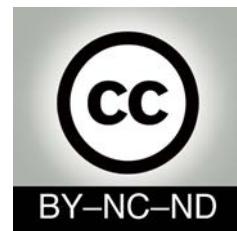




<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2020

THESE N°2020 LYO 1D 041

**THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le : 11 Septembre 2020

par

PARIAT Félix

Né le 28 janvier 1997 à Chalon sur Saône (71)

**Maintien des tissus péri-implantaires en extraction-implantation
dans le secteur postérieur :
Proposition d'un protocole pilote de « Scanbody individualisé »**

JURY

Monsieur Olivier ROBIN, Professeur des Universités	Président
<u>Monsieur Thomas FORTIN, Maître de Conférences</u>	Assesseur
Madame Sophie VEYRE, Maître de Conférences	Assesseur
<u>Monsieur Benjamin FITOUCHI, Assistant</u>	Assesseur



UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Administrateur provisoire	M. le Professeur F. FLEURY
Président du Conseil Académique	M. le Professeur H. BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur D. REVEL
Vice-Président de la Commission Recherche du Conseil Académique	M. le Professeur J.F MORNEX
Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire du Conseil Académique	M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur G. RODE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Charles Mérieux	
Faculté d'Odontologie	Directrice : Mme. la Professeure D. SEUX
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directrice : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. X. PERROT, Maître de Conférences
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directrice : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur Agrégé
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
POLYTECH LYON	Directeur : M. E. PERRIN
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de Conférences
INSPE	Administrateur provisoire : M. P. CHAREYRON
Observatoire de Lyon	Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL
CPE	Directeur : M. G. PIGNAULT
GEP	Administratrice provisoire : Mme R. FERRIGNO
Informatique (Département composante)	Directeur : M. B. SHARIAT
Mécanique (Département composante)	Directeur : M. M. BUFFAT
UFR FS (Chimie, mathématique, physique)	Administrateur provisoire : M. B. ANDRIOLETTI
UFR Biosciences (Biologie, biochimie)	



FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyenne : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

Vices-Doyens : M. Jean-Christophe MAURIN, Professeur des Universités
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, Maître de Conférences

SOUS-SECTION 56-01 : **ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maître de Conférences : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE
Maître de Conférences Associée Mme Christine KHOURY

SOUS-SECTION 56-02 : **PREVENTION – EPIDEMIOLOGIE
ECONOMIE DE LA SANTE – ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités M. Denis BOURGEOIS
Maître de Conférences M. Bruno COMTE
Maître de Conférences Associé M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 : **CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE ORALE**

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES, Mme Kerstin GRITSCH
Maîtres de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX, M. Thomas FORTIN,
M. Arnaud LAFON, M. François VIRARD
Maître de Conférences Associé M. BEKHOUCHE Mourad

SOUS-SECTION 58-01 : **DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE,
FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

Professeurs des Universités : M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT,
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET, M. Olivier ROBIN, Mme Dominique SEUX, M. Cyril VILLAT
Maîtres de Conférences : M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe JEANNIN, Mme Marion LUCCHINI, M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELLI, Mme Sophie VEYRE, M. Stéphane VIENNOT, M. Gilbert VIGUIE

Maîtres de Conférences Associés M. Hazem ABOUELLEIL,

SECTION 87 : **SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES**
Maître de Conférences Mme Florence CARROUEL

REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur Olivier ROBIN

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur d'Etat en Odontologie

Doyen Honoraire de l'UFR d'Odontologie de Lyon

Habilité à Diriger des Recherches

Responsable de la sous-section « Biomatériaux, Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biophysique et Radiologie »

À vous qui nous faites l'honneur de présider cette thèse.

Nous vous remercions pour votre pédagogie et votre enseignement tout au long de cette formation.

Votre humanité et le respect que vous manifestez envers vos étudiants, a toujours suscité chez nous la plus grande estime.

Veuillez trouver dans ce travail notre respectueuse considération.

À Monsieur le Docteur Thomas FORTIN

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Grenoble

Responsable de la sous-section Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique

Habilité à Diriger des Recherches

À vous qui nous faites le privilège de diriger cette thèse.

Nous vous sommes reconnaissants des opportunités que vous nous avez apportées depuis deux ans maintenant. Vous, qui nous avez permis de nous lancer en chirurgie lors de cette 5^{ème} année, et qui avez fait naître en nous cette passion pour la discipline. Vous nous avez ensuite permis de poursuivre cet apprentissage dans votre service en 6^{ème} année, en nous donnant les moyens et la liberté de nous épanouir. Je vous remercie de nous avoir fait confiance et d'avoir toujours encouragé nos projets.

Ces quelques phrases ne permettent pas de traduire la reconnaissance que nous vous portons.

Nous espérons que notre collaboration se poursuivra dans le futur.

Veuillez trouver dans ce travail, notre immense gratitude.

Nous profitons de cet espace pour remercier chaleureusement votre coordinatrice de soins, Pauline SERVOZ, pour son aide précieuse et ses conseils avisés.

À Madame la Docteure Sophie VEYRE

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Lyon I

Spécialiste qualifié en Chirurgie Orale

À vous qui nous faites l'honneur de juger ce travail.

Nous tenions à votre présence dans ce jury car votre rigueur et votre connaissance chirurgicale suscitent en nous une grande admiration.

Nous regrettons de ne pas avoir suffisamment travaillé avec vous pendant nos études.

Nous avons l'intention de remédier à ceci en suivant, dès que possible, votre formation au sein de votre Attestation Universitaire d'Implantologie.

Veuillez trouver dans ce travail notre profond respect.

À Monsieur le Docteur Benjamin FITOUCHI

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Ancien Interne en Odontologie

Docteur en Chirurgie Dentaire

À vous qui auriez tout autant votre place à la page suivante, consacrée à ma famille et mes amis.

C'est avec une immense fierté que nous avons collaboré avec vous dans la réalisation de ce projet. Nous vous remercions pour le temps que vous nous avez consacré dans la réalisation de ce travail, mais aussi pour la pédagogie dont vous avez su faire preuve à notre égard.

Votre volonté de transmettre a transformé ces deux années en un enseignement sans égal. Ce projet en est l'aboutissement.

C'est avec la plus vive reconnaissance que nous vous témoignons notre volonté de poursuivre notre collaboration dans les années à venir.

Veuillez trouver dans ce travail, qui est le vôtre, nos plus sincères remerciements.

TABLE DES MATIÈRES :

Introduction	1
I. Maintien des tissus péri-implantaires lors de la phase chirurgicale : le concept SSA	3
A. Les stratégies classiques de remplacement d'une dent par un implant	3
B. Le protocole SSA : Les concepts clés	4
1. Maintenir les tissus péri-implantaires lors de la cicatrisation post-extractionnelle : la préservation tissulaire	
2. Obtenir une restauration prothétique biomimétique	
C. Concepts chirurgicaux et prothétiques du protocole SSA : Séquences	10
1. Extraction atraumatique	
2. Pose implantaire immédiate intraseptale	
3. Comblement osseux de l'alvéole	
4. Réalisation d'un pilier SSA	
5. Étapes prothétiques classiques	
D. La littérature : Survie, Résorption osseuse, Stabilité des tissus mous	18
II. Maintien des tissus péri-implantaires lors de la phase prothétique : ne pas dévisser	21
A. L'espace biologique péri-implantaire	21
1. Particularités de l'attache épithéliale péri-implantaire	
2. Particularités de l'attache conjonctive péri-implantaire	
B. Impact du dévissage sur la stabilité tissulaire	23
1. Revue de la littérature	
2. Mécanismes impliqués dans ce phénomène	

- a) La réaction de l'espace biologique suite à une agression
- b) L'usure des pièces augmente les contraintes transmises à l'os crestal péri-implantaire
- c) L'usure des pièces augmente la contamination bactérienne due à l'effet de pompage bactérien

C. Les stratégies réduisant le traumatisme tissulaire dû au dévissage	31
1. Utilisation d'un implant tissue-level	
2. Connection d'un pilier définitif au cours de la chirurgie	
a) « One abutment- One time »	
b) Connection d'un pilier adapté à la prothèse transvissée	
3. Ne pas dévisser la vis de cicatrisation pour l'empreinte implantaire : les vis de cicatrisation encodées	
a) Système Système BellaTek® Encode® de chez Biomet 3i®	
b) Système Esthetic Healing Abutments with ScanPeg® de chez Neoss®	
c) Système Profile Designer iphysio® de chez ETK	
III. Proposition d'un protocole de continuité entre chirurgie et prothèse pour le maintien des tissus : concept de « Scanbody individualisé »	39
A. Cahier des charges	39
B. Description du protocole à travers un cas clinique	40
C. Discussion	48
Conclusion	50
Bibliographie	51

TABLE DES FIGURES :

Figure 1 : Séquence de traitement lors implantation immédiate en secteur molaire suivant un protocole classique.

Figure 2 : Résorption tissulaire intense après une extraction.

Figure 3 : Pilier SSA réalisé en technique indirecte. Cas des docteurs Gary Finelle et Antoine Popelut.

Figure 4 : Comparaison du contour vestibulaire et du profil d'émergence dans le cas d'une stratégie sans préservation et maintien tissulaire (en haut) et dans le cas d'une stratégie avec préservation et maintien tissulaire : le protocole SSA (en bas). Cas du docteur Gary Finelle

Figure 5 : À gauche : restauration implantaire unitaire 46 selon un protocole classique d'extraction et implantation différée après cicatrisation. À droite : restauration implantaire unitaire 36 selon un protocole d'extraction-implantation immédiate avec une vis de cicatrisation personnalisée SSA. Cas du Docteur Gary Finelle.

Figure 6 : Le concept de Pink Esthetic Score, développé par Fürhauser et coll, note les différentes variables de l'esthétique gingivale sur une échelle de 0 à 2, le score maximal étant de 14 points. Image tirée du livre : « Chirurgie plastique et esthétique en parodontie et implantologie » Otto Zuhr, Marc Hürzeler, Quintessence International, p.133.

Figure 7 : Comparaison entre l'état initial et l'état final de la restauration implantaire unitaire de la 36 grâce à un protocole d'extraction-implantation immédiate avec vis de cicatrisation personnalisée SSA. Cas du Docteur Gary Finelle.

Figure 8 : Séparation des racines de 16 et 17.

Figure 9 : à gauche : Première molaire dont les racines ont été séparées avant l'extraction. à droite : Position adéquate de l'implant pour un profil d'émergence idéal : dans l'os septal à la base du tronc radiculaire³⁸.

Figure 10 : Classification des sites d'extraction molaires de SMITH et TARNOW³⁸.

Figure 11 : Comblement de l'alvéole après pose intraseptale de l'implant. Cas du docteur Nicolas Frydman.

Figure 12 : Pilier SSA. Cas du docteur Jerome Lipowicz.

Figure 13 : Principes de succès d'une ROG : le diagramme de PASS^{43,44}.

Figure 14 : Les deux différentes zones de contour d'un profil d'émergence et leur design conseillé. Dr Gary Finelle.

Figure 15 : Séquence complète d'un cas d'extraction-implantation immédiate de la dent 16 selon le protocole SSA ; avec une réalisation de la vis de cicatrisation personnalisée de manière indirecte par usinage au fauteuil d'après une empreinte numérique peropératoire. Cas du docteur Gary Finelle.

Figure 16 : Superposition des fichiers STL per-opératoires et des fichiers STL à 2 ans post-opératoires (avec la couronne). Mesure des dimensions tissulaires à différents niveaux⁴⁹.

Figure 17 : Variations dimensionnelles de la ligne de contour à deux ans post-opératoires par rapport à la situation préopératoire selon cette étude⁴⁹.

Figure 18 : À gauche : Repères de mesure des variations dimensionnelles du niveau osseux de la situation pré-extractionnelle et de la situation à 1 an post-opératoire. À droite : Données (non définitives) de variation dimensionnelle du niveau osseux par rapport à la situation préopératoire selon cette étude⁵⁰.

Figure 19 : Comparaison des caractéristiques des tissus mous du parodonte et du péri-implant. Crédits NobelBiocare®. Source : <https://www.nobelbiocare.com/blog/science/peri-implant-soft-tissue-barrier/#easy-footnote-bottom-1-3475>

Figure 20 : Tableau regroupant différents facteurs pouvant influencer la stabilité tissulaire^{53,59,63}.

Figure 21 : Tableau regroupant toutes les études cliniques et expérimentales sur l'effet du dévissage sur la stabilité du niveau osseux crestal péri-implantaire^{56,65-80}.

Figure 22 : Muqueuse à nue suite au dévissage de la vis de cicatrisation personnalisée (SSA). Cas du docteur Benoît Devin.

Figure 23 : Comparaison du placement d'un implant tissue-level et d'un implant bone-level.

Figure 24 : Système On1® de NobelBiocare®

Figure 25 : Système Connect® de MIS®

Figure 26 : Affaissement muqueux moyen (en mm) en fonction du temps (s) selon le biotype gingival (bleu : fin ; vert : épais)¹²⁶

Figure 27 : Vis de cicatrisation du système BellaTek® Encode® de chez Biomet 3i®

Figure 28 : Vis de cicatrisation et le transfert numérique d'empreinte correspondant du Système Esthetic Healing Abutments with ScanPeg® de chez Neoss®

Figure 29 : Vis de cicatrisation du système Profile Designer iphysio® de chez ETK® (de gauche à droite H1, H2, H3, H4)

Figure 30 : Modèle numérique de la situation initiale (à gauche) issue de l'empreinte analogique et CBCT préopératoire support de la planification implantaire dans le septum inter-radiculaire (à droite)

Figure 31 : Transformation du fichier numérique de la situation pré-extractionnelle (vert) en un fichier numérique d'anticipation de la situation post-extractionnelle (rose).

Figure 32 : de gauche à droite : emplacement du tube de guidage en fonction du placement de l'implant et de la trousse de chirurgie guidée ; modélisation du guide chirurgical à appui dentaire ; repère d'indexation en vestibulaire du guide.

Figure 33 : Segmentation de la dent à extraire sur les coupes 3D pour concevoir la vis de cicatrisation personnalisée.

Figure 34 : Fichier STL « Link » contenant la vis de cicatrisation personnalisée et encodée ainsi que le transfert d'empreinte numérique, permettant de faire le lien entre le placement du scanbody individualisé et le positionnement de l'implant.

Figure 35 : les 3 fichiers STL envoyés au laboratoire de prothèse avant l'intervention chirurgicale.

Figure 36 : à gauche : guide chirurgical imprimé et après insertion de la douille ; à droite : Scanbody individualisé

Figure 37 : Séquence chirurgicale complète du protocole, identique au protocole classique SSA.

Figure 38 : radiographie rétro-alvéolaire de contrôle directement à la fin de la chirurgie

Figure 39 : en haut à gauche : photographie en vue occlusale après cicatrisation ; en haut à droite : radiographie rétroalvéolaire de la situation après cicatrisation ; en bas à gauche : fichier STL issu de l'empreinte optique des deux hémi-arcades en occlusion ; en bas à droite : vue occlusale du fichier STL issu de l'empreinte optique du scanbody individualisé.

Figure 40 : « Matching » du fichier STL de la situation postopératoire après 3 mois de cicatrisation et du fichier STL « Link ».

Figure 41 : création des modèles de travail pour la réalisation de la couronne supra-implantaire

Figure 42 : Modèle de travail imprimé et couronne supra-implantaire en zircone multilayer collée sur embase titane.

Figure 43 : à gauche : photographie occlusale du berceau gingival après déconnection du scanbody individualisé ; au centre : photographie occlusale après insertion de la couronne supra-implantaire ; en haut à gauche : photographie en vue latérale de la couronne supra-implantaire ; en bas à gauche : radiographie rétro-alvéolaire après insertion de la couronne.

Figure 44 : Forme idéale du scanbody individualisé dans un objectif de maintien tissulaire.

Introduction :

Depuis les travaux de Bränemark, la recherche s'est concentrée sur une meilleure compréhension des processus d'ostéointégration, ce qui a contribué à réduire les temps de cicatrisation et à permettre l'utilisation d'implants plus courts et plus étroits notamment¹. L'ostéointégration optimale de l'implant est le garant d'une fonction implantaire réussie dans le temps et elle peut être évaluée selon les critères de succès proposés par Buser et al.² qui permettent de juger de la réussite d'une stratégie chirurgicale et prothétique.

Actuellement, le succès fonctionnel de l'implant ne suffit plus à lui seul à répondre aux demandes des patients et des cliniciens, qui attendent désormais un succès esthétique et biomimétique. En effet, les changements physiologiques et structurels consécutifs à la perte de la dent naturelle entraînent un affaissement plus ou moins important du parodonte pendant les étapes de cicatrisation³, nuisant au placement d'un implant dans une position prothétique favorable⁴ ainsi qu'à l'aspect naturel de la restauration implantaire. Ce dernier constat est d'autant plus fort lorsque la restauration est unitaire, tant les dents adjacentes et leurs parodontes sont des points de comparaisons directs avec l'aspect concave de la crête alvéolaire obtenu et l'aspect globuleux de la couronne supra-implantaire émergent de celle-ci.

L'évolution des techniques et des exigences nous encourage alors à rechercher une intégration esthétique optimale de la restauration implantaire, naturelle. Ce n'est plus seulement l'ostéointégration qui est recherchée mais aussi la bio-intégration, c'est à dire l'homogénéité de la restauration prothétique et de l'architecture muqueuse péri-implantaire par rapport aux dents naturelles adjacentes et contralatérales ainsi que leurs parodontes⁵.

Cette recherche d'une esthétique naturelle a été initiée dans le maxillaire antérieur et a permis d'identifier l'implication de nombreux paramètres cliniques intervenant dans l'intégration esthétique de la restauration prothétique supra-implantaire.

Ainsi, afin d'obtenir une bio-intégration de la restauration prothétique, la muqueuse péri-implantaire doit être soutenue par un volume osseux tridimensionnel adéquat, avec une table osseuse vestibulaire intacte, d'épaisseur et de hauteur suffisantes, en combinaison avec un positionnement correct de l'implant pour la restauration prothétique⁶. La déficience de l'anatomie osseuse apparaît alors comme un facteur critique de complications et d'échecs implantaires tant fonctionnels qu'esthétiques^{7,8}. Ces dimensions tissulaires peuvent alors soit être reconstruites par le biais de greffes osseuses et gingivales pré-prothétique, soit être préservées après l'extraction afin d'être maintenues dans leur position d'origine.

Ces techniques permettant de minimiser la perte de volume tissulaire et de maintenir l'architecture des tissus de soutien dans une position naturelle, ont l'avantage d'apporter aux patients des solutions rapides, peu invasives et souvent plus économiques. Elles reposent sur des procédures chirurgicales et prothétiques peu traumatisques qui vont préserver et maintenir les tissus directement après l'extraction.

Ces procédures, limitées au secteur antérieur maxillaire, sont maintenant étendues à l'intégralité des restaurations implantaires unitaires car les exigences en termes d'esthétique augmentent même dans les zones postérieures.

Ainsi, lors d'une restauration implantaire unitaire dans le secteur postérieur, il faut bien comprendre les méthodes de maintien des tissus péri-implantaires dès l'étape d'extraction et les adapter aux spécificités des zones postérieures. De plus, il ne faut pas oublier que le maintien et la préservation tissulaire doit être le fil conducteur de la phase chirurgicale mais aussi de la phase prothétique afin d'obtenir, lors de l'étape de maintenance, le maximum de support tissulaire ostéo-muqueux garantissant la stabilité du succès esthétique, biologique et fonctionnel sur le long terme⁶.

Dans le cadre de ce travail, nous verrons tout d'abord comment se manifestent les modifications post-extractionnelles de l'architecture ostéo-muqueuse et comment celles-ci nuisent à la réussite fonctionnelle mais aussi esthétique de la restauration implanto-portée remplaçant cette dent. Nous étudierons alors un protocole chirurgical de maintien tissulaire proposé par les docteurs Gary Finelle et Antoine Popelut, le protocole SSA, associant l'implantation immédiatement après l'extraction de la dent postérieure et le maintien des structures osseuses et gingivales à l'aide d'une vis de cicatrisation personnalisée à l'alvéole d'extraction.

Nous étudierons ensuite un ensemble d'évènements pouvant conduire à la déstabilisation des structures tissulaires péri-implantaires lors de la phase prothétique : le dévissage répété de la vis de cicatrisation ou du pilier implantaire. Une fois l'impact de ce dévissage établi, nous verrons quelles sont les stratégies déjà employées afin de réduire ce phénomène.

Dans une dernière partie, nous décrirons un protocole expérimental de scan body individualisé réalisé au sein du Service de Consultations et Traitements Dentaires des Hospices Civils de Lyon. Ce protocole permet le maintien des tissus péri-implantaires dans leur situation pré-extractionnelle, de la phase chirurgicale à la fin de la phase prothétique, et donc jusqu'à la mise en place de la restauration supra-implantaire.

I. Maintien des tissus péri-implantaires lors de la phase chirurgicale : le concept SSA

A. Les stratégies classiques de remplacement d'une dent par un implant

Lors du remplacement d'une dent postérieure par un implant ; différentes stratégies ont déjà été décrites, les plus classiques étant :

- Extraction de la dent et implantation « différée » à 3 mois.
- Extraction de la dent, préservation de l'alvéole d'extraction grâce à des biomatériaux et l'implantation « retardée » après 6 mois de cicatrisation. L'objectif est de contrer partiellement la résorption de la table osseuse vestibulaire avec la mise en place d'un biomatériaux limitant l'affaissement tissulaire et servant de matrice à la cicatrisation. Le site sera alors fermé en recouvrant le matériau par une membrane ou par la réalisation d'un lambeau et de la traction de celui-ci⁹⁻¹¹.
- Extraction de la dent et implantation « immédiate » dans le septum inter radiculaire et l'os alvéolaire situé apicalement aux alvéoles. La fermeture primaire du site est obtenue par un lambeau et une traction de celui-ci, soit pour enfouir l'implant, soit pour plaquer la gencive autour d'un pilier de cicatrisation^{12,13}.

