

**UNIVERSITÉ DE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

ANNÉE 2018

2018 TOU3 3051

**THÈSE**

POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Romain CECILLON**

Le 17/09/2018

**INTÉRÊTS DE LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD DANS  
LA PRÉSERVATION DES TISSUS PÉRI-IMPLANTAIRES**

Directeur de thèse : Dr Guillaume ANDUZE-ACHER

**JURY**

Président : Pr Philippe POMAR  
1<sup>er</sup> assesseur : Dr Sara LAURENCIN-DALICIEUX  
2<sup>ème</sup> assesseur : Dr Vincent BLASCO-BAQUE  
3<sup>ème</sup> assesseur : Dr Guillaume ANDUZE-ACHER



*Faculté de Chirurgie Dentaire*

➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESSEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR  
Mr HAMEL Olivier  
Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +  
Mr Jean-Philippe LODTER +  
Mr Gérard PALOUDIER  
Mr Michel SIXOU  
Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN  
Mme Geneviève GRÉGOIRE  
Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

**Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention**

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE  
Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY  
Assistants : Mme DARIES, Mme BROUTIN  
Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,  
Assistants : Mme YAN-VERGNES, Mme ARAGON  
Adjoint d'Enseignement : Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL  
Maître de Conférences : Mr. VERGNES,  
Assistant : Mr. ROSENZWEIG,  
Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD

**Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale**

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN  
Maître de Conférences : Mme VINEL  
Assistants : Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER  
Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY  
 Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT  
 Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN  
 Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr. BLASCO-BAQUE  
 Assistants : Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme. TIMOFEEVA, Mr. MINTY  
 Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr. BARRAGUE

**Section CNU 58 : Réhabilitation Orale**58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER  
 Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE  
 Assistants : Mr. BONIN, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE  
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET, Mme FOURNIER

PROTHESES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR  
 Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT  
 Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mme SELVA, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION,  
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mme DE BATAILLE,

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT  
 Assistants : Mr. CANCEILL, Mr. OSTROWSKI, Mr. DELRIEU  
 Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

---

Mise à jour pour le 03 septembre 2018

## REMERCIEMENTS

Aux membres de ma famille,

*A ma mère*, je suis fier d'avoir hérité de ta détermination et de ta force de caractère sans quoi je n'en serai pas là. Merci pour l'amour que tu nous as donné à Adrien et à moi.

*A mon père*, merci de m'avoir transmis ton sens du détail indispensable dans ma future profession. Je me suis beaucoup inspiré de ton abnégation au travail pour me hisser jusqu'ici. Vous êtes les meilleurs parents que l'on puisse espérer avec maman. Je vous aime.

*A mon frère*, mon bro', l'année passée ensemble à l'appart fut mémorable ;). Je n'oublierai jamais ta présence dans les moments importants de ma vie. J'espère que ton parcours professionnel sera pavé de succès mais qu'il nous permettra quand même de profiter l'un de l'autre autant qu'avant.

*A mes grand parents*, mamie Léna et Ong Noi, mamie Chelle et Papi Nanar. Merci pour tout l'amour que vous m'avez donné et tout ce temps passé ensemble ; que ça soit sur le gazon du golf ou celui du jardin vous avez chacun œuvré à mes réussites d'aujourd'hui.

*A mes tantes et oncles*, Anne Elisabeth, Valérie, Christian, Isolette que j'embrasse.

*A mes cousines et cousins*, Luna, Camille, Angèle et Louis.

*A toi Maëlle*, merci pour ton soutien indéfectible de tous les instants, tu es toujours très à l'écoute et l'accomplissement de ce travail te revient en grande partie. Merci pour tous les moments, passés comme futurs, à tes côtés. Je t'aime.

A mes amis,

*Manon*, la sœur que je n'ai jamais eue ;) je n'oublierai jamais la montagne de délire qu'on a pu avoir ! Merci d'avoir rempli mon enfance de fous rires :)

*William*, merci pour tous ces 4-2-0 enflammés avec Francois (que je salue chaleureusement), pour tous ces bons moments passés en équipe ou en soirée. Je ne les oublierai jamais.

*A tous mes amis du collège et lycée* : Nico (Nini), Maxime (Bibi), Paul (Basso-cambo), Roxane et tous les autres.

*A Paulo*, c'est avec toi que je me suis le plus régalaé durant mon cursus universitaire et cela va sans aucun doute continuer ma poule ! Pour toutes les soirées, apéros, vacances, week-ends et après-midis piscine passés ensemble : merci !

*A Alex et Milou*, nos petits verres en terrasse sont devenus un rituel indispensable. Merci pour votre présence à mes côtés.

*A Ben et Micka*, merci de nous hydrater toute l'année avec le sourire !

A mes deux binômes de choc en clinique : Jeannette et Max

*A tous mes amis de promo* : Manon (sans qui cette thèse ne serai pas ^^), Laure (miss Volley), Paulette et Mathieu, Lisa (copine de 2 roues ^^), Clo (l'artiste), Pierrot, Harmo (l'aveyronnaise), Ju (que je ne pourrai plus venir embêter en clinique), Lisou et Gagou, Romain B, Elsa, Camille et tous ceux que j'ai pu oublier :)

*Merci à tous les praticiens* qui m'ont ouvert la porte de leur cabinet et qui ont participé à ma formation. Merci au Dr Nguyen pour ses conseils avisés.

Enfin un remerciement tout particulier aux Drs Patricia et Philippe Jourdan de m'avoir accueilli dans leur cabinet et pour la confiance qu'ils m'ont accordé.

A NOTRE PRÉSIDENT DE JURY

Mr le Professeur Philippe POMAR

- Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Lauréat de l'Institut de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale de la Salpêtrière
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.)
- Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques
- Colonel de réserve citoyenne.

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté la présidence de ce jury pour ce travail de  
fin d'étude.*

*Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre disponibilité tout au long de notre  
formation ainsi que pour votre dévouement envers les étudiants de la faculté.*

*Veillez trouver, au travers de ce travail, le témoignage de notre reconnaissance et de notre  
profond respect.*

A NOTRE JURY DE THÈSE

Mme le Docteur Sara LAURENCIN-DALICIEUX

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur de l'Université Paul Sabatier
- Diplôme Universitaire de Parodontologie
- Lauréate de l'université Paul Sabatier.

*Nous sommes honorés de l'intérêt que vous avez pu porter à notre travail et nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury.*

*Nous vous remercions pour la qualité et la rigueur de vos enseignements théoriques et cliniques de parodontologie tout au long de notre cursus universitaire.*

*Veillez trouver, au travers de ce travail, l'expression de notre estime et de notre reconnaissance.*

## A NOTRE JURY DE THÈSE

Mr le Docteur Vincent BLASCO-BAQUE

- Maître de Conférence Universitaire et Praticien Hospitalier à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Maîtrise Sciences, Technologies, Santé, mention : Biologie, Santé
- Master 2 de Recherche en « Physiopathologie des approches expérimentales aux nouvelles Thérapeutiques »
- Docteur de l'Université Paul Sabatier
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier
- Diplôme Inter-Universitaire d'Endodontie de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Responsable Diplôme Inter-Universitaire de Médecine bucco-dentaire du Sport

*Vous avez spontanément accepté de siéger dans ce jury afin de juger ce travail de thèse et nous vous en remercions.*

*Nous sommes très reconnaissants de votre grande disponibilité ainsi que de votre confiance lors de nos vacations cliniques. Vos conseils pratiques lors de cette dernière année d'étude ont été enrichissants et bénéfiques.*

*Nous vous prions de bien vouloir trouver ici l'assurance de notre respect le plus sincère.*

A NOTRE DIRECTEUR DE THÈSE

Mr le Docteur Guillaume ANDUZE-ACHER

- Assistant hospitalo-Universitaire d'Odontologie
- Ancien interne des Hôpitaux de Paris (Hôpital Hôtel Dieu/ Pitié Salpêtrière)
- Diplômé de la Faculté Garancière (Paris 7/ Université Denis Diderot)
- post Graduate in periodontology and Implant Dentistry (European Federation in periodontology)
- Diplôme Universitaire approfondi d'implantologie orale (Paris7/Pr Bouchard)
- Diplôme Universitaire de Parodontologie Clinique (Paris7/Pr Bouchard)
- Master1&2 Professionnel de Clinique Buccale Spécialisée mention Parodontologie (Paris7)
- C.E.S de Parodontologie
- Master 1 recherche de Génétique médicale et moléculaire (Paris5)
- Thèse avec félicitation du Jury (Paris 7)

*Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger ce travail. Nous vous sommes très reconnaissant pour l'enseignement clinique dispensé ces 2 dernières années. Vos conseils avisés nous ont permis de débiter sereinement notre métier de soignant.*

*Nous tenons enfin à vous remercier pour la confiance que vous avez placée en nous pour la réalisation de ce travail de thèse.*

*Veillez trouver à travers ces mots le témoignage de notre profond respect ainsi que de notre sincère amitié.*

<b>Table des matières</b>
---------------------------

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>I. REMANIEMENTS POST-EXTRACTIONNELS DE L'OS ALVEOLAIRE.....</b>	<b>12</b>
A. GENERALITES.....	12
1. Anatomie.....	12
2. Histologie.....	13
a) Les cellules.....	13
b) La structure.....	14
3. Physiologie.....	14
B. LA SPECIFICITE DU REMPART ALVEOLAIRE ANTERIEUR.....	15
C. LA CICATRISATION.....	17
1. Chronologie de la cicatrisation post extractionnelle.....	17
2. Les conséquences de la cicatrisation.....	23
a) Sur les tissus durs.....	23
b) Sur les tissus mous.....	25
c) Étiologie.....	26
<b>II. LES LIMITES ACTUELLES DE PRESERVATION DES TISSUS PERI- IMPLANTAIRES EN SECTEUR ESTHETIQUE.....</b>	<b>27</b>
A. LE PINK ESTHETIC SCORE : MOYEN D'EVALUATION DES TISSUS PERI-IMPLANTAIRES EN SECTEUR ESTHETIQUE.....	27
B. L'EXTRACTION – IMPLANTATION IMMEDIATE.....	28
1. La technique seule.....	28
2. La technique associée à une greffe de tissus.....	30
C. LE COMPLEMENT ALVEOLAIRE POST-EXTRACTIONNEL.....	33
<b>III. L'ALTERNATIVE DE LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD.....</b>	<b>36</b>
A. PREAMBULE.....	36
B. PRINCIPE.....	37
1. Initial.....	37
2. Dérivés.....	38
a) Technique « Root-T-Belt ».....	39
b) Technique « Pontic-shield ».....	39
c) Technique socket-shield proximale.....	40
C. PROTOCOLES.....	41
1. Par Hürzeler et al.....	41
2. Par Siormpas et Mitsias.....	42
D. INFLUENCE SUR LES TISSUS DURS PERI-IMPLANTAIRES.....	44
1. Histologie.....	44
a) Études chez le chien.....	44
b) Etudes chez l'Homme.....	49
2. Radiographie.....	52
E. L'INFLUENCE SUR LES TISSUS MOUS PERI-IMPLANTAIRES.....	53
1. Histologie.....	53
2. Volumétrie.....	54
3. Clinique.....	57
F. COMPLICATIONS ET LIMITES.....	58
1. Les complications.....	58

a) Études histologiques.....	58
b) Études cliniques .....	59
2. <i>Les limites</i> .....	63
a) La faible puissance des études .....	63
b) Absence de protocole standardisé.....	63
c) Des critères d'inclusion et d'exclusion très spécifiques .....	64
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>65</b>
.....	<b>65</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>69</b>

# Introduction

Les reconstructions prothétiques implanto-portées sont en plein essor depuis l'avènement de l'implantologie à la fin du XXème siècle. Ce nouvel outil thérapeutique visant à remplacer les dents manquantes n'a de cesse de s'affiner pour proposer des réhabilitations biomimétiques toujours plus proches des réalités esthétiques de la dent naturelle. Ainsi, aujourd'hui, en plus de remplir les objectifs d'ostéointégration, la réhabilitation implantaire se doit de préserver les tissus ostéo-muqueux dans lesquels elle s'insère et avec lesquels elle doit cohabiter pour être parfaitement semblable à l'organe dentaire qu'elle remplace. Cependant les réalités physiologiques de résorption de l'os au cœur duquel elle s'intègre met parfois en péril la finalité esthétique de la reconstruction notamment au niveau du secteur maxillaire antérieur. Pour pallier à ces phénomènes, des biomatériaux d'origines diverses (humaine, animale, synthétique) sont largement utilisés afin de combler l'alvéole post-extractionnelle ou le gap péri-implantaire lors d'extractions-implantations immédiate. Ces greffes osseuses sont soumises à des inconnues liées à leur intégration. A ce jour, aucune de ces techniques n'a prouvé une parfaite préservation et/ou régénération de l'alvéole post-extractionnelle ; associées à des greffons de tissus conjonctifs, elles constituent aujourd'hui la technique de choix pour compenser le défaut tissulaire inhérent à l'avulsion d'une dent.

Cependant au début des années 2010, un nouveau concept d'extraction partielle suivie d'une implantation immédiate voit le jour. Quelles sont les applications et les perspectives de cette technique du « socket-shield » qui semblerait écarter les variations de volume liées aux techniques de greffes ?

Cette thèse a pour objectif de faire le point sur les principes de cette technique et les perspectives d'intégration fonctionnelle et esthétique qu'elle laisse entrevoir en implantologie.

Dans une première partie nous nous intéresserons à l'os alvéolaire et ses particularités physiologiques et morphologiques notamment dans le secteur antérieur maxillaire.

Dans une seconde partie nous passerons en revue certains concept d'intégration esthétique en implantologie du secteur antérieur.

Enfin dans une troisième partie nous verrons comment est né le principe du « socket-shield » et quelles sont ses particularités.

## I. Remaniements post-extractionnels de l'os alvéolaire

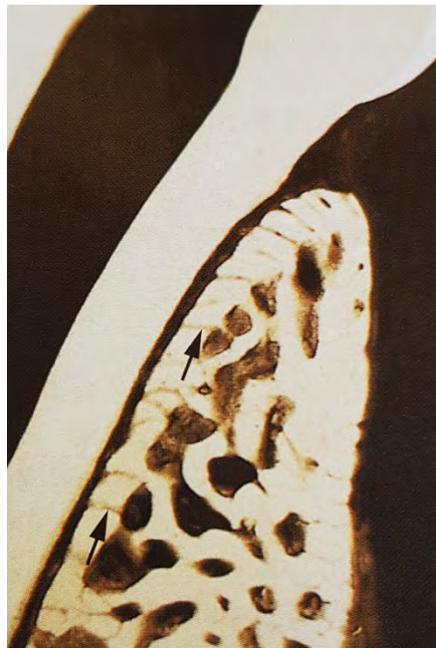
L'os alvéolaire est défini comme le tissu osseux qui entoure et protège les racines dentaires. Il fait partie du parodonte profond et de ce fait participe à l'ancrage radriculaire des dents. Il est le prolongement de l'os basal au niveau maxillaire et mandibulaire. De par sa physiologie, on constate que cet os « né, vit et meurt avec la dent »

### A. Généralités

#### 1. Anatomie

L'os alvéolaire est un os spongieux, plat qui est entouré d'une corticale d'os basal compact. Au plus proche de la racine dentaire, on retrouve la lame criblée ou « lamina dura » percée de nombreux pertuis permettant aux vaisseaux, nerfs et lymphatiques d'accéder au desmodonte. Elle est constituée d'os fasciculé et représente l'os alvéolaire proprement dit (figure 1) (Berkovitz, Holland, et Moxham 2009).

Au contact de cette dernière prend place une ligne cémentante, formé par une substance fondamentale dense, qui reçoit les insertions ligamentaires du desmodonte.



*Figure 1 : microradiographie de l'os alvéolaire. Les flèches montrent la communication vasculaire avec le ligament parodontal (Berkovitz et al.)*

La vascularisation de l'os alvéolaire provient de plusieurs sources :

- Le plexus vasculaire périosté en périphérie, accolé à la table externe de la corticale.
- Les vaisseaux intra-crestaux interne à l'os.
- La vascularisation desmodontale qui irrigue aussi bien le ligament dentaire que l'os alvéolaire à proximité.

Ainsi lors de l'extraction d'une dent en secteur antérieur, la fine corticale externe persistante se retrouve privée de sa vascularisation desmodontale, ainsi que de sa vascularisation périostée si un lambeau est levé. La conséquence de cette perte de vascularisation est la résorption d'une partie de la corticale externe sur laquelle nous reviendrons plus en détails par la suite.

## 2. Histologie

### a) Les cellules

Il existe plusieurs types de cellules osseuses :

- L'ostéoblaste est une cellule d'origine mésenchymateuse. Organisés en front, les ostéoblastes forment la matrice ostéoïde qui sera minéralisée à posteriori grâce à la libération de protéines initiatrices de la cristallisation.
- L'ostéocyte est l'évolution terminale de la lignée ostéoblastique. Il est moins actif que l'ostéoblaste et remplit des fonctions de nutrition osseuse et d'entretien de la minéralisation.
- L'ostéoclaste est une cellule d'origine hématopoïétique dérivant de la lignée monocyttaire. C'est une volumineuse cellule multinucléée dont le rôle est la résorption osseuse. On le retrouve sur les sites de remaniement osseux. Ils sont activés par un mécanisme hormonal systémique (la parathormone est libérée par la glande thyroïde, elle est responsable de l'activité ostéoclasique) ou par des signaux locaux dont l'origine est variable (modification des protéines matricielles, variation de la composition ionique du milieu ou encore modification des charges de surface) (Stevens et Lowe 2006).

## b) La structure

L'os alvéolaire a une structure histologique semblable à l'os compact. Il est composé d'ostéons ou systèmes de Havers mesurant environ 50 microns de diamètre et qui constituent l'unité architecturale du tissu osseux adulte. Il est composé de plusieurs lamelles concentriques de tissu calcifié centrées sur un canal (de Havers) ou circulent des capillaires sanguins. Les lamelles sont entourées de substance fondamentale composée en grande partie de collagène (à environ 90%) et de protéines non collagéniques (à environ 10%) intervenant dans la physiologie du tissu osseux (Berkovitz, Holland, et Moxham 2009).

