



Technique
du *socket shield*
Phillip Roe 11

Le digital workflow
en chirurgie implantaire
Karim Dada 25

Préservation alvéolaire
et reconstruction osseuse
Benjamin Cortasse 45

Digital Smile Design®
et réhabilitation esthétique
Marie Clément 63

TITANE 1/18

DENT IMPLANT & PARODONTE

 QUINTESSENCE PUBLISHING

VOLUME 15 / NUMÉRO 1 / MARS 2018

Préservation alvéolaire et reconstruction osseuse



esthétique
préservation d'alvéole
greffe osseuse
greffe gingivale
implant antérieur



Benjamin Cortasse¹
Mehdi Merabet²

¹ CES de biomatériaux,
CES de parodontologie,
DU d'implantologie,
DU d'expertise maxillo-faciale.
Exercice privé.

² Exercice exclusif implantologie
et parodontologie à Marseille.



BENJAMIN CORTASSE

63 place des Maraîchers
84210 Pernes-les-Fontaines

@ benjamin.cortasse@orange.fr

Aujourd'hui, les solutions implantaires permettent de traiter un grand nombre de patients. Cependant, ces réhabilitations doivent être fonctionnelles, biologiques, mais également esthétiques. Le but de la dentisterie contemporaine est de permettre une réhabilitation de la dent manquante de manière biomimétique. L'architecture des tissus mous et durs doit être aussi proche de la nature que possible. Dans le secteur antérieur nous rencontrons un certain nombre de situations dans lesquelles, l'extraction-implantation et mise en esthétique immédiate sont possibles. Le placement immédiat de l'implant dans des alvéoles d'extraction a été bien décrit par la littérature¹ et ce protocole montre de forts taux de réussite (comparables à ceux de l'implantation sur site cicatrisé). Il est maintenant considéré comme prévisible et reproductible. Néanmoins, cette procédure peut être extrêmement périlleuse dans certaines situations cliniques complexes^{2,3,4}. Nous sommes alors confrontés à deux types d'alternatives : soit préserver le volume osseux et gingival⁵, soit le reconstruire. En effet, sans technique de préservation de l'enveloppe tissulaire, de nombreuses études^{2,6,7} nous montrent un effondrement du volume vestibulaire. Ceci aboutit à une atrophie de la crête osseuse principalement dans le sens horizontal. Le défi réside ici dans le choix de la technique de reconstruction, de la chronologie des étapes ainsi que des solutions de temporisation. À travers deux cas cliniques, nous aborderons deux solutions qui conduisent à une intégration esthétique optimale de notre réhabilitation implantaire.

INTRODUCTION

La zone esthétique antérieure maxillaire nous impose un volume osseux nécessaire à l'espace biologique implantaire. Effectivement, la littérature⁸ nous montre qu'une épaisseur osseuse vestibulaire de 2 à 3 mm est indispensable à la préservation et à la pérennité de ce dernier. Il est donc important de définir une technique d'extraction, de préservation ou de reconstruction, un positionnement implantaire et un diamètre d'implant adapté afin d'obtenir cet espace.

Dans le premier cas, nous avons choisi de différer l'implantation, mais de réaliser une gestion de l'alvéole. En présence d'une quantité osseuse insuffisante, incompatible à un bon positionnement ou à une bonne stabilité de l'implant, le remplacement de la dent nécessitera, dans un premier temps, son extraction puis une reconstruction ou une préservation des tissus. Dans un second temps, la mise en place d'un implant sera alors réalisée.

La littérature⁸ nous indique qu'en plus de la solution de l'extraction-implantation immédiate, trois autres voies sont possibles : l'implantation précoce, l'implantation retardée ou encore l'implantation tardive.

Après une extraction, la cicatrisation d'une alvéole présente une grande variabilité. Si l'épithélialisation de l'alvéole est complète à six ou huit semaines, le comblement osseux est, quant à lui, partiel à quatre mois puis complet à six mois^{8,9,10}.

Les différentes études et revues systématiques de littérature montrent une résorption osseuse horizontale de 30 à 63 %, celle-ci étant supérieure à la résorption verticale comprise entre 11 et 22 %. Cette résorption se produit principalement au détriment de la paroi vestibulaire^{10,11,12}.