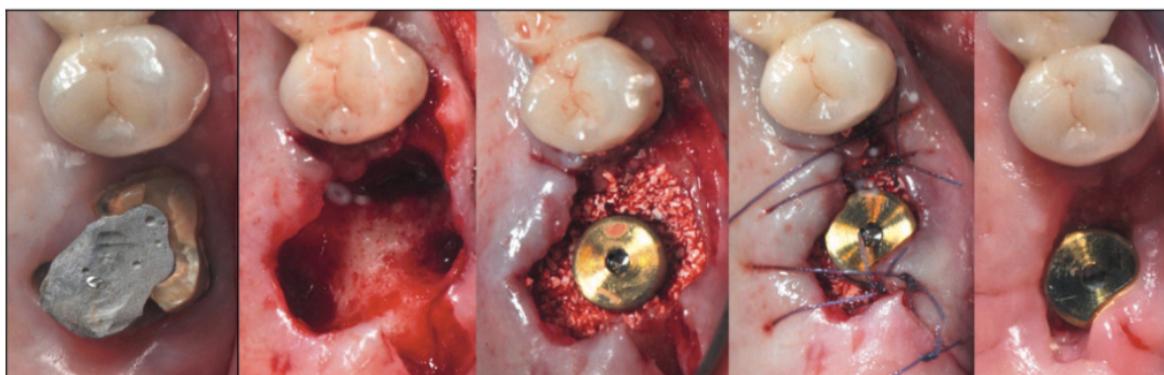


Figure 1 : Séquence de traitement lors implantation immédiate en secteur molaire suivant un protocole classique¹³.

Dans la zone postérieure, les phénomènes physiologiques dues à l'extraction de la dent vont engendrer une perte tissulaire pouvant aller jusqu'à 50% de la dimension horizontale de la crête si aucune procédure de préservation tissulaire n'est réalisée³. Lorsqu'un lambeau est tracté, la quantité de gencive kératinisée placée en vestibulaire est réduite après cicatrisation car elle est déplacée en direction linguale/palatine.

Ainsi, ces stratégies classiques ont en commun l'obtention de changements tridimensionnels plus ou moins importants des structures muqueuse et osseuse péri-implantaires en comparaison à la situation de ces tissus avant l'extraction^{3,9-12,14,15}.

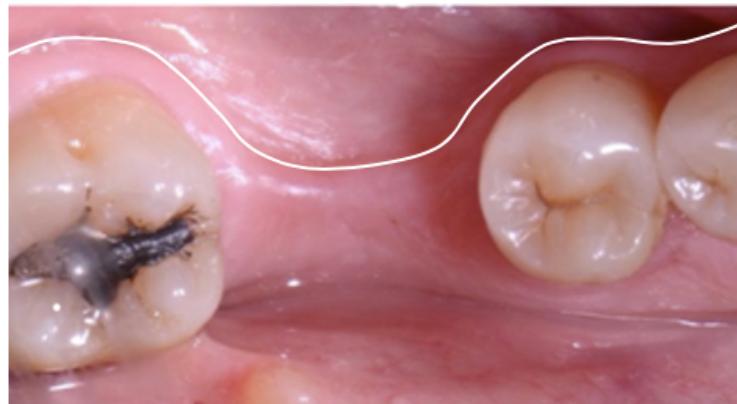


Figure 2 : Résorption tissulaire intense après une extraction.

B. Le protocole SSA : les concepts clés

Le SSA ou Sealing Socket Abutment (Pilier de scellement d'alvéole) est défini en 2014 par Gary Finelle et Antoine Popelut comme un « dispositif de cicatrisation supra-implantaire anatomique post-extractionnel, dont seule la partie transmuqueuse est présente et qui sert de barrière mécanique entre le site chirurgical et la cavité orale ».

Ce pilier SSA est la pierre angulaire d'un protocole d'extraction-implantation dans la zone postérieure, maxillaire ou mandibulaire, se voulant simple et reproductible. Cette procédure est indiquée lors qu'une dent postérieure doit être extraite et que le remplacement par un implant a été décidé. Le patient ne doit pas présenter de critères d'exclusion à la chirurgie implantaire et la corticale vestibulaire de la dent à extraire doit être intacte et sans récession gingivale associée. Ce protocole est une séquence d'actes bien codifiés dont l'idée est de maintenir et stabiliser les tissus de la zone extractionnelle en minimisant le caractère invasif de la chirurgie et en guidant la cicatrisation de ces tissus.

La préservation tissulaire est au service de deux objectifs :

- Un objectif de pérennité du traitement : maintenir une quantité de tissus de soutien optimal à la stabilité de l'ensemble implant-prothèse-tissus péri-implantaires dans le temps.
- Un objectif esthétique : le biomimétisme et une prédictibilité esthétique est recherchée.



Figure 3 : Pilier SSA réalisé en technique indirecte. Cas des docteurs Gary Finelle et Antoine Popelut.

1. Maintenir les tissus péri-implantaires lors de la cicatrisation post extractionnelle : la préservation tissulaire

Au cours des deux dernières décennies, il est devenu évident que des altérations dimensionnelles surviennent après une extraction se produisent inévitablement en raison de la résorption de l'os alvéolaire en tant que structure dépendante des dents. Les facteurs en cause sont les prédispositions génétiques, le manque de stimulus fonctionnel ainsi que le manque d'approvisionnement sanguin vasculaire par perte du ligament parodontal³. De plus, la quantité de résorption tissulaire n'est pas constante ; elle dépend de différents facteurs comme le caractère invasif de la chirurgie ou le guidage de la cicatrisation osseuse et gingivale.

La connaissance de ces facteurs a conduit à la codification de protocoles centrés sur la réduction de la résorption osseuse et sur le maintien des tissus mous dans leur situation d'origine, d'abord dans la zone antérieure, et maintenant dans la zone postérieure.

Le protocole SSA, centré sur le minimalement invasif, allie avulsion atraumatique, implantation immédiate, comblement alvéolaire et temporisation immédiate à l'aide d'une vis de cicatrisation personnalisée appelée SSA. L'objectif est de préserver les tissus et non de les reconstruire postérieurement. Les techniques de greffes osseuses utilisées avant ou pendant la chirurgie implantaire pour augmenter les dimensions tissulaires sont des processus longs, coûteux, invasifs et ne permettent pas d'obtenir des résultats esthétiques prédictibles. La philosophie du protocole SSA est de maintenir les tissus plutôt que les remodeler de façon imprévisible.

Pour cela, ce protocole cloisonne les tissus après une extraction le moins traumatisant possible. Au niveau osseux ce cloisonnement se fait grâce à un substitut faiblement résorbable comme lors d'une préservation alvéolaire sans implantation immédiate. Au niveau gingival, le collapse est évité, en cloisonnant la muqueuse grâce à une vis de cicatrisation personnalisée à l'alvéole : c'est le SSA.

Toutes les étapes du protocole SSA visent à obtenir le moins de résorption tissulaire et donc le plus de tissus pour une meilleure pérennité du traitement implantaire.

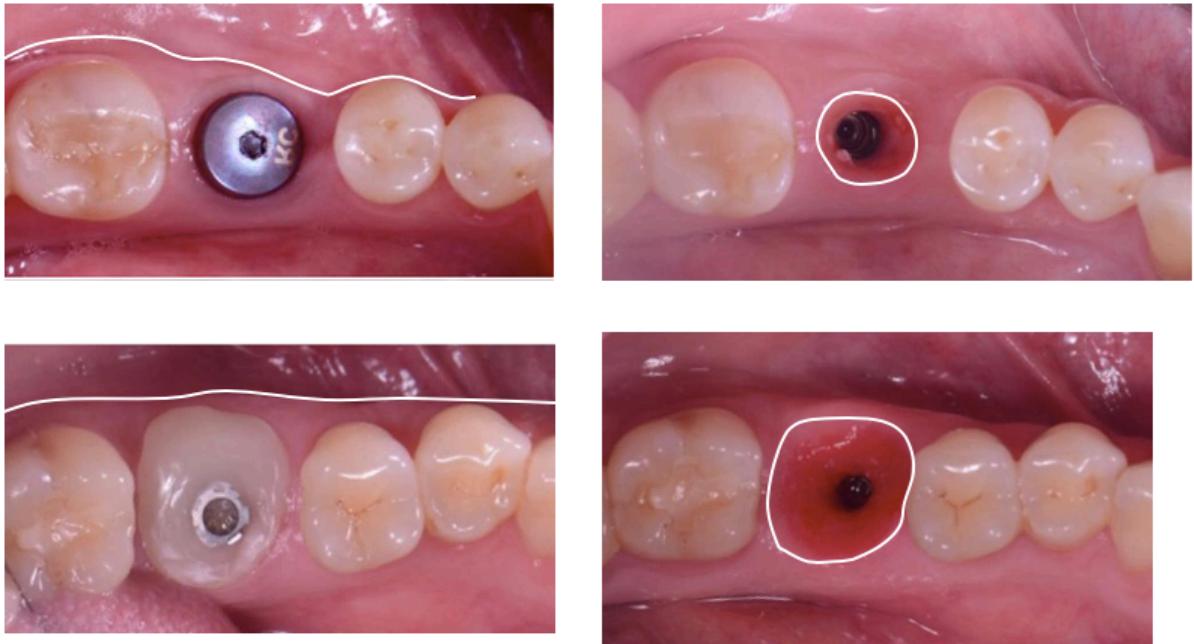


Figure 4 : Comparaison du contour vestibulaire et du profil d'émergence dans le cas d'une stratégie sans préservation et maintien tissulaire (en haut) et dans le cas d'une stratégie avec préservation et maintien tissulaire : le protocole SSA (en bas).

Cas du docteur Gary Finelle

2. Obtenir une restauration prothétique biomimétique

Outre la réussite biologique et fonctionnelle d'une restauration prothétique implantaire, sa réussite esthétique est un objectif que doit avoir le chirurgien-dentiste et cela dès l'étape d'extraction, car les attentes du patient dans ce domaine sont grandissantes. Le concept d'esthétisme est subjectif, et peut parfois être bien différent entre le patient et le praticien. Le biomimétisme, correspond à un aspect visuel et fonctionnel imitant les caractéristiques naturelles d'une structure. Cet aspect naturel, préservé ou reconstruit, est associé à la réussite esthétique d'un traitement¹⁶.

La dynamique de remodelage tissulaire post-extractionnelle associée à une stratégie ne maintenant pas les dimensions tissulaires entraîne l'obtention d'un contour vestibulaire ostéo-muqueux et un profil d'émergence de la restauration prothétique très différent de l'aspect initial chez le patient. La ligne de jonction muco-gingivale est même déplacée coronairement dans la zone d'extraction après cicatrisation, en particulier lorsqu'un lambeau a été réalisé et tracté afin d'obtenir une fermeture primaire du site. En l'absence d'un travail d'amélioration tissulaire lors des étapes prothétiques, l'aspect de la restauration prothétique supra-implantaire à la fin du traitement ne sera alors pas naturelle et peut ne pas correspondre aux attentes du patient. Le concept SSA, par son maintien des tissus péri-implantaires dans les étapes de cicatrisation post-extractionnelle, va chercher à maintenir l'architecture tissulaire naturelle plutôt que la reproduire en la reconstruisant. Le biomimétisme de la partie de tissus

mous (le « Pink ») ainsi optimisé, permettra une restauration prothétique (la partie « White ») biomimétique, elle aussi. En effet, ces deux structures sont interconnectées, en particulier au niveau du profil d'émergence faisant la jonction entre tissus de soutien et couronne supra-implantaire.

Pour illustrer l'importance de la recherche du biomimétisme dans la restauration implantaire unitaire en zone postérieure, nous allons analyser la situation d'un patient ayant bénéficié, au niveau de 46, de l'avulsion de sa dent et de l'implantation dans un second temps sans préservation ou reconstruction tissulaire puis, au niveau de 36, du protocole d'extraction-implantation avec vis de cicatrisation personnalisée SSA (Figure 5).

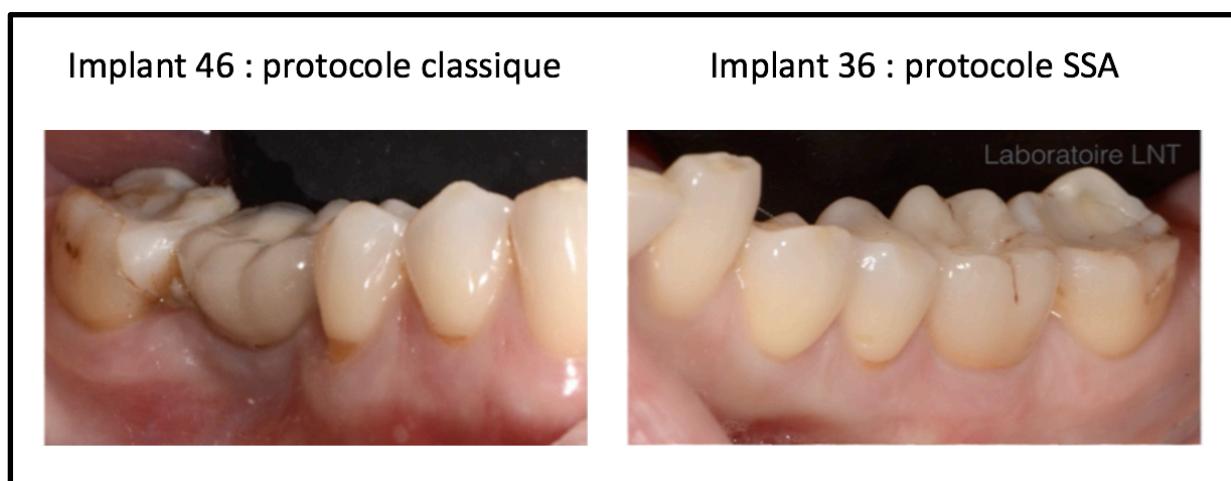


Figure 5 : À gauche : restauration implantaire unitaire 46 selon un protocole classique d'extraction et implantation différée après cicatrisation. À droite : restauration implantaire unitaire 36 selon un protocole d'extraction-implantation immédiate avec une vis de cicatrisation personnalisée SSA. Cas du Docteur Gary Finelle.

Afin d'analyser la réussite esthétique et fonctionnelle d'un traitement, plusieurs échelles existent. En antérieur, nous utiliserions le « Pink Esthetic Score » (PES) et le « White Esthetic Score » (WES) qui sont deux échelles d'indices esthétiques complémentaires couramment utilisées afin de comparer la situation clinique initiale puis finale d'un traitement^{17,18}. Elles ont recours à des indices numériques quantifiant l'intégration de la prothèse au biotype gingival pour le PES et le mimétisme de celle-ci vis à vis des dents controlatérales pour le WES. Un score élevé préopératoire, traduit une situation plus favorable et propice à un résultat esthétique satisfaisant, alors qu'un score faible traduit une déficience des tissus et donc une difficulté accrue pour obtenir un résultat esthétique satisfaisant.

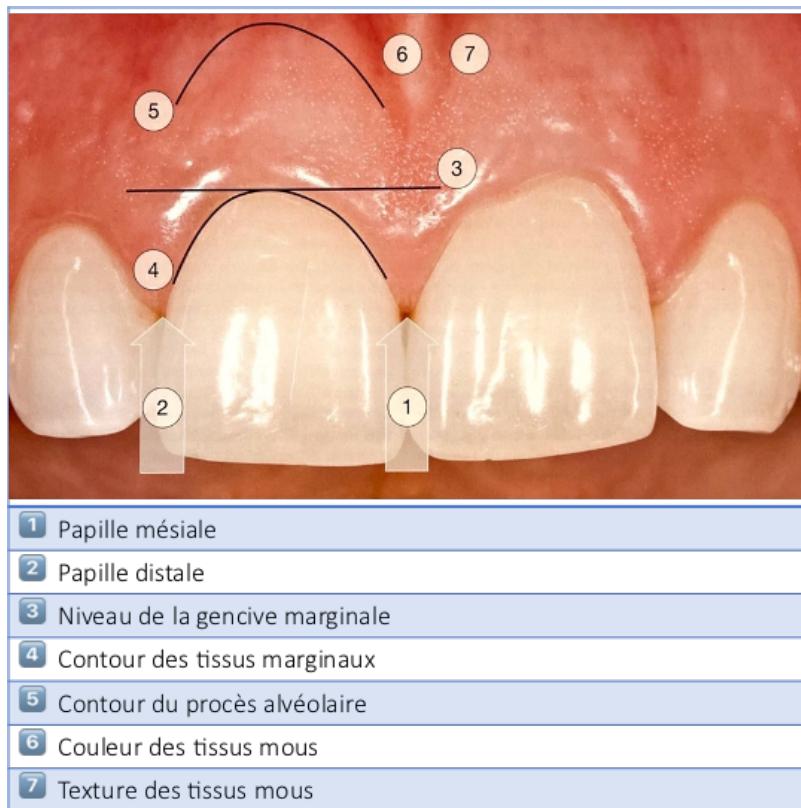


Figure 6 : Le concept de Pink Esthetic Score, développé par Fürhauser et coll, note les différentes variables de l'esthétique gingivale sur une échelle de 0 à 2, le score maximal étant de 14 points³¹. Zuh O, Hürzeler M. Chirurgie plastique et esthétique en parodontie et implantologie. Quintessence International, p.535.

En postérieur, le « Functional Implant Prosthodontic Score » (FIPS) est une échelle proposée par Joda et coll permettant d'évaluer les restaurations implanto-portées unitaires dans cette zone¹⁹.

Il combine une évaluation de paramètres cliniques et radiographiques dans un objectif de réussite fonctionnelle de l'implant. Il existe 5 variables auxquelles on attribue un score de 0 à 2 pour obtenir un score total sur 10 :

- (1) interproximale : point de contact mésio-distal avec présence de la papille interdentaire
- (2) occlusion : évaluation de l'occlusion statique et dynamique
- (3) design : aspect prothétique implantaire (contour, forme, teinte, finition...)
- (4) muco-gingivale : quantité et qualité des tissus mous (kératinisation et attache)
- (5) osseuse : perte osseuse mésiale et distale objectivée radiographiquement

Bien que très adaptée aux préoccupations que l'on avait jusqu'à maintenant sur une réussite quasi exclusivement biologique et fonctionnelle des restaurations implantaires unitaires postérieures, cette échelle ne prend pas en compte l'intégration esthétique avec les dents naturelles adjacentes. Il n'est pas mesuré, entre autres, le contour gingival, la convexité des tissus mous, le profil d'émergence de la restauration prothétique.

En passant notre situation clinique au crible du FIPS, le score ne rendrait pas compte de la différence conséquente entre les deux restaurations, et donc ne rendrait pas compte de la différence de satisfaction ressentie par le praticien et le patient, à la fin du traitement.

Ainsi, afin de donner une place centrale au biomimétisme de la situation finale dans l'analyse et le choix des stratégies implantaires unitaires en secteur postérieur, il faut analyser ces situations de la même façon qu'en secteur antérieur.

En utilisant le PES sur notre situation clinique, on obtient un score de 4 ou 5 au niveau de 46 et de 10 ou 12 au niveau de 36 selon l'opérateur de l'évaluation. Ainsi, en partant de situations initiales potentiellement identiques entre les deux quadrants, deux stratégies chirurgicales ont obtenu des résultats esthétiques sensiblement différents.

Dans un objectif de succès esthétique d'une restauration implanto-portée unitaire dans le secteur postérieur, il est alors nécessaire d'avoir recours aux mêmes exigences que dans le secteur antérieur en termes de stratégie, de technique de maintien tissulaire, de matériaux et d'échelles d'évaluations.

Le concept SSA repose sur les mêmes concepts, bien établis, pour les extraction-implantation et mise en esthétique immédiate du secteur antérieur, en les transposant en postérieur. Il a pour objectif d'assurer une intégration esthétique optimale de la restauration prothétique au sein du biotype gingival et des dents adjacentes, biomimétique, avec une faible variation du PES et WES entre la situation initiale et la situation finale (Figure 7).



Figure 7 : Comparaison entre l'état initial et l'état final de la restauration implantaire unitaire de la 36 grâce à un protocole d'extraction-implantation immédiate avec vis de cicatrisation personnalisée SSA. Cas du Docteur Gary Finelle.

En diminuant la résorption et en stabilisant le complexe ostéo-muqueux, c'est le succès thérapeutique et esthétique qui est augmenté^{20,21}.

C. Concepts chirurgicaux et prothétiques du protocole SSA : Séquences

Le protocole SSA repose sur l'adaptation au secteur postérieur des études de Chu et Tarnow sur le concept du traitement de la « Dual-Zone » lors de l'implantation immédiate en secteur antérieur²².

La séquence chirurgicale suit le même parcours, mais est adaptée aux spécificités du secteur postérieur comme l'anatomie de l'alvéole d'extraction ou l'impossibilité de réaliser une restauration temporaire dues aux contraintes occlusales.

1. Avulsion atraumatique

Même si l'extraction dentaire est considérée comme une procédure simple, elle doit être effectuée avec soin, en considérant les modifications dimensionnelles de la crête qui suivront³.

En effet, le traumatisme chirurgical causé par l'avulsion est un facteur majeur dans l'intensité du remodelage tissulaire pendant la cicatrisation¹. Réduire ce traumatisme, permet de maintenir l'apport sanguin du périoste et de l'endoste pour un potentiel de guérison maximum²¹ (le ligament parodontal, troisième apport sanguin parodontal, étant éliminé lors de l'extraction dentaire).

Ce traumatisme, dépend par exemple de la force transmise à l'os par les instruments d'extraction qui vont engendrer, par exemple, des compressions ou des fractures. Ces traumatismes sont à l'origine de ruptures vasculaires intra-osseuses responsables d'une résorption intense des murs osseux fragiles comme la table alvéolaire vestibulaire¹. Le recours à l'élévation d'un lambeau pour réaliser l'extraction est aussi associée à un plus grand traumatisme et donc à une plus grande résorption de la table alvéolaire vestibulaire²³ car il rompt la vascularisation périostée, même si son effet réel sur la perte tissulaire est discuté²⁴.

C'est pourquoi il est recommandé lors des chirurgies d'implantation immédiate de limiter le traumatisme pour préserver la table alvéolaire externe, le septum inter-radicalaire ainsi que la muqueuse péri-alvéolaire (en particulier les papilles interdentaires). Pour cela, il est conseillé de travailler sans lambeau, déposer les restaurations coronaires et corono-radicalaires, puis de séparer les racines pour les retirer individuellement et ainsi minimiser la pression exercée sur les parois osseuses. Le recours à des instruments spécifiques, moins traumatiques, comme les périotomes, piézotomes ou les extracteurs verticaux, sont eux aussi recommandés^{21,25,26}.

L'étape d'extraction atraumatique est l'étape qui doit nécessiter le plus de temps et de patience dans le protocole SSA.



Figure 8 : Séparation des racines de 16 et 17.