La particularité de l'os alvéolaire demeure dans sa nature d'os spongieux de remplissage ; il est organisé en travées osseuses plus ou moins larges. Ainsi les systèmes de Havers complets sont rares et seulement présents au niveau des travées les plus larges. L'orientation de ces travées sont fonction des forces occlusales pour le cas de l'os alvéolaire.

La moelle hématopoïétique remplit les cavités médullaires dessinées par les travées osseuses.

## 3. Physiologie

L'os est un tissu en renouvellement permanent, passant par des phases de modelage et de remodelage.

Ainsi chaque pièce osseuse de l'organisme subit une phase de modelage qui s'étend principalement de la période embryonnaire à la fin de la croissance. Cette phase correspond à la mise en place des pièces osseuses telles qu'elles sont inscrites dans le code génétique de l'individu en s'adaptant aux facteurs environnementaux par ailleurs. Il se traduit par la forte prédominance de phases d'apposition par rapport aux phases de résorption.

A l'âge adulte l'os est loin d'être un tissu inerte, il se soumet à des phases de remodelage séquentielles permettant le renouvellement de la masse osseuse et la transformation de l'os immature en os mature. Cette phase alterne destruction et apposition de manière proportionnelle sous la dépendance de signaux hormonaux ou loco-régionaux (Mace 2008).

De plus, lors de traumatismes impliquant le tissu osseux, de l'os fibrillaire immature est synthétisé rapidement et de manière désordonnée afin de rétablir l'intégrité tissulaire. Cet os fibrillaire est dans un second temps remodelé en os lamellaire mature dont les propriétés mécaniques sont supérieures (Stevens et Lowe 2006).

## B. La spécificité du rempart alvéolaire antérieur



Figure 2 : Exemples de variations interindividuelle du rempart alvéolaire antérieur maxillaire vu en coupe sagittale sur CBCT. (Braut et al. 2011)

L'os alvéolaire n'est pas réparti de manière homogène autour des différents organes dentaires (figure 2). Un article publié par Braut et al. en 2011 évalue radiographiquement l'épaisseur du rempart alvéolaire antérieur sur 498 dents, l'étude s'intéresse donc aux incisives centrales, latérales, aux canines et aux premières prémolaires. Chacune de ces dents sont analysées grâce à des coupes longitudinales issues de l'examen CBCT (cone beam computed tomography). Des mesures sont réalisées de manière systématique (figure 3) :

- Localisation de la jonction amélo-cémentaire (CEJ)
- Point de mesure 1 situé 4 mm en apical de la CEJ (MP1)
- Point de mesure 2 situé à la moitié de la longueur totale de la racine (MP2)

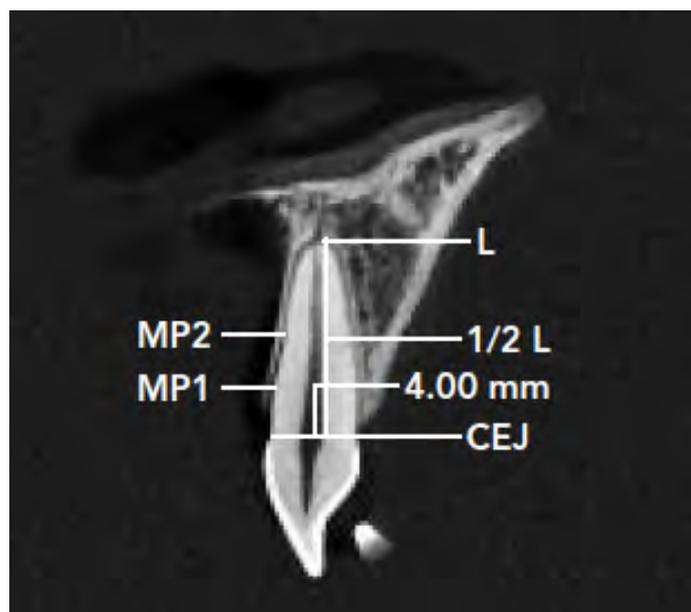


Figure 3 : Les différents points de mesure réalisés systématiquement dans l'étude de Braut et al.

	Absence de rempart alvéolaire	Rempart alvéolaire inférieur à 1mm	Rempart alvéolaire supérieur ou égal à 1mm
Incisive centrale	27,5	67,9	4,6
Incisive latérale	23	65,5	11,5
Canine	31,7	59,7	8,6
Première prémolaire	17,5	55	27,5
Total	27,5	62,9	11,4

Figure 4 : Fréquence de distribution (%) des dents analysées en fonction de l'épaisseur du rempart alvéolaire vestibulaire au MP1 (Braut et al. 2011).

Il en découle les résultats suivants pour le MP1 (figure 4) : 95,4% des incisives centrales, 88,5% des incisives latérales et 91,4% des canines analysées ont une épaisseur de rempart alvéolaire vestibulaire inférieur à 1mm incluant respectivement 27,5% ; 23% et 31,7% d'absence totale de d'os vestibulaire à l'endroit du point de mesure 1.

On constate que la moyenne d'épaisseur de l'os vestibulaire augmente pour la première prémolaire, 72% d'entre elles ont une épaisseur inférieure à 1mm.

	Absence de rempart alvéolaire	Rempart alvéolaire inférieur à 1mm	Rempart alvéolaire supérieur ou égal à 1mm
Incisive centrale	4,6	89,3	6,1
Incisive latérale	9,5	83,1	7,4
Canine	9,4	82	8,6
Première prémolaire	21,3	56,3	22,5
Total	10	80,1	9,8

Figure 5 : Fréquence de distribution (%) des dents analysées en fonction de l'épaisseur du rempart alvéolaire vestibulaire au MP2 (Braut et al. 2011).

L'analyse de ces chiffres relevés au MP2 nous montre une nouvelle fois la finesse du rempart alvéolaire antérieur mesurée au niveau de la moitié de la racine des dents analysées (figure 5). Ainsi 93,9% des incisives centrales, 92,6% des incisives latérales et 91,4% des canines ont une épaisseur d'os alvéolaire vestibulaire inférieure à 1mm.

On note une grosse diminution de la proportion de dents n'ayant pas de rempart vestibulaire par rapport au MP1. A mi-racine, on retrouve plus fréquemment de l'os alvéolaire mais dont l'épaisseur est très faible (Braut et al. 2011).

Un autre article de Vera et al. paru en 2012, utilisant la même méthode d'évaluation, étudie en plus l'épaisseur de l'os alvéolaire du rempart antérieur, cette fois-ci mesuré à 1mm en coronaire de l'apex radiologique des dents. Une valeur médiane de 0,88mm est retrouvée pour l'ensemble des dents observées (de l'incisive centrale à la première prémolaire) (Vera, Limpiphipatanakorn, et Tyndall 2012).

Il est observé que l'os alvéolaire proprement dit ou os fasciculé, au niveau du pan vestibulaire des dents antérieures, est capable d'exister dans des épaisseurs bien plus minces que tout autre os de l'organisme. Cette exception est due au fait que l'os fasciculé est intimement lié au ligament parodontal de l'organe dentaire en regard. Ce dernier fournit les stimulus fonctionnels mais aussi, par le biais de la vascularisation desmodontale, les cellules et des facteurs nutritionnels pour son maintien (Araújo, Silva, et al. 2015).

## C. La cicatrisation

De par sa caractéristique d'os dento-dépendant, l'os alvéolaire cristallise toutes les inquiétudes lors de sa phase de cicatrisation, notamment chez les implantologues qui y voient leurs « fondations » mises à mal. Dans le cadre de la guérison osseuse, l'os alvéolaire montre toujours une perte de volume à la différence du reste du squelette qui se reconstitue ad intégrum lors de petites lésions.

### 1. Chronologie de la cicatrisation post extractionnelle

Dans un esprit de synthèse, cette chronologie s'appuiera sur des études menées chez l'homme et chez le chien. En effet, les études chez l'homme se contentent souvent de biopsies superficielles et pour des raisons pratiques, ne traitent pas des évolutions biologiques au centre et à l'apex de l'alvéole lors de la cicatrisation.

- Le jour de l'avulsion

Le flux sanguin coagule et forme un caillot qui garantit l'hémostase mais aussi la protection de l'os alvéolaire qui est mis à nu.

- J+2

De la fibrine vient s'organiser sous forme de large réseaux concentriques dans la partie apicale de l'alvéole (Amler 1969).

- J+4

Le caillot sanguin est progressivement remplacé par du tissu de granulation (comptant des cellules mésenchymateuses).

Le réseau de fibrine est lui, infiltré par des fibroblastes (Amler 1969).

- 1 semaine post-extractionnelle

La présence d'ostéoclastes est remarquée au niveau de la corticale externe de l'os crestal (en lingual et vestibulaire).

Le reste du caillot est séquestré au centre de l'alvéole et voit sa lyse s'accroître (figure 6).

Un tissu ostéoïde apparaît autour du caillot ; il contient des fibroblastes, des vaisseaux néo-formés ainsi que des fibres de collagène. Il représente la substance la plus présente dans l'alvéole à 1 semaine post-opératoire.

Le tissu de granulation occupe la position la plus crestale, il est enrichi en cellules de l'inflammation, en nouveaux vaisseaux et en fibroblastes.

Dans la portion apicale, des îlots d'os non lamellaire néo-formés au contact de l'os fasciculé voient le jour (Araújo et Lindhe 2005).

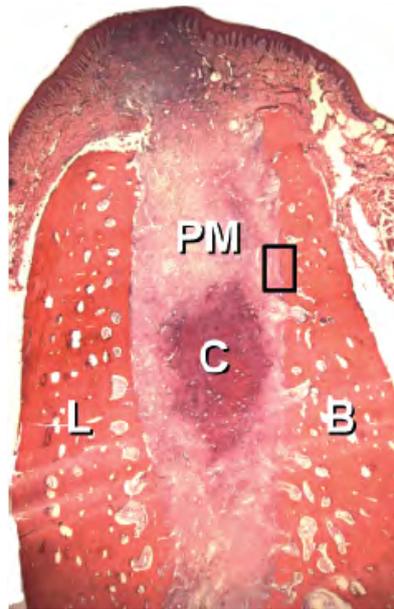


Figure 6 : Coupe histologique d'une alvéole réalisée chez le chien à 1 semaine de cicatrisation. B : rempart vestibulaire. L : rempart lingual. C : caillot sanguin. PM : matrice ostéoïde (Araujo et Lindhe 2005)

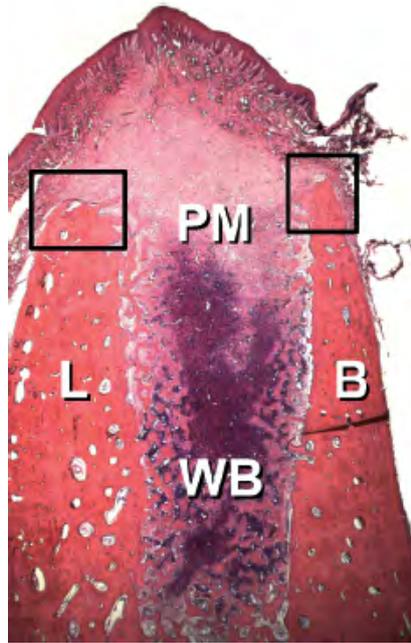
- 2 semaines post-extractionnelle

On constate la présence plus apicale d'ostéoclastes au niveau de la corticale externe de l'os crestal (en lingual et vestibulaire) comparé à la première semaine.

De l'os fibrillaire néo-formé est présent de manière très importante au niveau apical et latéral de l'alvéole. Il est en continuité avec l'os alvéolaire restant et présente une forte concentration d'ostéoblastes à sa surface (figure 7).

La matrice ostéoïde occupe encore le centre et la partie crestale de l'alvéole.

A ce stade, les restes du ligament sectionné lors de l'avulsion ont été éliminés de l'alvéole (Araújo et Lindhe 2005).



*Figure 7 : Coupe histologique d'une alvéole réalisée chez le chien après 2 semaines de cicatrisation. L : rempart lingual. B : rempart vestibulaire. PM : matrice ostéoïde. WB : os fibrillaire immature. (Araujo et Lindhe 2005)*

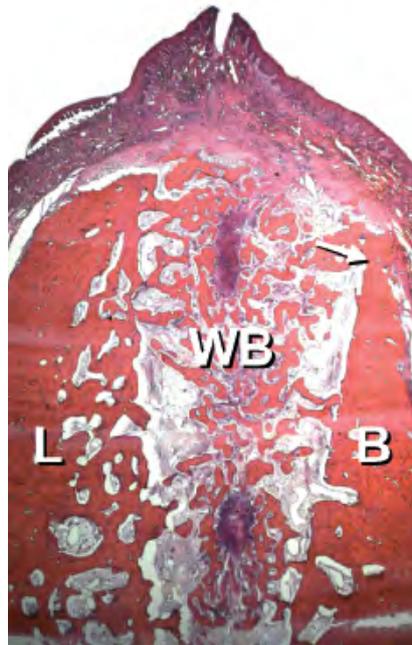
- 4 semaines post-extractionnelles

La présence des ostéoclastes est toujours constatée au même niveau.

A noter, la disparition de l'os lamellaire mature au niveau crestal. Il a été remplacé par de l'os fibrillaire immature qui témoigne du remodelage osseux dans cette zone (figure 8).

La matrice osteoïde occupe un volume de plus en plus restreint au centre de l'alvéole, le reste étant de la moelle osseuse (primitive ou mature) et du tissu minéralisé (os non lamellaire) (Araújo et Lindhe 2005).

L'épithélium cicatriciel muqueux recouvrant la partie crestale de l'alvéole est dans sa phase de cicatrisation finale (Amler 1969).



*Figure 8 : Coupe histologique d'une alvéole réalisée chez le chien après 4 semaines de cicatrisation. L : rempart lingual. B : rempart vestibulaire. WB : os fibrillaire immature. (Araujo et Lindhe 2005)*

- 8 semaines post-extractionnelles

Les ostéoclastes sont présents une nouvelle fois sur la corticale externe de l'os crestal. Leur présence est d'avantage relevée du côté vestibulaire que du côté lingual de la crête ; cela se traduit sur la coupe histologique par une apicalisation du sommet de la crête vestibulaire (figure 9).

L'alvéole est à ce stade hermétiquement fermée par un pont de tissus minéralisés qui rejoint les 2 crêtes. Il est composé d'os non lamellaire et lamellaire.

La région interne de l'alvéole contient maintenant de la moelle osseuse mais aussi des trabécules d'os lamellaire et non lamellaire (Araújo et Lindhe 2005).

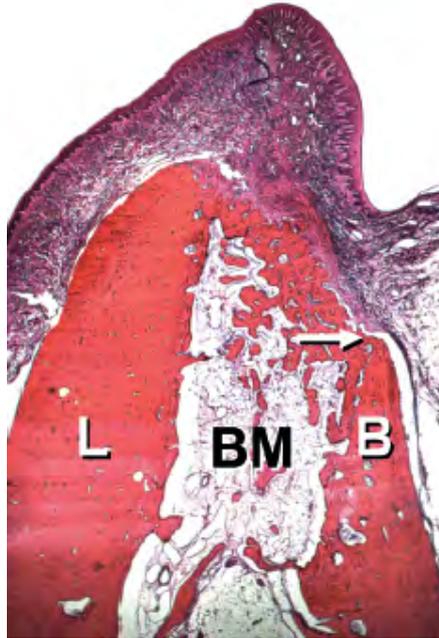


Figure 9 : Coupe histologique d'une alvéole de chien à 8 semaines de cicatrisation. L : rempart lingual. B : rempart vestibulaire. BM : moelle osseuse. La flèche indique le sommet de la crête vestibulaire. (Araujo et Lindhe 2005)

- 10 semaines post-extractionnelle

A la place de l'ancienne alvéole, les réseaux de trabécules d'os augmentent, toujours entourés de matrice ostéoïde qui, elle, tend à décroître (figure 10) (Evian et al. 1982).

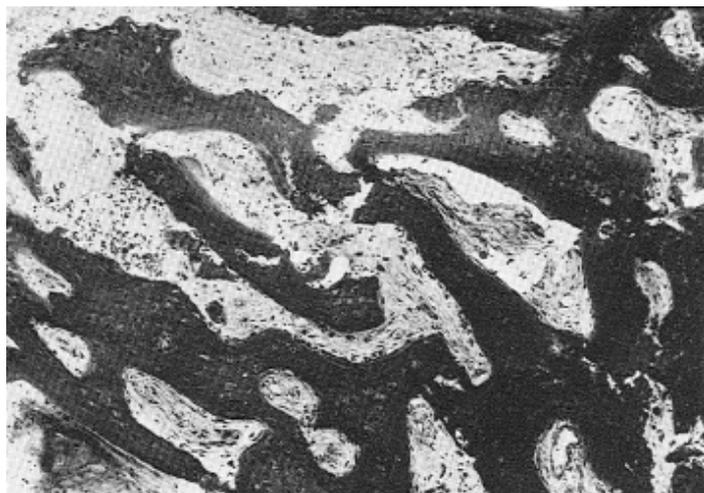


Figure 10 : Coupe histologique d'une alvéole humaine prélevé à 10 semaine de cicatrisation. Les parties foncées représentent l'os en formation entouré d'une substance claire représenté par la matrice ostéoïde (Evian et al. 1982)

- 12 semaines post-extractionnelle

La matrice ostéoïde est presque complètement minéralisée. La concentration de cellule ostéoblastique active diminue au fur et à mesure de l'édification osseuse (Evian et al. 1982).

- 16 semaines post-extractionnelle

Le tissu osseux remplaçant l'alvéole post-extractionnelle est formé d'os lamellaire mature. Des signes de remodelage physiologique sont présents (Evian et al. 1982). Les tissus muqueux et osseux sont totalement cicatrisés en lieu et place de la plaie laissée par l'alvéole post-extractionnelle.