Dans le second cas, la présence d'une crête cicatrisée et résorbée dans le sens horizontal, classe I de Seibert¹³, nous impose une reconstruction osseuse et des tissus mous. Ce type de défauts osseux localisés est décrit dans la littérature comme avantageux. Cependant, les techniques proposées sont multiples¹⁴. L'arbre décisionnel de Fu JH¹⁵ nous oriente vers une reconstruction osseuse guidée (ROG) au profit d'un bloc osseux. En effet, la présence d'une épaisseur d'os résiduelle supérieure à 3,5 mm est favorable à ce type de méthode. La membrane procure au caillot sanguin, associé à un matériau osseux, une stabilité,

et l'isole des cellules gingivales, permettant ainsi une prolifération et une maturation plus efficaces des cellules ostéoprogénitrices. Il existe de nombreux matériaux et membranes disponibles, mais de par ses qualités ostéogéniques, ostéoinductrices et ostéoconductrices, l'os autogène est un substrat de prédilection. Pour autant, il impose très souvent un second site de prélèvement et donc une morbidité potentielle supplémentaire, des quantités osseuses limitées et des risques de résorption à long terme de la zone reconstruite. En revanche, il peut être associé à une xénogreffe : l'hydroxyapatite d'origine bovine (HAB), matériau largement documenté¹⁶. Celui-ci est uniquement ostéoconducteur, mais comporte une résorption limitée. Ceci nous permet de réduire les inconvénients de l'os autogène¹⁷ tout en conservant la prédictibilité de la régénération.

À propos des membranes, nous avons deux grandes familles :

- les membranes non résorbables, le plus généralement en polytétrafluoroéthylène expansé (ePTFE), renforcées par une armature en titane ou non. Elles ont pour avantage d'être plus occlusives dans le temps et de mieux maintenir les espaces de reconstruction. En revanche, les risques d'exposition et d'infection sont accrus et peuvent mettre en péril le pronostic de la chirurgie¹⁸. Enfin, elles imposent une intervention invasive lors de la dépose ;
- les membranes résorbables peuvent être soit en collagène soit en copolymères d'acide polylactique ou polyglycolique. Les membranes collagéniques donnent une meilleure intégration tissulaire et sont plus aisées de manipulation. En revanche, elles ont un maintien d'espace moins efficace, ce qui limite le volume de reconstruction¹⁹.

Par conséquent, nous réserverons les reconstructions osseuses guidées, combinant barrières collagéniques et mélange d'os autogène ou HAB à proportions égales, aux défauts horizontaux. La littérature nous rapporte un gain moyen de 5,5 mm²⁰.

Cette solution peut être associée ou non à la pose d'un implant, cela dépend du volume osseux résiduel et de la possibilité de stabiliser l'implant dans une position compatible avec une réhabilitation esthétique.

CAS CLINIQUES

Cas 1

Notre patiente, âgée de 61 ans, non fumeuse, avec une hygiène dentaire tout à fait convenable se présente avec une demande de réhabilitation esthétique de son sourire (Fig. 1).

Après la réalisation d'une analyse esthétique informatique grâce au Digital Smile Design, nous envisageons de restaurer prothétiquement certaines dents. Il apparaît, lors de cette analyse, un manque de tissus mous au niveau cervical de 21 et 23 (Fig. 2). De plus la 22 ne peut pas être conservée, elle sera donc à extraire.

L'extraction-implantation immédiate, malgré un environnement correspondant à une classe I

telle que définie par Kahn²¹, nous est apparue trop risquée (Fig. 3).

Il nous semble nécessaire de réaliser une gestion de l'alvéole telle que décrite par la technique dite du « cornet de glace ».

L'extraction est réalisée de manière la plus automatique possible. Pour cela, nous préférons utiliser le système Benex (Dexter). Ce système induit une absence totale de contrainte sur les parois osseuses proximales. En effet, il utilise un système centroradiculaire relié par un câble à un chariot permettant de tracter la dent hors de son alvéole (Fig. 4).

Après un curetage minutieux de l'alvéole, nous réalisons un comblement osseux (Bio-Oss, Geistlich).



Fig. 1 Situation pré-opératoire.



Fig. 2 Analyse esthétique informatique.

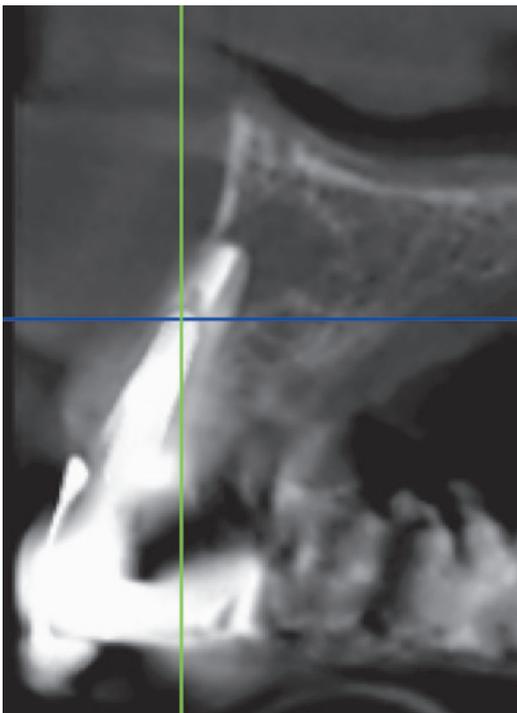


Fig. 3 Cone beam pré-opératoire.