2. Pose implantaire immédiate intraseptale

L'implantation immédiate est une procédure plébiscitée par nos patients car elle offre le confort de diminuer le nombre de séances et la durée globale du traitement. Ne pas l'envisager, pourrait être considéré comme une perte de chance pour le patient, car cette procédure présente un excellent taux de succès, que ce soit en terme d'ostéointégration ou de survie, même en zone postérieure^{28,29,30}. De plus, la présence d'une pathologie péri-apicale, ne contre-indique pas cette procédure si un nettoyage minutieux du site d'extraction est réalisé^{31,32,33}.

Cependant, le placement immédiat d'un implant dans une alvéolaire d'extraction, est une procédure complexe dont les indications et le protocole doivent être scrupuleusement respectés³⁴ afin d'éviter une résorption incontrôlée de la corticale vestibulaire et la récession gingivale qui lui est associée^{35,36,37}.

Pour ce faire, des critères de réussite de l'implantation immédiate ont été établis très précisément concernant le secteur antérieur²¹ :

- Extraction atraumatique réalisée sans lambeau
- Épaisseur de corticale vestibulaire supérieure à 2mm
- Obtention d'une stabilité primaire avec un ancrage apical de 2 à 4mm minimum intra-osseux
- Design implantaire favorable à la stabilité primaire
- Comblement du hiatus supérieur à 2mm entre l'os et l'implant avec un matériau à résorption lente
- Biotype gingival épais ou greffe conjonctive enfouie préalable
- Mise en esthétique immédiate pour figer les tissus mous

En appliquant ces critères au secteur postérieur et à ses spécificités, l'obtention d'une stabilité primaire suffisante, qui est primordiale au succès de cette technique²⁷, représente un véritable défi pour le praticien.

En effet, l'anatomie radiculaire spécifique aux dents pluriradiculées rend difficile l'obtention de cette stabilité mécanique. Pour respecter l'axe prothétique de la future couronne implanto-portée, l'implant devra être posé entre les racines dans le septum inter-radiculaire et dans l'os apical aux alvéoles d'extraction (Figure 9).



Figure 9 : à gauche : Première molaire dont les racines ont été séparées avant l'extraction. à droite : Position adéquate de l'implant pour un profil d'émergence idéal : dans l'os septal à la base du tronc radiculaire³⁸.

Ainsi, avant l'extraction de la dent, il faudra évaluer si l'anatomie du septum inter-radiculaire est favorable à l'ancrage d'un implant en se basant sur la classification des alvéoles d'extraction molaire de Smith et Tarnow³⁸ ainsi que la possibilité de préserver ce septum lors de l'extraction. Pendant l'extraction, si l'os inter-radiculaire est perdu ou fracturé, l'implantation immédiate ne pourra pas être réalisée³⁹. Lors de la planification il faudra aussi accorder une attention particulière à la proximité des obstacles anatomiques, que sont le nerf alvéolaire inférieur à la mandibule et le sinus maxillaire au maxillaire, pouvant limiter la possibilité d'obtenir de l'ancrage apicalement au niveau des alvéoles.

Classification des sites d'extraction molaires de SMITH et TARNOW :		
	Type A : os septal peut sertir complètement la partie coronaire de l'implant.	
	Type B : os septal suffisant pour stabiliser l'implant mais ne peut pas le contenir entièrement.	
	Type C : os septal insuffisant pour stabiliser l'implant sans rechercher l'ancrage dans les parois de l'alvéole ou apicalement à celle ci.	

Figure 10 : Classification des sites d'extraction molaires de SMITH et TARNOW³⁸.

Concernant l'anatomie des septa inter-radiculaires, les premières molaires supérieures ou inférieures sont les plus favorables à un protocole d'implantation immédiate grâce à une divergence marquée de leurs racines et donc une configuration du site d'extraction de type A ou B, les plus favorables à ce type de procédure.

Une autre difficulté de la zone postérieure, est que ces alvéoles d'extraction, multiples, présentent une moindre résistance lors du forage ou de la pose de l'implant, pouvant alors faire dévier l'axe de celui-ci dans différentes directions et donc dans un axe moins favorable à la future prothèse. Il pourra être intéressant de réaliser l'ostéotomie de forage avant d'extraire les racines de la dent naturelle⁴⁰ et/ou d'avoir recours à la chirurgie guidée afin de guider le positionnement de l'implant dans une position optimale.

Cependant, différentes études montrent que la pose immédiate de l'implant après l'extraction ne suffit pas à elle seule à limiter la désorganisation de l'architecture du complexe ostéo-muqueux¹, et doit être associée au comblement de l'espace entre l'implant et les parois de l'alvéole^{1,3} ainsi qu'au maintien des tissus par une pièce prothétique guidant la cicatrisation osseuse et gingivale.

3. Comblement osseux de l'alvéole

Les études de Araujo et coll ont permis d'identifier l'impact favorable sur la résorption osseuse post-extractionnelle du comblement de l'alvéole d'extraction par un matériau faiblement résorbable, associé à une membrane, lorsque l'implantation est différée^{1,3,21}. Les matériaux de substitution osseuse, qu'ils soient allogéniques, autogéniques, xénogéniques ou synthétiques, peuvent être utilisés dans l'espace libre entre l'implant et les parois de l'alvéole pour améliorer la quantité de tissus.

Le biomatériau sert alors de matrice au maintien des tissus et du caillot, de la cicatrisation initiale jusqu'à la néoformation tissulaire. Un article d'Araújo, Linder et Lindhe a suggéré que les particules d'un matériau de xénogreffe peuvent être incorporées dans le profil transgingival des tissus mous sans aucune réaction inflammatoire, et permettraient d'augmenter la quantité de tissus mous dans cette zone¹⁰.



Figure 11 : Comblement de l’alvéole après pose intraseptale de l’implant. Cas du docteur Nicolas Frydman.

La nécessité d’avoir recours aux matériaux de comblement est actuellement discutée en raison de la géométrie de l’espace comblé. En effet, les alvéoles d’extraction présentent 4 parois et donc un environnement de régénération très favorable. De nouvelles études, en cours de réalisation, ont été mis en place afin de comparer les variations dimensionnelles de la cicatrisation post-extractionnelle dans des procédures de SSA avec ou sans comblement osseux des alvéoles.

Ce matériau de comblement ne sera pas recouvert par une membrane dans la procédure SSA, mais par une vis de cicatrisation personnalisée aux dimensions de l’alvéole d’extraction, qui assurera le rôle de barrière entre le milieu extérieur et le caillot de cicatrisation.

4. Réalisation d’un pilier SSA

Le protocole SSA repose sur l’adaptation au secteur postérieur des études de Chu et Tarnow sur le concept du traitement de la « Dual-Zone » lors de l’implantation immédiate en secteur antérieur²². Ces auteurs ont montré que la combinaison d’un comblement osseux de l’espace entre l’implant et les parois de l’alvéole, ainsi qu’une restauration provisoire venant sceller la zone, entraîne moins de désorganisation dimensionnelle lors d’une extraction-implantation immédiate dans le secteur antérieur^{41,42}.

Le pilier SSA est une vis de cicatrisation personnalisée qui va permettre de maintenir les tissus mous dans leur situation pré-extractionnelle, stabiliser le caillot de la cicatrisation alvéolaire et guider la néoformation tissulaire afin d’obtenir un profil d’émergence naturel et favorable à la santé de l’implant et de ses tissus de soutien. Cette vis de cicatrisation personnalisée peut être fabriquée en amont de la chirurgie lorsqu’elle est associée à une chirurgie guidée, ou alors être réalisée en peropératoire soit directement en résine composite soit indirectement grâce à des techniques de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) avec une usineuse de cabinet ou une imprimante 3D.

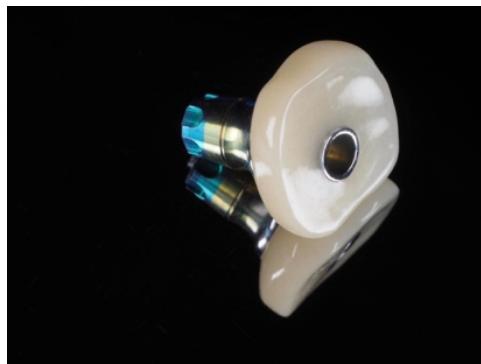


Figure 12 : Pilier SSA. Cas du docteur Jerome Lipowicz.

La première fonction du pilier de cicatrisation personnalisé SSA est de jouer le rôle de maintien tissulaire.

L'objectif est d'empêcher la fermeture muqueuse de l'alvéole qui se produit dans les deux premières semaines de cicatrisation, ce qui désorganise l'architecture des tissus mous, ainsi que le remodelage osseux sous-jacent. Les mécanismes d'interaction entre le remodelage muqueux et le remodelage osseux sont encore mal connus.

La deuxième fonction de cette pièce, est d'assurer un rôle de barrière séparant le milieu extérieur du site de cicatrisation de l'implant et des tissus péri-implantaires.

Le SSA protège, contient et maintien le caillot ainsi que le matériau de comblement osseux pendant la phase de cicatrisation. Ce faisant, cette vis de cicatrisation personnalisée remplit tous les critères du « Diagramme de PASS » conditionnant le succès des régénérations osseuses^{43,44}. La fermeture atraumatique, étanche, mais aussi rigide, permise par le pilier SSA optimise ainsi la réponse tissulaire.

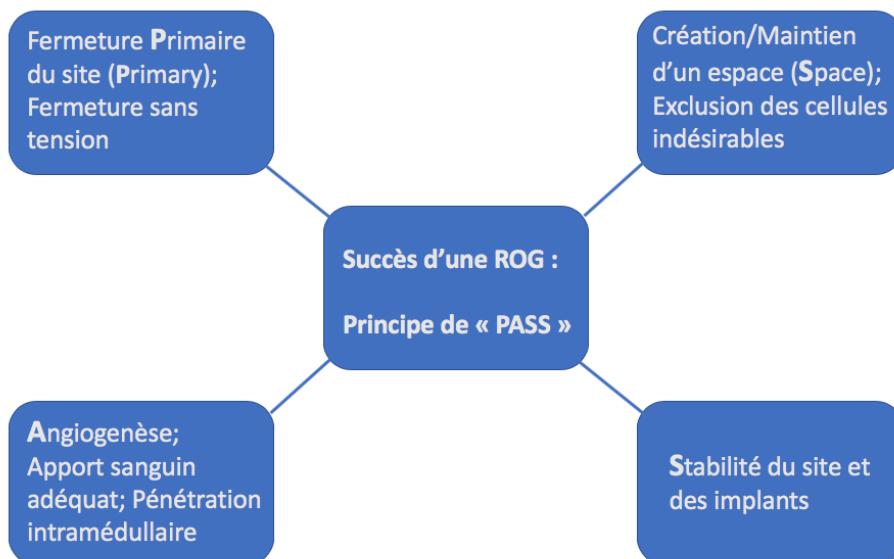


Figure 13 : Principes de succès d'une ROG : le diagramme de PASS^{43,44}.

La dernière fonction de ce pilier de cicatrisation est de modeler la forme et la quantité de tissu péri-implantaire pendant la phase de cicatrisation.

Une attention particulière est donnée à la forme de ce pilier au niveau de son profil transgingival. Il est homothétique à la situation pré-extractionnelle dans sa partie la plus coronaire (Zone Critique) pour maintenir les tissus mous, fermer de façon étanche l'alvéole et offrir un profil d'émergence naturel. Dans sa partie la plus apicale (Zone Sub-critique), il est plus étroit que la dent extraite afin d'améliorer au maximum la quantité de tissus mous péri-implantaires autour de l'implant⁴⁵.



Figure 14 : Les deux différentes zones de contour d'un profil d'émergence et leur design conseillé. Dr Gary Finelle.

De plus, Rompen et coll ont démontré qu'une forme concave de la zone sub-critique réduit la récession gingivale vestibulaire et stabilise le niveau gingival dans le temps⁴⁶. De même, Finelle et coll ont montré qu'une forme étroite de la vis de cicatrisation dans la zone sub-critique permet une meilleure stabilité du niveau osseux péri-implantaire pendant la phase de cicatrisation, et peut même permettre une apposition osseuse au niveau de la plateforme implantaire⁴⁷.

L'étape charnière du protocole SSA pour le maintien optimal des tissus mous et durs est la réalisation de cette vis de cicatrisation personnalisée stabilisant les tissus dans leur position pré-extractionnelle et guidant la formation des nouveaux tissus issus du caillot et du matériau de comblement.

5. Étapes prothétiques classiques

La suite du protocole rejoint les procédures classiques d'empreinte et de réalisation de la couronne supra-implantaire, après une période de 3 mois de cicatrisation.

D'un point de vue prothétique, le conditionnement de l'architecture de l'espace transmuqueux par la forme donnée au pilier SSA assure une continuité biologique entre la phase chirurgicale et la phase restauratrice, facilitant *in fine* les étapes prothétiques cliniques (empreinte, insertion passive...) et de laboratoire (gestion du profil d'émergence, identification de la ligne cervicale vestibulaire...).

Deux séances au minimum sont nécessaires. Lors de la première séance prothétique, 3 mois après la chirurgie, le pilier SSA est déconnecté pour faire place à un transfert d'empreinte analogique ou numérique afin d'enregistrer la position de l'implant et du berceau gingival, puis reconnecté. Lors de la deuxième séance, le pilier SSA est déconnecté une dernière fois pour faire place à une couronne supra-implantaire.

Cette couronne présente le même profil d'émergence que la dent extraite garantissant un aspect naturel à la restauration, respectant ainsi les principes de biomimétisme.



Figure 15 : Séquence complète d'un cas d'extraction-implantation immédiate de la dent 16 selon le protocole SSA ; avec une réalisation de la vis de cicatrisation personnalisée de manière indirecte par usinage au fauteuil d'après une empreinte numérique peropératoire. Cas du docteur Gary Finelle.

D. La littérature : Survie, Résorption osseuse, Stabilité des tissus mous

À ce jour, 3 études de l'équipe de Gary Finelle nous renseignent sur la survie, la stabilité du volume osseux et des tissus mous (une a été publiée⁴⁸, une autre est en cours de publication⁴⁹ et la dernière est en cours de préparation⁵⁰).

Digitalized CAD/CAM Protocol for the Fabrication of Customized Sealing Socket Healing Abutments in Immediate Implants in Molar Sites. A Case series. Finelle G, Sans-Martin I, Knafo B, Figué M, Popelut A

La première étude, s'intéressant à la survie, montre un taux de succès de 100% à 5 ans sur un effectif de 30 implants. Ces implants ont été placés après extraction de la première ou la deuxième molaire, avec réalisation d'un pilier SSA au fauteuil grâce au système CEREC. Cette étude montre des suites postopératoires silencieuses, avec une cicatrisation optimale. Le contrôle clinique souligne une position des tissus mous maintenue, stable, tout comme le volume vestibulaire et papillaire.

Sealing Socket Abutment (SSA) in molar immediate implants with a digitalized CAD-CAM protocol. Soft tissue contour changes and radiographic outcomes after 2 years. International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. Gary Finelle, Bryan Knafo, Antoine Popelut, Ignacio Sanz Martin

La deuxième étude, acceptée à la publication à l'IJPRD (International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry) porte sur la stabilité des tissus mous. 25 cas ont été analysés en superposant les fichiers STL issus de l'empreinte numérique de la situation pré opératoire avec ceux issus de l'empreinte numérique au bout de 2 ans post opératoires, avec la couronne en place. Cette étude montre la présence d'une résorption tissulaire, d'environ 1mm. Cette valeur est, d'après les auteurs, beaucoup plus faible que sans la procédure SSA.

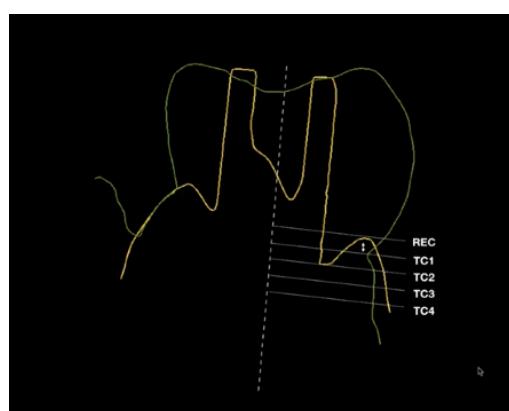


Figure 16 : Superposition des fichiers STL per-opératoires et des fichiers STL à 2 ans post-opératoires (avec la couronne).
Mesure des dimensions tissulaires à différents niveaux⁴⁹.

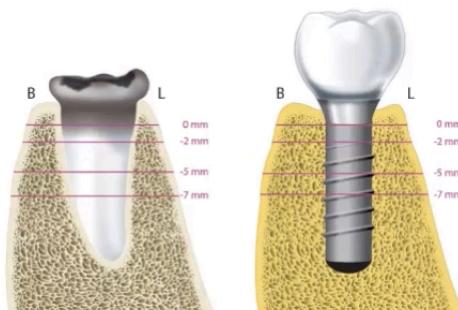
	Contour Baseline		Contour 2Y	Difference	Percentages	p-values
1mm below GM	6.90±1.06		5.85±1.2)	0.96±0.77	15%	<0.001
2mm below GM	7.43±1.08		6.10±1.12	1.33±0.87	17%	<0.001
3mm below GM	7.84±0.99		6.71±1.30	1.20±0.96	14%	<0.001
4mm below GM	8.23±0.93		7.19±1.35	0.87±1.06	12%	0.003

Figure 17 : Variations dimensionnelles de la ligne de contour à deux ans post-opératoires par rapport à la situation préopératoire selon cette étude⁴⁹.

Immediate implant in the posterior region combined with alveolar ridge preservation and SSA : Retrospective 3D radiographic Analysis. Alexopoulou M, Lambert F, Knafo B, Popelut A, Finelle G

La troisième étude, en cours de préparation, porte sur la stabilité du volume osseux après au moins 1 an de cicatrisation. Pour cela, les fichiers DICOM issus des cone beam préopératoire et des cone beam après au moins 1 an de cicatrisation de 25 cas, sont superposés pour mesurer la résorption horizontale du volume osseux. Les valeurs préliminaires sont de l'ordre de 0,37mm (5%) au niveau de col de l'implant, ce qui est 3 à 4 fois moins qu'avec une préservation alvéolaire et une implantation retardée (1,07mm chez Botilde et coll⁵¹, 1,6mm chez Lambert et coll⁵²), et 8 fois moins que lors d'une implantation retardée sans préservation alvéolaire³.

Horizontal bone changes



Bone Level	N	Moyenne ± SD	p-value
0 mm	28	0.37 ± 1.27	0.13
-2 mm	28	0.24 ± 0.75	0.10
-5 mm	28	0.18 ± 0.46	0.48
-7 mm	28	0.004 ± 0.37	0.95

Figure 18 : À gauche : Repères de mesure des variations dimensionnelles du niveau osseux de la situation pré-extractionnelle et de la situation à 1 an post-opératoire. À droite : Données (non définitives) de variation dimensionnelle du niveau osseux par rapport à la situation préopératoire selon cette étude⁵⁰.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE :

La première partie de ce travail nous a montré que, pour obtenir des résultats esthétiques et fonctionnels optimaux dans le cadre d'une restauration supra-implantaire unitaire dans la zone postérieure, le maintien des structures tissulaires après l'extraction est essentiel, et repose sur des techniques chirurgicales bien codifiées.

Le protocole SSA nous propose d'associer l'extraction atraumatique, la pose immédiate de l'implant au niveau du septum inter-radiculaire, le comblement des alvéoles et la réalisation d'une vis de cicatrisation personnalisée à l'alvéole pour maintenir les structures dans leur position initiale pré-extractionnelle. Les indications de ce protocole sont limitées à la présence et à la préservation du septum inter-radiculaire et donc à l'obtention d'une stabilité primaire suffisante. Elles peuvent être élargies par le recours à un design implantaire agressif, à la chirurgie guidée, à la recherche de stabilité dans l'os situé apicalement aux alvéoles ou à une ostéotomie de condensation, par exemple.

Ce protocole semble montrer des résultats très intéressants en termes de survie et de stabilité des structures osseuses et gingivales. Bien qu'affichant des résultats esthétiques convaincants, l'évaluation du protocole SSA nécessite plus de recul, afin de se positionner comme un « gold standard » dans le remplacement d'une dent postérieure par un implant.

Cependant, le maintien des structures osseuses et gingivales ne doit pas se limiter à l'étape chirurgicale et de cicatrisation post-extractionnelle. Le niveau osseux crestal péri-implantaire doit aussi être maintenu pendant les étapes prothétiques, afin de maintenir le meilleur support péri-implantaire sur le long terme. La déstabilisation du niveau osseux et gingival pendant les étapes prothétiques peut engendrer une récession des tissus péri-implantaires, associée à une perte osseuse crestale précoce sous-jacente, et à terme un échec esthétique et fonctionnel de la restauration implanto-portée.

Nous verrons dans la deuxième partie de ce travail le rôle du dévissage dans la déstabilisation de l'architecture tissulaire péri-implantaire lors des étapes prothétiques ; comment cette déstabilisation se manifeste, quels sont les mécanismes pouvant être impliqués, et quelles sont les solutions existantes actuellement pour contrer ce phénomène.

II. Maintien des tissus péri-implantaires lors de la phase prothétique : ne pas dévisser

L'interface tissulaire péri-implantaire a un rôle essentiel dans le succès à long terme des réhabilitations supra-implantaires⁵³. La stabilité du niveau osseux est un facteur clé dans le succès à long terme des implants dentaires, en particulier sur le plan esthétique. En effet, toute perte osseuse conduit à la récession des tissus mous associés et donc entraîne un risque de mauvaise intégration de la restauration^{54,55}.

Dans l'optique d'optimiser la stabilité du péri-implant, il a été identifié depuis les travaux d'Abrahamsson et coll en 1997, l'impact néfaste du vissage et du dévissage des composants supra-implantaires sur la stabilité de ces tissus mous et durs⁵⁶. Ce dévissage serait, entre autres, une porte d'entrée et un facteur favorisant le relargage bactérien.

Il est important de comprendre la particularité de l'espace biologique péri-implantaire, afin de comprendre l'impact du dévissage d'un point de vue biologique et mécanique sur le péri-implant. Nous montrerons aussi, que la déstabilisation de cet espace est, sur le long terme, un facteur d'échec fonctionnel et esthétique ; cela pourrait favoriser, de plus, l'apparition de la maladie péri-implantaire.

A. L'Espace Biologique péri-implantaire

Au niveau d'une dent saine, les tissus mous parodontaux ont pour fonction de stabiliser la dent et fournissent une barrière biologique entre la cavité buccale et l'intérieur du corps. Cet espace biologique, épithélial et conjonctif, existe aussi autour des implants. Cependant, l'espace biologique péri-implantaire diffère, par sa structure, de l'espace biologique parodontal.