## 2. Les conséquences de la cicatrisation

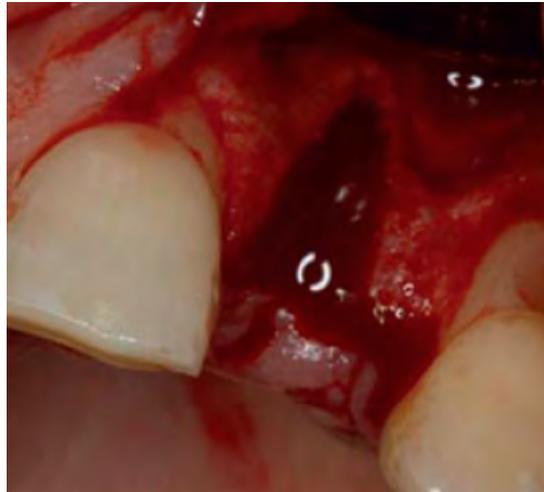
### a) Sur les tissus durs

Dans sa revue systématique en 2012, Tan et al. constatent une transformation de l'alvéole post-extractionnelle lors de sa cicatrisation. En effet, la perte osseuse horizontale varie de 29 à 63% de sa valeur initiale ce qui se traduit par une diminution moyenne de 3,79 mm d'épaisseur de crête (à 6 mois de cicatrisation) à l'endroit de l'alvéole cicatrisée. Cette perte de tissu osseux est plus franche sur le pan vestibulaire que sur le pan palato-lingual.

Pour ce qui est de la perte osseuse verticale, le même auteur retrouve une perte moyenne de 1,24mm (à 6 mois de cicatrisation). Ceci représente une diminution du volume initial de 11 à 22%.

Une analyse radiographique, réalisée par Schropp en 2003, montre que le phénomène de cicatrisation est contemporain à celui de résorption osseuse. La majeure partie de ces gains et de ces pertes ont lieux lors des 3 premiers mois post-opératoire (Schropp et al. 2003).

Cliniquement, dans les cas les plus touchés, on obtient un défaut osseux en forme de « V inversé » en vestibulaire (figure 11) (Farmer et Darby 2014).



*Figure 11 : Exemple de défaut osseux en forme de « V inversé » (Farmer et Darby 2014)*

Si les différentes études s'accordent sur le fait que l'essentiel de la fonte osseuse post-extractionnelle a lieu lors des 6 premiers mois de cicatrisation, il est sûr que cette perte continue tout au long de la vie du patient mais elle est à ce moment plus dépendante de la reconstruction prothétique utilisée par la suite (implant, prothèse à pont ou prothèse amovible) (Tan et al. 2012).

Un article de Chappuis et al. en 2017, prend en compte l'épaisseur du rempart alvéolaire antérieur d'origine et note une différence entre les phénotypes d'épaisseur fine et épaisse. En effet, pour un patient ayant un rempart alvéolaire fin (inférieur à 1mm) la perte osseuse verticale peut atteindre près de 7mm après cicatrisation tandis qu'un patient avec un rempart alvéolaire épais (supérieur à 1mm) n'aura une perte que de 1,1mm en moyenne (figure 12) (Chappuis, Araújo, et Buser 2017).

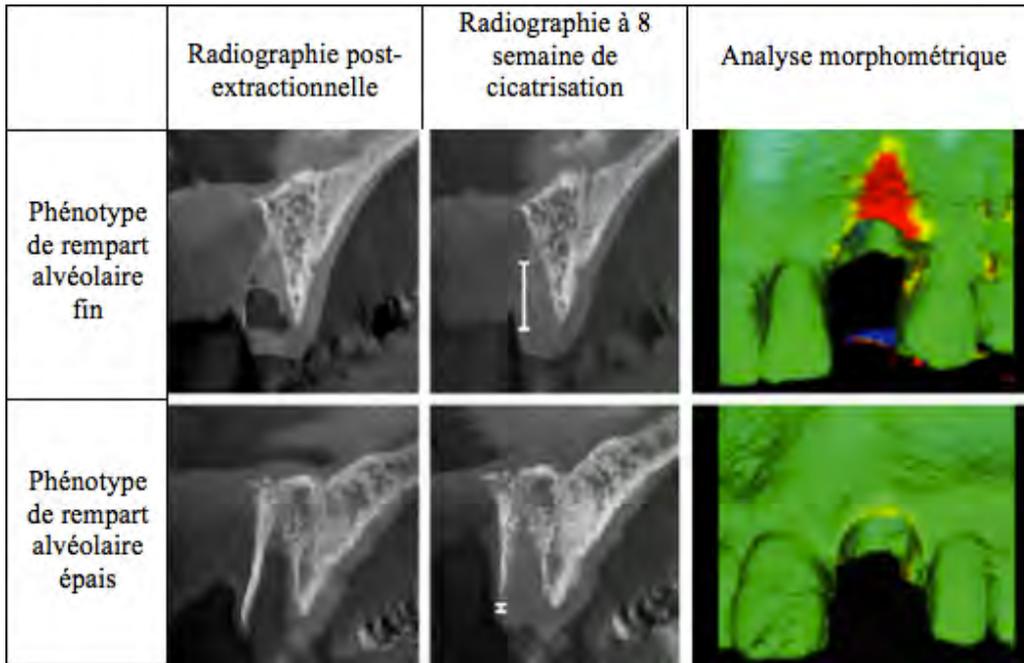


Figure 12 : Analyse radiographique et morphométrique de la perte osseuse verticale post-extractionnelle au niveau du maxillaire antérieur (Chappuis, Araujo et Buser 2017)

Enfin la perte osseuse vestibulaire est plus largement constatée dans la partie centrale du rempart alvéolaire alors que les zones proximales restent inchangées (perte verticale moyenne de 0,64mm après cicatrisation). (Van Der Weijden, Dell'Acqua, et Slot 2009) Ce phénomène est dû au fait que le septum proximal est toujours vascularisé par le ligament parodontal de la dent voisine ce qui le prémuni d'une perte tissulaire (Chappuis, Araújo, et Buser 2017) (Schropp et al. 2003).

#### b) Sur les tissus mous

Pour les tissus mous, des études s'accordent à dire que leur épaisseur augmente jusqu'à 7 fois la valeur d'origine pour les phénotypes de rempart alvéolaire fins. Comparativement, les phénotypes de rempart alvéolaires épais voient leur épaisseur de tissu mou inchangés après la cicatrisation. Il est émis l'hypothèse que les remparts alvéolaires fins à résorption rapide favorise la croissance des tissus mous en raison de leur taux de prolifération élevé. Par la suite les cellules des tissus mous occupent la majeure partie de l'espace disponible au niveau crestal de l'alvéole en cicatrisation. Le tissu de granulation richement vascularisé prenant place à l'intérieur de l'alvéole conduit un apport de fibroblastes qui se différencient en myofibroblastes stabilisant les berges de la plaie et potentiellement responsables du phénomène d'épaississement (Chappuis, Araújo, et Buser 2017).

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre l'épaisseur des tissus mous et l'épaisseur du rempart alvéolaire sous-jacent (Chappuis, Araújo, et Buser 2017).

Ainsi, il est important d'entreprendre un examen clinique et radiologique complet pour évaluer la faisabilité d'une restauration implantaire à la suite d'une avulsion. Pour sûr, le défaut osseux découlant de l'avulsion peut être en partie compensé par une apposition de tissus mous et occulter cliniquement la perte d'épaisseur de l'os sous-jacent notamment pour les reconstructions antérieures.

### c) Étiologie

Malgré l'excellente capacité de régénération de l'os chez l'Homme, la perte osseuse alvéolaire découlant de l'avulsion d'une dent provient principalement :

- D'un apport sanguin limité
- Une instabilité mécanique du caillot lors de la cicatrisation
- D'un défaut osseux trop important pour une cicatrisation intégrale
- Une compétition de tissus à turn-over cellulaire élevé (Fouad KHOURY et HANSER 2010)

Araujo et al. mettent aussi en perspective l'absence de stimulus fonctionnels au niveau de la crête antérieure, le manque quantitatif d'os alvéolaire dans cette même zone ainsi que la disparition du ligament parodontal responsable d'une rupture partielle de la vascularisation pour le rempart alvéolaire antérieur. Le codage génétique de l'individu est aussi à prendre en considération (Araújo, Silva, et al. 2015).

## II. Les limites actuelles de préservation des tissus péri-implantaires en secteur esthétique

Compte tenu des défauts tissulaires provoqués par l'avulsion d'un organe dentaire vu précédemment, il est raisonnable de penser que le pronostic esthétique d'une future restauration implantaire, réalisée sans chirurgie d'augmentation ou de préservation des tissus péri-implantaire, pourrait s'avérer négatif.

Actuellement certains protocoles existent pour compenser ou réduire la perte volumique de la crête osseuse et du tissu gingival sus-jacent. Cependant ils incluent des limites.

L'analyse et la comparaison des différents protocoles se basera essentiellement sur des critères esthétiques et sur l'aspect clinique des tissus péri-implantaires avec notamment le Pink Esthetic Score (PES).

### A. Le Pink Esthetic Score : moyen d'évaluation des tissus péri-implantaires en secteur esthétique

En 2004, Fürhauser et al. proposent un nouvel outil d'évaluation des tissus mous péri-implantaire : le Pink Esthetic Score (PES). Il permet d'évaluer de manière reproductible l'esthétique des tissus mous autour d'un implant unique antérieur, support d'une couronne. Le PES est une échelle allant de 0 à 14 et comportant 7 critères (figure 13) pondérés d'une note de 0 à 2 (0 étant la moins bonne note et 2 la meilleure) que voici :

- Présence de la papille mésiale
- Présence de la papille distale
- Niveau du tissu gingival marginal
- Naturalité du contour gingival
- Présence du procès alvéolaire
- Couleur des tissus mous
- Texture des tissus mous

Grâce à ces 7 critères, il est possible d'harmoniser l'évaluation de l'intégration esthétique d'une restauration supra-implantaire unique antérieure et de comparer les résultats obtenus entre différentes études (Fürhauser et al. 2005).

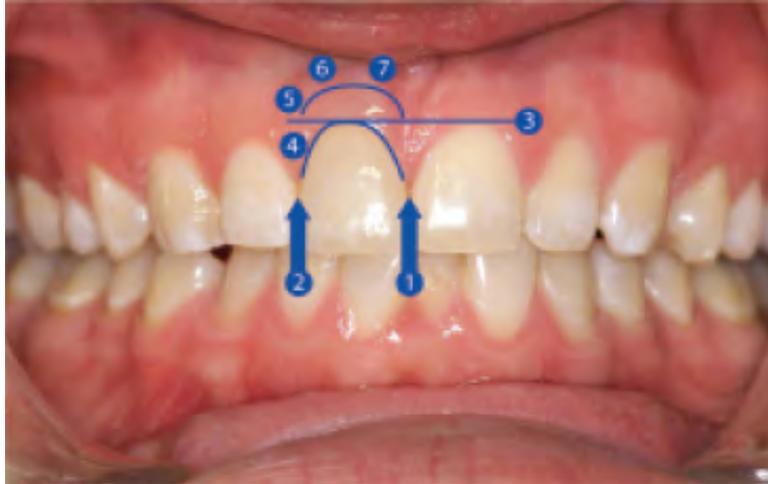


Figure 13 : Les 7 critères du Pink Esthetic Score (Fürhauser et al. 2004)

## B. L'Extraction – Implantation immédiate

### 1. La technique seule

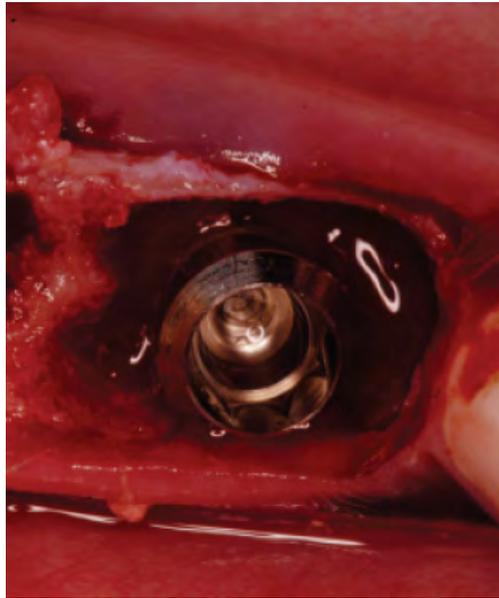
C'est un procédé chirurgical consistant à extraire une dent et la remplacer par un implant en un seul et même temps opératoire. Ainsi le forage implantaire est réalisé au sein même de l'alvéole tout juste déshabillée. L'implant est mis en charge immédiatement grâce à une couronne provisoire placée en « mise en esthétique immédiate », afin de guider la cicatrisation des tissus mous et optimiser le résultat esthétique.

Une attention particulière doit être accordée à l'occlusion de la couronne provisoire implantoportée, de façon à ce qu'elle n'est aucune fonction occlusale.

Cette technique est communément employée en implantologie du secteur antérieur et remplit son rôle esthétique cependant la question de la cicatrisation de l'alvéole vue précédemment est une problématique sur laquelle de nombreuses études se sont penchées en vue d'évaluer la perte tissulaire péri-implantaire ; si perte il y a.

Araujo et al. ont réalisé une série de trois études chez le chien pour répondre en partie à cette problématique.

Dans sa première étude, il analyse l'altération du rempart alvéolaire à 3 mois post-opératoire, à la suite d'une extraction – implantation immédiate (figure 14). Il mesure en vestibulaire une apicalisation moyenne de la jonction os-implant de  $2,6 \pm 0,4$  mm au niveau des sites implantés tandis que les sites laissés en cicatrisation spontanée ont accusé une perte verticale moyenne de  $2,2 \pm 0,9$  mm. Il conclue au fait que l'extraction – implantation immédiate ne prévient pas le remodelage osseux post-extractionnel (Araújo et al. 2005).



*Figure 14 : Une extraction implantation sans comblement du gap péri-implantaire, réalisée chez le chien dans l'étude d'Araujo (Araujo et al. 2006)*

Sa deuxième étude consiste à objectiver l'ostéointégration implantaire en phase de cicatrisation. Il constate que l'ostéointégration obtenue dans les premières phases de cicatrisation alvéolaire (4 semaines post-opératoire) est en partie perdue dans les phases tardives de cicatrisation impliquant des remaniements tissulaires et une résorption osseuse (12 semaines post-opératoire). En effet, dans un premier temps le gap péri-implantaire est constitué d'un coagulum sanguin qui laisse place peu à peu à un tissu osseux en cours de maturation (cohabitation d'os non lamellaire et lamellaire) à 4 semaines post-opératoire. Cependant lors de la même période, une forte concentration de cellules ostéoclastiques est retrouvée sur les corticales externes de l'os crestal vestibulaire et lingual entraînant une résorption de l'os alvéolaire dans ces régions.

Leurs analyses à 12 semaines post-opératoire montrent une résorption continue au niveau lingual mais surtout au niveau vestibulaire de la crête osseuse laissant apparaître sur certains sujets les spires implantaire. Ainsi l'os cicatriciel obtenu au contact de l'implant dans un premier temps, est en partie résorbé dans un second temps (Araújo et al. 2006).

Enfin Araujo concentre ses études sur le rapport qu'il pourrait y avoir entre la réduction de la crête alvéolaire lors de la cicatrisation des tissus péri-implantaire à la suite d'extraction-implantation immédiate et la taille initiale des parois des tissus durs de l'alvéole. Il en conclue une nouvelle fois que l'implant placé immédiatement après l'extraction échouait à préserver la dimension initiale de l'os péri-implantaire autant du côté lingual que vestibulaire (Araújo, Wennström, et Lindhe 2006). Cependant, malgré la perte tissulaire qui semble irrémédiable, la présence de parois linguale et vestibulaire épaisses a une influence positive sur la cicatrisation des tissus durs péri-implantaires (Tomasi et al. 2010).

## 2. La technique associée à une greffe de tissus

Il a été démontré que l'implantation immédiate sur un site d'extraction n'empêchait pas le remaniement post-extractionnel ; c'est pour cela que des techniques de greffe tissulaire (osseuse ou gingivale) ont été associées à la pose de l'implant pour contrebalancer ce phénomène.

Afin de maintenir la comparabilité des études sur la cicatrisation du tissu osseux, seules celles comprenant une greffe osseuse par comblement du gap péri-implantaire sont sélectionnées.

Roe et al. étudient radiographiquement la perte osseuse sur 21 implants posés en extraction-implantation immédiate associés à un comblement d'os bovin déprotéinisé (BioOss®). A 1 an post-opératoire, il constate qu'il y a une perte osseuse péri-implantaire particulièrement au niveau du col implantaire (figure 15). Il l'explique par une perte verticale initiale suivit par une perte horizontale jusqu'à la fin du remaniement osseux (Roe et Caruso 2012).



*Figure 15 : Superposition de coupes CBCT immédiatement après la pose de l'implant (blanc) et à 1 an post-opératoire (orange). Ceci souligne l'évolution morphologique des tissus péri-implantaires (Roe et Caruso 2012)*

Caneva et Botticelli s'intéressent à la greffe épithélio-gingivale en vestibulaire du site opératoire chez 6 chiens. Ils constatent à 4 mois post-opératoire une différence non significative dans la préservation du tissu osseux sous-jacent. En revanche, la muqueuse péri-implantaire est, de manière significative, plus épaisse et positionnée plus coronairement que chez les sujets n'ayant pas bénéficié de greffe (Caneva et al. 2013).

Noelken et al. publient une étude avec un suivi de 5 ans sur 33 implants ayant bénéficié d'une implantation immédiate et dont le gap a été comblé avec un broyat d'os autogène prélevé à la mandibule. Les résultats indiquent une perte osseuse progressive n'affectant pas le rendu esthétique de la restauration (Noelken et al. 2018).

En 2011, Cosyn et al. s'intéressent au rendu esthétique clinique de 30 implants posés immédiatement après l'extraction. Le suivi est réalisé sur 3 ans et le Pink Esthetic Score est calculé tout au long de ce dernier. A 3 ans post-opératoire, ils obtiennent les résultats suivants :

- 21% d'échec esthétique : PES < 8
- 58% d'esthétique acceptable : le PES est compris entre 8 et 12
- 21% d'esthétique parfaite : PES ≥ 12

Concernant les échecs esthétiques, 8% des implants posés accusent une récession vestibulaire supérieure à 1mm (Cosyn et al. 2011).