Fig. 4 Extraction atraumatique.

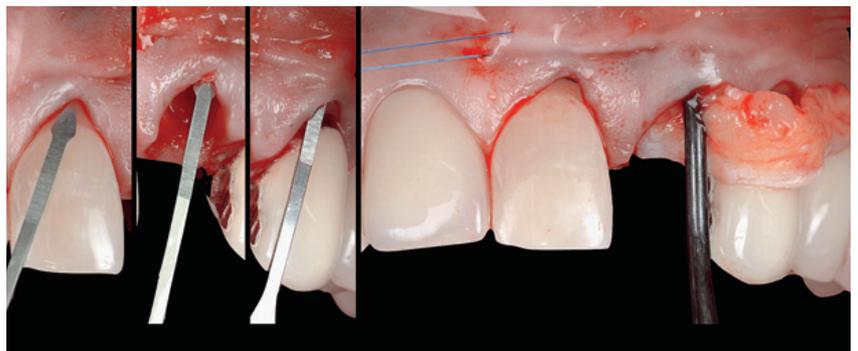


Fig. 5 Insertion du greffon conjonctif dans un tunnel en demi-épaisseur.

Afin de réduire ou stopper une invagination cellulaire de notre matériau de comblement, une membrane (Socket Repair, Zimmer) est mise en place contre la paroi osseuse vestibulaire et recouvre notre substitut osseux au niveau coronaire.

De manière à optimiser l'épaisseur des tissus gingivaux et recouvrir les récessions, un greffon issu d'un prélèvement palatin par mono-incision⁵ est prélevé. Celui-ci est inséré dans un tunnel créé en demi-épaisseur, grâce à l'utilisation d'une lame de microchirurgie (VIPER MJK Instruments) (Fig. 5).

Le greffon est alors stabilisé grâce à des sutures non résorbables (Hu-Friedy 6-0) (Fig. 6).

L'approche technique doit répondre aux critères de la microchirurgie : l'objectif est de diminuer le traumatisme tissulaire et également d'optimiser la précision de fermeture du site opératoire. Ces deux paramètres jouent un rôle décisif dans les

suites et le devenir postopératoires⁵. La microchirurgie passe par l'utilisation d'outils spécifiques tels que les aides optiques. La qualité de cicatrisation sera alors supérieure à celle obtenue par une chirurgie dite traditionnelle⁵. Les critères de succès de la chirurgie plastique que sont l'apparence naturelle, la transition harmonieuse entre les différents tissus et l'absence de cicatrices, seront en effet plus facilement acquis par les techniques de microchirurgie. De plus, cela peut réduire le taux de morbidité suivant la chirurgie parodontale⁵.

La prothèse provisoire, réalisée au niveau de la 23, présente une extension mésiale afin de remplacer la 22 et de permettre une gestion des tissus mous par la réalisation d'un pontique ovoïde.

La cicatrisation à sept jours est tout à fait correcte en termes d'intégration esthétique et de recouvrement (Fig. 7).

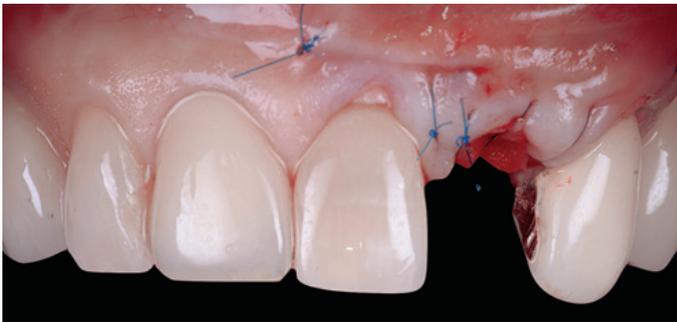


Fig. 6 Sutures de stabilisation du greffon.



Fig. 7 Cicatrisation à sept jours.



Fig. 8 Cicatrisation à six mois.

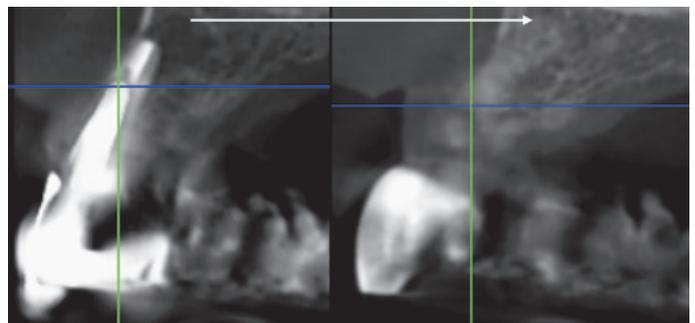


Fig. 9 Comparaison des *cone beam* pré-opératoire et à six mois.