Si elle n'est pas entretenue correctement, cette barrière muqueuse péri implantaire ne peut plus jouer son rôle protecteur, aboutissant à des complications implantaires.

1. Particularités de l'attache épithéliale péri-implantaire

La barrière muqueuse (espace biologique) autour d'une dent naturelle et des composants implantaires est composée d'un sulcus, d'un épithélium de jonction et d'une interface conjonctive⁵³. La partie épithéliale adhère de manière similaire au cément de la dent et au pilier implantaire via différentes protéines d'adhésion. En situation péri-implantaire, elle présente néanmoins, moins de capacités d'adhésion, de prolifération et de régénération. Elle est aussi plus perméable et a une activité

d'endocytose moins importante. La barrière épithéliale de l'espace biologique est donc pour toutes ces raisons moins efficaces contre les agents exogènes buccaux dans cette situation⁵⁷.

2. Particularités de l'attache conjonctive subépithéliale

L'interface conjonctive d'une dent naturelle et d'un implant sont très différents. Au niveau d'une dent naturelle, le tissu conjonctif s'insère au cément par le biais de fibres de collagènes perpendiculaires à la surface de la dent, appelées fibres de Sharpey. Ces fibres assurent un scellement étroit entre les tissus mous et la dent, et contribuent mécaniquement à renforcer la barrière muqueuse contre l'infiltration bactérienne ou tout type d'agression mécanique (Figure 19).

Les fibres de collagène au niveau du péri-implant se conforment seulement de manière parallèle à l'implant ou de manière circonférentielle à la surface de la partie transgingivale du pilier implantaire. L'interface conjonctive ainsi produite est plus faible^{58,59,60}.

La faible adhésion des fibres péri-implantaires ne peut pas supporter des forces mécaniques aussi efficacement que l'attache solide des fibres de Sharpey sur une dent naturelle^{53,61,62}.

Sur une dent naturelle, l'apport sanguin parodontal est fourni par le ligament parodontal, le périoste et le tissu conjonctif. Les implants dentaires ne bénéficient pas de la vascularisation ligamentaire et les tissus environnants ont un apport sanguin limité comparé à une dent naturelle^{53,62}.

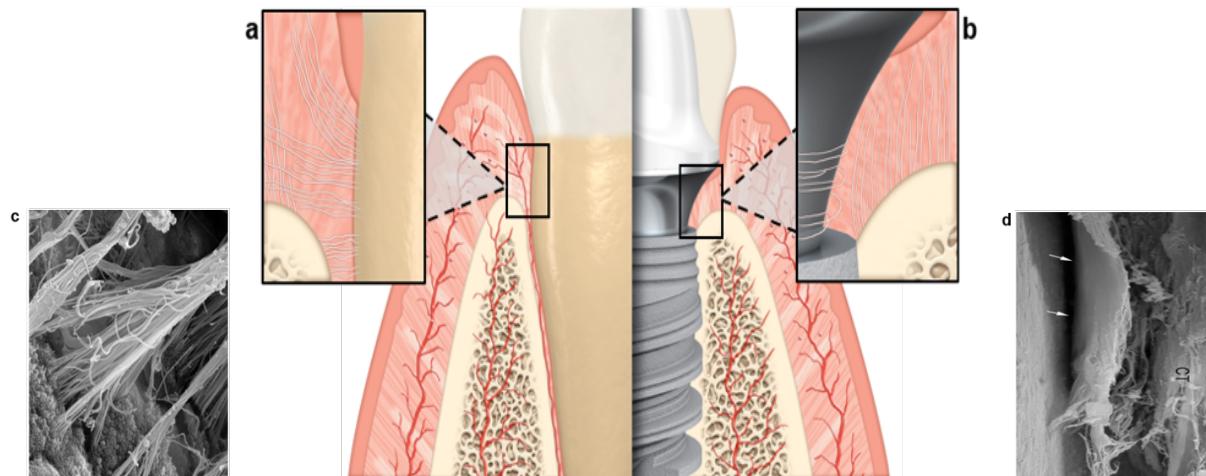


Figure 19 : Comparaison des caractéristiques des tissus mous du parodonte et du péri-implant. Crédits NobelBiocare®.
(a) Les fibres de Sharpey attachées au cément d'une dent naturelle sont orientées perpendiculairement à la surface de la dent.
(b) Le tissu conjonctif péri-implantaire est principalement orienté parallèlement ou circonférentiellement à la surface du pilier implantaire.
(c) Image d'un microscope électronique à balayage (MEB) montrant l'attache solide entre les fibres de Sharpey et le cément d'une dent naturelle.
(d) Image d'un MEB montrant l'orientation parallèle des fibres de collagènes autour d'un pilier implantaire en titane. (Images MEB © Schüpbach Ltd)

B. Impact du dévissage sur la stabilité tissulaire

La stabilité de l'espace biologique péri-implantaire est un challenge pour les chercheurs, cliniciens et industriels. La recherche dans ce domaine a permis d'identifier plusieurs facteurs pouvant influencer cette stabilité. Trois revues de littérature conduites par Igihaut et coll⁵⁹ en 2014, Wang et coll⁵³ en 2016 et Ivanowski et Lee⁶³ en 2018 ont synthétisé ces informations (Figure 20).

Facteurs qui pourraient influencer intégrité des tissus mous et/ou le remodelage osseux			
	Influence positive	Influence négative	Pas d'influence
<i>Caractéristiques de surface des composants</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement favorisant l'hydrophilie (SCHWARZ 2007) - Traitement à l'acide (SCHWARZ 2013) - Traitement augmentant la rugosité par sablage (BUSER) 		<ul style="list-style-type: none"> - Traitement par mordantage acide vs pulvérisation de plasma (COCHRAN 1997) - Sablage grossier vs sablage fin (BUSER)
	<ul style="list-style-type: none"> - Forme concave (KIM x2) - Biocompatibilité (WELANDER 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> - Composition en alliage d'or ou porcelaine (ABRAHAMSSON 1998, WELANDER 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> - Composition en titane commercialement pur, oxyde d'alumine ou oxyde de zirconium (ABRAHAMSSON 1998, WELANDER 2008)
<i>Caractéristiques du pilier</i>			
<i>Interface implant-pilier</i>		<ul style="list-style-type: none"> - Épaisseur de tissus mous ≤ 2mm (BERGLUNDH 1996, PUISYS 2015) - Déconnexion / Reconnexion du pilier répétée (ABRAHAMSSON 1997) - Placement subcrestal des implants tissue-level (HÄMMERLE 1996) 	<ul style="list-style-type: none"> - Positionnement juxta ou subcrestal des implants bone-level (PONTES 2008)
<i>Design implantaire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Platform switching (AL-NSOUR 2012, LAZZARA 2006, MAEDA 2007) - Connectique interne (GRACIS 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> - Implants bone-level stabilisent moins les tissus mous et durs que les tissue-level (HERMANN 1997,2000, 2001, ESPOSITO 2009) 	

Figure 20 : Tableau regroupant différents facteurs pouvant influencer la stabilité tissulaire^{59,53,63}.

Tous les éléments d'influence positive auraient différents effets sur l'espace biologique implantaire. Ils limiteraient la prolifération de l'épithélium, favoriseraient l'attache conjonctive ainsi que sa stabilité, ou alors diminueraient la résorption osseuse marginale ; et cela à différentes intensités. Cependant, des recherches plus approfondies sont encore nécessaires pour vérifier la pertinence de chacun de ces facteurs.

Berglundh et coll en 2007 montrent, sur un modèle expérimental, que la barrière biologique de tissus mous adjacents à un implant en titane paraît complètement structurée au bout de 6 à 8 semaines de cicatrisation post opératoire⁶⁴. Cependant, après ce point, entre le placement de l'implant et la pose de la prothèse d'usage, une répétition de déconnexion et reconnexion des composants prothétiques comme la vis de couverture, le pilier de cicatrisation, le transfert d'empreinte ou le pilier provisoire, a lieu. En utilisant un protocole implantaire à 2 étages (implant bone-level, le plus couramment utilisé) déconnecter le pilier de cicatrisation provoque la rupture de l'attache épithéliale ainsi que l'attache du tissu conjonctif sous-jacent. La blessure provoquée expose le tissu conjonctif et les conséquences attendues de la déconnection répétée du pilier sont un déplacement apical de cette muqueuse et une perte osseuse péri-implantaire marginale⁵⁶.

1. Revue de la littérature

Abrahamsson et coll ont originellement décrit en 1997 sur un modèle animal, le déplacement apical des tissus mous péri-implantaires et une perte osseuse de 0,7mm comme conséquence d'une déconnexion/reconnexion répétée du pilier implantaire avec des implants en « matching platform »⁵⁶. Des résultats similaires ont été montrés pour des implants « switching platform » avec des conséquences réduites⁶⁵. Par la suite, de nombreuses études ont été menées pour évaluer l'impact de la déconnexion/reconnexion du pilier implantaire pendant la période de cicatrisation implantaire sur la stabilité des tissus mous et durs de soutien et donc de l'influence du dévissage sur le succès thérapeutique d'un point de vue biologique.

Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé une revue de la littérature afin de comparer les changements tissulaires péri-implantaires en termes d'aspects cliniques et radiographiques, en fonction du nombre de dévissage du pilier guidant la cicatrisation, pendant les étapes prothétiques. Pour cela, nous avons mené une recherche bibliographique à l'aide de la base de données MEDLINE en utilisant comme mots clés « Implant » « Connection » « Deconnection » « Abutment » « Repeated », qui a été complétée par une recherche manuelle d'études cliniques et expérimentales traitant de ce sujet. Sur les résultats de notre recherche, nous avons alors utilisé comme critères d'inclusion les articles présentant des études expérimentales et des études cliniques comparant les variations dimensionnelles de tissus péri-implantaires entre des groupes dont les piliers sont déconnectés puis reconnectés un nombre différent de fois au cours de la cicatrisation. Le résultat de notre recherche nous a permis de réunir 17 études dont 6 études sur un modèle expérimental animal et 11 études cliniques sur l'homme (Figure 21).

Une grande partie de ces études ont été menées pour démontrer l'intérêt d'un protocole introduit comme étant minimalement invasif, le « One abutment – One time ». Celui-ci implique l'utilisation d'un pilier définitif qui ne sera jamais déconnecté (en lieu et place d'une vis de cicatrisation ou d'un pilier provisoire), à la même étape chirurgicale que la pose de l'implant, afin de maîtriser les potentiels effets néfastes d'une déconnexion/reconnexion des vis de cicatrisation ou pilier provisoire, lors des étapes d'empreinte et d'essayages.

Étude	Type d'étude	Effectif	Protocole de placement de l'implant (PM = prémolaire)	Groupes (CR = couronne)	Nombre de déconnexion/ reconnexion (D/R) du « groupé dévissage »	Date de l'observation	Différence moyenne de perte osseuse (* différence significative)	Autres résultats
ABRAHAM/MASON ⁶⁶ 1997	Modèle animal	5 chiens 10 implants (connectiques externes)	Implantation différée à 3 mois après extraction PM et enfouissement 3 mois	Groupe pilier non dérange vs Groupe pilier dévissé tous les mois	5 D/R espacées d'un mois, avec désinfection à l'alcool	6 mois	0,7mm*	Récession des tissus mous par migration apicale de l'épithélium due au trauma et reformation de hauteur muqueuse suffisante à l'attache conjonctive au détriment de l'os
ABRAHAM/MASON ⁶⁶ 2003	Modèle animal	6 chiens 36 implants (connectiques internes en PS)	Implantation différée à 3 mois après extraction PM et enfouissement 3 mois	Groupe pilier définitif vs Groupe pilier de cicatrisation puis pilier définitif à 2 semaines	1 D/R	6 mois	Pas de différence significative	Aucune différence au niveau des tissus mous en qualité et quantité
CANULLO ⁶⁷ 2010	Randomisée et contrôlée	25 patients 25 implants en position juxtaestrale	Implantation immédiate PM maxillaire et mise en esthétique Prothèse définitive à 3 mois	Groupe CR provisoire sur pilier définitif vs Groupe CR provisoire sur pilier provisoire	2 D/R minimum (empreinte et pose)	3 ans	0,2mm*	
DEGID ⁶⁸ 2011	Contrôlée	24 patients 48 implants en position subcrestale	Implantation différée en zone mandibulaire postérieure encastree et mise en esthétique Prothèse définitive à 6 mois	Groupe CR provisoire sur pilier définitif vs Groupe CR provisoire sur pilier provisoire	4 D/R (empreinte, essayage armature, essayage biscuit, pose)	3 ans	0,1mm	Aucune différence entre les groupes jusqu'à la déconnection du groupe avec le pilier provisoire pour réaliser la prothèse définitive mais différence non significative
BECKE ⁶⁹ 2012	Modèle animal	3 chiens 2 implants	Implantation différée à 8 semaines après extraction PM et mise en place du pilier de cicatrisation (Ti ou Zr)	Groupe piliers non dérangés vs Groupe piliers dévissés à 4 et 6 semaines	2 D/R avec nettoyage manuel et au serum physiologique	8 semaines	0,4mm Ti 1,9mm ZrO2 (biais : 2 implants plus infracrestaux)	- Dimension des constituants muqueux eux aussi augmentés - Valeurs plus importantes sur les piliers Zr que sur les piliers Ti
GRANDI ⁷⁰ 2012	Multicentré, randomisée et contrôlée	28 patients 56 implants en position juxtaestrale	Implantation différée en zone antérieure/postérieur maxillaire ou mandibulaire et mise en esthétique immédiate	Groupe CR provisoire sur pilier définitif vs Groupe CR provisoire sur pilier provisoire	4 D/R (empreinte, essayage armature, essayage biscuit, pose)	1 an	0,34mm*	
JGLHAUT ⁷¹ 2013	Modèle animal	6 chiens 36 implants	Implantation différée à 8 semaines après extraction PM et mise en place du pilier de cicatrisation avec plus ou moins d'état de surface (surface travaillée au laser)	Groupe pilier non dévissé vs Groupe pilier dévissé 1x à 4 semaines vs Groupe pilier dévissé 2x à 4 et 6 semaines	1 D/R	6 semaines	Pas de différence significative	- Déplacement apical de la partie conjonctive et augmentation des dimensions des constituants muqueux. - Diminution du pourcentage de tissus conjonctifs attachés sub-épitheliaux
RODRIGUEZ ⁷² 2013	Modèle animal	5 chiens 30 implants	Implantation différée à 8 semaines après extractions avec ou sans switching platform (PS) et mise en place du pilier de cicatrisation	Groupes switch/non switch désconnection 1/2/3 ou 4 fois à 2 semaines d'intervalle (de 8 à 14 semaines)	1 D/R 2 D/R 3 D/R 4 D/R	18 semaines	0,4-0,6 pour 2 dévissages	- PS diminue la résorption - Un grand nombre de D/R génère plus de résorption osseuse mais au moins 2 D/R espacés de 2 semaines sont nécessaires pour augmenter significativement celle-ci. - La localisation de l'implant avec PS à côté d'une dent minimise cette résorption

<i>KOUTOUZIS⁷² 2013</i>	Randomisée et contrôlée	16 patients 21 implants en position juxtaprestale	Implantation différée en zone maxillaire ou mandibulaire antérieure et mise en esthétique immédiate ou mise en place du pilier de cicatrisation Prothèse définitive à 3 mois	Groupe CR provisoire sur pilier définitif Vs Groupe pilier de cicatrisation	2 D/R (Empreinte à 2 mois et pose à 3 mois)	6 mois	0,15mm (non significatif)	Implants en position juxtaprestale (et non infracrestale) pouvant minimiser le phénomène de résorption osseuse péri-implantaire
<i>GRANDI⁷³ 2014</i>	Multicentrique, randomisée et contrôlée	25 patients 25 implants en position subcrestale	Implantation immédiate et mise en esthétique immédiate Prothèse définitive à 4 mois	Groupe CR provisoire sur pilier définitif Vs Groupe CR provisoire sur pilier provisoire	Au moins 3 D/R (empreinte, essayage armature et biscuit, pose)	1 an	0,48mm*	
<i>DEGIDI⁷⁴ 2014</i>	Randomisée et contrôlée	53 patients 53 implants en position subcrestale	Implantation immédiate dents antérieures maxillaires ou mandibulaires et mise en esthétique immédiate Prothèse définitive à 6 mois	Groupe CR provisoire sur pilier définitif Vs Groupe CR provisoire sur pilier provisoire	4 D/R (empreinte, essayage armature, biscuit, pose)	2 ans	0,05mm (non significatif)	Récession muqueuse vestibulaire 0,24mm de plus en cas de dévissage (significative)
<i>ALVES⁷⁵ 2015</i>	Modèle animal	6 chiens 24 implants	Implantation différée à 3 mois après extraction PM avec piliers guidant la cicatrisation et prothèse à 14 semaines	Groupe pilier multi unit définitif Vs Groupe vis de cicatrisation	4 D/R (empreinte, essayages pilier et armature, pose)	9 mois	Pas de différence significative	Récession muqueuse 0,57mm de plus si déconnexions / reconnexions (significative)
<i>MOLINA⁷⁶ 2016</i>	Randomisée et contrôlée	39 patients 60 implants en position juxtaprestale	Implantation différée en zone postérieure maxillaire ou mandibulaire avec pose du pilier définitif ou pilier de cicatrisation Prothèse à 2-4 mois	Groupe pilier définitif Vs Groupe vis de cicatrisation	2 D/R	1 an	0,68 mm*	
<i>LUONGO⁷⁷ 2015</i>						4 mois	Pas de différence significative	- Pas de différence significative en termes d'échec de l'implant ou de la prothèse, en termes de complications, de Pink Esthetic Score, de récession vestibulaire, de satisfaction des patients, de hauteur de gencive kératinisée - Différence significative en termes de contours des tissus mous à 1 an et 3 ans (au sein du PES)
<i>ESPOSITO⁷⁸ 2017</i>	Multicentrique, randomisée et contrôlée	80 patients 128 implants en position subcrestale	Implantation immédiate ou différée, au maxillaire ou à la mandibule, avec ou sans lambeau, avec ou sans comblement osseux	Groupe avec CR provisoire immédiate non mis en charge Vs Groupe avec vis de cicatrisation	3 D/R MINIMUM (1 empreinte, 1 essayage, 1 pose min)	1 an	0,16 mm*	
<i>BRESSAN⁷⁹ 2017</i>						3 ans	0,43mm*	
<i>PRAÇA⁸⁰ 2020</i>	Randomisée et contrôlée	24 patients 24 implants	Implantation différée avec pose du pilier définitif (multi unit) ou pilier de cicatrisation Prothèse provisoire à 3 mois et définitive à 6-10 mois	Groupe pilier définitif Vs Groupe pilier de cicatrisation	3 D/R	2 ans	0,2mm	

Figure 21 : Tableau regroupant toutes les études cliniques et expérimentales sur l'effet du dévissage sur la stabilité du niveau osseux crestal péri-implantaire⁵⁶⁻⁶⁵⁻⁸⁰.

Le succès biologique et esthétique des restaurations implantaires dépend du maintien du tissu osseux péri-implantaire car il influence la forme et le contour des tissus mous sus-jacents⁸¹. Ce niveau osseux est affecté par le dévissage répété des composants implantaires.

En effet, 3 méta-analyses concernant le « One Abutment- One Time », montrent l'existence d'une différence significative de 0,2mm à 0,5mm de résorption osseuse en moins, en comparaison du protocole classique^{82,83,84}. Il s'agit principalement du caractère vertical de la résorption qui est observé et étudié mais elle peut s'accompagner d'une résorption horizontale, comme il a été étudié dans certaines études^{68,74}.

D'un point de vue clinique, la différence en termes de pertes osseuses péri-implantaires entre les groupes de 0,2mm à 0,5mm n'a pas un impact clinique significatif et donc ne doivent pas décourager les cliniciens à changer de piliers après insertion si nécessaire. Mais cela valide la règle empirique qui stipule que moins on manipule son pilier et meilleurs seront les résultats, et que rechercher des protocoles visant à réduire le nombre de déconnection du pilier est tout à fait pertinent.

Il est difficile d'estimer dans quelle mesure les biais inhérents à ces études, comme leur hétérogénéité, ainsi que les variations de l'expérience de l'opérateur, les méthodes d'évaluation, les systèmes d'implants, les emplacements des implants, la qualité osseuse et l'épaisseur initiale du tissu gingival... auraient pu affecter l'estimation de l'effet du dévissage sur la stabilité osseuse. Leurs différences nous permettent néanmoins de nous faire une idée sur l'influence que pourraient avoir plusieurs facteurs comme le matériau du pilier que l'on peut utiliser, l'impact du nombre de déconnexion, l'impact du niveau de positionnement implantaire, le type d'implant, l'influence du placement de l'implant sur une crête osseuse cicatrisée ou dans l'alvéole d'extraction.

L'analyse de ces études nous laisse donc apparaître plusieurs tendances :

- La déconnexion/reconnexion répétée du pilier implantaire a tendance à augmenter la résorption osseuse péri-implantaire, en particulier la résorption osseuse verticale^{82,83,84}.
- La déconnexion/reconnexion répétée du pilier implantaire a tendance à provoquer un déplacement apical des tissus mous péri-implantaires^{71,74}.
- Les effets semblent plus significatifs en termes de perte osseuse lorsque l'implant a été placé directement après l'extraction de la dent et donc lorsque le dévissage survient dans une zone qui a déjà été soumise à un remodelage osseux important^{67,73,74,78,79}.
- Il existerait une corrélation entre le nombre de déconnexion/reconnexion et la quantité de perte osseuse marginale péri-implantaire^{65,71}.

Dans le cadre de ce travail, une des observations complémentaires de ces études va principalement nous intéresser. Il s'agit de l'observation que lorsqu'une seule déconnexion/reconnexion est réalisée, comme le passage de la vis de cicatrisation au pilier définitif, le ré-établissement de l'attache transmuqueuse est de qualité et de dimension similaire à la barrière muqueuse présente autour d'un pilier placé selon le protocole « One abutment – One time », sans différence significative du niveau osseux^{65,66}. L'espace biologique ne serait alors pas assez déstabilisé pour entraîner des conséquences tissulaires.

Par conséquent, la stabilité tissulaire serait identique dans un protocole prothétique comportant 0 ou 1 seule déconnexion/reconnexion.