La même équipe publie en 2012 une revue systématique sur la fréquence des récessions avancées (> 1mm) suivant une extraction-implantation immédiate ; 13 études sur 171 sont sélectionnées pour leur haut niveau de preuve. La majorité des articles (11 sur 13) rapportent une récession interproximale moyenne inférieure à 1mm ; les auteurs concluent à un risque limité de récession des papilles pour cette technique.

Pour ce qui est des récessions vestibulaires avancées (>1mm), elles sont remarquées dans 4 études mais leur origine semble faire débat. Cependant les auteurs s'accordent à dire qu'un biotype gingival épais et la persistance d'un rempart alvéolaire vestibulaire, après ostéointégration implantaire, sont des facteurs limitant l'apparition de récession vestibulaires avancées (Cosyn, Hooghe, et De Bruyn 2012).

Enfin, une revue systématique réalisée par Chen et Buser en 2014, en incluant 50 études, traite des résultats esthétiques des implantations immédiates, précoces et tardives. Les auteurs affirment que pour les implantations immédiates, les risques de développer une récession vestibulaire sont plus élevé que pour les deux autres protocoles. Les études analysant le PES pour les implantations immédiates obtiennent des scores moyens allant de 7,30 à 12,5. Néanmoins certaines de ces études ont des critères d'inclusions très strictes, en effet, seuls les patients ayant un biotype gingival épais, un rempart alvéolaire vestibulaire intact ainsi qu'un niveau gingival « idéal » sont intégrés dans l'analyse. Ceci pourrait expliquer la disparité obtenue dans les résultats de cette revue systématique (Chen et Buser 2014).

L'extraction-implantation immédiate, bien que permettant une esthétique instantanée, échoue à supprimer les phénomènes de résorptions issus des remaniements osseux post-avulsion. Cette technique semble moins prédictible sans un ou plusieurs temps chirurgicaux additionnels (greffe osseuse ou greffe de conjonctif) capables de corriger en partie la récession des tissus péri-implantaires. Ceci est d'autant plus vrai pour les patients ayant une situation pré-opératoire peu favorable (biotype gingival fin, absence de rempart alvéolaire vestibulaire).

### C. Le comblement alvéolaire post-extractionnel

Le comblement de l'alvéole post-extractionnelle est une technique employée dans les cas d'implantations différées. Dans ce cas de figure, le caillot sanguin est associé à un matériau de comblement d'origine variable (animale pour les xéno greffes, humaine pour les allogreffes et provenant du donneur lui-même dans les autogreffes) dans le but d'améliorer la cicatrisation osseuse du site extractionnel (figure 16).



Figure 16 : Séquence opératoire d'un comblement alvéolaire post-extractionnel d'une incisive centrale maxillaire chez l'Homme. a) alvéole post-extractionnelle déshabillée, b) comblement alvéolaire avec un substitut osseux, c) recouvrement de l'alvéole comblé par un greffon de conjonctif prélevé au palais qui sera par la suite suturé. (Araujo, da Silva, et al. 2015)

Jung et al. étudient radiographiquement, dans une étude clinique randomisée, différentes techniques de préservation du rempart alvéolaire antérieur par comblement post-extractionnel. 40 patients sont répartis aléatoirement en 4 groupes recevant chacun un matériau ou une technique de comblement différent :

- Groupe 1 : comblement au  $\beta$ -TCP (particules de phosphate tricalcique)
- Groupe 2 : comblement à l'os bovin déminéralisé (10% de collagène) jusqu'au niveau osseux recouvert par une matrice collagénique au niveau gingival.
- Groupe 3 : comblement à l'os bovin déminéralisé (10% de collagène) jusqu'au niveau osseux recouvert par une greffe gingivale autologue.
- Groupe 4 : cicatrisation spontanée, l'alvéole est laissée ouverte.

Les analyses CBCT sont réalisées à 6 mois post-opératoires. Les auteurs concluent qu'aucunes des techniques utilisées n'a été capable de préserver à 100% le volume crestal antérieur. Cependant pour les groupes 2 et 3, la hauteur et la largeur du rempart alvéolaire antérieur est mieux préservé après cicatrisation lorsqu'elle est comparé aux groupes 1 et 4 (Jung et al. 2013).

Araujo et al. retrouvent des résultats similaires dans leur étude clinique randomisée en 2014. Leur article analyse l'influence d'un comblement alvéolaire post-extractionnel avec de l'os bovin déminéralisé contenant 10% de collagène (Bio-Oss Collagen®) comparé à une cicatrisation sans comblement. L'étude porte sur l'avulsion de 48 dents du secteur antérieur maxillaire. Les résultats stipulent que le comblement post-extractionnel contrebalance le phénomène de résorption lors de la cicatrisation sans pour autant l'annuler complètement (Araújo, da Silva, et al. 2015).

En 2014, Avila-Ortiz et al réalisent une revue systématique sur les techniques de préservation du rempart alvéolaire après extraction. Ils en concluent que le comblement alvéolaire post-extractionnel est une méthode permettant de diminuer les changements volumiques de la crête osseuse lors de la cicatrisation sans toutefois supprimer totalement le phénomène. De plus, ils soulignent que les modifications de volumes de la crête qui suivent le comblement sont variables en fonction des individus et probablement dues à des facteurs locaux et/ou généraux qui leur échappent (Avila-Ortiz et al. 2014).

Le comblement alvéolaire post-extractionnel peut aussi être réalisé avec du PRF (platelet-rich fibrin ou fibrine riche en plaquettes) obtenu après centrifugation du sang total sans coagulants (figure 17). Ce concentré de plaquettes et de facteurs de croissance est utilisé par Zhang et al. en comblement post-avulsion pour analyser sa capacité à préserver le volume de crête alvéolaire après cicatrisation. Ainsi 14 patients bénéficient d'un comblement au PRF tandis que 14 autres sont laissés sans comblements alvéolaire. Ils en concluent que le PRF promeut la cicatrisation des tissus mous et la cicatrisation osseuse du fait de la présence de facteurs de croissance sur le site opératoire ; de plus la qualité de l'os néo-formé est augmentée. Cependant la capacité du PRF à réduire la résorption osseuse post-extractionnelle n'est pas significative (Zhang et al. 2018).



Figure 17 : Membrane de PRF (Zhang et al. 2018)

Le comblement alvéolaire post-extractionnel est une technique relativement efficace pour compenser la résorption osseuse qui découle de l'avulsion d'une dent. Lorsqu'ils sont utilisés, ces comblements bénéficient de meilleures suites cliniques que lors d'une cicatrisation avec un simple caillot sanguin. Cependant, quels que soient les matériaux de comblement utilisés, aucun n'endigie totalement la résorption osseuse accompagnant la cicatrisation alvéolaire.

De plus, en secteur esthétique, le site opératoire devra supporter une prothèse transitoire (amovible ou fixe) le temps de la cicatrisation de l'alvéole ; en attendant une restauration implanto-portée. Le patient doit donc s'adapter et intégrer cette prothèse transitoire dans son schéma dentaire au moins le temps de la cicatrisation osseuse.

Aujourd'hui la gestion des restaurations implantaires, aussi bien immédiates que précoces, en secteur antérieur demeure un véritable enjeu esthétique soumis à la variable de cicatrisation du tissu osseux. On constate que malgré les stratégies pour compenser la perte de volume de crête antérieure, aucune d'elles n'est capable de supprimer le phénomène de résorption osseuse post extractionnel.

### III. L'alternative de la technique du socket-shield

#### A. Préambule

L'histoire de la technique socket-shield prend sa source dans les études sur la dento-intégration implantaire. A partir des années 1990, l'implantologie est un moyen sûr et reconnu de remplacer des dents manquantes. Le principe d'ostéointégration est considéré comme l'interface de connexion idéale entre l'implant et l'os alvéolaire. Cependant, il est semblable à un organe dentaire ankylosé, c'est à dire qu'il n'y a pas de ligament parodontal autour de l'implant comme autour d'une dent saine. Il en résulte une différence significative dans l'amortissement des forces occlusales et de la proprioception du patient (Buser, Kisten, et Thorkild 1991).

En 1991, Buser & al. font partie des premiers à s'intéresser à la compatibilité implantaire vis à vis de l'organe dentaire et des tissus qui s'y rattachent. Ils mettent en exergue la formation de tissus ligamentaire et cémentaire néo-formés au contact direct de l'implant placé au voisinage immédiat d'extrémité radiculaire retenues (étude réalisée chez le singe). Ainsi ils démontrent que la capacité proliférative de ces tissus concourent à la colonisation de la surface implantaire et permettent une dento-intégration en plus de l'ostéointégration attendue (Buser, Kisten, et Thorkild 1991).

En 2001, Filippi & al. rapportent un cas de technique de décoronation d'une dent ankylosée du secteur antérieur prouvant le maintien de l'épaisseur de la crête alvéolaire antérieure. Ceci facilitant la restauration implantaire future (Filippi, Pohl, et von Arx 2001).

En 2004, Gray et Vernino étudient l'intégration d'implants au contact de restes d'organes dentaire in vivo chez le babouin. Ils retrouvent dans leur analyse histologique des tissus d'origine parodontale, tel que le ligament parodontal et du tissu pouvant s'apparenter à du ciment, intégrés à l'implant, sans signes histologiques défavorables (Gray et Vernino 2004).

En 2007, Salama & al. publient un article sur la technique de submersion des racines (root submergence technique ou RST) et montrent que le maintien d'un reste radiculaire sous un intermédiaire de bridge en secteur antérieur est préférable à l'extraction car l'organe dentaire sous muqueux préserve la convexité de l'arcade et améliore le pronostic de présence des papilles inter-dentaires. L'esthétique de la restauration en est amélioré (Salama et al. 2007).

C'est ainsi que Hürzeler & al. en faisant la synthèse des données de la littérature publient en 2010 un article sur un nouveau principe qu'ils nomment « la technique socket-shield ». Elle consiste à réaliser une extraction partielle en gardant la partie vestibulaire de la racine dans l'alvéole ; cette dernière forme un bouclier radiculaire en regard du rempart alvéolaire antérieur qui est le plus sujet aux remaniements et pouvant compromettre l'esthétique d'une restauration implantaire (Hürzeler et al. 2010).

## B. Principe

### 1. Initial

La technique du socket-shield tel qu'elle est décrite par Hürzeler et al. en 2010 dans leur démonstration de principe consiste à garder la partie vestibulaire de la racine d'une incisive centrale maxillaire dont le pronostic est défavorable en raison d'une fracture radiculaire. Après décoronation et forage au travers de la racine le long de son grand axe, seul le fragment vestibulaire est conservé dans l'alvéole tandis que le fragment palatin est avulsé (figure 18).

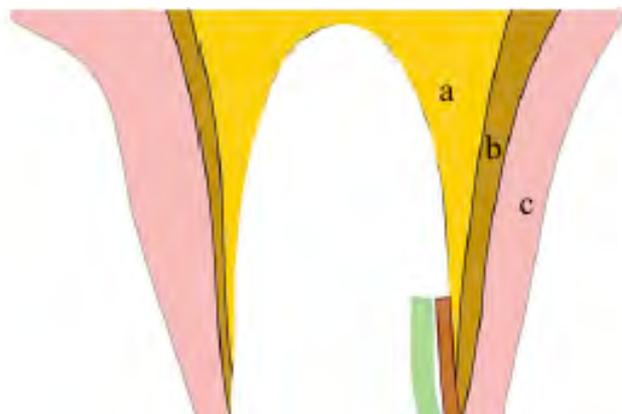


Figure 18 : Vue proximale schématique de la position du fragment retenu (en vert) dans l'alvéole. En marron foncé : os fasciculé. (a) : os alvéolaire spongieux. (b) : corticale osseuse externe. (c) : tissu gingival (Bäumer et al 2017).

Ainsi la conservation du fragment radiculaire en regard du rempart alvéolaire, dont nous avons étudié l'anatomie précédemment, permet la conservation de la vascularisation et donc de la nutrition de ce dernier. L'implant est posé directement au contact du fragment radiculaire restant (figure 19).



Figure 19 : La technique du socket-shield d'après Hürzeler. A gauche : alvéole post-extractionnelle avec le fragment radiculaire en vestibulaire après le passage des forets. Au centre : mise en place de l'implant avec le « bouclier » radiculaire en vestibulaire. A droite : vue occlusale de la cicatrisation à 5 mois post-opératoire. (Hürzeler et al. 2010)

L'auteur, par ce procédé, cherche à supprimer les phénomènes de résorption inhérent à toute avulsion et qui, dans le secteur antérieur, peuvent remettre en cause l'intégration esthétique des restauration implanto-portées. Cette manœuvre vise à conserver la stabilité volumique du rempart osseux alvéolaire antérieur et par association le tissu mou gingival sus-jacent. L'implant est dans une situation inédite, avec 2 interfaces de connexion : dentinaire en vestibulaire et osseuse en mésial, distal et palatin.

## 2. Dérivés

En suivant la publication initiale de Hürzeler et al., plusieurs auteurs ont étudié à travers des rapports de cas, des dérivés de la technique du socket-shield.

a) Technique « Root-T-Belt »

En 2014, Troiano et al. proposent la technique root-T-belt qui se différencie de la technique initiale par l'absence d'avulsion. Le forage implantaire est réalisé directement au travers de la racine de la dent concernée, après décoronation (figure 20). L'implant est donc serti par du tissu dentinaire sur la totalité de son pourtour.

Les 10 implants posés chez les 7 patients grâce à cette technique ont un taux de succès de 100% à 6 mois (Troiano et al. 2014).

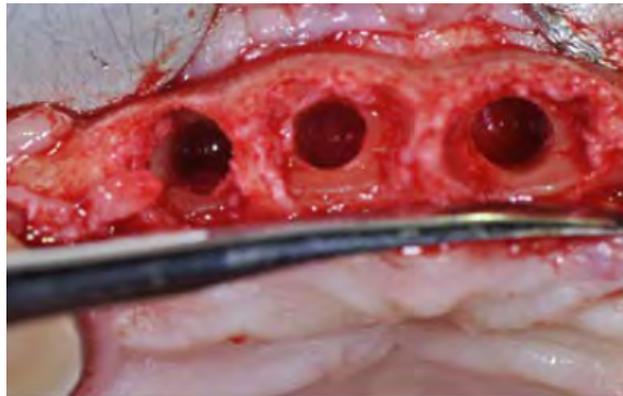


Figure 20 : Vue occlusale de forages implantaires au sein des racines des dents 11, 12 et 21 en technique « Root-T-Belt » (Troiano et al. 2014)

b) Technique « Pontic-shield »

En 2016, Gluckman et al. publient une étude sur la technique « pontic-shield ». Ils proposent l'application du concept du socket-shield pour préserver l'architecture alvéolo-gingivale en regard d'un pontique de bridge implanto-porté. Le protocole de forage est le même (conservation du fragment vestibulaire) à la différence que l'alvéole est comblée de substitut osseux xénogène (figure 21).

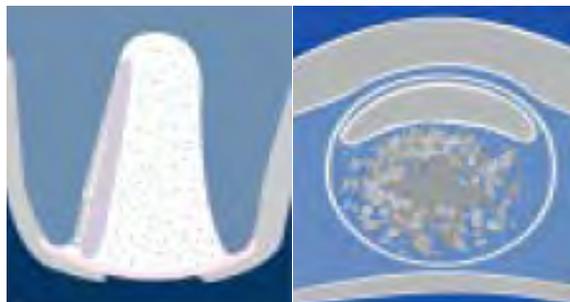


Figure 21 : Schématisation de la technique « pontic-shield ». A gauche : vue proximale avec le fragment radiculaire en violet. A droite : vue occlusale avec le fragment radiculaire en gris. (Gluckman, Du Toit, et Salama 2016)

L'auteur note une meilleure cicatrisation des sites fermés par greffon épithélio-conjonctif, au-dessus de l'alvéole comblée, comparés aux sites laissés ouverts.

Le site cicatrise pendant 90 jours puis le pontique de la prothèse transitoire doit exercer une pression modérée sur la crête pour 90 jours supplémentaires afin d'obtenir une anatomie des tissus mous capable de recevoir une prothèse d'usage (Gluckman, Du Toit, et Salama 2016).

### c) Technique socket-shield proximale

En 2013, Kan et al. utilisent une version modifiée du socket-shield pour améliorer la préservation des papilles inter-implants lors de réhabilitations implantaire. Dans cette méthode la racine d'une incisive centrale maxillaire est séparée dans le sens vestibulo-palatin et seul le fragment distal est conservé. Cela afin de prévenir le remodelage osseux qui engendre l'apparition de « trous-noirs » disgracieux (Kan et Rungcharassaeng 2013).

En 2014, Cherel et Etienne, reprennent cette technique sur deux dents adjacentes (11 et 21) nécessitant chacune une réhabilitation implantaire. Du fait de la proximité des sites implantaires (inférieure à 3mm), une résorption osseuse peut avoir lieu, diminuant le pronostic de préservation papillaire. Ainsi, le fragment radiculaire mésial de chacune des incisives centrales maxillaires est conservé pour préserver la papille inter-implant (figure 22) (Cherel et Etienne 2013).

Les résultats à 1 an de ces deux études rapportent une anatomie papillaire inchangées par rapport aux situations initiales pré-opératoires.



Figure 22 : Protocole de réalisation de la technique socket-shield proximale. A gauche : séparation des racines. Au centre : avulsion des fragments disto-vestibulaire et disto-palatin. A droite : mise en place des implants avec la conservation des fragments radiculaires mésiaux. (Cherel et Etienne 2013)

## C. Protocoles

### 1. Par Hürzeler et al.

La technique socket-shield telle que décrite par Hürzeler & al. dans leur première étude (2010) concerne une incisive centrale avec une fracture verticale radiculaire qui est a priori condamnée. La décision est prise avec consentement éclairé du patient de réaliser une pose d'implant en technique du socket-shield.