Fig. 10 Incision crestale arciforme préservant les papilles.

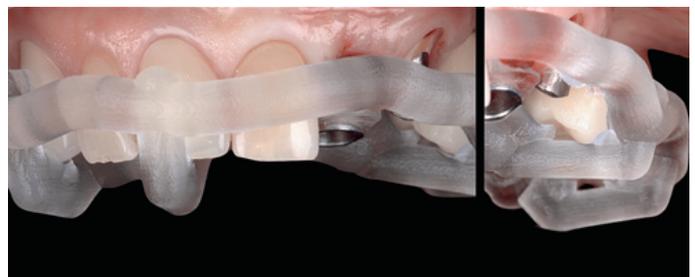


Fig. 11 Guide chirurgical en place.



Fig. 12a et b Quatre mois après la chirurgie : début de la phase prothétique.



Fig. 13 Empreinte avec un transfert personnalisé.



Fig. 14 Restaurations céramiques avant mise en place.



Fig. 15 Résultat final.

À six mois, la stabilité titulaire est optimale (Fig. 8) et la reformation osseuse tout à fait satisfaisante (Fig. 9), nous pouvons réaliser la mise en place d'un implant.

Une incision crestale arciforme, préservant les papilles proximales, est réalisée grâce à l'utilisation de lames de microchirurgie (VIPER, MJK Instruments) (Fig. 10).

Nous allons réaliser une chirurgie guidée (MGUIDE MIS) (Fig. 11) afin d'accroître la précision de notre positionnement implantaire et de réduire le trauma chirurgical. Grâce à l'utilisation du guide chirurgical, les forets successifs sont passés tout en limitant les lésions tissulaires. L'implant (V3 Implant MIS) est stabilisé avec un torque de 35 N. Une prothèse transitoire transviscée est réalisée. Le travail du profil d'émergence doit être minutieux afin de permettre la création d'un véritable manchon gingival recréant un soutien naturel à la future restauration prothétique.

Après quatre mois de cicatrisation, nous pouvons alors passer à la prothèse définitive (Fig. 12). La prothèse céramique au niveau de la 11 est

déposée ainsi qu'au niveau de la 23. L'ancrage radiculaire existant n'a pas été déposé, car le traitement endodontique est correct et le risque de fracture élevé. Sur la 11 une préparation minimalement invasive est réalisée afin de concevoir une facette. L'empreinte est alors effectuée grâce à la réalisation d'un transfert personnalisé (Fig. 13).

Pour la réhabilitation définitive, notre choix s'est porté sur une restauration par céramique pressée sur la 11, une facette en céramique pressée sur la 21, une céramique sur armature zircon et embase titane sur implant en 22, et une céramique sur armature zircon sur la 23 (laboratoire Prothetik, Philippe Llobel) (Fig. 14).

On peut noter une excellente intégration esthétique de nos réalisations prothétiques et implantaire, mais surtout le niveau correct ainsi que le naturel de l'architecture des tissus. Nous pouvons juger de ce résultat grâce à l'utilisation du PinK and White Esthetic Score tel que défini par Fürhauser⁹. Plus que le score final de 14, nous pouvons surtout noter l'amélioration de celui-ci par rapport à son état initial de 8 (Fig. 15).

Cas 2

T, âgée de 23 ans, se présente à la consultation au motif d'un sourire disgracieux (Fig. 16). La patiente nous rapporte avoir eu un accident de la route à l'âge de 14 ans.

L'examen clinique initial met en évidence une 11 absente remplacée par une dent provisoire collée et une 21 dyschromiée.

Nous pouvons par ailleurs noter une dysharmonie dentodentaire²² associée à un espace mésiodistal, réduit au niveau de la 11, et à l'absence d'alignement des collets.

L'examen radiologique *cone beam* (Fig. 17) souligne d'une part la présence d'une crête osseuse atrophiée dans le sens vestibulopalatin plus étranglée dans sa partie médiane, et correspondant à une classe I de Seibert¹³ et, d'autre part, nous permet de constater une nécrose de la 21 associée à une lésion périapicale.

Le plan de traitement initial (Fig. 18) proposé comporte les étapes suivantes.

Un traitement endodontique de la 21, un blanchiment interne, un traitement orthodontique afin de rétablir un espace mésiodistal symétrique au niveau de la 11 et obtenir une harmonisation de la position des collets.

Dans un second temps, nous envisagerons la pose d'un implant étroit associé à une régénération osseuse guidée.

Six mois plus tard, lors de la mise en fonction esthétique de l'implant, nous réaliserons une greffe de conjonctif tunnelisée.

Pour la réalisation de la prothèse d'usage, nous envisageons une couronne implantoportée en zircone transvissée sur la 11 et une facette sur la 21.