2. Les mécanismes impliqués dans ce phénomène

Pour mieux comprendre encore l'influence du dévissage sur le succès thérapeutique et esthétique des restaurations implantaires, il faut analyser son impact sur les tissus durs et les tissus mous. La déconnexion et reconnexion répétée des pièces implantaires lors des étapes prothétiques a un effet irritatif au niveau la connectique implant-pilier, zone critique d'un point de vue biologique et mécanique. L'interface entre l'implant et le pilier, qui est situé à proximité de la crête osseuse pour un implant bone-level, est associée à un infiltrat de cellules inflammatoires⁸⁵. Le dévissage va participer à cette inflammation de l'os crestal péri-implantaire, l'exacerber, puis va conduire à la destruction de celui-ci en stimulant la voie d'activation des ostéoclastes.

a) La réaction de l'espace biologique suite à une agression

Lors de la formation de l'espace biologique ou lors de sa reformation quand l'attache épithélio-conjonctive est rompue, les cellules épithéliales de l'épithélium de jonction migrent en direction apicale afin de s'attacher au pilier implantaire via des hémidesmosomes.

L'attache conjonctive, plus lente à cicatriser, va alors se reformer dans une position plus apicale qu'à son emplacement d'origine. Afin d'assurer sa fonction, cette attache conjonctive a besoin d'une certaine dimension et le rétablissement de cette dimension se fait au détriment de l'os crestal péri-implantaire sous-jacent, qui va alors subir une résorption⁵⁶.

Le remodelage de l'os crestal péri-implantaire est donc la réponse de l'espace biologique à son agression bactérienne ou mécanique⁸⁶.

Ainsi, après le dévissage du pilier de cicatrisation lors de étapes prothétiques sur une implant bone-level, l'espace biologique va se reformer plus apicalement qu'à son emplacement d'origine autour de ce pilier ou autour de la nouvelle pièce connectée à l'implant. En multipliant le nombre de déconnexion/reconnexion, une résorption osseuse verticale va se produire, et les tissus mous péri-implantaires sus-jacents seront déplacés en direction apicale ce qui produira une récession de la muqueuse^{71,74}.



Figure 22 : Muqueuse à nue suite au dévissage de la vis de cicatrisation personnalisée (SSA). Cas du docteur Benoît Devin.

b) L'usure des pièces augmente les contraintes transmises à l'os crestal péri-implantaire

La déconnexion/reconnexion du pilier implantaire lors des étapes prothétiques a un impact sur l'usure des pièces. En effet, il a été observé une déformation tridimensionnelle de la connectique implant-pilier après la déconnexion puis reconnexion des pièces. Celle-ci s'intensifie au fur et à mesure des cycles d'insertion et de retrait des composants^{87,88,89}.

Cette déformation a été mise en lien avec la quantité de micromouvements dans les 3 dimensions (rotation, déplacement vertical et inclinaison) du pilier implantaire par rapport à l'implant ; elle est aussi proportionnelle au nombre de déconnexion/reconnexion^{89,90}.

Par ailleurs, l'instabilité de la connexion et sa perte de précision de couplage au niveau de la vis diminue la capacité du joint à résister à des forces de séparation telles que des charges non axiales ou des forces occlusales excessives⁹¹. Le dévissage de la vis prothétique ou d'autres défaillances prothétiques majeures comme la perte de rétention ou des fractures de structures (couronnes, pilier, vis...) seront plus fréquentes^{92,93}.

D'autre part, ces micromouvements du pilier implantaire et de la couronne sus-jacente, survenant lors de la fonction masticatoire, vont produire des contraintes obliques importantes au niveau de la partie la plus cervicale de l'implant et de l'os crestal^{94,95}. La transmission de ces forces serait même ponctuellement exacerbée lorsque la surface de l'implant est très rugueuse, comme ceux utilisés pour de l'implantation immédiate, car la force serait mal répartie tout le long de la surface osseuse⁹⁵.

Ces micromouvements, répétés tout au long de la vie de l'implant, sont alors directement associés à une augmentation de l'inflammation osseuse crestale péri-implantaire^{96,97,98,99}. Cette inflammation exacerbée est responsable d'une perte osseuse significative de l'os crestal en contact avec la partie la plus coronaire de l'implant^{100,101}.

c) L'usure des pièces augmente la contamination bactérienne due à l'effet de pompage bactérien

La qualité de fabrication des pièces implantaires permet actuellement d'assurer une coaptation de quelques microns entre le col de l'implant et le pilier prothétique et donc une relative étanchéité. Néanmoins, le hiatus entre les pièces implantaires d'un système en 2 parties (implants bone-level) est le siège d'une colonisation des micro-organismes, qui vont s'y développer et libérer des métabolites pathogènes immunogènes.

Ces micro-organismes ne sont pas introduits dans la zone seulement lors de la connexion des différents composants prothétiques. En effet, cet espace s'ouvre et se ferme lorsqu'il est soumis à des forces occlusales, créant un mouvement de pompage vis-à-vis des micro-organismes et des fluides buccaux environnants, entraînant ainsi une possible contamination de l'implant avec diffusion de ces micro-organismes dans l'espace biologique¹⁰².

De plus, l'usure de l'interface entre les composants implantaires et la perte de précision de couplage, toutes deux dues au dévissage répété du pilier implantaire, ont une corrélation directe avec la quantité de contamination par les micro-organismes et le relargage bactérien au niveau de l'interface implant-pilier^{103,104}. Il est à noter, que cette contamination semble être plus limitée au bout d'un seul dévissage-revisage¹⁰⁴.

Ainsi, le dévissage répété des pièces lors des étapes prothétiques va contribuer à augmenter la diffusion de ces micro-organismes dans l'espace biologique péri-implantaire lors de la vie de l'implant. Cette diffusion est susceptible de participer à l'inflammation de l'os crestal péri-implantaire, puis à sa destruction¹⁰⁵. Une revue de la littérature de Koutouzis en 2019 nous apporte la confirmation, d'après une étude *in vivo*, de l'association entre la contamination bactérienne de la connexion implant-pilier avec la perte osseuse péri-implantaire dans les stades initiaux du traitement implantaire⁸¹.

La destruction de l'os crestal péri-implantaire et la présence d'une quantité importante de bactéries pathogènes dans la zone de l'interface implant-pilier, est une caractéristique retrouvée chez les patients atteints de péri-implantite¹⁰⁶. La maladie péri-implantaire, survenant généralement plusieurs mois à plusieurs années après la pose des implants¹⁰⁷, est un problème majeur de l'implantologie actuelle car

sa prévalence est comprise entre 28 % et 56 % des patients d'après le rapport de consensus du 6e Workshop européen de parodontologie¹⁰⁸.

Koutouzis et coll ne trouvent cependant pas d'évidence dans le lien entre cette perte osseuse précoce et la maladie péri-implantaire⁸¹. L'augmentation de la charge bactérienne au niveau de la connexion implant-pilier, due au dévissage ne peut donc pas être considérée comme une cause directe de la maladie péri-implantaire, mais ce dévissage peut néanmoins être un facteur aggravant la réponse de l'hôte au niveau de cette zone. Certaines bactéries amenées par le dévissage pourraient même diminuer la fonction de l'attache épithéliale¹⁰⁹ et donc entraîner l'apparition de poches offrant un environnement favorable au développement d'un foyer bactérien à l'origine de la maladie péri-implantaire.

C. Les stratégies réduisant le traumatisme tissulaire dû au dévissage

Les différentes études vues précédemment nous apprennent l'intérêt de limiter le nombre de déconnexion/reconnexion du pilier implantaire pour maintenir le niveau des tissus mous et durs afin de stabiliser l'implant et protéger celui-ci contre la contamination bactérienne et l'usure des pièces. Pour ce faire, différentes stratégies et systèmes ont déjà été établis.

1. Utilisation d'un implant « tissue-level »

L'utilisation d'un implant en une seule partie, appelé implant « tissue-level » est la solution la plus évidente afin d'éviter les contraintes dues au dévissage. En effet, ce type d'implant présente une interface entre l'implant et les composants prothétiques située coronairement au niveau osseux et à l'attache conjonctive. Le dévissage n'atteint pas l'espace biologique, ou juste sa partie la plus coronaire, ce qui diminue ou empêche les effets néfastes sur le niveau tissulaire de la reformation de l'attache péri-implantaire. De plus, l'absence de hiatus à proximité de l'os crestal péri-implantaire est associée à une absence d'infiltrat inflammatoire dans cette zone^{110,111}.

L'inflammation osseuse exacerbée par le dévissage, qui est associée à une résorption osseuse verticale dans cette zone pour un implant bone-level, sera moindre avec un implant présentant un col transgingival.

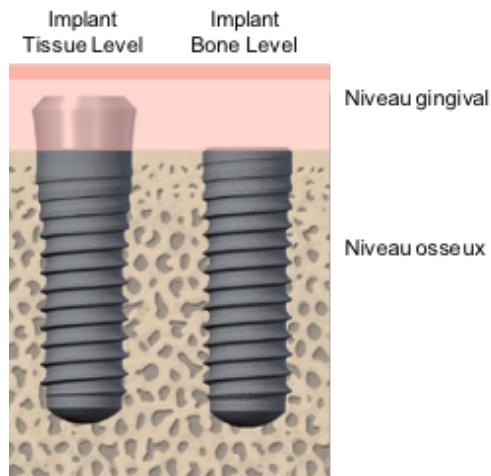


Figure 23 : Comparaison du placement d'un implant tissue-level et d'un implant bone-level.

Cependant, ce type d'implant présente souvent une plus grande difficulté technique afin d'obtenir une stabilité primaire suffisante en raison du bras de levier important et de la forme de ces implants. Ce type d'implant a souvent une forme cylindrique, peu compatible à l'implantation immédiate, et offre peu de liberté prothétique pour compenser une mauvaise position ou un mauvais axe, ou pour changer de hauteur de pilier en cas de récession. Il est donc déconseillé dans les cas où la stabilité primaire est difficile à obtenir et donc lorsque l'os résiduel après l'extraction est en faible quantité.

Dans le cas du SSA, ces implants sont très intéressants en raison de leurs propriétés optimales en termes de stabilité tissulaire. Cependant, elles ne permettent pas de travail de la zone sub-critique au niveau de la vis de cicatrisation personnalisée pour obtenir le maximum de tissus conjonctifs autour du pilier implantaire et un profil d'émergence doux et progressif.

2. Connection d'un pilier définitif lors de l'étape chirurgicale

a) Le protocole « One abutment – One time »

Le protocole du « One abutment – One time » repose sur la connexion du pilier définitif au moment de la pose de l'implant, et de ne jamais déconnecter celui-ci⁶⁷. Ce pilier est alors soit recouvert d'une coiffe temporaire pendant la période de cicatrisation, soit d'une couronne temporaire scellée. La restauration temporaire est alors retirée après la période de cicatrisation et une empreinte analogique de ce pilier définitif est réalisée pour obtenir une couronne définitive adaptée. Ce concept impose donc la réalisation d'une restauration prothétique scellée à l'aide de ciment de scellement.

Cependant, de nombreux rapports de cas ont décrits les effets négatifs causés par les excès de ciment^{112,113}. Wilson a trouvé que 81% des patients rapportant des signes ou des symptômes de maladie

péri-implantaire, présentaient des excès de ciment autour de leurs implants¹¹⁴. L'American Academy of Periodontology liste les résidus de ciment comme un des facteurs de mucosite et de péri-implantite¹¹⁵. Les implants sont plus susceptibles aux complications dues au ciment en comparaison avec une dent naturelle. La cause est principalement la faible résistance mécanique des tissus mous qui ne présentent pas de fibres de collagène s'insérant directement à la surface de l'implant¹¹⁶.

Dans le cadre du « One abutment – One time », un rapport de cas publié par Pineyro et Tucker en 2013, montre une complication potentielle susceptible d'arriver, avec la pose immédiate d'une restauration scellée et aboutissant à l'échec du traitement¹¹⁷. Nous pouvons observer que la résistance mécanique des tissus mous péri-implantaires n'est pas suffisante pour supporter la projection de ciment au niveau de la surface implantaire, d'autant plus quand les implants immédiatement connectés à une restauration coronaire provisoire. En effet, aucun tissu conjonctif attaché ne sera présent, et rien ne jouera le rôle de barrière à la projection de ciment.

De plus, le remodelage des tissus durs et mous après une implantation immédiate dans l'alvéole d'extraction étant non prévisible¹², la position de la limite du pilier de restauration scellée sélectionnée est choisie plus apicalement qu'à la normale pour éviter une position visible de celle-ci après remodelage. Ces limites plus profondes ont été associées à une quantité plus importante d'excès de ciment, sur les surfaces implantaires et dans les tissus péri-implantaires¹¹⁸. Cela est dû à une détection et un accès tous deux plus complexes pour enlever les excès^{119,120}.

b) Connection d'un pilier adapté à la prothèse transvissée

Une variante de ce protocole « One abutment – One time » a été proposé par Praça et coll en 2020, avec le remplacement du pilier définitif par un pilier conique intermédiaire qui ne sera jamais déconnecté⁸⁰. Ce pilier conique est alors recouvert d'une coiffe pour la cicatrisation et une empreinte du pilier sera réalisée pour produire une couronne définitive après cicatrisation.

Cependant cette procédure impose un transvissage de la couronne unitaire sur un pilier intermédiaire, comportant une surface conique externe, avec un faible système anti-rotationnel ou sans système anti-rotationnel. Les micromouvements de rotation, que vont subir la dent unitaire restaurée, dus aux forces non axiales subies lors de sa fonction, vont seulement être supportés par les points de contact avec les dents adjacentes et la vis de prothèse. Ces micromouvements rotationnels sont un facteur de perte de force de couplage de la vis, qui permet la coaptation du pilier et de l'implant. Cela peut entraîner la perte de la vis ou sa fracture¹²¹.

Conscients des enjeux d'un maintien des tissus péri-implantaires, et dans le but d'éviter que le dévissage désorganise le tissu à proximité du col de l'implant, des fabricant d'implants, ont conçu des piliers intermédiaires connectés au moment de la chirurgie, sur des implants « bone level ». Ces nouveaux piliers vont déplacer la limite prothétique coronairement à la plateforme implantaire. La nouvelle plateforme de connexion à la couronne supra-implantaire sera au niveau du 1/3 coronaire transgingival ce qui permettra de maintenir l'attache muqueuse sous-jacente établie sur ce pilier intermédiaire.

On peut citer le système On1® de NobelBiocare® et le système Connect® de MIS®.



Figure 24 : Système On1® de NobelBiocare®

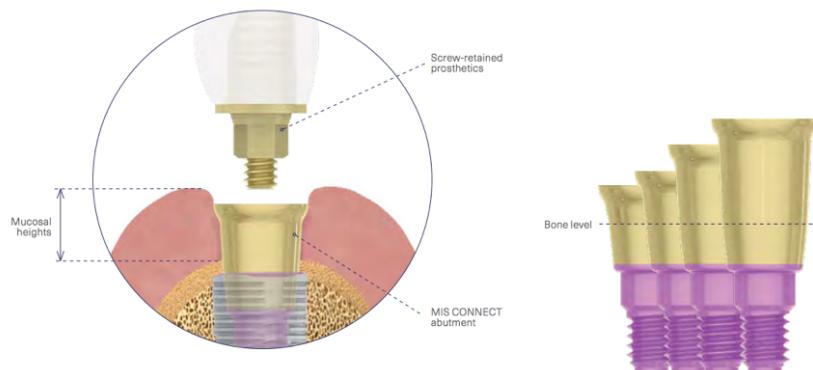


Figure 25 : Système Connect® de MIS®

Ces piliers ont pour but de transformer un implant « bone-level » en une configuration « tissue-level » très favorable au maintien tissulaire péri implantaire. La zone de déconnection des pièces prothétique est déplacée coronairement à l'attache muqueuse et à distance de l'os péri implantaire.

Contrairement à un implant « tissue-level », ce système présente l'avantage d'être plus adaptable, en choisissant la hauteur de la partie transgingivale ou en offrant la possibilité de retirer cette pièce en cas de problème nécessitant une modification du pilier ou un ré-enfouissement de l'implant. Il conserve néanmoins le défaut des implants « bone-level » avec un hiatus entre le pilier intermédiaire et l'implant, zone de contamination bactérienne.

Ces systèmes peuvent être surplombés d'un pilier SSA, adapté à l'alvéole d'extraction, qui sera transvissé sur ce pilier intermédiaire lui-même vissé dans l'implant. Cependant, ce pilier ne stabilisera que la partie la plus coronaire de l'espace biologique péri-implantaire (zone critique) et donc nous

serons dans l'impossibilité de modifier la zone la plus apicale de la partie transmuqueuse (zone sub-critique) qui n'est pas intégrée dans le pilier SSA. De plus, l'utilisation d'un pilier supplémentaire augmente le coût et le nombre d'interfaces entre les pièces, zones de fragilité prothétique. Ces piliers intermédiaires sont aussi spécifiques à certaines marques d'implants, limitant ainsi notre choix de système implantaire.

3. Ne pas dévisser la vis de cicatrisation pour l'empreinte implantaire : les vis de cicatrisations encodées

Lors des étapes prothétiques, c'est la réalisation de l'empreinte qui impose le dévissage du pilier provisoire ou la vis de cicatrisation, pour enregistrer la position de l'implant. Ne pas dévisser la vis de cicatrisation pendant l'empreinte, permettrait d'empêcher la déstabilisation tissulaire inhérente à la connexion/reconnexion des pièces prothétiques.

Les vis de cicatrisation encodées ont été introduites en 2004 pour les empreintes implantaires^{122,123}. Le principe de ces pièces est l'utilisation d'une vis de cicatrisation, avec des dimensions et un profil d'émergence connus par les outils numériques, ainsi qu'un repère sur la position de l'indexation de l'implant sous-jacent et donc sa position de rotation. L'empreinte directe de cette vis, nous donnera toutes les informations nécessaires à la réalisation de la prothèse supra-implantaire. Elles étaient initialement utilisées pour les empreintes analogiques et permettaient de réaliser la couronne définitive avec une seule déconnexion/reconnexion de la vis de cicatrisation au moment de la pose de la couronne supra-implantaire d'usage^{124,125}. Cette technique a plus tard été complétée par l'utilisation d'une caméra optique pour la réalisation d'empreintes numériques afin de ne plus mettre en contact le matériau d'empreinte et les tissus mous¹²³.

La non-déconnexion de la vis de cicatrisation a aussi l'avantage significatif d'empêcher l'affaissement de la gencive marginale qui se produit lors de la déconnexion de celle-ci, avant de réaliser l'empreinte implantaire. En effet, une étude de Nissan et coll en 2015 montre la dynamique d'affaissement de la gencive péri-implantaire lors du retrait de la vis de cicatrisation¹²⁶. L'affaissement relativement faible au bout de 20 secondes (1%) chute brusquement et rapidement pour passer à 17% au bout de 40 secondes et 31% au bout de 60 secondes. Des variations dimensionnelles de cet ordre sont non négligeables. Nissan et coll recommandent de limiter à 20/40 secondes le temps de non-soutien de la gencive péri-implantaire lors de la prise d'empreinte, ou lors de la connexion de la prothèse, après dévissage de la vis de cicatrisation. Ceci afin d'éviter non seulement les douleurs et l'inconfort mais surtout un défaut d'adaptation de la prothèse, ce qui peut être difficile dans la zone postérieure à cause de la difficulté d'accès et de visibilité.

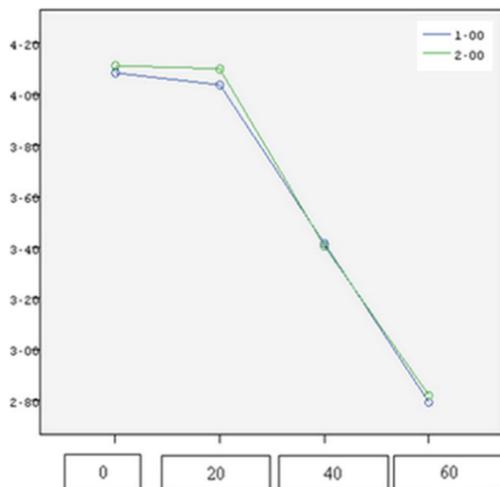


Figure 26 : Affaissement muqueux moyen (en mm) en fonction du temps (s) selon le biotype gingival (bleu:fin ; vert:épais)¹²⁶

a) Système BellaTek® Encode® de chez Biomet 3i®

Le repère d'indexation peut être placé directement sur la vis de cicatrisation comme dans le système BellaTek® Encode® de chez Biomet 3i®. Ce système donne les informations nécessaires à la conception et au fraisage du pilier, par un marquage laser sur la surface occlusale de la vis de cicatrisation, éliminant ainsi la nécessité de recourir à un transfert d'empreinte. L'empreinte peut être aussi bien réalisée de manière analogique que numérique.

Ce système montre des résultats au moins aussi bons que la technique traditionnelle d'empreinte directe de l'implant¹²⁴. Cependant, les vis de cicatrisation proposées n'ont que des dimensions cylindriques et ne peuvent être personnalisées.



Figure 27 : Vis de cicatrisation du système BellaTek® Encode® de chez Biomet 3i®

b) Système Esthetic Healing Abutments with ScanPeg® de chez Neoss®

Une autre possibilité est la connexion d'une deuxième pièce, servant de transfert d'empreinte dans un logement indexé de la vis de cicatrisation, comme dans le système Neoss® Esthetic Healing Abutments with ScanPeg®, qui offre la possibilité de formes plus anatomiques. Cependant, ces formes sont plus adaptées à la reconstitution d'un profil d'émergence inexistant lors du désenfouissement des implants, qu'au maintien d'un profil d'émergence post-extractionnel comme recherché dans le protocole SSA. Ce système nous impose aussi une pièce prothétique supplémentaire.



Figure 28 : Vis de cicatrisation et le transfert numérique d'empreinte correspondant du Système Esthetic Healing Abutments with ScanPeg® de chez Neoss®

c) Système Profile Designer iphysio® de chez ETK®

Le système iphysio® repose sur l'utilisation d'une vis de cicatrisation anatomique placée au premier ou second temps chirurgical, de forme très variée, que ce soit en antérieur ou en postérieur. Ce système permet l'empreinte numérique ou analogique de la vis de cicatrisation. Ce système a comme désavantage, d'être de forme anatomique et non personnalisée à la dent extraite, et est donc plus indiquée lors de la pose d'un implant sur un site cictré. De plus, le design transmuqueux du pilier dans la zone sub-critique ne laisse pas suffisamment de place à l'établissement d'un manchon conjonctif épais, en particulier dans les modèles de faible hauteur (H1, H2). Les modèles de haute hauteur (H3, H4) plus favorables sont quant à eux plus à risque d'entrer en occlusion pendant les cycles masticatoires.