En voici la séquence clinique (Hürzeler et al. 2010) :

- Décoronation de la dent avec une fraise diamantée grosse granulométrie.
- La limite de préparation de cette dernière est située 1mm en dessous du rebord gingival.
- Passage des forets implantaires à travers le pan palatin.
- Avulsion des restes des pans mésial, distal et palatin.
- Application de dérivé de la matrice amélaire (Emdogain®) sur le fragment retenu.
- Positionnement implantaire légèrement en apical du fragment conservé.
- Mise en esthétique immédiate avec prothèse provisoire sans contacts travaillants.



*Figure 23 : Vue vestibulaire et proximale de la portion (marquée en vert) radiculaire utilisée comme « bouclier » dans la technique du socket-shield. (Baïmer et al. 2017)*

## 2. Par Siormpas et Mitsias.

En 2014, Siormpas et al. mettent en application la même technique sur 46 patients (1 implant par patient). Les implants sont posés uniquement au niveau de dents diagnostiquées non restaurables du bloc incisivo-canin maxillaire. Les dents étaient vitales ou traitées endodontiquement mais aucune n'était sujette à une infection péri-apicale. Aucun facteur biologique ni matériau de comblement n'ont été utilisés pour combler le gap péri-implantaire. L'année suivante ils proposent un protocole « step by step » de la technique socket-shield.

- Réalisation de l'anesthésie locale.
- Décoronation avec turbine et fraise congé sous irrigation abondante (figure 24).
- La limite de la décoronation se situe 0,5 à 1mm au-dessus de la crête osseuse pour ne pas léser l'attache épithéliale du fragment dentaire restant.



Figure 24 : L'étape de décoronation. A gauche : schéma de la décoronation avec un rotatif et une fraise congé. A droite : vue occlusale de la 11 post-décoronation (Mitsias et al. 2014)

- La séquence de forage implantaire s'effectue selon le grand axe de la dent et selon les données du fabricant. Le foret se place plutôt dans la partie palatine afin d'obtenir au moment de la pose un logement implantaire composé de 3 parois osseuses (mésiale, palatine et distale) et une paroi dentinaire (vestibulaire) d'une épaisseur comprise entre 1 et 1,5 mm (figure 25).

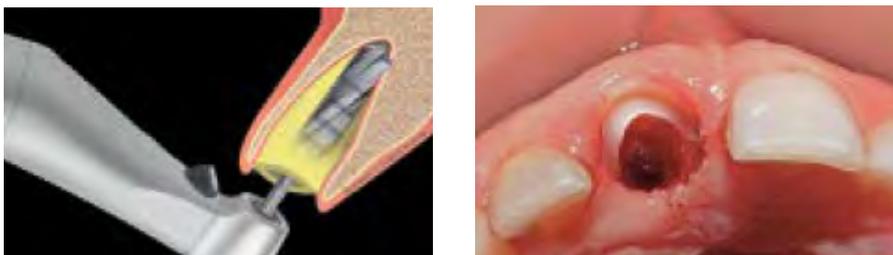


Figure 25 : L'étape de forage. A gauche : schéma du forage selon le grand axe de la dent. A droite : vue occlusale de la 11 après la séquence de forage (Mitsias et al. 2014)

- Utilisation d'une fraise carbure de tungstène pour séparer le fragment vestibulaire du reste de la racine grâce à deux échancrures marquées en mésio-vestibulaire et disto-vestibulaire (figure 26)
- Les fragments radiculaires restant sont avulsés à l'aide d'un périotome ou d'un davier racine.

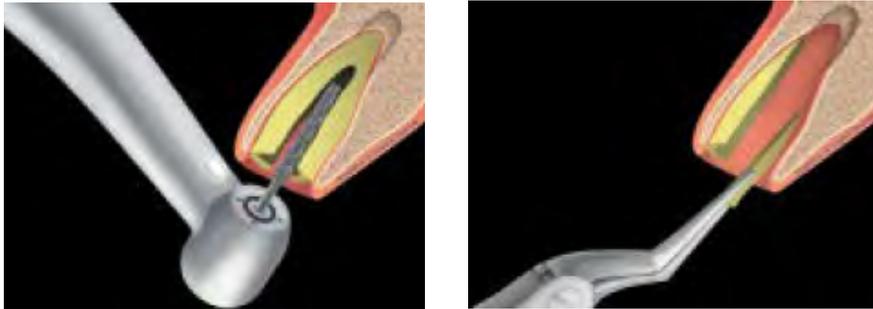


Figure 26 : L'étape d'avulsion partielle. A gauche : schéma de la réalisation des échancrures mésio et disto-vestibulaires. A droite : schéma de l'avulsion à l'aide d'un davier (Mitsias et al. 2014).

- Mise en place de l'implant dont le diamètre a été choisi de manière à assurer la rétention d'un fragment radicaire d'au moins 1 mm afin de prévenir la fracture de ce dernier. L'implant occupe les 2/3 palatin de l'alvéole tout en étant à proximité immédiate de la dentine du fragment vestibulaire. Une pièce à main à 20 rotations par minute est utilisée avec un torque modéré de 40 Ncm pour ne pas déloger le fragment radicaire restant (figure 27). La sensation lors du forage correspond à la dureté d'un os de type 2.



Figure 27 : La pose de l'implant. A gauche : schéma du positionnement de l'implant avec le fragment radicaire en vestibulaire. A droite : vue occlusale de la 11 après la pose de l'implant (Mitsias et al. 2014).

- L'implant est mis en charge immédiatement avec un pilier définitif coiffé par une couronne provisoire en résine réalisée au fauteuil puis scellée.
- L'occlusion de la prothèse provisoire est réglée de manière à n'obtenir aucune fonction occlusale.
- Mise en place d'une antibiothérapie et/ou prescription d'antalgiques suivant le passé médical de chaque patient ainsi que de bains de bouche à la Chlorhexidine (0,12%)
- Les recommandations post-opératoires consistent à épargner la zone des traumatismes y compris du brossage pendant 2 semaines.
- Des rendez-vous de contrôle sont programmé à : 2 semaines, 4 semaines et 3 mois post-opératoire (Mitsias et al. 2015).

## D. Influence sur les tissus durs péri-implantaires

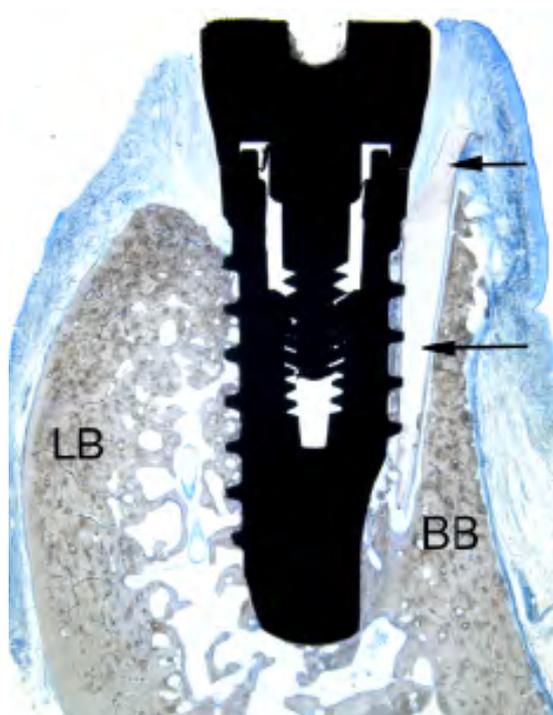
### 1. Histologie

#### a) Études chez le chien

- Hürzeler et al.

L'étude histologique initiale de Markus Hürzeler en 2010 a la particularité d'intégrer des dérivés de la matrice amélaire dans son protocole. En effet, les fragments dentaires retenus dans le cadre de la technique socket shield sont enduit d'Emdogain® avant la pose de l'implant. Il est important de signaler qu'aucune autre étude n'en utilise dans son protocole.

Sur un total de 4 implants posés, 2 sont placés en position lingualée par rapport au fragment dentaire vestibulaire donc sans contact physique et 2 sont placés en contact direct avec le fragment dentaire retenu. A 4 mois post-opératoire, l'animal est euthanasié et les coupes histologiques sont réalisées : aucun implant n'est perdu et sur tous les sites opératoires le ligament parodontal des fragments radiculaire retenus a conservé son métabolisme. De plus, les remparts osseux alvéolaires vestibulaires et linguaux ont une hauteur comparable et ne marquent aucun signe de résorption (figure 28).



*Figure 28 : Coupe histologique vestibulo-linguale d'un implant posé au contact direct du fragment radiculaire (marqué par les flèches). La hauteur de crête vestibulaire (BB) est la même qu'en lingual (LB). (Hürzeler et al. 2010)*

Pour les implants lingualés, les coupes histologiques démontrent la présence de ciment néoformé sur la surface dentinaire en regard de l'implant. Dans la partie coronaire du ciment acellulaire est retrouvé tandis qu'en direction apicale c'est du ciment cellulaire qui est présent. Le gap entre l'implant et le fragment radiculaire est comblé par du tissu conjonctif adhérent à la surface de l'implant.

Pour les implants posés au contact de la dentine, un résultat similaire est obtenu : des strates de ciment acellulaire néoformé dans la partie coronaire qui est succédé par un ciment cellulaire en direction apicale (figure 29 et 30). Ces différents types de ciments se développent, cette fois-ci, au contact des spires implantaire tandis qu'entre ces dernières, se forme un tissu minéralisé amorphe ainsi que du tissu conjonctif sain (Hürzeler et al. 2010).

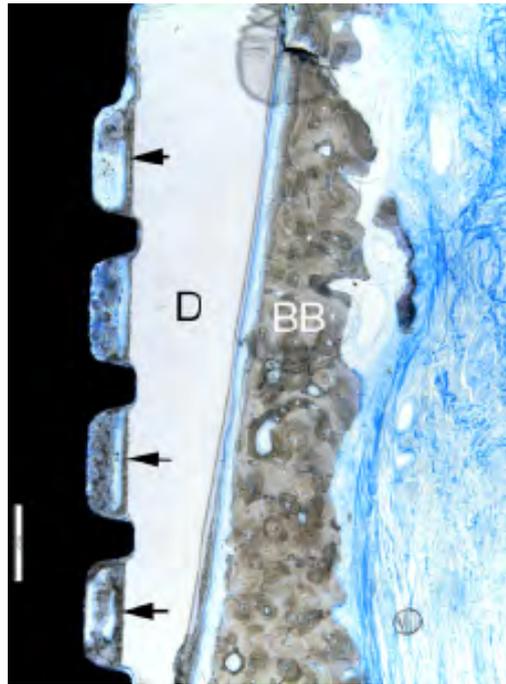


Figure 29 : Coupe histologique vestibulo-linguale d'un implant posé au contact du fragment radiculaire. Les flèches marquent les espaces inter-spires comblés par du tissu minéralisé et du ciment néo-formé. D : dentine. BB : rempart osseux vestibulaire (Hürzeler et al. 2010).

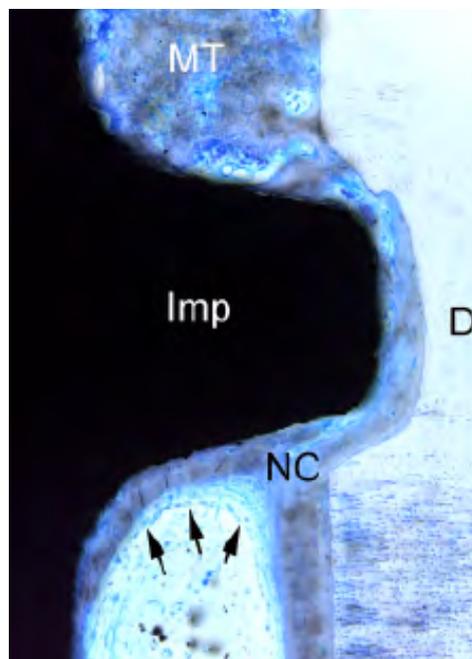
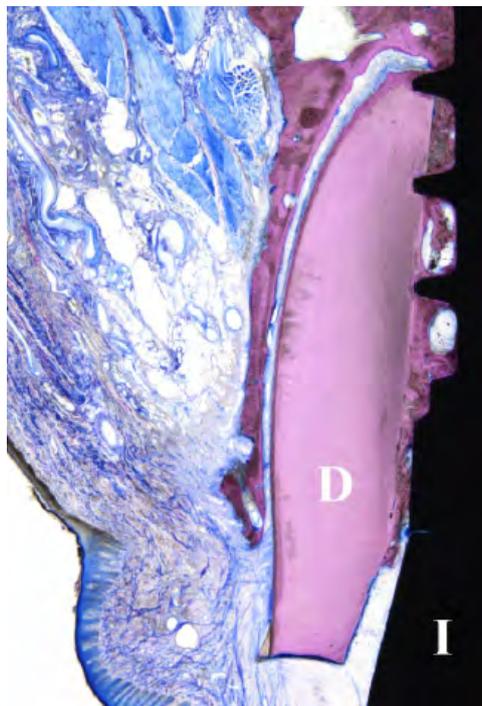


Figure 30 : Coupe histologique vestibulo-linguale d'un implant posé au contact du fragment radiculaire. Les flèches marquent le ciment néo-formé. NC : ciment néo-formé. D : dentine. MT : tissu minéralisé. Imp : implant (Hürzeler et al.).

- Bäumer et al.

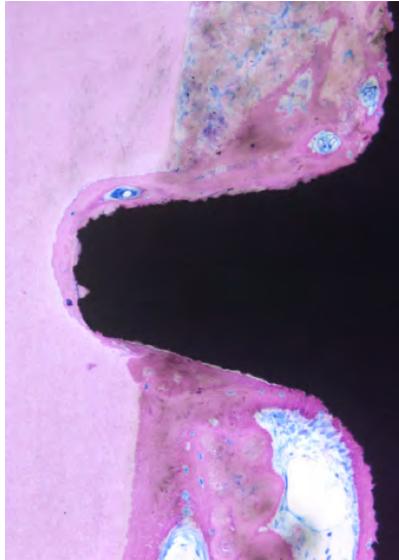
Dans leur publication de 2015, Bäumer et al. posent 12 implants directement au contact d'un fragment dentaire retenu en vestibulaire chez 3 chiens. Les animaux sont sacrifiés à 4 mois post-opératoires : tous les implants sont intégrés sans signes d'inflammation ou de rejet. De même, les fragments dentaires vestibulaires sont toujours retenus par leur ligament parodontal physiologique. La hauteur du rempart alvéolaire vestibulaire surpasse celle du côté lingual.

Les coupes histologiques révèlent une ostéointégration de l'implant du côté lingual mais aussi du côté vestibulaire en regard du fragment. En effet, légèrement au-dessus de l'épaule de l'implant on constate l'apparition de tissu osseux néoformé qui s'étend en direction apicale. Le gap de 0,5 mm entre le fragment dentaire retenu et l'implant a été comblé par de l'os néoformé, on retrouve le même résultat entre les spires implantaires et le tissu dentinaire en direction apicale (figure 31).



*Figure 31 : Coupe histologique vestibulo-palatine d'un implant posé au contact du fragment radiculaire. Le tissu osseux (en violet foncé) a colonisé les gaps inter-spires et le rempart vestibulaire demeure intact. D : dentine. I : implant (Bäumer et al. 2015).*

A fort grossissement, on discerne une colonisation intime du tissu osseux sur la surface implantaire (figure 32) (Bäumer et al. 2015).



*Figure 32 : Coupe histologique de l'interface entre le fragment radiculaire et l'implant. Le tissu osseux a colonisé la surface implantaire et les gaps inter-spires (Bäumer et al. 2015)*

- Guirado et al.

L'article de Guirado en 2016 s'intéresse à un des dérivés de la technique du socket shield : la technique « Root-T-Belt » vue précédemment (l'implant est au contact du tissu dentinaire à 360°). Grâce à cette technique, il place 36 implants sur 12 chiens. Les sujets sont euthanasiés 3 mois après l'opération.

Il semble important de souligner que dans la technique « Root-T-Belt » l'implant, au moment de la pose, est sertis par la racine sur tout son pourtour ; malgré cela, un caillot sanguin cicatriciel se développe entre l'implant et la paroi dentinaire en regard. Ce dernier laisse place à du tissu osseux lors de la cicatrisation ; ceci nous permet de parler d'ostéointégration implantaire malgré la proximité immédiate des interfaces implantaire et dentinaire.

L'analyse histologique de l'interface dent-implant montre que l'épaisseur de la « ceinture » radiculaire restante a une influence sur l'intégration implantaire. En effet, Les meilleurs pourcentages d'ostéointégration sont obtenus avec des fragments d'épaisseur inférieure à 2 mm ; au-dessus de cette valeur, des phénomènes de résorption se mettent en œuvre et la surface de contact entre l'implant et l'os diminue.

L'auteur avance qu'une épaisseur d'os vestibulaire de minimum 3 mm est un facteur favorable à la préservation des tissus mou péri-implantaires (Calvo-Guirado et al. 2016).

#### b) Etudes chez l'Homme

- Mitsias et Siomrpas

La première étude histologique chez l'homme est réalisée en 2017 à la suite d'un accident de la route d'un patient porteur d'un implant posé en position 12 en technique socket shield chez qui il a fallu retirer une partie du maxillaire supérieur. L'implant en question était en fonction depuis 5 ans au moment de l'accident.

L'analyse histologique révèle un rempart vestibulaire intact, sans signe de résorption et toujours nourri par le ligament parodontal du fragment dentaire retenu (figure 33).

Les études à fort grossissement montrent une riche colonisation de la surface implantaire par de l'os néoformé notamment dans les tiers médian et apical. L'histomorphométrie révèle un pourcentage de contact os-implant de 76,2%.