La patiente refuse, à notre grand regret, le traitement orthodontique et la réalisation de la facette sur la 21 : elle souhaite avoir un traitement *a minima*, nous concentrons nos efforts essentiellement sur la 11.

Une fois le traitement endodontique et le blanchiment interne engagés, et après une analyse esthétique informatique, nous réalisons de simples coronoplasties mésiales sur les 21 et 12 (Fig. 19). En effet, la présence de plusieurs morphologies dentaires triangulaires nous permet, dans ce cas, de récupérer un espace mésiodistal symétrique au niveau des centrales, sans dommage pour l'intégrité amélaire de la dent.

Après une incision crestale et intrasulculaire étendue à la 12 (Fig. 20), une incision de décharge distale est réalisée. Un lambeau de pleine



Fig. 16 Vue extra-orale pré-opératoire.

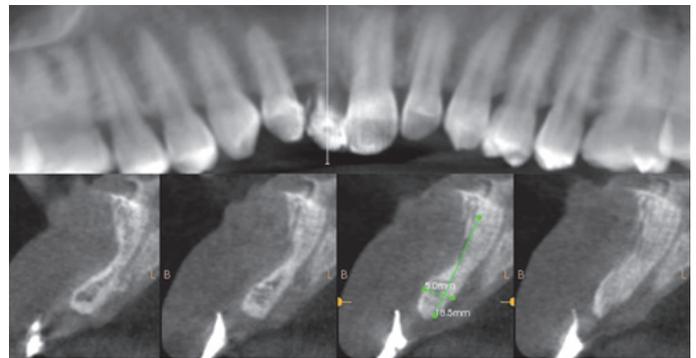


Fig. 17 Cone beam pré-opératoire.



Fig. 18 Vue intra-orale pré-opératoire.

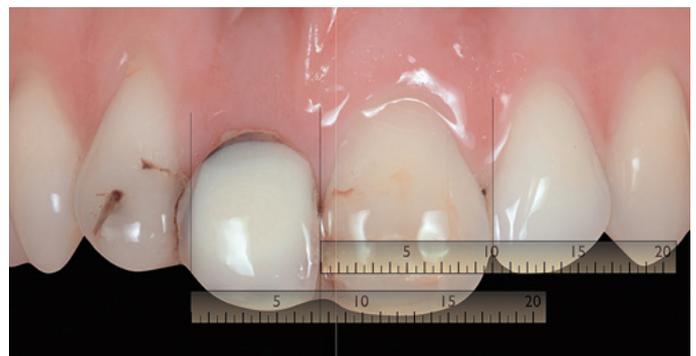


Fig. 19 Analyse esthétique informatique.

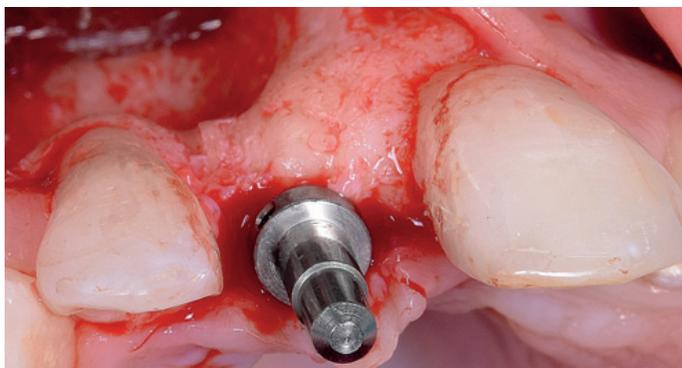


Fig. 20 Indicateur de direction en place.

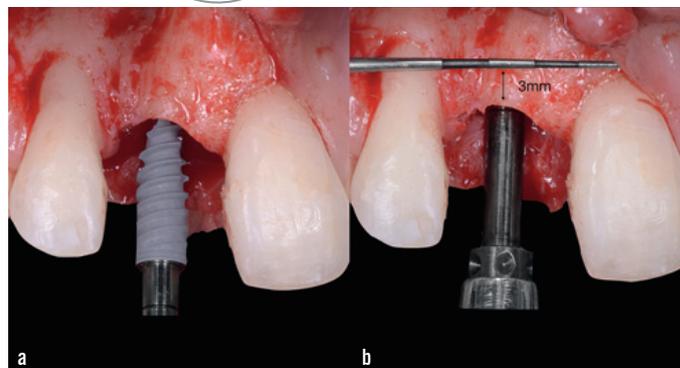


Fig. 21a et b Insertion de l'implant.