Figure 29 : Vis de cicatrisation du système Profile Designer iphysio® de chez ETK® (de gauche à droite H1, H2, H3, H4)

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE :

Le nombre de vissage-dévissage est critique pour la stabilité des tissus péri implantaires, qu'ils soient gingivaux ou osseux. Les multiples phases de déconnexion/reconnexion des composants implantaires lors des étapes prothétiques provoquent un déplacement apical de l'attache muqueuse, une augmentation des forces néfastes transmises à l'os en contact avec le col de l'implant ainsi qu'une augmentation de la colonisation bactérienne et la diffusion de ceux-ci à l'interface implant-pilier. Ces trois mécanismes vont conduire à une destruction de l'os crestal péri-implantaire. Cette perte de la stabilité tissulaire est néfaste à la réussite fonctionnelle et esthétique de la restauration implantaire, et pourrait même augmenter les risques de survenue d'une éventuelle maladie péri-implantaire.

Lorsqu'elle est possible, la limitation de la manipulation du pilier implantaire est une préoccupation importante pour le clinicien, lui permettant de limiter les phénomènes biologiques de résorption osseuses péri-implantaires et les récessions gingivales associées.

Limiter le nombre de déconnexion/reconnexion à une seule reprise semble diminuer la déstabilisation du niveau osseux^{65,66}, l'usure mécanique prématurée des pièces⁸⁹ et la contamination bactérienne de l'interface implant-pilier¹⁰⁴.

Ne pas dévisser le pilier de cicatrisation est possible pendant l'étape d'empreinte implantaire en utilisant celui-ci comme transfert d'empreinte. Différents systèmes de vis de cicatrisation encodées permettent de réduire les conséquences biologiques et mécaniques du dévissage lors de l'empreinte, tout en optimisant la transmission de l'information du profil d'émergence.

Cependant, ces systèmes ne permettent pas d'obtenir de façon idéale et reproductible une vis de cicatrisation personnalisée, capable de figer les tissus mous et durs pendant la phase de cicatrisation post-extractionnelle.

Il est alors nécessaire de trouver ou de développer un autre système répondant à notre cahier des charges, qui permettrait de maintenir les tissus péri-implantaires dans leur situation pré-extractionnelle, en intégrant les informations de la position de l'implant, et donc qui ne serait déconnecté que pour le positionnement de la couronne supra-implantaire d'usage.

III. Proposition d'un protocole de continuité entre chirurgie et prothèse pour le maintien des tissus : concept « Scanbody individualisé »

A. Cahier des charges

Dans les deux premières parties de ce travail, nous avons délimité les contours des différentes stratégies favorisant le maintien tissulaire lors du remplacement d'une dent par un implant dans le secteur postérieur.

Dans la première partie, nous avons vu l'importance de minimiser le traumatisme chirurgical, en réalisant une extraction le moins traumatique possible et en réduisant le nombre d'interventions en implantant dans le septum inter-radiculaire, directement après l'avulsion. Afin d'optimiser la réponse tissulaire, nous avons aussi expliqué l'importance de stabiliser les tissus durs par le biais d'un biomatériau de comblement osseux, ainsi que l'importance de stabiliser les tissus mous par le biais d'une vis de cicatrisation personnalisée (SSA).

Dans la deuxième partie de notre travail, la réduction du nombre de déconnexion/reconnexion de la vis de cicatrisation à une seule fois, lors des étapes prothétiques, a été identifiée comme étant une perspective intéressante dans l'amélioration des résultats en termes de maintien tissulaire. Cependant, les stratégies actuelles favorisant la réduction du nombre de déconnexion/reconnexion de la vis de cicatrisation, ou favorisant la réduction des effets de ce phénomène, nous semblent peu compatibles avec le protocole SSA. En effet, l'utilisation d'un implant tissue-level complexifie l'obtention d'une stabilité primaire idéale et reproductible de l'implant dans le septum inter-radiculaire ; tandis que l'utilisation d'un pilier intermédiaire, corrigeant ce défaut, réintroduit un hiatus à proximité de l'os crestal péri-implantaire et rajoute une pièce prothétique ainsi qu'une interface prothétique supplémentaire. Les vis de cicatrisation encodées sont quant à elles un ensemble de systèmes ingénieux évitant la déconnexion de la vis de cicatrisation pendant les étapes prothétiques. Cependant leurs formes sont soit cylindro-coniques, soit anatomiques. Elles ne permettent pas d'obtenir un profil personnalisé à l'alvéole d'extraction en vue d'empêcher l'affaissement des tissus mous et durs ainsi que leur remodelage pendant la phase de cicatrisation. Ces systèmes anatomiques ont aussi l'inconvénient d'imposer une forme, qui rentrera possiblement en contact avec les septa osseux péri-implantaires, empêchant leur insertion dans un implant bone-level en position infra-crestal sans ostéoplastie de l'alvéole. Cette contrainte prothétique est en contradiction avec notre objectif de protocole micro-invasif. Ces différents systèmes sont donc plus indiqués dans des cas d'implantation sur sites cicatrisés.

Ainsi, notre réflexion s'est concentrée sur l'élaboration d'un protocole de continuité entre chirurgie et prothèse, réunissant nos différents impératifs. Ce protocole doit combiner une vis de cicatrisation personnalisée à l'alvéole d'extraction, au sein d'un protocole d'extraction-implantation minimalement invasif (SSA), ainsi qu'un protocole prothétique limitant à une déconnexion/reconnexion cette vis de cicatrisation jusqu'à la pose de la couronne supra-implantaire d'usage.

Nous avons appelé ce protocole le « Scanbody individualisé ».

B. Description du protocole « Scanbody individualisé » à travers un cas clinique

Il s'agit du tout premier cas réalisé au sein des HCL par le docteur Benjamin Fitouchi et moi-même. Cette première application du protocole illustre la séquence chirurgicale et prothétique réalisée, dans un objectif de maintien tissulaire lors du remplacement d'une dent par un implant.

1. Situation initiale et phase préopératoire

Le patient nous a été adressé pour une réhabilitation maxillaire postérieure gauche. Les antécédents médicaux n'ont révélé aucune pathologie médicale majeure. Le patient ressent une gêne au niveau de la dent numéro 26, dévitalisée, avec un ancrage radiculaire de type « screw post ». Le dossier médical révèle une atteinte carieuse du plancher de cette dent, rendant la conservation de celle-ci impossible, et qui a été obturée provisoirement au CVI. L'examen radiologique ne permet pas d'identifier d'atteinte osseuse furcatoire au niveau de cette dent, et montre des racines frêles et longues.

Sur la base de l'examen radiographique pré-implantaire (tomodensitométrie à faisceau conique ou CBCT), la classification des septa de classe B³⁸ et le volume osseux apical, permettent d'envisager un ancrage suffisant pour une implantation immédiatement après l'extraction de la dent. Le site alvéolaire présente une table osseuse palatine intacte et une table osseuse vestibulaire fine mais préservée, favorable à la régénération osseuse.

Lors de la phase préopératoire de planification, une empreinte a été réalisée et scannée numériquement par le prothésiste (fichier vert), ainsi qu'un examen radiographique pré-implantaire par un CBCT. Le fichier STL issu de la numérisation de l'empreinte va ensuite être aligné sur le fichier DICOM issu du CBCT au sein du logiciel ouvert BlueSkyPlan® (BSP) grâce à un procédé de « matching ».

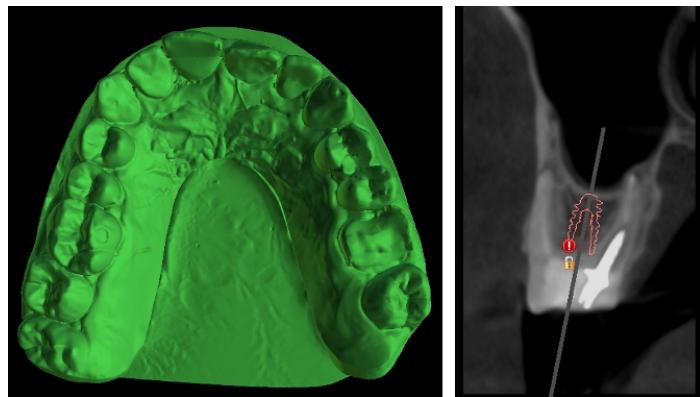


Figure 30 : Modèle numérique de la situation initiale (à gauche) issue de l’empreinte analogique et CBCT préopératoire support de la planification implantaire dans le septum inter-radiculaire (à droite). Crédits Docteur B.Fitouchi

La première grande étape de ce protocole est l'anticipation de l'avulsion. Au sein du logiciel BSP, le modèle STL va être modifié pour lisser la zone de la dent à extraire afin d'obtenir un modèle STL de la situation post-extractionnelle, anticipée (fichier rose). Ainsi, nous obtenons sur notre logiciel BSP le fichier volumétrique du niveau osseux du patient ainsi qu'un fichier représentant la surface tissulaire de la bouche du patient au moment où nous placerons le guide chirurgical. C'est aussi lors de cette étape qu'est choisi l'implant, en fonction de l'anatomie osseuse résiduelle et de l'éventuel « wax up » guidant l'axe prothétique idéal. Dans ce cas, notre choix s'est tourné sur un implant bone-level, le GlobalD® inkone universal® de dimension 4x8,5mm, présentant un design de spires adapté à l'obtention d'une stabilité primaire suffisante dans le cas d'implantation immédiate.

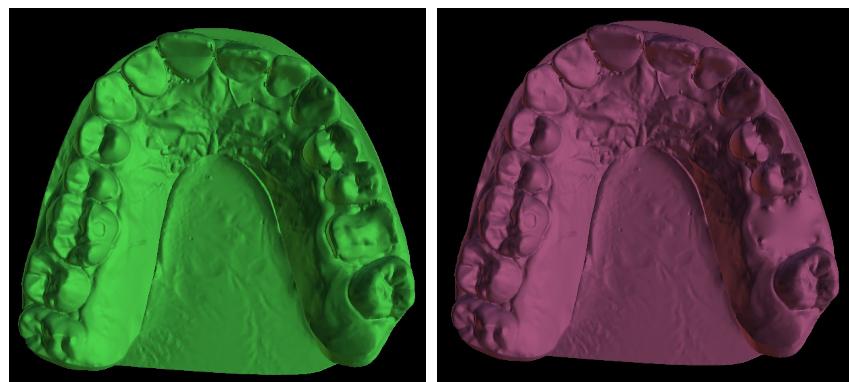


Figure 31 : Transformation du fichier numérique de la situation pré-extractionnelle (vert) en un fichier numérique d’anticipation de la situation post-extractionnelle (rose). Crédits Docteur B.Fitouchi

La deuxième grande étape est la réalisation du guide chirurgical. La position idéale de l'implant, issue de notre planification, va être transférée dans la bouche du patient grâce un guide chirurgical à appui dentaire pour un placement implantaire complètement guidé (« full guided »). Un repère d'indexation est placé en vestibulaire sur le guide. Ce repère vestibulaire est représenté par un méplat, aligné avec le méplat de la connectique interne de l'implant planifié virtuellement.

Ce guide comporte donc toutes les informations spatiales du positionnement implantaire :

- Axe Mésio-Distal (grâce à l'axe du tube de guidage)
- Axe Vestibulo-Palatin (grâce à l'axe du tube de guidage)
- Niveau Apico-Coronaire (grâce à la butée du guide)
- Composant rotationnel (grâce au repère d'indexation)

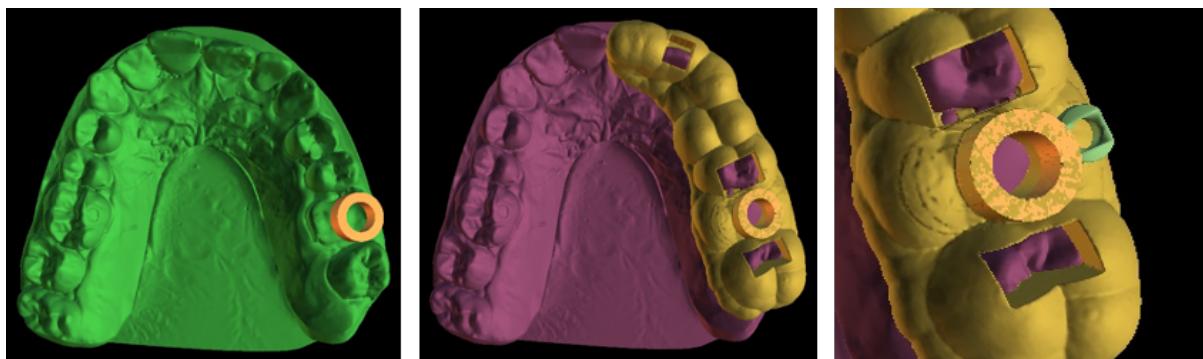


Figure 32 : à gauche : tube de guidage en fonction du placement de l'implant et de la trousse de chirurgie guidée ; au centre : modélisation du guide chirurgical à appui dentaire ; à droite : repère d'indexation placé en vestibulaire du tube de guidage.

Crédits Docteur B.Fitouchi

La dernière grande étape de la phase pré-opératoire est la conception de la vis de cicatrisation personnalisée. Pour cela, le profil transgingival de la dent à extraire est capturée grâce à la « segmentation » de cette dent. Cette étape correspond à la transformation du volume de cette dent sur le fichier DICOM, en une surface géométrique en trois dimensions sous forme de fichier STL. Ce fichier numérique, reflet de l'alvéole d'extraction, est mis en lien avec la position de l'implant, auquel il sera connecté par le biais d'une embase titane indexée choisie en fonction de la planification.

Le cœur de ce protocole est la transformation de cette vis de cicatrisation personnalisée en une vis de cicatrisation encodée, qui ne sera pas déconnectée pendant l'empreinte implantaire. Pour ce faire, des marqueurs géométriques sont appliqués sur cette pièce. Un autre fichier numérique, réunissant cette vis de cicatrisation et le transfert numérique d'empreinte (« scanbody ») connecté virtuellement à l'implant, est créé (Figure 34). Ce fichier permet de faire le lien, entre le positionnement de la vis de cicatrisation personnalisée, celui de l'implant ainsi que son indexation dans les trois dimensions. Nous appelons ce fichier, restant numérique tout le long du traitement, le « Link », et la vis de cicatrisation anatomique et encodée par le biais de formes géométriques, le « Scanbody individualisé ».

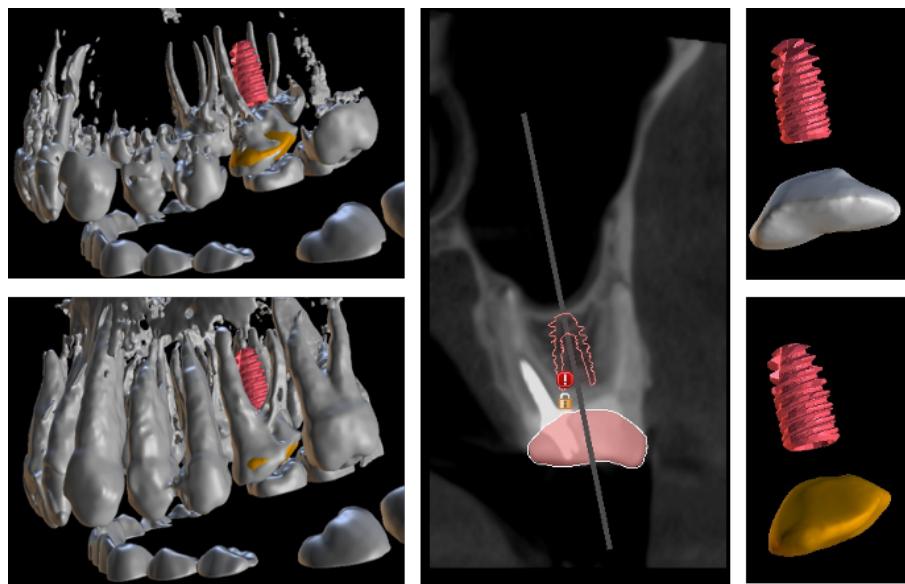


Figure 33 : Segmentation de la dent à extraire sur les différentes coupes 3D et conception du fichier STL de la vis de cicatrisation personnalisée. Crédits Docteur B.Fitouchi

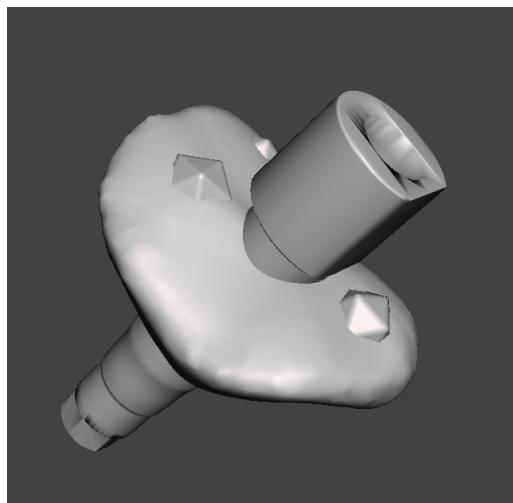


Figure 34 : Fichier STL « Link » contenant la vis de cicatrisation personnalisée et encodée ainsi que le transfert d'empreinte numérique, permettant de faire le lien entre le placement du scanbody individualisé et le positionnement de l'implant.
Crédits Docteur B.Fitouchi

Ensuite, 3 fichiers STL sont envoyés au prothésiste (Figure 35):

- Un fichier contenant le modèle et le « Scanbody », rendant compte de la position de l'implant, afin de réaliser un modèle avec analogue (à gauche).
- Un fichier contenant le profil transgingival segmenté, à « bio-copier » et à usiner en zircone pour la coller sur une embase titane, choisie en fonction de la planification, pour réaliser le « Scanbody individualisé » (au centre).
- Un fichier contenant le guide chirurgical à imprimer grâce à une imprimante 3D (à droite).

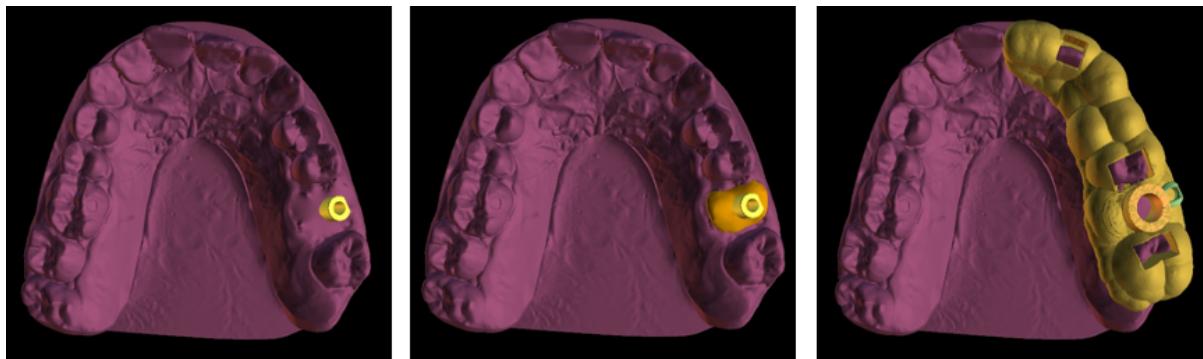


Figure 35 : les 3 fichiers STL envoyés au laboratoire de prothèse avant l'intervention chirurgicale. Crédits Docteur B.Fitouchi

2. Phase chirurgicale

Le jour de l'intervention, nous pouvons observer la bonne réalisation du guide chirurgical et du « Scanbody individualisé » comportant les repères géométriques. Cette pièce a été usinée en zircone avec une finition poli-miroir sans glacage pour ses propriétés de biocompatibilité et d'adhésion tissulaire recherchées pendant la phase de cicatrisation^{127,128,129}.



Figure 36 : à gauche : guide chirurgical ; à droite : Scanbody individualisé. Crédits Docteur B.Fitouchi

La séquence chirurgicale du protocole SSA est ensuite initialisée. Une anesthésie locale avec de la articaïne à 4% et 1/100 000 d'adrénaline est réalisée chez le patient en regard de la dent concernée. L'avulsion atraumatique de la dent est réalisée en séparant les fibres gingivales à l'aide d'un bistouri et en séparant les racines pour les extraire séparément.

Le guide chirurgical est ensuite essayé pour vérifier son ajustement et sa stabilité. Le protocole instrumental de chirurgie guidée du fabricant est suivi, afin de réaliser l'ostéotomie et placer de manière complètement guidée l'implant (GlobalD® inkone universal® 4x8,5mm) dans le septum inter-radiculaire de la dent extraite. Une stabilité primaire suffisante est obtenue avec succès, avec un couple d'insertion enregistrée lors de la mise en place de l'implant de plus de 40 N/cm.

Après avoir retiré le guide chirurgical, une vis de couverture est placée et l'espace alvéolaire restant est comblé à l'aide d'un substitut osseux xénogénique (Creos Xenogain®, 0,5g de petites particules, Nobel Biocare®).

Le « Scanbody individualisé » est ensuite inséré pour soutenir les tissus mous environnants et fournir une barrière pour le caillot et le biomatériau de comblement sans utilisation d'une membrane biologique.