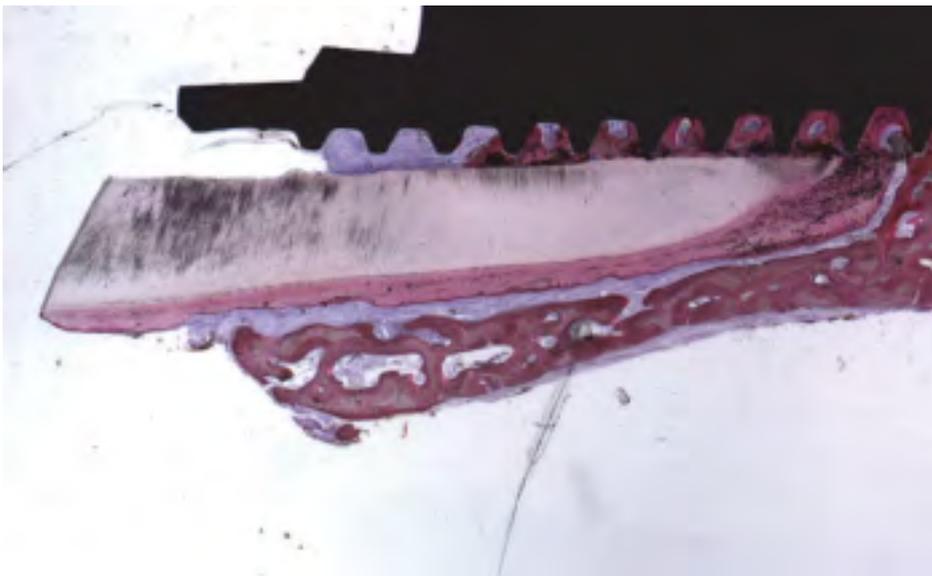
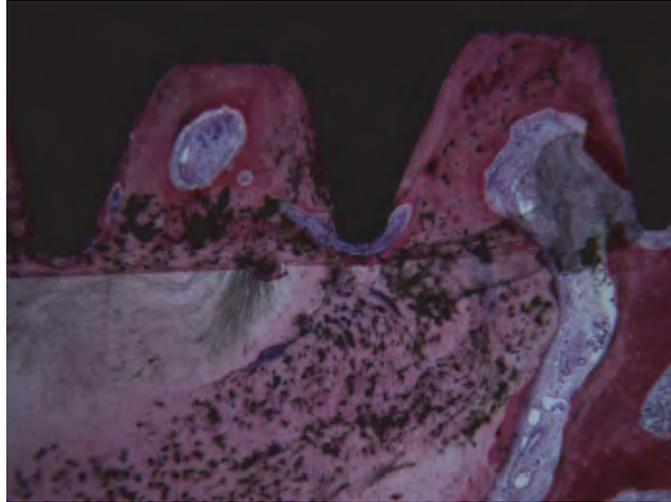


Figure 33 : Coupe histologique vestibulo-palatine d'un implant posé en technique socket-shield chez l'Homme mettant en évidence la cicatrisation osseuse au contact de l'implant et la bonne trophicité du rempart alvéolaire en regard de fragment dentaire retenu (Mitsias et al. 2017).

La partie apicale du fragment dentaire est en contact direct avec l'implant ; on retrouve dans cette zone des traces de tissu cémentaire ayant colonisé la surface de l'implant (figure 34) (Mitsias et al. 2017).



*Figure 34 : Coupe histologique de l'interface apicale entre le fragment radiculaire et l'implant. La migration du tissu cémentaire (violet) depuis le reste radiculaire retenu vers la surface implantaire ne compromet pas l'ostéointégration de l'implant (Mitsias et al. 2017).*

- Schwimer et al.

La dernière étude histologique date du début de l'année 2018 ; un groupe d'étude analyse un implant déposé au niveau de la dent 24 pour cause de péri-implantite. L'implant a été posé en technique socket shield deux ans auparavant. Au moment de la dépose, le fragment dentaire est solidaire de l'implant (figure 35), il est donc décidé de réaliser une étude histologique de l'interface dentine-implant.



*Figure 35 : Vue de l'implant 24 après la dépose. Le fragment dentaire est toujours solidaire de l'implant*

Les coupes révèlent que du tissu osseux a colonisé les gaps interspires en regard du fragment dentaire (figure 36). Cet os est vivant avec la présence de lacunes ostéocytaires et de systèmes de Havers dont les lamelles sont concentriques signe que l'os est mature et remodelé.

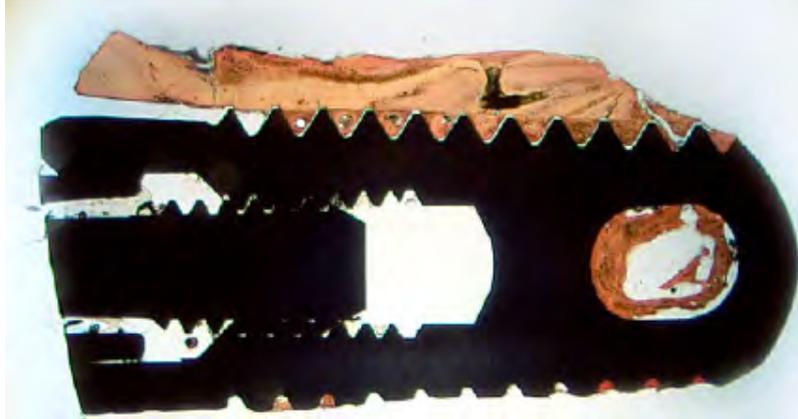


Figure 36 : Coupe histologique vestibulo-palatine d'un implant posé en technique socket-shield chez l'Homme. Le tissu osseux a colonisé les gaps inter-spires (Schwimer et al. 2018).

Le tissu osseux néoformé comble parfaitement le gap qu'il existe entre les spires implantaire et entre l'implant et le fragment retenu, il est en contact intime avec chaque élément de l'interface en regard (figure 37) (Schwimer et al. 2018).

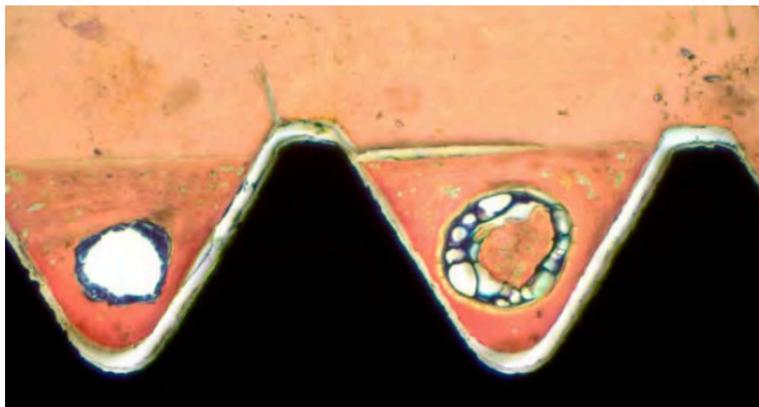


Figure 37 : Coupe histologique de l'interface entre le fragment radiculaire (orange clair) et l'implant (noir). Le tissu osseux (orange foncé) fait la jonction entre les deux interfaces en regard (Schwimer et al. 2018).

## 2. Radiographie

Dans cette partie nous nous intéresserons seulement aux études chez l'Homme à moyen terme, les études à court terme (1 an pour la plupart) ne bénéficiant pas d'un recul suffisant.

Dès 2014, une étude rétrospective est publiée, réalisée sur 46 patients ayant chacun reçu un implant sur le secteur antérieur posé en technique socket shield.

Les résultats des examens radiologiques (CBCT) de 2 à 5 ans post-opératoire rapportent une perte de hauteur d'os de  $0,18 \text{ mm} \pm 0,09 \text{ mm}$  en mésial ainsi que de  $0,21 \text{ mm} \pm 0,09 \text{ mm}$  en distal des sites implantaires (Siormpas et al. 2014).

L'équipe de Bäumer et Hürzeler publie en 2017 une étude rétrospective sur 10 patients ayant reçu un implant en technique socket shield 5 ans auparavant. Les implants ont été posés en secteur antérieur maxillaire allant de la dent 14 à 24.

La comparaison radiographique avec les données d'origine révèlent une perte d'os de  $0,33 \text{ mm} \pm 0,43 \text{ mm}$  en mésial et de  $0,17 \text{ mm} \pm 0,36 \text{ mm}$  en distal de l'implant à 5 ans post-opératoire (Bäumer et al. 2017).

Une étude est parue début 2018 ; elle inclut 40 patients, nécessitant une extraction-implantation immédiate, randomisés en 2 groupes : le groupe test employant une technique socket shield et un groupe témoin employant une technique standard d'extraction-implantation. Aucune complication n'a été relevé aux visites de contrôle à 3 mois, 6 mois et 3 ans.

	3 mois	6 mois (Pose de la prothèse d'usage)	3 ans
Groupe test (SS)	$0,315 \text{ mm}$ $\pm 0,047 \text{ mm}$	$0,54 \text{ mm}$ $\pm 0,055 \text{ mm}$	$0,605 \text{ mm}$ $\pm 0,06 \text{ mm}$
Groupe contrôle (conventionnel)	$0,79 \text{ mm}$ $\pm 0,084 \text{ mm}$	$1,015 \text{ mm}$ $\pm 0,098 \text{ mm}$	$1,115 \text{ mm}$ $\pm 0,131 \text{ mm}$

*Figure 38 : Mesures radiographiques des pertes osseuses lors des différentes visites de contrôle en fonction de la technique d'implantation d'après l'étude de Bramanti et al.*

Les résultats statistiquement significatifs des mesures radiographiques présentés ci-dessus montre une supériorité de la technique socket shield dans la sauvegarde de la crête osseuse péri-implantaire par rapport à la technique conventionnelle (figure 38) (Bramanti et al. 2018).

## E. L'influence sur les tissus mous péri-implantaires

### 1. Histologie

Les études histologiques, sur les tissus mous en eux même, sont rares ; elles découlent la plupart du temps d'études des tissus durs vues précédemment.

L'étude initiale de Hürzeler retrouve au niveau de la partie coronaire de l'implant un épithélium de jonction sain et du ciment néoformé. Ce tissu cémentaire n'est retrouvé que dans cette étude, probablement dû au fait de l'utilisation de dérivé de la matrice amélaire dans le protocole de pose de l'implant (Hürzeler et al. 2010).

Les autres analyses chez l'animal confirment la présence d'un épithélium de jonction (Calvo-Guirado et al. 2016). Il s'ancre au niveau de la jonction amélo-cémentaire, du fragment dentaire, lorsqu'elle est conservée et colonise la partie coronaire de l'espace existant entre le fragment retenu et le col lisse implantaire (figure 39) (Bäumer et al. 2015).

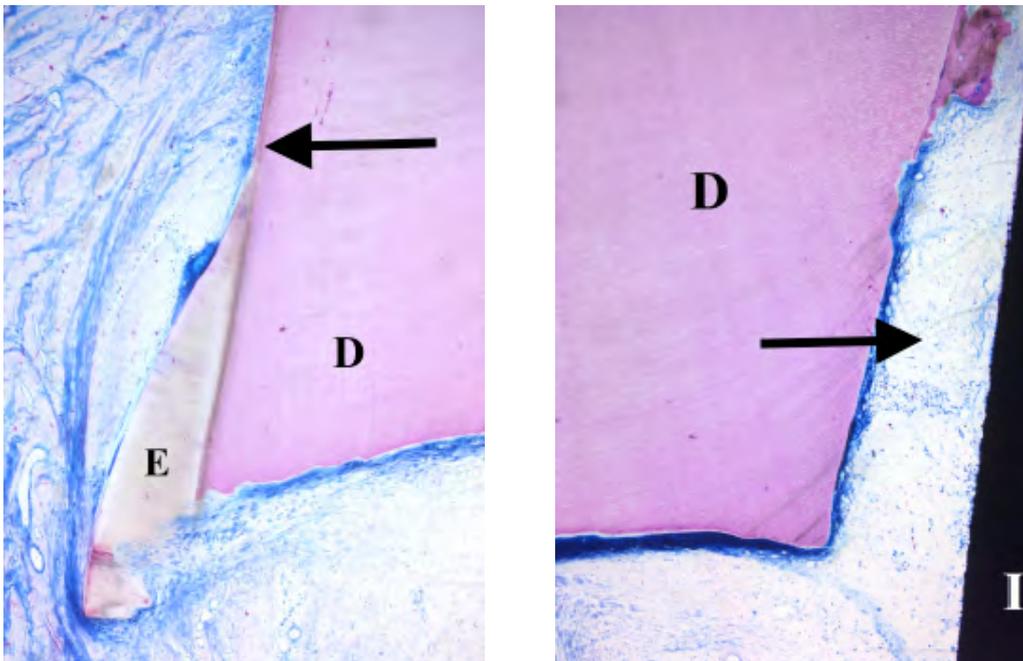


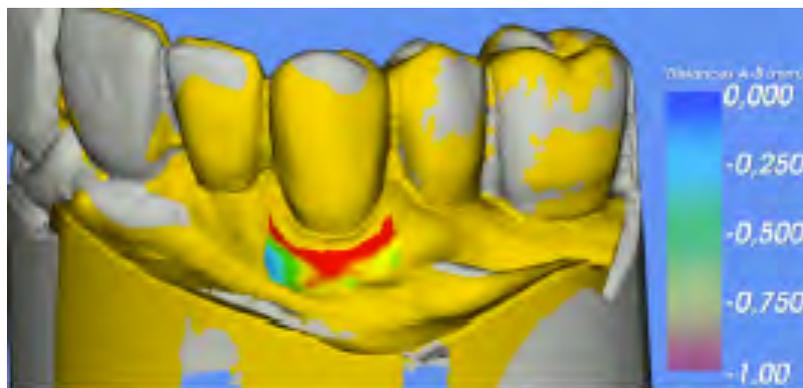
Figure 39 : Coupe histologique de la partie coronaire de l'interface entre le fragment retenu (D) et l'implant (I). A gauche : la flèche indique l'origine de l'épithélium de jonction au niveau de la jonction amélo-cémentaire. A droite : la flèche indique l'espace colonisé par le tissu conjonctif (Bäumer et al. 2015)

Une seule analyse chez l'homme se contente de décrire un tissu conjonctif non inflammatoire au niveau du tiers coronaire de l'interface implant-dent (Mitsias et al. 2017).

## 2. Volumétrie

La première étude volumétrique des tissus mous péri-implantaires est réalisée en 2015 (Bäumer et al.), elle compare, chez un seul patient, les données volumétriques en vestibulaire du site opératoire (canine maxillaire droite) avant la chirurgie et 5 mois après celle-ci. L'auteur relève une perte moyenne de 0,66 mm dans le sens vestibulo-palatin. Cependant cette perte est inhomogène et se concentre dans la partie la plus vestibulaire (perte de 1,16mm) pour décroître en direction mésiale, distale et apicale (figure 40).

D'autres données sont enregistrées après la pose de la prothèse d'usage et révèle une perte volumique moyenne de 0,88mm par rapport aux valeurs d'origine (Bäumer et al. 2015).



*Figure 40 : Répartition des variations volumétriques à 5 mois post-opératoire suite à la pose d'un implant en technique du socket-shield au niveau de la dent 13 (Bäumer et al. 2015)*

Une étude parue en 2017 compare des données volumétriques en superposant les scans de la caméra optique immédiatement après la pose de l'implant et à 6 mois post-opératoire. L'étude ne révèle pas de changements significatifs du volume vestibulaire du site opératoire (Petsch, Spies, et Kohal 2017).

L'article de l'équipe de Bäumer et Hürzeler, vu précédemment, incluant 10 patients suivis sur 5 ans conclue dans son étude volumétrique a une perte moyenne de  $0,37 \text{ mm} \pm 0,18 \text{ mm}$  dans le sens vestibulo-palatin (figure 41 et 42) (Bäumer et al. 2017).



Figure 41 : Comparaison volumétrique entre la situation pré-opératoire (tracé jaune) et la situation à 5 ans post-opératoire (tracé vert) illustré grâce à une coupe vestibulo-palatine (Bäumer et al. 2017)

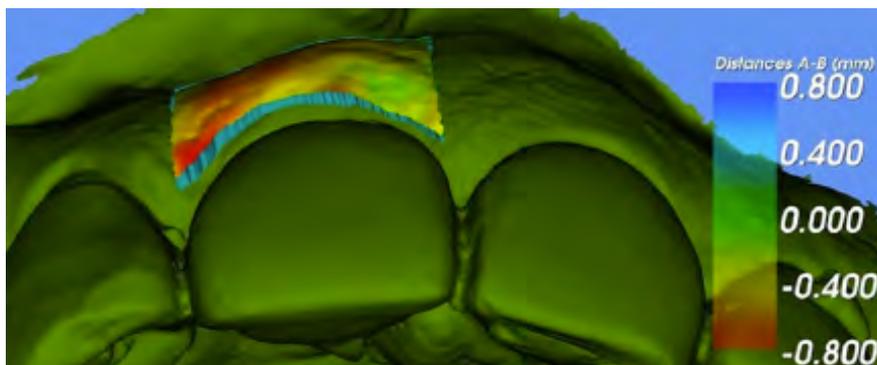


Figure 42 : Répartition des variations volumétriques à 5 ans post-opératoire suite à la pose d'un implant en technique du socket-shield au niveau de la dent 11 (Bäumer et al. 2017)

La dernière étude volumétrique compare la perte de volume tissulaire en palatin à la perte de volume tissulaire en vestibulaire de la restauration implantaire à 1 an d'intervalle (1 an après la mise en fonction de l'implant) (figure 43).



Figure 43 : Vue occlusale d'un implant en I1 posé en utilisant la technique du socket-shield. Situation radiologique à 1 an post-opératoire : préservation de la convexité alvéolaire de l'arcade et du volume naturel du rempart vestibulaire (Aslan 2018).

Les résultats annoncent une perte de volume plus importante en palatin égale à 1,21 mm au niveau le plus coronaire de la gencive marginale alors qu'en vestibulaire la perte tissulaire est de 0,22 mm au même niveau (figure 44). D'après l'auteur c'est la conséquence de l'avulsion du fragment palatin lors de la réalisation de la technique socket shield (Aslan 2018).