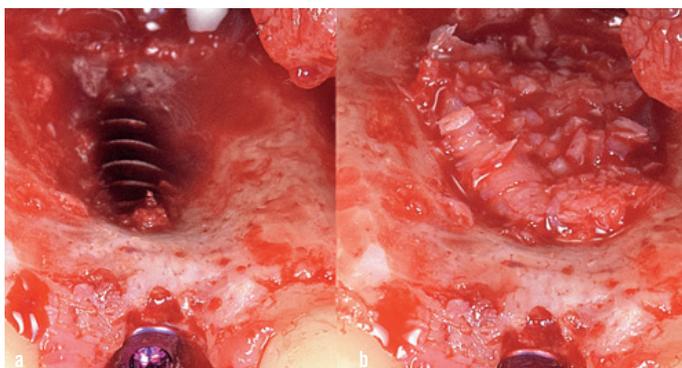


Fig. 22a et b Le défaut vestibulaire est comblé.



Fig. 23 La membrane est suturée et stabilisée par des pins en vestibulaires.

épaisseur est élevé, il met en évidence l'importance du défaut osseux vestibulaire. L'indicateur de direction souligne un positionnement antéro-postérieur compatible avec une prothèse transvisée. La situation osseuse actuelle nous permet d'envisager la pose de l'implant et la régénération osseuse guidée simultanément¹⁵.

Un positionnement tridimensionnel des implants antérieurs précis est le garant d'une réhabilitation esthétique (Fig. 21). Ceci nous impose, dans le sens vertical, un enfouissement du col implantaire à 3 mm par rapport au collet de la future dent à reconstruire⁸. Afin de privilégier l'espace biologique osseux, nous avons choisi de positionner un implant étroit Nobel Active NP 3.5×13. La prédictibilité des implants de faible diamètre est actuellement parfaitement validée²³

Le défaut osseux vestibulaire laisse apparaître les spires de l'implant (Fig. 22). Cette zone exposée sera traitée par l'application d'os autogène pur au contact du titane (technique sandwich²⁴). Ici les copeaux d'os ont été prélevés sur site à l'aide d'un minicollecteur d'os (Micros, Meta).

Puis, une seconde couche d'os autogène mélangé à 50 % d'hydroxyapatite d'origine bovine

(Bio-Oss, Geistlich) est disposée. Enfin, une couche de Bio-Oss pur est appliquée en surcontour au niveau du défaut osseux (technique sandwich modifiée²⁵). L'ensemble est recouvert d'une membrane de collagène résorbable non réticulée (Créos Xenoprotect, Nobel Biocare) assurant un effet barrière supérieur à vingt semaines ainsi qu'une bonne intégration tissulaire²⁶. Celle-ci est suturée en palatin et stabilisée par des pins en vestibulaire (Geistlich) (Fig. 23)²⁷.

L'étanchéité du site d'intervention est obtenue à l'aide de sutures Ethilon 6.0 (Ethicon), et des sutures périostées en fond de vestibule permettent de stabiliser l'ensemble (Ethibond 4.0, Ethicon) (Fig. 24).

Les premiers jours de temporisation sont effectués grâce au port d'une gouttière intégrant la dent provisoire. Puis une prothèse provisoire fixe collée nous permet de gérer le profil de la future émergence en repoussant les tissus grâce à la modélisation d'un pontique ovoïde.

Lors de l'activation chirurgicale de l'implant, nous effectuons une greffe de tissu conjonctif prélevé à la tubérosité afin d'assurer une stabilité des tissus péri-implantaires²⁸.

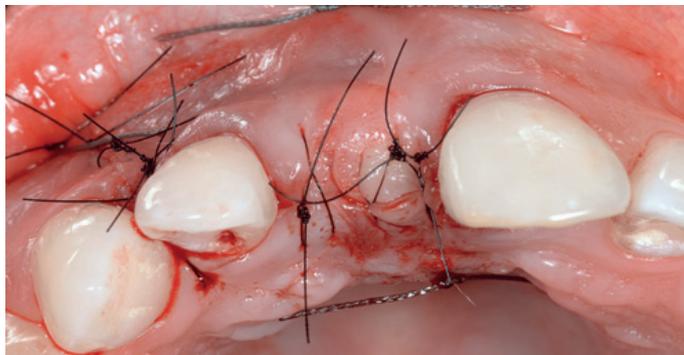


Fig. 24 Vue occlusale du site suturé.



Fig. 25 Greffe de conjonctif en tunnel.



Fig. 26 Empreinte pour la prothèse d'usage trois mois après l'intervention.

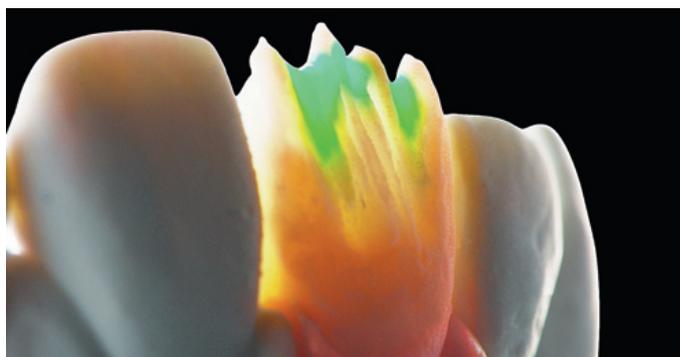


Fig. 27 Réalisation de la prothèse d'usage.