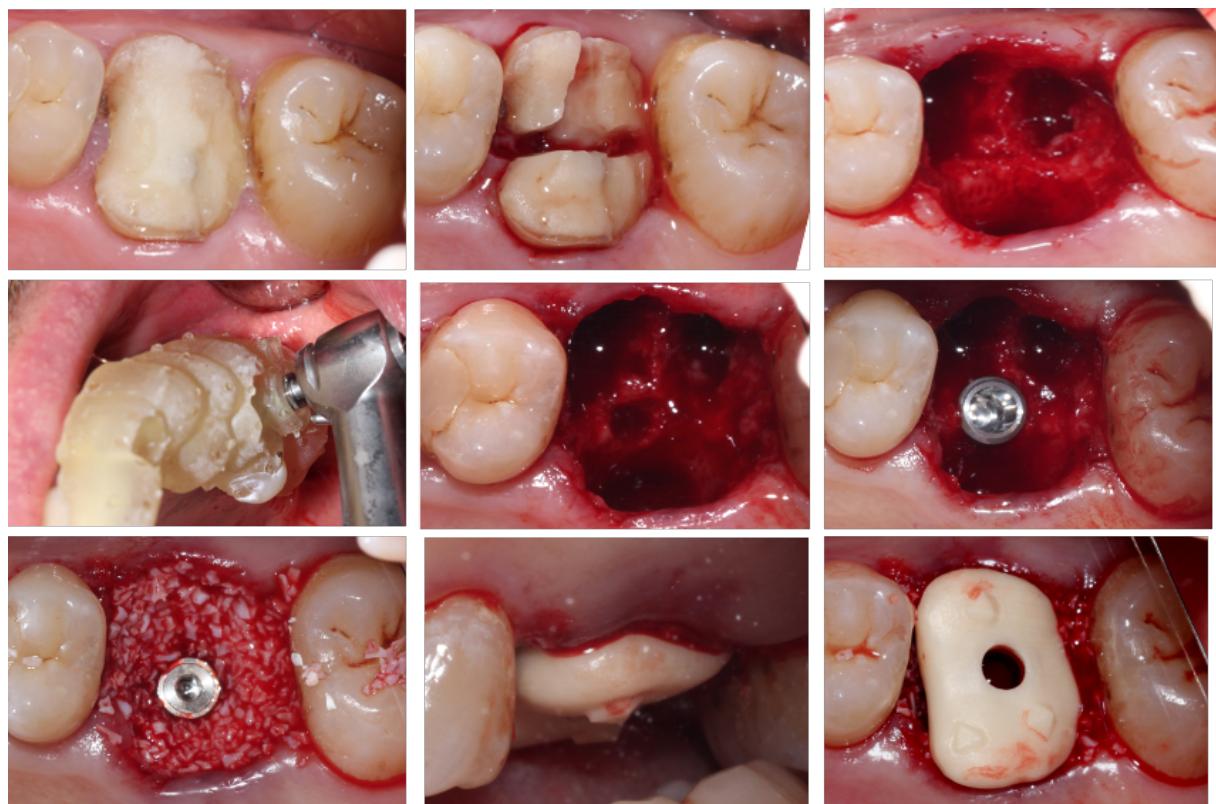


Figure 37 : Séquence chirurgicale complète du protocole, identique au protocole classique SSA : dans le sens de la lecture (de gauche à droite et de haut en bas). Crédits Docteur B.Fitouchi

Immédiatement après la chirurgie, une radiographie rétro-alvéolaire de contrôle est réalisée pour vérifier le bon positionnement de l'implant, et les conseils postopératoires sont transmis au patient.



Figure 38 : radiographie rétro-alvéolaire réalisée directement à la fin de la chirurgie.

3. Phase prothétique

Après 3 mois de cicatrisation, sont réalisés des empreintes numériques (Trios®, 3shape®) de l'arcade contenant le « Scanbody individualisé », de l'arcade antagoniste et de l'occlusion. Nous obtenons alors des fichiers STL de la situation postopératoire. Aucun dévissage de la vis de cicatrisation n'est nécessaire lors de cette étape pour obtenir le positionnement de l'implant ou le profil d'émergence car toutes ces informations sont incluses dans la pièce, et connues numériquement. L'empreinte peut aussi être réalisée de manière analogique, coulée puis scannée au laboratoire afin d'obtenir un fichier STL sur lequel nous travaillerons.

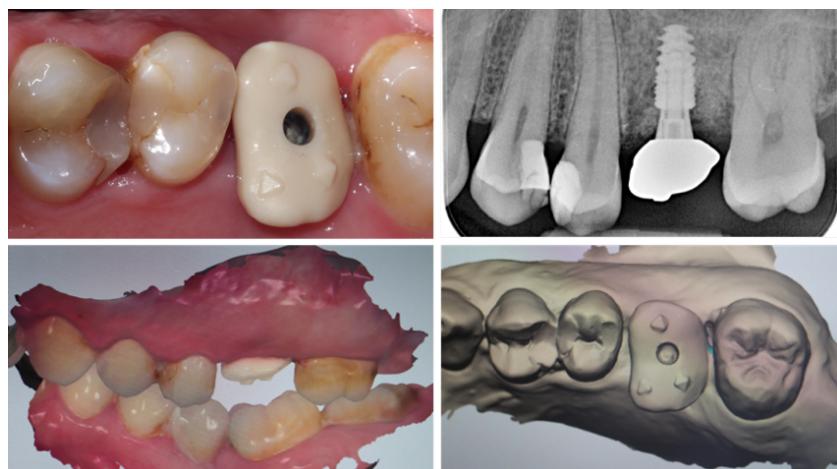


Figure 39 : en haut à gauche : photographie en vue occlusale après cicatrisation ; en haut à droite : radiographie rétro alvéolaire de la situation après cicatrisation ; en bas à gauche : fichier STL issu de l'empreinte optique des deux hémি-arcades en occlusion ; en bas à droite : vue occlusale du fichier STL issu de l'empreinte optique du scanbody individualisé.

Crédits Docteur B.Fitouchi

Le fichier STL issu de l'empreinte optique postopératoire est alors réintégré dans le logiciel BSP (fichier bleu). Le fichier STL du « Link » (fichier jaune), réalisé en préopératoire, est alors « matché » grâce aux formes géométriques sur la face occlusale du « Scanbody individualisé », ce qui va permettre de localiser la position tridimensionnelle de l'implant après cicatrisation.

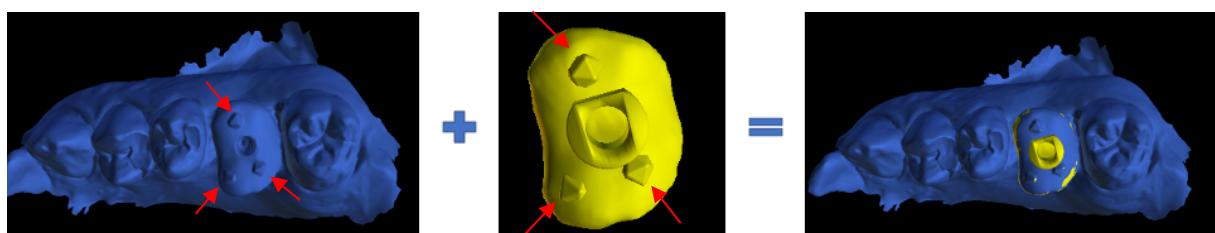


Figure 40 : « Matching » du fichier STL de la situation postopératoire après 3 mois de cicatrisation et du fichier STL « Link ».

Crédits Docteur B.Fitouchi

Un modèle contenant un profil d'émergence gingival est créé à partir de la partie interne du « Scanbody individualisé » (fichier rouge). Nous avons donc, à partir de ces manipulations, deux informations essentielles : la situation spatiale de l'implant et la forme du profil d'émergence déduit du « Scanbody individualisé ». Ces deux informations vont être associées aux données issues des empreintes optiques de l'occlusion et des dents adjacentes, pour créer les modèles de travail permettant la conception de la couronne définitive.

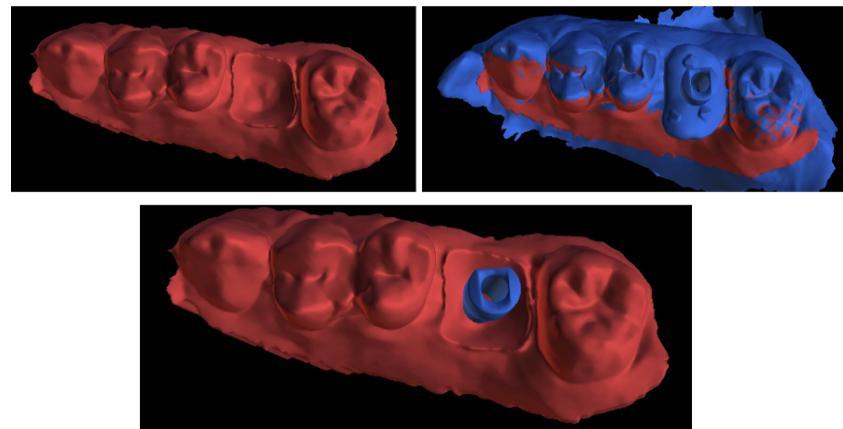


Figure 41 : Crédits Docteur B.Fitouchi

Lors de la séance suivante, le prothésiste nous a livré la couronne supra-implantaire d'usage, réalisée en zircone multicouche. Il l'aura collée sur une embase titane identique à celle du « Scanbody individualisé ». Nous pouvons alors observer, sur le modèle de travail ainsi que sur la couronne, le profil d'émergence « naturel », qui aura été conservé depuis l'extraction de la dent.



Figure 42 : Crédits Docteur B.Fitouchi

Puis, le « Scanbody individualisé » est, pour la première fois, dévissé. Le profil transgingival réel est, pour la première fois également, directement observé. La couronne est mise en place, torquée au

couple d'insertion approprié, réglée en occlusion statique et dynamique, et le puit d'accès est recouvert de composite de restauration. Une radiographie rétro-alvéolaire postopératoire est réalisée pour vérifier la bonne adaptation de la couronne avec son pilier dans l'implant.

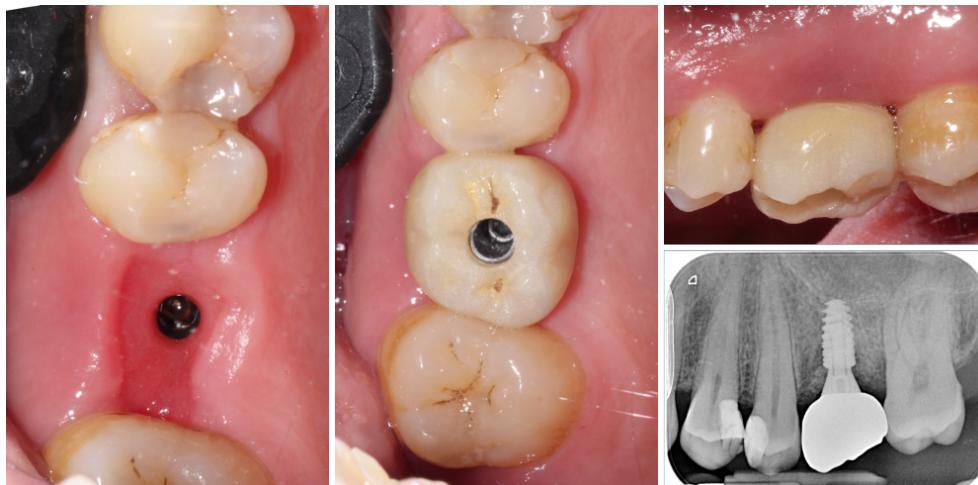


Figure 43 : à gauche : photographie occlusale du berceau gingival après déconnection du scanbody individualisé ; au centre : photographie occlusale après insertion de la couronne supra-implantaire ; en haut à gauche : photographie en vue latérale de la couronne ; en bas à gauche : radiographie rétro-alvéolaire après insertion de la couronne. Crédits Docteur B.Fitouchi

C. Discussion

Cette première application du protocole pilote de « Scanbody individualisé » a permis l'obtention d'une couronne supra-implantaire avec un profil d'émergence naturel. Cependant, le contour vestibulaire mais aussi palatin, ont subi un remodelage important pendant la phase de cicatrisation. En effet, bien que modérés, ces changements des dimensions horizontales de la crête sont plus importants que ceux anticipés. Différentes explications ont déjà été identifiées :

- Rétention de plaque importante créant une inflammation chronique du site pendant la phase de cicatrisation et favorisant le remodelage tissulaire.
- Forme du profil transgingival et plus particulièrement de la zone sub-critique trop concave. Cette forme donnée au scanbody individualisé, copiée sur la dent extraite, n'est pas adaptée à la stabilité tissulaire pendant la phase de cicatrisation et à l'établissement d'un manchon conjonctif épais et protecteur^{46,47}. Cette forme a aussi favorisé le tassemement alimentaire en distal de la pièce (Figure 39).
- Des corticales vestibulaires et palatines très fines dues à la divergence marquée des racines de la dent extraite. Celles-ci ont pu s'effondrer pendant la cicatrisation malgré leur stabilisation par le biomatériau.

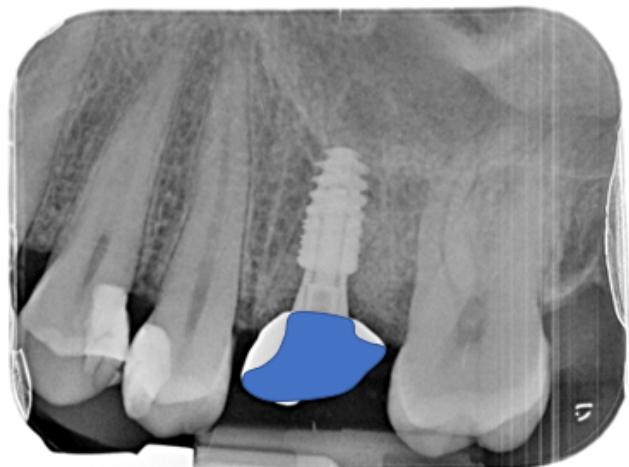


Figure 44 : Forme idéale du « Scanbody individualisé » dans un objectif de maintien tissulaire.

Ce premier cas a aussi montré la réussite du protocole chirurgico-prothétique tout au long du traitement. Bien que la précision de la chirurgie guidée, associée à une pièce prothétique conçue en amont, n'est plus à prouver¹³⁰ ; la possibilité, en revanche, d'encoder une vis de cicatrisation personnalisée au patient, afin qu'elle transmette toutes les informations nécessaires (positionnement implantaire, indexation et profil d'émergence) était le véritable défi de ce protocole. Le « matching » entre le « Scanbody individualisé » du STL postopératoire et du fichier STL « Link », via les formes géométriques occlusales, s'est avéré très précis, tout comme l'obtention du profil transgingival en négatif du « Scanbody individualisé ».

Cependant, la complexité de réalisation en amont du « Scanbody individualisé », ainsi que les étapes numériques de conception de la couronne supra-implantaire, rend ce protocole très long et coûteux. Selon nous, la différence significative de perte osseuse, en cas de déconnexion répétée de la vis de cicatrisation implantaire lors des étapes prothétiques, est cliniquement trop faible pour justifier, pour l'instant, une procédure aussi longue et complexe.

Ce protocole sera néanmoins très intéressant pour le futur dans les thérapeutiques de remplacement d'une dent par un implant dans le secteur postérieur. Il s'intègre, en effet, parfaitement au sein des objectifs grandissants en termes de réduction du caractère invasif des traitements, de stabilité tissulaire et de biomimétisme des thérapeutiques implantaires.

L'encodage de la vis de cicatrisation personnalisée, la lecture de celle-ci en tant que transfert numérique d'empreinte, ainsi que la lecture du profil d'émergence en tant que négatif de l'intrados de cette pièce, pourraient être intégrés à des logiciels de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO). Le protocole, alors automatisé, serait alors plus rapide, moins coûteux et donc plus rentable pour le praticien. Il permettrait alors, de manière simple et reproductible, de maintenir de façon optimale les tissus péri-implantaires dans les cas d'extraction-implantation, dans le secteur postérieur.

CONCLUSION DE LA THÈSE :

Dans le cadre de ce travail, nous avons montré l'importance d'une stratégie favorisant le maintien des tissus osseux et gingivaux, lors du remplacement d'une dent par un implant, afin d'obtenir des résultats esthétiques et fonctionnels toujours plus exigeants.

Une stratégie chirurgicale de maintien tissulaire prometteuse, propose d'associer avulsion atraumatique, implantation immédiate, comblement alvéolaire et maintien des tissus mous, via une vis de cicatrisation personnalisée, le SSA. Ce protocole SSA, lorsque l'indication peut être posée, cherche à maintenir les tissus en réduisant le caractère invasif de la chirurgie, le nombre d'interventions, et en maintenant les tissus mous et durs¹³¹. Les premières études sur cette procédure montrent des résultats très encourageants^{48,49,50}. Cependant, une stratégie idéale de maintien tissulaire ne se limite pas à la phase chirurgicale, car des phénomènes biologiques de remodelage se produisent aussi, pendant la phase prothétique. En effet, le dévissage répété des composants prothétiques, comme la vis de cicatrisation, engendrent une perte osseuse précoce au niveau de l'os crestal péri-implantaire^{82,83,84}. Cette perte est associée à une récession gingivale par perte de son support. Différents systèmes ont pour fonction de limiter les effets de la déconnexion prothétique ou le nombre de ces déconnexions.

Ainsi, nous avons développé un protocole pilote appelé « Scanbody individualisé » qui combine le protocole chirurgical du SSA avec la non-déconnexion de la vis de cicatrisation lors de l'empreinte implantaire. Dans ce protocole, le pilier SSA devient aussi un transfert numérique d'empreinte. Il transmet, sans être déconnecté, la position tridimensionnelle de l'implant, la position de son indexation, et le profil transgingival qu'il soutient. Ce protocole permet de maintenir les tissus péri-implantaires, de l'extraction de la dent jusqu'à la mise en place de la couronne supra-implantaire d'usage, là où se produit la seule déconnexion entre l'implant et la pièce prothétique le surplombant.

Bien que long et complexe, ce protocole numérique réunit tous les impératifs que contient notre cahier des charges en termes de maintien tissulaire. Sa première application, perfectible, nous a montré son bon fonctionnement quant à la réduction du nombre de dévissage de la vis de cicatrisation. Ce protocole est, selon nous, un axe de développement intéressant pour le futur, car il permettrait d'optimiser encore plus les résultats esthétiques et fonctionnels du remplacement d'une dent par un implant dans le secteur postérieur. Les prochains cas que nous réaliserons avec le docteur Benjamin Fitouchi, nous permettront de confirmer la reproductibilité de ce protocole ainsi que son efficacité sur le maintien tissulaire.

Bibliographie :

1. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol 2000*. févr 2017;73(1):73-83.
2. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000*. févr 2017;73(1):84-102.
3. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol 2000*. juin 2015;68(1):122-34.
4. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:43-61.
5. Cooper LF. Objective Criteria: Guiding and Evaluating Dental Implant Esthetics. *J Esthet Restor Dent*. juin 2008;20(3):195-205.
6. Grunder. Influence of the 3-D Bone-to-Implant Relationship on Esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent*.
7. Chen S, Buser D. Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla—A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. janv 2014;29(Supplement):186-215.
8. Chen ST, Buser D. Clinical and Esthetic Outcomes of Implants Placed in Postextraction Sites. :33.
9. Araújo MG, da Silva JCC, de Mendonça AF, Lindhe J. Ridge alterations following grafting of fresh extraction sockets in man. A randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res*. avr 2015;26(4):407-12.
10. Araújo MG, Linder E, Lindhe J. Bio-Oss® Collagen in the buccal gap at immediate implants: a 6-month study in the dog: Xenogenic graft and immediate implants. *Clinical Oral Implants Research*. janv 2011;22(1):1-8.
11. Araújo MG, Lindhe J. Ridge preservation with the use of Bio-Oss® collagen: A 6-month study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*. mai 2009;20(5):433-40.
12. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*. juin 2005;32(6):645-52.
13. Prosper L, Gherlone EF, Redaelli S, Quaranta M. Four-year follow-up of larger-diameter implants placed in fresh extraction sockets using a resorbable membrane or a resorbable alloplastic material. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(6):856-864.
14. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*. févr 2005;32(2):212-8.

15. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. 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.* févr 2012;23:39-66.
16. Magne P. et Belser U. Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures. Approche biomimétique. *Quintessence internationale.* 05-2003.
17. 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: Esthetic score. *Clinical Oral Implants Research.* déc 2005;16(6):639-44.
18. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber H-P, Buser D. Outcome Evaluation of Early Placed Maxillary Anterior Single-Tooth Implants Using Objective Esthetic Criteria: A Cross-Sectional, Retrospective Study in 45 Patients With a 2- to 4-Year Follow-Up Using Pink and White Esthetic Scores. *Journal of Periodontology.* janv 2009;80(1):140-51.
19. Joda T, Zarone F, Zitzmann NU, Ferrari M. The Functional Implant Prosthodontic Score (FIPS): assessment of reproducibility and observer variability. *Clin Oral Invest.* juill 2018;22(6):2319-24.
20. 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 Impl Res.* févr 2012;23:22-38.
21. Vignoletti F, Sanz M. Immediate implants at fresh extraction sockets: from myth to reality. *Periodontol 2000.* oct 2014;66(1):132-52.
22. Chu SJ, Salama MA, Salama H, Garber DA, Saito H, Tarnow DP. The Dual-Zone Therapeutic Concept of Managing Immediate Implant Placement and Provisional Restoration in Anterior Extraction Sockets. 2012;33(7):10.
23. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M. Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. *J Clin Periodontol.* avr 2008;35(4):356-63.
24. Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*
25. Muska E, Walter C, Knight A, Taneja P, Bulsara Y, Hahn M, et al. Atraumatic vertical tooth extraction: a proof of principle clinical study of a novel system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology.* nov 2013;116(5):e303-10.
26. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000;20(4):358-365.
27. Araújo MG, Silva CO, Souza AB, Sukekava F. Socket healing with and without immediate implant placement. *Periodontol 2000.* févr 2019;79(1):168-77.

28. Atieh MA, Payne AGT, Duncan WJ, de Silva RK, Cullinan MP. Immediate Placement or Immediate Restoration/Loading of Single Implants for Molar Tooth Replacement: A Systematic Review and Meta-analysis. 2009;16.
29. Cafiero C, Annibali S, Gherlone E, Grassi FR, Gualini F, Magliano A, et al. Immediate transmucosal implant placement in molar extraction sites: a 12-month prospective multicenter cohort study. *Clin Oral Implants Res.* mai 2008;19(5):476-82.
30. Ketabi M, Deporter D, Atenafu EG. A Systematic Review of Outcomes Following Immediate Molar Implant Placement Based on Recently Published Studies: Immediate Molar Implants: A Review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* déc 2016;18(6):1084-94.
31. Zuhr O, Hürzeler M. Chirurgie plastique et esthétique en parodontie et implantologie. *Quintessence International*, p.535.
32. Fugazotto P. A retrospective analysis of immediately placed implants in 418 sites exhibiting periapical pathology: results and clinical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):194-202.
33. Crespi R, Capparé P, Crespi G, Lo Giudice G, Gastaldi G, Gherlone E. Immediate Implant Placement in Sockets with Asymptomatic Apical Periodontitis: Immediate Implant Placement in Sockets. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* févr 2017;19(1):20-7.
34. Bhola M, Neely AL, Kolhatkar S. Immediate Implant Placement: Clinical Decisions, Advantages, and Disadvantages. *Journal of Prosthodontics.* oct 2008;17(7):576-81.
35. Chen S, Buser D. Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla—A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* janv 2014;29(Supplement):186-215.
36. Cosyn J, Hooghe N, De Bruyn H. A systematic review on the frequency of advanced recession following single immediate implant treatment. *J Clin Periodontol.* juin 2012;39(6):582-9.
37. Kan J. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: A 2- to 8-year follow-up. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* nov 2011;106(5):342.
38. Smith RB, Tarnow DP. Classification of Molar Extraction Sites for Immediate Dental Implant Placement: Technical Note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(3):911-6.
39. Kurtzman GM, Luchetti CG, Kitrilakis AE, Ostrowicz DI. Immediate Implant Placement in Maxillary Molars using Septa Dilatation with Threaded Expanders: 3 Years Follow-up and use of the Technique in Complex Cases. *International Journal of Oral Implantology & Clinical Research.* déc 2012;3(3):138-45.