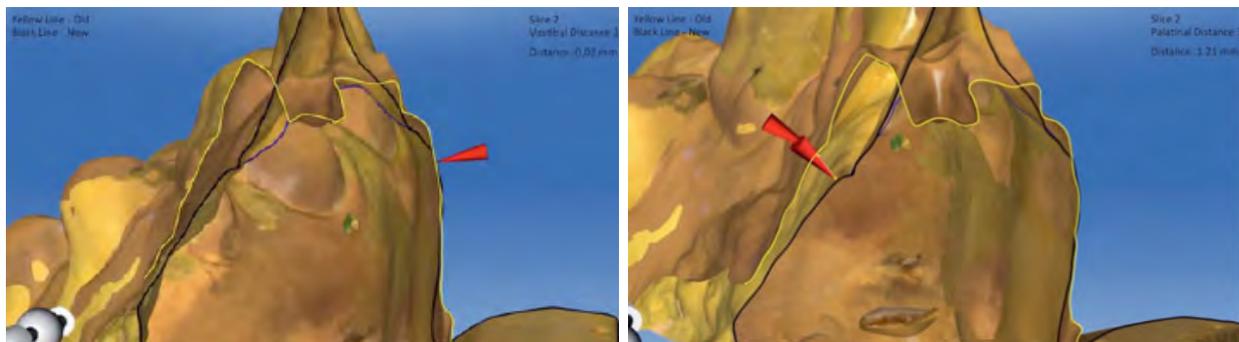


Figure 44 : Comparaison volumétrique entre la situation pré-opératoire (tracé jaune) et la situation 1 an après la mise en fonction de l'implant (tracé noir). A gauche : perte volumique vestibulaire de 0,22 mm (flèche rouge). A droite : perte volumique palatine de 1,21 mm (flèche rouge) (Aslan 2018).

### 3. Clinique

L'analyse esthétique clinique des tissus mous du secteur antérieur utilise le pink esthetic score (PES) vu précédemment.

L'étude de Bäumer et Hürzeler de 2017 inclut une évaluation du PES dans le suivi des 10 patients sur 5 ans. Un score moyen de 12 est relevé (Bäumer et al. 2017).

Bramanti et son équipe utilisent aussi le PES pour analyser l'esthétique clinique des 40 patients participants à son étude ; en voici les résultats ( $P < 0,05$ ) (figure 45) (Bramanti et al. 2018) :

	3 mois	6 mois (Pose de la prothèse d'usage)	3 ans
PES groupe Test (SS)	12,5 ± 0,94	12,3 ± 0,74	12,15 ± 0,76
PES groupe contrôle (conventionnel)	11,45 ± 2,57	11,05 ± 2,36	10,3 ± 2,53

Figure 45 : Evaluation du Pink Esthetic Score lors des différentes visites de contrôle en fonction de la technique d'implantation d'après Bramanti et al.

Les résultats obtenus dans ces différentes études cliniques, comparés aux résultats obtenus précédemment par Chen & Buser sur l'implantation immédiate (Chen et Buser 2014), démontrent une équivalence si ce n'est une supériorité de la technique du socket-shield dans le rendu esthétique final de la restauration jugé grâce au PES.

## F. Complications et limites

### 1. Les complications

Afin d'avoir une vision objective de la technique du socket-shield, il est important d'en répertorier les complications, c'est ce qu'ont réalisé Gharpure et Bhatavadekar en 2017 dans une revue systématique.

Ils analysent 23 articles (4 études histologique et 19 études clinique) concernant la technique socket-shield pour un total de 206 implants posés grâce à cette méthode.

#### a) Études histologiques

Les auteurs recensent les effets adverses et/ou complications répartis sur 66 implants comme suit :

- 54,55% de ces implants ont accusés une perte moyenne de hauteur crestale comprise entre 3,13 mm et 6,01mm à 4 mois post-opératoire.
- 27,27% ont eu un échec de l'ostéointégration due à une fibrose de l'implant.
- 9,09% ont manifestés la présence de ligament parodontal et/ou de tissu cémentaire sur la surface implantaire
- 7,58% ont présentés une inflammation, une mucosite ou une péri-implantite.
- 1,52% ont présentés une exposition des spires implantaires.

Ainsi, les résultats indiquent une forte proportion de complication touchant la hauteur verticale des tissus péri-implantaire (Gharpure et Bhatavadekar 2017).

A noter que la majorité des échecs d'ostéointégration sont issus de l'étude de Parlar et al. (18 implants) qui a utilisé un protocole différent, assez proche de la technique « root-T-belt » vue précédemment (Parlar et al. 2005). De même, la colonisation par du tissu cémentaire ou ligamentaire de la surface implantaire est considéré comme un effet adverse par Gharpure et Bhatavadekar, or l'emploi de dérivé de la matrice amélaire (Emdogain®) par Hürzeler et al. dans leur étude histologique en est en grande partie responsable. Il semble important de préciser qu'ils ont été les seuls à l'employer dans leur protocole.

## b) Études cliniques

Concernant les études cliniques, des effets adverses sont relevés sur 33 implants :

- 78,78% de ces implants ont accusés une perte tissulaire :
  - En vestibulaire de 0,72 mm à 0,88 mm (de 3 à 12 mois post-opératoire).
  - En hauteur verticale de 0,8 mm à 1,3 mm (de 6 à 24 mois post-opératoire).
- 15,15% ont accusés une exposition ou un échec du fragment vestibulaire servant de « bouclier ».
- 6,06% des complications concernent une résorption du rempart alvéolaire antérieur ou un sondage parodontal profond à l'endroit du fragment vestibulaire.

La grande majorité des effets adverses des études cliniques sont des pertes tissulaires minimales qui sont couramment retrouvés sur des implants posés en technique conventionnelle (Gharpure et Bhatavadekar 2017).

Pour ce qui est des expositions du fragment radiculaire, il serait intéressant de comparer les protocoles chirurgicaux les ayant entraînés afin de comprendre les raisons de ces échecs et en conclure un protocole entraînant le moins de complications cliniques possible.

Gluckman et al. relèvent la totalité des techniques socket shield réalisées au sein d'une base de donnée de cabinets privés, ils obtiennent ainsi 128 résultats de cas d'implants posés grâce à cette technique avec un suivi allant de 1 à 4 ans suivant la pose de la restauration d'usage. Des complications touchent 25 implants (sur 128) dont 5 ont dû être retirés (taux de survie implantaire : 96,1%). Les auteurs précisent que sur les 5 échecs d'ostéointégration, dans deux cas le fragment radiculaire vestibulaire est resté intact et un implant a été de nouveau posé en technique socket-shield, qui, cette fois s'est parfaitement intégré.

Pour ce qui est des complications cliniques, l'étude en distingue donc 25 :

- L'exposition interne du fragment radiculaire (figure 46) : c'est la complication la plus fréquente (12 sur 25) elle a lieu en regard de la restauration prothétique, une simple réduction de la partie visible du fragment grâce à un rotatif permet un retour à la normale. Néanmoins, dans la plupart des cas, cette complication est gérée sans geste clinique particulier et laissée telle quelle.

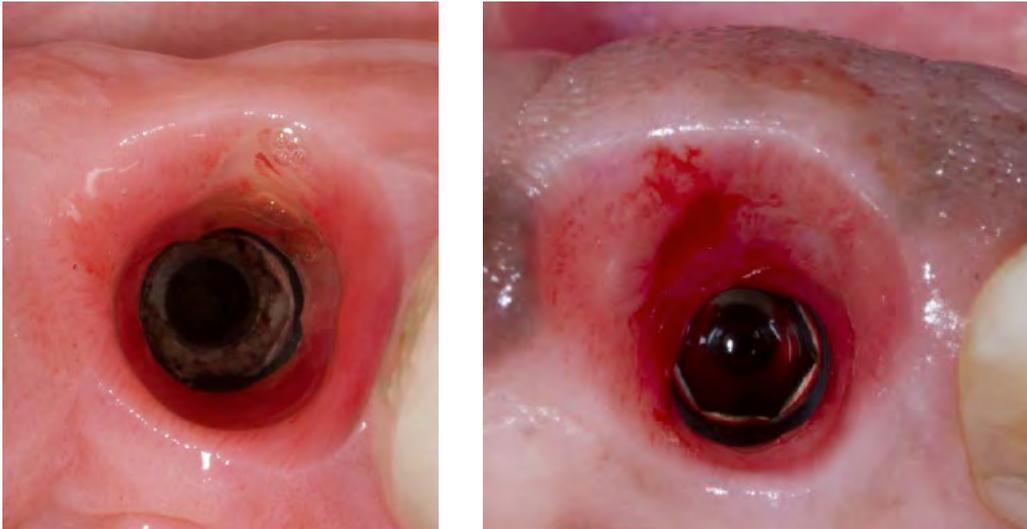


Figure 46 : Vue occlusale d'expositions interne du fragment radiculaire. A gauche : sans inflammations. Adroite : avec inflammation (Gluckman, Salama, et Toit 2017).

- L'exposition externe du fragment (figure 47) : cette complication est plus difficilement gérable car elle remet en cause l'esthétique de la restauration. En effet, le fragment radiculaire est exposé en regard du vestibule cette fois-ci. D'après l'auteur, elle concerne 4 des 25 complications relevées et est gérée grâce à une réduction de la partie exposée à l'aide d'un rotatif associé à une fraise diamantée. Dans certains cas, une greffe de conjonctif a été nécessaire pour retrouver l'esthétique espérée.



Figure 47 : Vue vestibulaire d'une exposition externe du fragment radiculaire (Gluckman, Salama, et Toit 2017).

- L'infection du site opératoire (figure 48) : cette complication a touché 3 des 25 implants étudiés. Dans tous les cas le fragment radiculaire a dû être avulsé et la thérapeutique implantaire a été un échec ; des greffes osseuses sont réalisées par la suite ainsi qu'une restauration implantaire grâce à une technique conventionnelle.



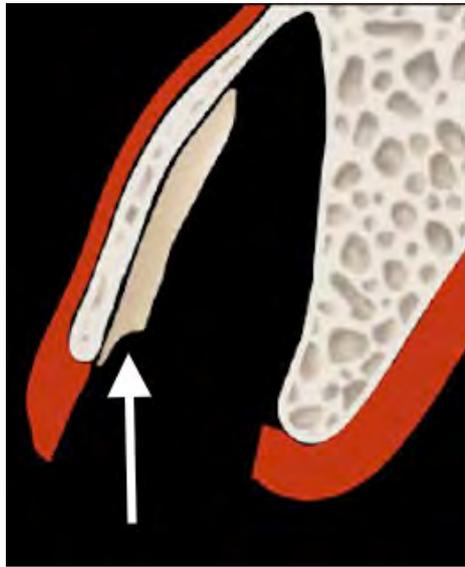
Figure 48 : Vue vestibulaire d'une infection sur un fragment dentaire retenu en position 21 (Gluckman, Salama, et Toit 2017).

- La migration du fragment radiculaire (figure 49) : cette complication n'a été relevé qu'une seule fois et n'a pas occasionné l'échec de la restauration (Gluckman, Salama, et Toit 2017).



Figure 49 : Vue occlusale d'une migration du fragment radiculaire (Gluckman, Salama, et Toit 2017).

Il faut souligner que les auteurs de cet article encouragent la création d'un chanfrein de 2 mm sur la partie crestale du fragment en regard de l'implant (figure 50). Ceci alloue un espace entre le fragment radiculaire et la partie infra-gingivale de la couronne permettant la colonisation des tissus mous et la création d'un espace sulculaire sain en limitant le risque d'exposition interne (principale complication retrouvée dans l'étude). Enfin les auteurs rapportent que le fragment radiculaire doit être réduit au même niveau que la hauteur crestale vestibulaire et non plus à 1 mm en coronaire de cette dernière comme vu dans les protocoles initiaux (figure 50) (Gluckman, Salama, et Toit 2017).



*Figure 50 : Vue proximale schématique d'un fragment retenu pour une technique du socket-shield. La flèche montre le chanfrein de 2 mm ainsi que la réduction de la hauteur du fragment radiculaire au niveau de la hauteur de l'os crestal (Gluckman, Salama, et Toit 2017)*

La synthèse de ces résultats permet de constater qu'une grande partie des complications cliniques relevés (les expositions internes notamment) ne remettent pas en question le résultat esthétique et fonctionnel des restaurations. Ainsi, peu de complications entraînent un échec implantaire total ce qui explique le taux de survie implantaire (96,1%) à moyen terme. Ce dernier est d'ailleurs équivalent aux taux de survie des stratégies implantaire conventionnelles.

## 2. Les limites

### a) La faible puissance des études

S'il y a un point qui fait consensus sur la technique socket-shield c'est certainement celui du manque de puissance des études parues jusqu'aujourd'hui, en effet la majorité d'entre elles sont des études de cas dont la valeur scientifique est très faible. Aucune étude clinique randomisée avec un suivi suffisamment long n'a été publiée ; l'étude de Gluckman et al. (rapport de cas sur 128 socket-shield à 4 ans post-opératoire) ainsi que la revue systématique de Gharpure et Bhatavadekar datant toutes les deux de 2017 sont les deux études les plus puissantes sur le sujet.

Pour cela, Hürzeler lui-même déconseille l'utilisation de la technique en pratique courante sans qu'une évidence scientifique tangible ait été prouvée (Bäumer et al. 2017).

### b) Absence de protocole standardisé

Aucune des études propose un protocole « étape par étape » mis à part un article de Siormpas et Mitsias vu précédemment. Au-delà du fait que ceci rende la technique difficilement reproductible par les confrères qui voudraient l'utiliser, c'est surtout au niveau de l'analyse des résultats cliniques et des complications que cela pose problème. En effet, sans un protocole très précis décrit dans les matériels et méthodes de l'article, il semble impossible de déduire une relation de cause à effet entre les difficultés rencontrés et le protocole utilisé.

Pour le moment la technique socket shield voie apparaitre de grande disparité dans la méthode d'application. Certains réalisent le forage directement après la décoronation (donc sans avulsion) en prenant le canal pulpaire comme guide (Petsch, Spies, et Kohal 2017), d'autres préfèrent une séparation de la dent à l'aide d'un rotatif puis une avulsion traditionnelle au davier racine (Cherel et Etienne 2013).

De leur côté, Roe et al. lèvent un lambeau vestibulaire et réalisent une fenêtre en regard de l'apex de la dent concernée afin de le retirer (Roe, Kan, et Rungcharassaeng 2017).

C'est pour cette raison qu'une étude clinique randomisée à plus grande échelle, avec un suivi à moyen et long terme, est nécessaire pour valider un protocole clinique sûr et reproductible en limitant les complications post-opératoires.

c) Des critères d'inclusion et d'exclusion très spécifiques

C'est sans doute l'une des plus importantes limites de la technique socket-shield : des critères d'inclusions très spécifiques. En effet, la presque totalité des cas rapportés concernent une dent antérieure compromise à cause d'une fracture radiculaire avec des dents au voisinage direct en mésial et distal. De plus la position du trait de fracture ne doit pas compromettre le fragment vestibulaire qui est conservé.

Parallèlement, les critères d'exclusion écartent les dents ayant une atteinte parodontale ou bien dont la racine est atteinte par une résorption interne ou externe (Bäumer et al. 2017).

Cependant, la présence de lésion péri-apicale pré-opératoire ne semble pas remettre en cause l'intégration implantaire en technique socket-shield (Siormpas et al. 2014).

Ceci limite donc énormément le champ d'action de cette technique.

# Conclusion

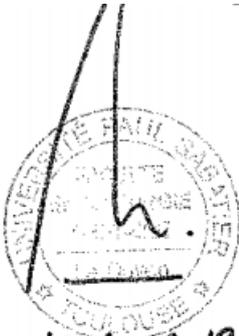
A ce jour, la technique du socket-shield utilisée, dans le cadre de ses critères d'inclusion, au niveau du secteur antérieur se différencie des techniques d'implantologie conventionnelles par le fait qu'elle contourne véritablement le phénomène de résorption intrinsèque à chaque avulsion, celui-ci tant appréhendé par les implantologues. De ce fait, elle trouve tout son intérêt lorsqu'elle est utilisée sur des patients ayant un rempart alvéolaire antérieur fin. Ainsi, elle combine les bénéfices de l'extraction-implantation immédiate, notamment la réduction des temps opératoires et une mise en esthétique immédiate ; et les avantages d'un comblement post-extractionnel qui ne fait que contrecarrer macroscopiquement la résorption post-avulsion et qui garantit une stabilité volumique des tissus péri-implantaires permettant une restauration harmonieuse.

Les résultats préliminaires, issus des premières études sur le sujet, sont très intéressants tant sur le biomimétisme final des restaurations implanto-portées que sur l'évolution de l'interface inédite dent-implant lors de la cicatrisation ; et cela malgré leur faible niveau de preuve.

En définitive, cette technique novatrice va bientôt fêter son dixième anniversaire et souffre d'un mal qui pourrait lui être fatal : le manque de preuve scientifique. Son avenir est soumis à la volonté de la communauté scientifique de lancer des expérimentations à plus grande échelle et dont la puissance permettrait de trancher sur un protocole détaillé ainsi qu'une éventuelle popularisation de la technique du socket-shield en pratique courante.

Le président du jury, le Pr Pomar :

Le directeur de thèse, le Dr Anduze-Acher :



le 5 septembre 2018



Dr ANDUZE.