Fig. 28 Contrôle deux semaines après la pose.



Fig. 29 Stabilité osseuse et gingivale à un an.



Fig. 30 Vue finale du sourire.

Le tunnel étendu à la 12 et 13 est créé à l'aide d'instruments de microchirurgie (lame VIPER MJK Instruments) (Fig. 25).

La temporisation est obtenue à l'aide d'un provisoire implantoporté transvissé sur une bague en titane direct-implant (Laboratoire Gilles Philip/ Dr S. Santelli).

À trois mois postopératoires, on peut noter la parfaite cicatrisation des volumes tissulaires. L'empreinte pour la réhabilitation de la prothèse est effectuée (Fig. 26).

La prothèse d'usage est réalisée sur pilier ASC zircone Procera (Nobel Biocare) (Fig. 27). La présence d'un TiBase confère à la connexion de faible diamètre la résistance mécanique nécessaire. L'armature en zircone est modifiée manuellement par technique de *cut-back*, afin d'améliorer la diffraction lumineuse au niveau de la dentine. Ensuite l'application d'une masse de dentine fluorescente procure les qualités optiques indispensables à une restauration esthétique (Loft Dental Concept ; Stevie Pasquier, Dr S. Santelli).

Le contrôle à deux semaines témoigne de l'intégration biologique et esthétique de la restauration (Fig. 28).

À un an, la stabilité osseuse et gingivale assure la pérennité de notre réhabilitation implantaire (Fig. 29 et 30).

DISCUSSION

À travers ces deux cas cliniques, les auteurs souhaitent montrer deux approches ayant un objectif commun : le biomimétisme. Ces situations de préservation et de reconstruction se présentent en effet quotidiennement lorsque l'extraction-implantation immédiate n'est pas envisageable.

La préservation alvéolaire est aujourd'hui bien documentée. On peut noter, d'après une revue systématique de littérature²⁹, une stabilité des tissus mous et osseux. Cette technique du greffon en selle permet une meilleure conservation de volume global du futur site à implanter. Elle passe par la réalisation d'un tunnel vestibulaire. De plus, l'ajout d'un volume gingival en vestibulaire va compenser en partie la résorption de la table osseuse vestibulaire³³.

Les solutions de reconstruction osseuse sont multiples (blocs osseux, régénération osseuse guidée avec pose simultanée ou non d'implants, membrane résorbable ou non...) et souvent invasives, ce qui n'est pas toujours compatible avec une intégration esthétique idéale. Le choix de la technique devient alors primordial, les principaux facteurs sont la morphologie du défaut, le volume d'os résiduel et le diamètre de l'implant, l'ensemble corrélé à l'espace biologique péri-implantaire. L'arbre décisionnel de Fu et Wang¹⁵ est donc une solution intéressante pour rationaliser ce type de chirurgie, pour s'orienter vers la moins invasive et regrouper, si possible, les interventions. Dans les défauts osseux à composante exclusivement horizontale, la technique sandwich associée à la pose d'implants étroits est une solution prédictible^{27,30} permettant d'éviter des techniques plus invasives telles que les blocs osseux et les membranes non résorbables. La revue de littérature systématique de Merli 2016³¹ semble confirmer cette efficacité. Toutefois, l'hétérogénéité des études, des protocoles, des nombres de matériaux et le type de membrane analysé ne nous permettent pas de tirer des conclusions fermes.

CONCLUSION

En secteur esthétique, l'extraction d'une dent entraîne toujours une résorption de la table osseuse vestibulaire. Aucune évidence scientifique n'est cependant en faveur d'une technique chirurgicale ou d'un biomatériau. Il n'existe aucune conclusion sur le potentiel à long terme de ces manipulations tissulaires sur les thérapeutiques implantaire. Dans certains cas, des procédures de gestion d'alvéoles combinant greffe de tissus mous et durs associées à la réalisation d'un pontique ovoïde permettent de conserver les papilles et de réduire les pertes. Appliquer les principes de régénération osseuse guidée utilisant des membranes collagéniques a montré des résultats stables concernant la restauration des volumes osseux dans le sens horizontal. Ces procédures nous permettent, par la suite, de réaliser une restauration implantaire stable et esthétique.