40. Hamouda NI, Mourad SI, El-Kenawy MH, Maria OM. Immediate Implant Placement into Fresh Extraction Socket in the Mandibular Molar Sites: A Preliminary Study of a Modified Insertion Technique: A Modified Immediate Implant Insertion Technique. Clinical Implant Dentistry and Related Research. janv 2015;17:e107-16.
41. Chu S, Tarnow DP. Flapless Postextraction Socket Implant Placement in the Esthetic Zone: Part 1. The Effect of Bone Grafting and/or Provisional Restoration on Facial- Palatal Ridge Dimensional Change. Int J Periodontics Restorative Dent.
42. Chu SJ, Tarnow DP. Flapless Postextraction Socket Implant Placement, Part 2: The Effects of Bone Grafting and Provisional Restoration on Peri-implant Soft Tissue Height and Thickness- A Retrospective Study. Int J Periodontics Restorative Dent.
43. Wang H-L, Boyapati L. ???PASS??? Principles for Predictable Bone Regeneration: Implant Dentistry. 2006;15(1):8-17.
44. Retzepi M, Donos N. Guided Bone Regeneration: biological principle and therapeutic applications: Guided bone regeneration. Clinical Oral Implants Research. 19 mars 2010;21(6):567-76.
45. Huan Su, Oscar González-Martín, Arnold Weisgold, Ernesto Lee. Considerations of Implant Abutment and Crown Contour: Critical Contour and Subcritical Contour. Int J Periodontics Restorative Dent.
46. Rompen E. Soft Tissue Stability at the Facial Aspect of Gingivally Converging Abutments in the Esthetic Zone: A Pilot Clinical Study. J Prosthet Dent 2007 Jun;97(6 Suppl):S119-25. doi: 10.1016/S0022-3913(07)60015-8
47. Finelle G, Papadimitriou DEV, Souza AB, Katebi N, Gallucci GO, Araújo MG. Peri-implant soft tissue and marginal bone adaptation on implant with non-matching healing abutments: micro-CT analysis. Clin Oral Impl Res. avr 2015;26(4):e42-6.
48. Finelle G, Sanz-Martín I, Knafo B, Figué M, Popelut A. Digitalized CAD/CAM protocol for the fabrication of customized sealing socket healing abutments in immediate implants in molar sites. International Journal of Computerized Dentistry. :18.
49. Sealing Socket Abutment (SSA) in molar immediate implants with a digitalized CAD-CAM protocol. Soft tissue contour changes and radiographic outcomes after 2 years. International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. Gary Finelle, Bryan Knafo, Antoine Popelut, Ignacio Sanz Martin (en cours de publication)
50. Immediate implant in the posterior region combined with alveolar ridge preservation and SSA : Retrospective 3D radiographic Analysis. Alexopoulou M, Lambert F, Knafo B, Popelut A, Finelle G (en cours de rédaction)

51. Botilde G, Colin P, González-Martín O, Lecloux G, Rompen E, Lambert F. Hard and soft tissue analysis of alveolar ridge preservation in esthetic zone using deproteinized bovine bone mineral and a saddle connective tissue graft: A long-term prospective case series. *Clin Implant Dent Relat Res.* 23 avr 2020;cid.12899.
52. Lambert F, Vincent K, Vanhoutte V, Seidel L, Lecloux G, Rompen E. A methodological approach to assessing alveolar ridge preservation procedures in humans: hard tissue profile. *J Clin Periodontol.* sept 2012;39(9):887-94.
53. Wang Y, Zhang Y, Miron RJ. Health, Maintenance, and Recovery of Soft Tissues around Implants: Soft Tissues around Implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* juin 2016;18(3):618-34.
54. Hartman GA, Cochran DL. Initial Implant Position Determines the Magnitude of Crestal Bone Remodeling. *Journal of Periodontology.* avr 2004;75(4):572-7.
55. Hartlev J, Kohberg P, Ahlmann S, Gotfredsen E, Andersen NT, Isidor F, et al. Immediate placement and provisionalization of single-tooth implants involving a definitive individual abutment: a clinical and radiographic retrospective study. *Clin Oral Impl Res.* juin 2013;24(6):652-8.
56. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol.* août 1997;24(8):568-72.
57. Shimono M. Biological characteristics of the junctional epithelium. *Journal of Electron Microscopy.* 1 déc 2003;52(6):627-39.
58. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa: Biological width revisited. *Journal of Clinical Periodontology.* oct 1996;23(10):971-3.
59. Iglihaut G, Schwarz F, Winter RR, Mihatovic I, Stimmelmayr M, Schliephake H. Epithelial Attachment and Downgrowth on Dental Implant Abutments-A Comprehensive Review: Epithelial Attachment and Downgrowth on Dental Implant Abutments. *J Esthet Restor Dent.* sept 2014;26(5):324-31.
60. Schupbach, Peter & Glauser, Roland. (2007). The defense architecture of the human periimplant mucosa: A histological study. *The Journal of prosthetic dentistry.* 97. S15-25. 10.1016/S0022-3913(07)60004-3.
61. Tomasi C, Tessarolo F, Caola I, Piccoli F, Wennström JL, Nollo G, et al. Early healing of peri-implant mucosa in man. *J Clin Periodontol.* oct 2016;43(10):816-24.
62. Atsuta I, Ayukawa Y, Kondo R, Oshiro W, Matsuura Y, Furuhashi A, et al. Soft tissue sealing around dental implants based on histological interpretation. *Journal of Prosthodontic Research.* janv 2016;60(1):3-11.
63. Ivanovski S, Lee R. Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontol 2000.* févr 2018;76(1):116-30.

64. Berglundh T, Abrahamsson I, Welander M, Lang NP, Lindhe J. Morphogenesis of the peri-implant mucosa: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* févr 2007;18(1):1-8.
65. Rodríguez, X, Vela, X, Meéndez, V, Segalaá, M, Calvo-Guirado, JL, Tarnow, DP. The effect of abutment dis/reconnections on peri-implant bone resorption: A radiologic study of platformswitched and non-platform-switched implants placed in animals. *Clin. Oral Impl. Res.* 24 2013, 305–311.
66. Abrahamsson I, Berglundh T, Sekino S, Lindhe J. Tissue Reactions to Abutment Shift: An Experimental Study in Dogs. *Clin Implant Dent Rel Res.* août 2003;5(2):82-8.
67. Canullo L, Bignozzi I, Cocchetto R, Cristalli MP, Iannello G. Immediate positioning of a definitive abutment versus repeated abutment replacements in post-extractive implants: 3- year follow-up of a randomised multicentre clinical trial. *Eur J Oral Implantol.* :13.
68. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants: One abutment at one time: the effect of the non-removal of an immediate abutment. *Clinical Oral Implants Research.* nov 2011;22(11):1303-7.
69. Becker K, Mihatovic I, Golubovic V, Schwarz F. Impact of abutment material and dis-/re-connection on soft and hard tissue changes at implants with platform-switching. *J Clin Periodontol.* août 2012;39(8):774-80.
70. Grandi T, Guazzi P, Samarani R, Garuti G. Immediate positioning of definitive abutments versus repeated abutment replacements in immediately loaded implants: effects on bone healing at the 1-year follow-up of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* :9.
71. Iglhaut G, Becker K, Golubovic V, Schliephake H, Mihatovic I. The impact of dis-/reconnection of laser microgrooved and machined implant abutments on soft- and hard-tissue healing. *Clin Oral Impl Res.* avr 2013;24(4):391-7.
72. Koutouzis T, Koutouzis G, Gadella H, Neiva R. The Effect of Healing Abutment Reconnection and Disconnection on Soft and Hard Peri-implant Tissues: A Short-Term Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(3):807-14.
73. Grandi T, Guazzi P, Samarani R, Maghaireh H, Grandi G. One abutment—one time versus a provisional abutment in immediately loaded post-extractive single implants: A 1-year follow-up of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* :10.
74. Degidi M, Nardi D, Daprise G, Piattelli A. Nonremoval of Immediate Abutments in Cases Involving Subcrestally Placed Postextractive Tapered Single Implants: A Randomized Controlled Clinical Study: The Chamber Concept. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* déc 2014;16(6):794-805.

75. Alves CC, Muñoz F, Cantalapiedra A, Ramos I, Neves M, Blanco J. Marginal bone and soft tissue behavior following platform switching abutment connection/disconnection- a dog model study. *Clin Oral Impl Res.* sept 2015;26(9):983-91.
76. Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res.* avr 2017;28(4):443-52.
77. Luongo G, Bressan E, Grusovin MG, Neumann K, Sbricoli L, Esposito M. Do repeated changes of abutments have any influence on the stability of peri-implant tissues? Four-month post-loading preliminary results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* :13.
78. Esposito M, Bressan E, Grusovin MG, D'Avenia F, Neumann K, Sbricoli L, et al. Do repeated changes of abutments have any influence on the stability of peri-implant tissues? One-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* :17.
79. Bressan E, Grusovin MG, D'Avenia F, Neumann K, Sbricoli L, Luongo G, et al. The influence of repeated abutment changes on peri-implant tissue stability: 3-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* :18.
80. Praça L de FG, Teixeira RC, Rego RO. Influence of abutment disconnection on peri-implant marginal bone loss: A randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res.* 27 janv 2020;clr.13572.
81. Koutouzis T. Implant-abutment connection as contributing factor to peri-implant diseases. Romanos GE, éditeur. *Periodontol* 2000. oct 2019;81(1):152-66.
82. Atieh MA, Tawse-Smith A, Alsabeeha NHM, Ma S, Duncan WJ. The One Abutment–One Time Protocol: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Periodontology.* nov 2017;88(11):1173-85.
83. Koutouzis T, Gholami F, Reynolds J, Lundgren T, Kotsakis G. Abutment Disconnection/Reconnection Affects Peri-implant Marginal Bone Levels: A Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* mai 2017;32(3):575-81.
84. Wang Q, Dai R, Cao CY, Fang H, Han M, Li Q-L. One-time versus repeated abutment connection for platform-switched implant: A systematic review and meta-analysis. Bencharit S, éditeur. *PLoS ONE.* 19 oct 2017;12(10):e0186385.
85. Baixe S, Tenenbaum H, Etienne O. Pénétration microbienne dans la connectique pilier-implant : revue de littérature. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale.* févr 2016;117(1):20-5.
86. van Eekeren PJ, Tahmaseb A, Wismeijer D. Crestal Bone Changes Around Implants with Implant-Abutment Connections at Epicrestal Level or Above: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016;31(1):119-124. doi:10.11607/jomi.4235

87. Guzaitis KL, Knoernschild KL, Viana MA. Effect of repeated screw joint closing and opening cycles on implant prosthetic screw reverse torque and implant and screw thread morphology. *J Prosthet Dent.* 2011;106(3):159-169. doi:10.1016/S0022-3913(11)60115-7
88. Micarelli C, Canullo L, Iannello G. Implant-abutment connection deformation after prosthetic procedures: an in vitro study. *Int J Prosthodont.* 2015;28(3):282-286. doi:10.11607/ijp.4147
89. Messias A, Rocha S, Calha N, Neto MA, Nicolau P, Guerra F. Effect of intentional abutment disconnection on the micro-movements of the implant-abutment assembly: a 3D digital image correlation analysis. *Clin Oral Impl Res.* janv 2017;28(1):9-16.
90. Semper W, Heberer S, Mehrhof J, Schink T, Nelson K. Effects of repeated manual disassembly and reassembly on the positional stability of various implant-abutment complexes: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(1):86-94.
91. Byrne, D., Jacobs, S., O'Connell, B., Houston, F. & Claffey, N. (2006) Preloads generated with repeated tightening in three types of screws used in dental implant assemblies. *Journal of Prosthodontics* 15: 164–171.
92. Schwarz, M.S. (2000) Mechanical complications of dental implants. *Clinical Oral Implants Research* 11: 156–158.
93. Hsu, Y.-T., Fu, J.-H., Al-Hezaimi, K. & Wang, H.-L. (2012) Biomechanical implant treatment complications: a systematic review of clinical studies of implants with at least 1 year of functional loading. *The International Journal of Oral & Maxillo-facial Implants* 27: 894–904.
94. Lin M-I, Shen Y-W, Huang H-L, Hsu J-T, Fuh L-J. A Retrospective Study of Implant–Abutment Connections on Crestal Bone Level. *J Dent Res.* déc 2013;92(12_suppl):202S-207S.
95. Wazen RM, Currey JA, Guo H, Bruski JB, Helms JA, Nanci A. Micromotion-induced strain fields influence early stages of repair at bone–implant interfaces. *Acta Biomaterialia.* mai 2013;9(5):6663-74.
96. Becker K, Mihatovic I, Golubovic V, Schwarz F. Impact of abutment material and dis-/re-connection on soft and hard tissue changes at implants with platform-switching. *J Clin Periodontol.* août 2012;39(8):774-80.
97. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D, et al. Peri-implant Inflammation Defined by the Implant-Abutment Interface. *J Dent Res.* mai 2006;85(5):473-8.
98. Grobecker-Karl T, Karl M. Correlation Between Micromotion and Gap Formation at the Implant-Abutment Interface. *Int J Prosthodont.* mars 2017;30(2):150-2.
99. Oswal M, Amasi U, Oswal M, Bhagat A. Influence of three different implant thread designs on stress distribution: A three-dimensional finite element analysis. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016;16(4):359.

100. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the Size of the Microgap on Crestal Bone Changes Around Titanium Implants. A Histometric Evaluation of Unloaded Non-Submerged Implants in the Canine Mandible. *Journal of Periodontology*. oct 2001;72(10):1372-83.
101. King GN, Hermann JS, Schoolfield JD, Buser D, Cochran DL. Influence of the Size of the Microgap on Crestal Bone Levels in Non-Submerged Dental Implants: A Radiographic Study in the Canine Mandible. *Journal of Periodontology*. oct 2002;73(10):1111-7.
102. Koutouzis T, Mesia R, Calderon N, Wong F, Wallet S. The Effect of Dynamic Loading on Bacterial Colonization of the Dental Implant Fixture-Abutment Interface: An In-vitro Study. *Journal of Oral Implantology*. 7 mai 2012;120507092142007.
103. Calcaterra R, Di Girolamo M, Mirisola C, Baggi L. Effects of Repeated Screw Tightening on Implant Abutment Interfaces in Terms of Bacterial and Yeast Leakage in Vitro: One-Time Abutment Versus the Multiscrewing Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016;36(2):275-280. doi:10.11607/prd.2082
104. Do Nascimento C, Pedraza V, Miani PK, Moreira LD, De Albuquerque Junior RF. Influence of repeated screw tightening on bacterial leakage along the implant-abutment interface: Bacterial leakage along the implant-abutment interface. *Clinical Oral Implants Research*. déc 2009;20(12):1394-7.
105. Harder S, Dimaczek B, Açıł Y, Terheyden H, Freitag-Wolf S, Kern M. Molecular leakage at implant-abutment connection—in vitro investigation of tightness of internal conical implant-abutment connections against endotoxin penetration. *Clin Oral Invest*. août 2010;14(4):427-32.
106. Canullo L, Peñarrocha-Oltra D, Covani U, Botticelli D, Serino G, Penarrocha M. Clinical and microbiological findings in patients with peri-implantitis: a cross-sectional study. *Clin Oral Impl Res*. mars 2016;27(3):376-82.
107. Jepsen S, Berglundh T, Genco R, et al. Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol*. 2015;42 Suppl 16:S152-S157. doi:10.1111/jcpe.12369
108. Lang NP, Kinane DF, Lindhe J, Sanz M, Tonetti MS. Sixth European Workshop on Periodontology of the European Academy of Periodontology at the Charterhouse at Ittingen, Thurgau, Switzerland. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):1-2. doi:10.1111/j.1600-051X.2008.01255.x
109. Eick S, Gadzo N, Tacchi M, Sculean A, Potempa J, Stavropoulos A. Gingipains impair attachment of epithelial cell to dental titanium abutment surfaces. *J Biomed Mater Res*. nov 2019;107(8):2549-56.
110. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res*. 1993;4(3):158-161. doi:10.1034/j.1600-0501.1993.040307.x

111. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa: Biological width revisited. *Journal of Clinical Periodontology*. oct 1996;23(10):971-3.
112. Paulette N, Walton JN. Complications Associated with Excess Cement Around Crowns on Osseointegrated Implants: A Clinical Report. 2000;4.
113. Gapski R, Neugeboren N, Pomeranz AZ, Reissner MW. Endosseous Implant Failure Influenced by Crown Cementation: A Clinical Case Report. 2008;4.
114. Wilson Jr. TG. The Positive Relationship Between Excess Cement and Peri-Implant Disease: A Prospective Clinical Endoscopic Study. *Journal of Periodontology*. sept 2009;80(9):1388-92.
115. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE. Peri-implant mucositis. *J Periodontol*. 2018;89 Suppl 1:S257-S266. doi:10.1002/JPER.16-0488
116. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal Bone Changes Around Titanium Implants. A Histometric Evaluation of Unloaded Non-Submerged and Submerged Implants in the Canine Mandible. *Journal of Periodontology*. sept 2000;71(9):1412-24.
117. Piñeyro A, Tucker LM. One Abutment—One Time: The Negative Effect of Uncontrolled Abutment Margin Depths and Excess Cement—A Case Report. 2013;34(9):4.
118. Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, Linkeviciene L, Maslova N, Puriene A. The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement. A prospective clinical study. *Clin Oral Impl Res*. janv 2013;24(1):71-6.
119. Wadhwani C, Hess T, Faber T, Piñeyro A, Chen CSK. A descriptive study of the radiographic density of implant restorative cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mai 2010;103(5):295-302.
120. Pette GA, Ganeles J, Norkin FJ. Radiographic Appearance of Commonly Used Cements in Implant Dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent*. janv 2013;33(1):61-8.
121. Huang Y, Wang J. Mechanism of and factors associated with the loosening of the implant abutment screw: A review. *J Esthet Restor Dent*. juill 2019;31(4):338-45.
122. Grossmann Y, Paschuta M, Finger IM. A novel technique using a coded healing abutment for the fabrication of a CAD/CAM titanium abutment for an implant-supported restoration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mars 2006;95(3):258-61.
123. Nayyar N, Yilmaz B, McGlumphy E. Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations. *J Prosthet Dent*. 2013;109(4):210-215. doi:10.1016/S0022-3913(13)00073-5
124. Abduo J, Chen C, Le Breton E, Radu A, Szeto J, Judge R, et al. The Effect of Coded Healing Abutments on Treatment Duration and Clinical Outcome: A Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Encode and Conventional Impression Protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants*. sept 2017;32(5):1172-9.

125. Mahn DH, Prestipino T. CAD/CAM implant abutments using coded healing abutments: a detailed description of the restorative process. *Compend Contin Educ Dent.* 2013;34(8):612-615.
126. Nissan J, Zenziper E, Rosner O, Kolerman R, Chaushu L, Chaushu G. The effect of mucosal cuff shrinkage around dental implants during healing abutment replacement. *J Oral Rehabil.* oct 2015;42(10):774-8.
127. Okabe E, Ishihara Y, Kikuchi T, Izawa A, Kobayashi S, Goto H, et al. Adhesion Properties of Human Oral Epithelial-Derived Cells to Zirconia: Epithelial Cell Adhesion Properties to Zirconia. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* oct 2016;18(5):906-16.
128. Rizo-Gorrita, Herráez-Galindo, Torres-Lagares, Serrera-Figallo, Gutiérre-Pérez. Biocompatibility of Polymer and Ceramic CAD/CAM Materials with Human Gingival Fibroblasts (HGFs). *Polymers.* 3 sept 2019;11(9):1446.
129. Han J, Hong G, Lin H, Shimizu Y, Wu Y, Zheng G, et al. Biomechanical and histological evaluation of the osseointegration capacity of two types of zirconia implant. *IJN.* déc 2016;Volume 11:6507-16.
130. 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.* juin 2018;45(6):721-32.
131. Finelle G, Lee S. Guided Immediate Implant Placement with Wound Closure by Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacture Sealing Socket Abutment: Case Report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* mars 2017;32(2):e63-7.

PARIAT Félix - **Maintien des tissus péri-implantaires en extraction-implantation dans le secteur postérieur : Proposition d'un protocole pilote de « Scanbody individualisé ».**

Résumé :

Le maintien des structures tissulaires est un élément clef d'une stratégie de remplacement d'une dent par un implant. La préservation des dimensions ainsi que de l'architecture des tissus mous et durs est le garant d'une réussite à la fois esthétique, biologique et fonctionnelle.

Suivant cet objectif, le protocole SSA propose une stratégie d'implantation immédiate, minimalement invasive, venant cloisonner les structures tissulaires autour d'une vis de cicatrisation personnalisée aux dimensions de l'alvéole d'extraction.

La phase chirurgicale n'est pas la seule phase ayant un impact sur le maintien des tissus péri-implantaires. En effet, les dévissages répétés lors de la phase prothétique provoquent une perte osseuse précoce, au niveau crestal, ainsi qu'une récession gingivale qui lui est associée.

L'objectif de ce travail est la mise au point d'un protocole permettant le maintien des tissus péri-implantaires en extraction implantation dans le secteur postérieur, de la phase chirurgicale à la phase prothétique. Ce protocole associe le concept SSA (avulsion atraumatique, implantation immédiate dans le septum inter-radiculaire, comblement de l'alvéole d'extraction avec un biomatériau et cloisonnement de l'alvéole d'extraction à l'aide d'une vis de cicatrisation personnalisée), avec une stratégie prothétique réduisant le nombre de déconnexion/reconnexion de la vis de cicatrisation à une unique occurrence. Nous avons appelé ce protocole le « Scanbody individualisé ».

Mots clés :

Implantologie
Maintien tissulaire
Implantation immédiate
Secteur postérieur
Déconnexion/reconnexion
Protocole pilote

Jury :

Président : Monsieur le Professeur Olivier ROBIN
Assesseurs : Monsieur le Docteur Thomas FORTIN
Madame la Docteure Sophie VEYRE
Monsieur le Docteur Benjamin FITOUCHI

Adresse de l'auteur :

Félix PARIAT
felix.pariat@gmail.com