contribuer à la stabilité du niveau gingival et à l'augmentation du volume des tissus mous. La couronne transitoire est directement connectée à l'implant en fin de chirurgie. Il est intéressant de noter l'absence de point de contact mésial lors de l'insertion de la couronne. L'explication est liée à la précision de la chirurgie guidée bien documentée et observée; et les revues de la littérature disponible à ce sujet [9] montrent de possibles inexactitudes entre la situation planifiée et la situation obtenue. Ces écarts pouvant aller jusqu'à 1,12 mm au niveau du point d'entrée (avec un maximum de 4,5 mm) et 1,39 mm au niveau de l'apex de l'implant (avec un maximum de 7,1 mm). Le point de contact est ainsi repris pour soutenir les tissus de la papille interdentaire (fig. 18).

Suivi postopératoire

A 5 mois postopératoires, la cicatrisation est favorable. La couronne a parfaitement guidé la cicatrisation des tissus péri-implantaires. Une fois la couronne déposée,



18. a et b. Mise en place de la couronne provisoire, avec contrôle radiographique. c et d. Cicatrisation à 1 semaine.



19. Suivi à un an postopératoire .

une empreinte anatomique est réalisée. La restauration définitive transvissée sur implant est réalisée au laboratoire (Dr Theron, laboratoire LSO-Chorus, Guillaume Reny) en matériaux céramiques (disilicate de lithium) pressés (e.max Press) puis assemblée au laboratoire à un pilier base titane (Variobase). Le suivi à un an postopératoire montre une stabilisation des tissus péri-implantaires (fig. 19).

Conclusion

D'un point de vue chirurgical, la pose d'implant guidée permet une approche micro-invasive sans incision et sans élévation d'un lambeau.

Avec ce protocole de conception pré- ou per-opératoire d'un pilier de cicatrisation ou d'une couronne transitoire, l'architecture de la muqueuse supra-implantaire peut être maintenue et/ou façonnée dès l'initialisation de la phase de cicatrisation, permettant d'obtenir un profil d'émergence optimal.

D'un point de vue prothétique, le conditionnement de l'espace transmuqueux et de l'architecture gingivale marginale assure une continuité biologique entre la phase chirurgicale et restauratrice facilitant les étapes prothétiques cliniques et de laboratoire.

Les résultats cliniques initiaux sont prometteurs. Néanmoins, une plus grande précision est requise concernant la concordance des données entre l'enregistrement intra-buccal de la situation clinique, la conception virtuelle du pilier de cicatrisation ou de la couronne transitoire et leur fabrication.

D'autres investigations sont également nécessaires afin de déterminer le matériau idéal à utiliser pour l'usinage, notamment des piliers anatomiques de cicatrisation, qui permettrait d'éviter, voire de diminuer l'adhérence bactérienne et donc d'obtenir un berceau gingival dépourvu d'inflammation.

POINTS ESSENTIELS

- La chirurgie guidée permet d'adopter une approche micro-invisée.
- La gestion du profil d'émergence en pré- ou per-opératoire permet de :
 - guider la cicatrisation dans l'étage transmuqueux ;
 - maintenir la gencive cervicale dans une position anatomique ;
 - assurer le maintien et la stabilisation du caillot alvéolaire.

Bibliographie

1. Buser D et coll. Stability of contour augmentation and esthetic outcomes of implant-supported single crowns in the esthetic zone: 3-year results of a prospective study with early implant placement postextraction. *J Periodontol* 2011 ; 82 (3): 342-349.
2. Wittneben J, Buser D, Belser UC, Braegger U. Peri-implant soft tissue conditioning with provisional restorations in the esthetic zone: the dynamic compression technique. *Int J Periodont Rest Dent* 2013 ; 33 (4): 447-455.
3. Finelle G, Popelut A. Immediate implantation after extraction: focus on the use of CAD-CAM Sealing Socket Abutment (SSA). *JPIO* 2016 ; 35 (4).
4. Joda T et col. A digital approach for one-step formation of the supra-implant emergence profile with an individualized CAD/CAM healing abutment. *J Prosthodont Res* 2016 ; 60 (3): 220-223.
5. Morton D, Jaffin R, Weber HP. Immediate restoration and loading of dental implants: clinical considerations and protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004 ; 19 Suppl: 103-108.
6. Lang NP et coll. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Impl Res* 2012 ; 23 Suppl 5 : 39-66.
7. Cassetta M et coll. The use of stereolithographic surgical templates in oral implantology. *Ann Ital Chir* 2013 ; 84 (5): 589-593.
8. Lee CT, Tao CY, Stoupel J. The Effect of subepithelial connective tissue graft placement on esthetic outcomes after immediate implant placement: Systematic review. *J Periodontol* 2016 ; 87 (2): 156-167.
9. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014 ; 29 Suppl: 25-42.

Les auteurs n'ont pas de liens d'intérêt.

Correspondance
antoine.popelut@hotmail.fr