RÉFÉRENCES

1. Avila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KW, Blanchette D, Dawson DV. Effect of alveolar ridge preservation after tooth extraction: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2014;93(10):950-8.
2. Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M, Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 Suppl 5:80-2.
3. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figuero E, Martin C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 Suppl 5:22-38.
4. Vanhoutte V, et coll. A methodological approach to assessing alveolar ridge preservation procedures in humans: soft tissue profile. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(3):304-9.
5. Zuhr O, Hürzeler M. Plastic-Esthetic Periodontal and Implant Surgery: A Microsurgical Approach. Quintessence Publishing, 2012.
6. Cardaropoli D, Tamagnone L, Roffredo A, Gaveglio L, Cardaropoli G. Socket preservation using bovine bone mineral and collagen membrane: a randomized controlled clinical trial with histologic analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32(4):421-30.
7. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson EB, Lang NP, Lindhe J. A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(1):13-21.
8. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005;25(2):113-119.
9. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res.* 2005 Dec;16(6):639-44.
10. Yoshino S, Kan JY, Rungcharassaeng K, Roe P, Lozada JL. Effects of connective tissue grafting on the facial gingival level following single immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone: a 1-year randomized controlled prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(2):432-40.
11. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;3(4):313-23.
12. Barone A, Toti P, Piattelli A, Iezzi G, Derchi G, Covani U. Extraction socket healing in humans after ridge preservation techniques: comparison between flapless and flapped procedures in a randomized clinical trial. *J Periodontol.* 2014;85(1):14-23.
13. Seibert JS. Reconstruction of deformed partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part 1: Technique and wound healing. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 1983;4:437-453.
14. Liu J, Kerns DG. Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *Open Dent J.* 2014 May 16;8:56-65.
15. Fu JH, Wang HL. Horizontal bone augmentation: the decision tree. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Jul-Aug;31(4):429-36.
16. Rodella LF, Favero G, Labanca M. Biomaterials in maxillofacial surgery: membranes and grafts. *Int J Biomed Sci.* 2011 Jun;7(2):81-8.
17. Urban IA, Nagursky H, Lozada JL. Horizontal ridge augmentation with a resorbable membrane and particulated autogenous bone with or without anorganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 22 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011 Mar-Apr;26(2):404-14.
18. Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: a meta-analysis. *J Periodontol.* 2001 Apr;72(4):512-16.
19. Bunyaratavej P, Wang HL. Collagen membranes: a review. *J Periodontol.* 2001 Feb;72(2):215-29.
20. Urban IA, Nagursky H, Lozada JL, Nagy K. Horizontal ridge augmentation with a collagen membrane and a combination of particulated autogenous bone and anorganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 25 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013 May-Jun;33(3):299-307.
21. Kan JY, Roe P, Rungcharassaeng K, Patel RD, Waki T, Lozada JL, Zimmerman G. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011 Jul-Aug;26(4):873-6.
22. Bolton W. The clinical application of a tooth size analysis. *Am J Orthod.* 1962;48,7:504-29.
23. Klein MO, Schiegnitz E, Al-Nawas B. Systematic review on success of narrow-diameter dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:43-54.
24. Wang HL, Misch C, Neiva RF. "Sandwich" bone augmentation technique: rationale and report of pilot cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004 Jun;24(3):232-45.
25. Wen SC, Fu JH, Wang HL. Effect of Deproteinized Bovine Bone Mineral at Implant Dehiscence Defects Grafted by the Sandwich Bone Augmentation Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018 Nov/Dec;38(1):79-85.
26. Bozkurt A, Apel C, Sellhaus B, van Neerven S, Wessing B, Hilgers RD, Pallua N. Differences in degradation behavior of two non-cross-linked collagen barrier membranes: an in vitro and in vivo study. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Dec;25(12):1403-11.
27. Fu JH, Oh TJ, Benavides E, Rudek I, Wang HL. A randomized clinical trial evaluating the efficacy of the sandwich bone augmentation technique in increasing buccal bone thickness during implant placement surgery: I. Clinical and radiographic parameters. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Apr;25(4):458-67.
28. Studer SP, Allen EP, Rees TC, Kouba A. The thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity as potential donor sites for ridge augmentation procedures. *J Periodontol.* 1997 Feb;68(2):145-51.
29. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figuero E, Martin C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Feb;23 Suppl 5:22-38.
30. Fu JH, Rios H, Al-Hezaimi K, Oh TJ, Benavides E, Wang HL. A randomized clinical trial evaluating the efficacy of the sandwich bone augmentation technique in increasing buccal bone thickness during implant placement. II. Tomographic, histologic, immunohistochemical, and RNA analyses. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Oct;26(10):1150-7.
31. Merli M, Merli I, Raffaelli E, Pagliaro U, Natri L, Nieri M. Bone augmentation at implant dehiscences and fenestrations. A systematic review of randomised controlled trials. *Eur J Oral Implantol.* 2016 Spring;9(1):11-32.
32. Stilmelmayr M, Allen EP et coll. Use of a combination epithelialized subepithelial connective tissue graft for closure and soft tissue augmentation of an extraction site following ridge preservation or implant placement: description of a technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30(4):375-381.