# Table des illustrations

FIGURE 1 : MICRORADIOGRAPHIE DE L'OS ALVEOLAIRE. LES FLECHES MONTRENT LA COMMUNICATION VASCULAIRE AVEC LE LIGAMENT PARODONTAL (BERKOVITZ ET AL.) .....	12
FIGURE 2 : EXEMPLES DE VARIATIONS INTERINDIVIDUELLE DU REMPART ALVEOLAIRE ANTERIEUR MAXILLAIRE VU EN COUPE SAGITALE SUR CBCT. (BRAUT ET AL. 2011) .....	15
FIGURE 3 : LES DIFFERENTS POINTS DE MESURE REALISES SYSTEMATIQUEMENT DANS L'ETUDE DE BRAUT ET AL. ....	15
FIGURE 4 : FREQUENCE DE DISTRIBUTION (%) DES DENTS ANALYSEES EN FONCTION DE L'EPAISSEUR DU REMPART ALVEOLAIRE VESTIBULAIRE AU MP1 (BRAUT ET AL. 2011). ....	16
FIGURE 5 : FREQUENCE DE DISTRIBUTION (%) DES DENTS ANALYSEES EN FONCTION DE L'EPAISSEUR DU REMPART ALVEOLAIRE VESTIBULAIRE AU MP2 (BRAUT ET AL. 2011). ....	16
FIGURE 6 : COUPE HISTOLOGIQUE D'UNE ALVEOLE REALISEE CHEZ LE CHIEN A 1 SEMAINE DE CICATRISATION. B : REMPART VESTIBULAIRE. L : REMPART LINGUAL. C : CAILOT SANGUIN. PM : MATRICE OSTEOÏDE (ARAUJO ET LINDHE 2005) .....	19
FIGURE 7 : COUPE HISTOLOGIQUE D'UNE ALVEOLE REALISEE CHEZ LE CHIEN APRES 2 SEMAINES DE CICATRISATION. L : REMPART LINGUAL. B : REMPART VESTIBULAIRE. PM : MATRICE OSTEOÏDE. WB : OS FIBRILLAIRE IMMATURE. (ARAUJO ET LINDHE 2005) .....	20
FIGURE 8 : COUPE HISTOLOGIQUE D'UNE ALVEOLE REALISEE CHEZ LE CHIEN APRES 4 SEMAINES DE CICATRISATION. L : REMPART LINGUAL. B : REMPART VESTIBULAIRE. WB : OS FIBRILLAIRE IMMATURE. (ARAUJO ET LINDHE 2005) .....	21
FIGURE 9 : COUPE HISTOLOGIQUE D'UNE ALVEOLE DE CHIEN A 8 SEMAINES DE CICATRISATION. L : REMPART LINGUAL. B : REMPART VESTIBULAIRE. BM : MOELLE OSSEUSE. LA FLECHE INDIQUE LE SOMMET DE LA CRETE VESTIBULAIRE. (ARAUJO ET LINDHE 2005) .....	22
FIGURE 10 : COUPE HISTOLOGIQUE D'UNE ALVEOLE HUMAINE PRELEVE A 10 SEMAINE DE CICATRISATION. LES PARTIES FONCEES REPRESENTENT L'OS EN FORMATION ENTOURE D'UNE SUBSTANCE CLAIRE REPRESENTEE PAR LA MATRICE OSTEOÏDE (EVIAN ET AL. 1982) .....	22
FIGURE 11 : EXEMPLE DE DEFECT OSSEUX EN FORME DE « V INVERSE » (FARMER ET DARBY 2014) .....	24
FIGURE 12 : ANALYSE RADIOGRAPHIQUE ET MORPHOMETRIQUE DE LA PERTE OSSEUSE VERTICALE POST-EXTRACTIONNELLE AU NIVEAU DU MAXILLAIRE ANTERIEUR (CHAPPUIS, ARAUJO ET BUSER 2017) .....	25
FIGURE 13 : LES 7 CRITERES DU PINK ESTHETIC SCORE (FÜRHAUSER ET AL. 2004) .....	28
FIGURE 14 : UNE EXTRACTION IMPLANTATION SANS COMPLEMENT DU GAP PERI-IMPLANTAIRE, REALISEE CHEZ LE CHIEN DANS L'ETUDE D'ARAUJO (ARAUJO ET AL. 2006).....	29
FIGURE 15 : SUPERPOSITION DE COUPES CBCT IMMEDIATEMENT APRES LA POSE DE L'IMPLANT (BLANC) ET A 1 AN POST-OPERATOIRE (ORANGE). CECI SOULIGNE L'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DES TISSUS PERI-IMPLANTAIRES (ROE ET CARUSO 2012).....	31
FIGURE 16 : SEQUENCE OPERATOIRE D'UN COMPLEMENT ALVEOLAIRE POST-EXTRACTIONNEL D'UNE INCISIVE CENTRALE MAXILLAIRE CHEZ L'HOMME. A) ALVEOLE POST-EXTRACTIONNELLE DESHABITEE, B) COMPLEMENT ALVEOLAIRE AVEC UN SUBSTITUT OSSEUX, C) RECOUVREMENT DE L'ALVEOLE COMBLE PAR UN GREFFON DE CONJONCTIF PRELEVE AU PALAIS QUI SERA PAR LA SUITE SUTURE. (ARAUJO, DA SILVA, ET AL. 2015) .....	33
FIGURE 17 : MEMBRANE DE PRF (ZHANG ET AL. 2018) .....	34
FIGURE 18 : VUE PROXIMALE SCHEMATIQUE DE LA POSITION DU FRAGMENT RETENU (EN VERT) DANS L'ALVEOLE. EN MARRON FONCE : OS FASCICULE. (A) : OS ALVEOLAIRE SPONGIEUX. (B) : CORTICALE OSSEUSE EXTERNE. (C) : TISSU GINGIVAL (BÄUMER ET AL 2017). ....	37
FIGURE 19 : LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD D'APRES HÜRZELER. A GAUCHE : ALVEOLE POST-EXTRACTIONNELLE AVEC LE FRAGMENT RADICULAIRE EN VESTIBULAIRE APRES LE PASSAGE DES FORETS. AU CENTRE : MISE EN PLACE DE L'IMPLANT AVEC LE « BOUCLIER » RADICULAIRE EN VESTIBULAIRE. A DROITE : VUE OCCLUSALE DE LA CICATRISATION A 5 MOIS POST-OPERATOIRE. (HÜRZELER ET AL. 2010) .....	38
FIGURE 20 : VUE OCCLUSALE DE FORAGES IMPLANTAIRES AU SEIN DES RACINES DES DENTS 11, 12 ET 21 EN TECHNIQUE « ROOT-T-BELT » (TROIANO ET AL. 2014) .....	39
FIGURE 21 : SCHEMATISATION DE LA TECHNIQUE « PONTIC-SHIELD ». A GAUCHE : VUE PROXIMALE AVEC LE FRAGMENT RADICULAIRE EN VIOLET. A DROITE : VUE OCCLUSALE AVEC LE FRAGMENT RADICULAIRE EN GRIS. (GLUCKMAN, DU TOIT, ET SALAMA 2016) .....	39
FIGURE 22 : PROTOCOLE DE REALISATION DE LA TECHNIQUE SOCKET-SHIELD PROXIMALE. A GAUCHE : SEPARATION DES RACINES. AU CENTRE : AVULSION DES FRAGMENTS DISTO-VESTIBULAIRE ET DISTO-PALATIN. A DROITE : MISE EN PLACE DES IMPLANTS AVEC LA CONSERVATION DES FRAGMENTS RADICULAIRES MESIAUX. (CHEREL ET ETIENNE 2013) .....	40

FIGURE 23 : VUE VESTIBULAIRE ET PROXIMALE DE LA PORTION (MARQUEE EN VERT) RADICULAIRE UTILISEE COMME « BOUCLIER » DANS LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD. (BÄUMER ET AL. 2017) .....	41
FIGURE 24 : L'ETAPE DE DECORONATION. A GAUCHE : SCHEMA DE LA DECORONATION AVEC UN ROTATIF ET UNE FRAISE CONGE. A DROITE : VUE OCCLUSALE DE LA 11 POST-DECORONATION (MITSIAS ET AL. 2014).....	42
FIGURE 25 : L'ETAPE DE FORAGE. A GAUCHE : SCHEMA DU FORAGE SELON LE GRAND AXE DE LA DENT. A DROITE : VUE OCCLUSALE DE LA 11 APRES LA SEQUENCE DE FORAGE (MITSIAS ET AL. 2014) .....	42
FIGURE 26 : L'ETAPE D'AVULSION PARTIELLE. A GAUCHE : SCHEMA DE LA REALISATION DES ECHANCRURES MESIO ET DISTO-VESTIBULAIRES. A DROITE : SCHEMA DE L'AVULSION A L'AIDE D'UN DAVIER (MITSIAS ET AL. 2014).....	43
FIGURE 27 : LA POSE DE L'IMPLANT. A GAUCHE : SCHEMA DU POSITIONNEMENT DE L'IMPLANT AVEC LE FRAGMENT RADICULAIRE EN VESTIBULAIRE. A DROITE : VUE OCCLUSALE DE LA 11 APRES LA POSE DE L'IMPLANT (MITSIAS ET AL. 2014).....	43
FIGURE 28 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-LINGUALE D'UN IMPLANT POSE AU CONTACT DIRECT DU FRAGMENT RADICULAIRE (MARQUE PAR LES FLECHES). LA HAUTEUR DE CRETE VESTIBULAIRE (BB) EST LA MEME QU'EN LINGUAL (LB). (HÜRZELER ET AL. 2010) .....	45
FIGURE 29 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-LINGUALE D'UN IMPLANT POSE AU CONTACT DU FRAGMENT RADICULAIRE. LES FLECHES MARQUENT LES ESPACES INTER-SPIRES COMBLEES PAR DU TISSU MINERALISE ET DU CEMENT NEO-FORME. D : DENTINE. BB : REMPART OSSEUX VESTIBULAIRE (HÜRZELER ET AL. 2010).....	46
FIGURE 30 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-LINGUALE D'UN IMPLANT POSE AU CONTACT DU FRAGMENT RADICULAIRE. LES FLECHES MARQUENT LE CEMENT NEO-FORME. NC : CEMENT NEO-FORME. D : DENTINE. MT : TISSU MINERALISE. IMP : IMPLANT (HÜRZELER ET AL.) .....	46
FIGURE 31 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-PALATINE D'UN IMPLANT POSE AU CONTACT DU FRAGMENT RADICULAIRE. LE TISSU OSSEUX (EN VIOLET FONCE) A COLONISE LES GAPS INTER-SPIRES ET LE REMPART VESTIBULAIRE DEMEURE INTACT. D : DENTINE. I : IMPLANT (BÄUMER ET AL. 2015). .....	47
FIGURE 32 : COUPE HISTOLOGIQUE DE L'INTERFACE ENTRE LE FRAGMENT RADICULAIRE ET L'IMPLANT. LE TISSU OSSEUX A COLONISE LA SURFACE IMPLANTAIRE ET LES GAPS INTER-SPIRES (BÄUMER ET AL. 2015).....	48
FIGURE 33 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-PALATINE D'UN IMPLANT POSE EN TECHNIQUE SOCKET-SHIELD CHEZ L'HOMME METTANT EN EVIDENCE LA CICATRISATION OSSEUSE AU CONTACT DE L'IMPLANT ET LA BONNE TROPHICITE DU REMPART ALVEOLAIRE EN REGARD DE FRAGMENT DENTAIRE RETENU (MITSIAS ET AL. 2017).....	49
FIGURE 34 : COUPE HISTOLOGIQUE DE L'INTERFACE APICALE ENTRE LE FRAGMENT RADICULAIRE ET L'IMPLANT. LA MIGRATION DU TISSU CEMENTAIRE (VIOLET) DEPUIS LE RESTE RADICULAIRE RETENU VERS LA SURFACE IMPLANTAIRE NE COMPROMET PAS L'OSTEOINTEGRATION DE L'IMPLANT (MITSIAS ET AL. 2017).....	50
FIGURE 35 : VUE DE L'IMPLANT 24 APRES LA DEPOSE. LE FRAGMENT DENTAIRE EST TOUJOURS SOLIDAIRE DE L'IMPLANT.....	50
FIGURE 36 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-PALATINE D'UN IMPLANT POSE EN TECHNIQUE SOCKET-SHIELD CHEZ L'HOMME. LE TISSU OSSEUX A COLONISE LES GAPS INTER-SPIRES (SCHWIMER ET AL. 2018).....	51
FIGURE 37 : COUPE HISTOLOGIQUE DE L'INTERFACE ENTRE LE FRAGMENT RADICULAIRE (ORANGE CLAIR) ET L'IMPLANT (NOIR). LE TISSU OSSEUX (ORANGE FONCE) FAIT LA JONCTION ENTRE LES DEUX INTERFACES EN REGARD (SCHWIMER ET AL. 2018). .....	51
FIGURE 38 : MESURES RADIOGRAPHIQUES DES PERTES OSSEUSES LORS DES DIFFERENTES VISITES DE CONTROLE EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'IMPLANTATION D'APRES L'ETUDE DE BRAMANTI ET AL. ....	52
FIGURE 39 : COUPE HISTOLOGIQUE DE LA PARTIE CORONAIRE DE L'INTERFACE ENTRE LE FRAGMENT RETENU (D) ET L'IMPLANT (I). A GAUCHE : LA FLECHE INDIQUE L'ORIGINE DE L'EPITHELIUM DE JONCTION AU NIVEAU DE LA JONCTION AMELO-CEMENTAIRE. A DROITE : LA FLECHE INDIQUE L'ESPACE COLONISE PAR LE TISSU CONJONCTIF (BÄUMER ET AL. 2015) .....	53
FIGURE 40 : REPARTITION DES VARIATIONS VOLUMETRIQUES A 5 MOIS POST-OPERATOIRE SUITE A LA POSE D'UN IMPLANT EN TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD AU NIVEAU DE LA DENT 13 (BÄUMER ET AL. 2015) .....	54
FIGURE 41 : COMPARAISON VOLUMETRIQUE ENTRE LA SITUATION PRE-OPERATOIRE (TRACE JAUNE) ET LA SITUATION A 5 ANS POST-OPERATOIRE (TRACE VERT) ILLUSTRE GRACE A UNE COUPE VESTIBULO-PALATINE (BÄUMER ET AL. 2017) .....	55
FIGURE 42 : REPARTITION DES VARIATIONS VOLUMETRIQUES A 5 ANS POST-OPERATOIRE SUITE A LA POSE D'UN IMPLANT EN TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD AU NIVEAU DE LA DENT 11 (BÄUMER ET AL. 2017) .....	55
FIGURE 43 : VUE OCCLUSALE D'UN IMPLANT EN 11 POSE EN UTILISANT LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD. SITUATION RADIOLOGIQUE A 1 AN POST-OPERATOIRE : PRESERVATION DE LA CONVEXITE ALVEOLAIRE DE L'ARCADE ET DU VOLUME NATUREL DU REMPART VESTIBULAIRE (ASLAN 2018).....	56
FIGURE 44 : COMPARAISON VOLUMETRIQUE ENTRE LA SITUATION PRE-OPERATOIRE (TRACE JAUNE) ET LA SITUATION 1 AN APRES LA MISE EN FONCTION DE L'IMPLANT (TRACE NOIR). A GAUCHE : PERTE VOLUMIQUE VESTIBULAIRE DE 0,22 MM (FLECHE ROUGE). A DROITE : PERTE VOLUMIQUE PALATINE DE 1,21 MM (FLECHE ROUGE) (ASLAN 2018).....	56
FIGURE 45 : EVALUATION DU PINK ESTHETIC SCORE LORS DES DIFFERENTES VISITES DE CONTROLE EN FONCTION DE LA TECHNIQUE D'IMPLANTATION D'APRES BRAMANTI ET AL.....	57
FIGURE 46 : VUE OCCLUSALE D'EXPOSITIONS INTERNE DU FRAGMENT RADICULAIRE. A GAUCHE : SANS INFLAMMATIONS. A DROITE : AVEC INFLAMMATION (GLUCKMAN, SALAMA, ET TOIT 2017). .....	60
FIGURE 47 : VUE VESTIBULAIRE D'UNE EXPOSITION EXTERNE DU FRAGMENT RADICULAIRE (GLUCKMAN, SALAMA, ET TOIT 2017). ....	60

FIGURE 48 : VUE VESTIBULAIRE D'UNE INFECTION SUR UN FRAGMENT DENTAIRE RETENU EN POSITION 21 (GLUCKMAN, SALAMA, ET TOIT 2017).....	61
FIGURE 49 : VUE OCCLUSALE D'UNE MIGRATION DU FRAGMENT RADICULAIRE (GLUCKMAN, SALAMA, ET TOIT 2017).....	61
FIGURE 50 : VUE PROXIMALE SCHEMATIQUE D'UN FRAGMENT RETENU POUR UNE TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD. LA FLECHE MONTRE LE CHAMFREIN DE 2 MM AINSI QUE LA REDUCTION DE LA HAUTEUR DU FRAGMENT RADICULAIRE AU NIVEAU DE LA HAUTEUR DE L'OS CRESTAL (GLUCKMAN, SALAMA, ET TOIT 2017).....	62

# Bibliographie

- Amler, Melvin H. 1969. « The Time Sequence of Tissue Regeneration in Human Extraction Wounds ». *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 27 (3): 309-18.
- Araújo, Mauricio G., et Jan Lindhe. 2005. « Dimensional Ridge Alterations Following Tooth Extraction. An Experimental Study in the Dog ». *Journal of Clinical Periodontology* 32 (2): 212-18.
- Araújo, Mauricio G., Cléverson O. Silva, Mônica Misawa, et Flavia Sukekava. 2015. « Alveolar Socket Healing: What Can We Learn? » *Periodontology 2000* 68 (1): 122-34.
- Araújo, Mauricio G., João Carlos Costa da Silva, Arthur Furtado de Mendonça, et Jan Lindhe. 2015. « Ridge Alterations Following Grafting of Fresh Extraction Sockets in Man. A Randomized Clinical Trial ». *Clinical Oral Implants Research* 26 (4): 407-12.
- Araújo, Mauricio G., Flavia Sukekava, Jan L. Wennström, et Jan Lindhe. 2005. « Ridge Alterations Following Implant Placement in Fresh Extraction Sockets: An Experimental Study in the Dog ». *Journal of Clinical Periodontology* 32 (6): 645-52.
- Araújo, Mauricio G., Flavia Sukekava, Jan L. Wennström, et Jan Lindhe. 2006. « Tissue Modeling Following Implant Placement in Fresh Extraction Sockets ». *Clinical Oral Implants Research* 17 (6): 615-24.
- Araújo, Mauricio G., Jan L. Wennström, et Jan Lindhe. 2006. « Modeling of the Buccal and Lingual Bone Walls of Fresh Extraction Sites Following Implant Installation ». *Clinical Oral Implants Research* 17 (6): 606-14.
- Aslan, Serhat. 2018. « Improved Volume and Contour Stability with Thin Socket-Shield Preparation in Immediate Implant Placement and Provisionalization in the Esthetic Zone ». *International Journal of Esthetic Dentistry* 13 (2): 13.
- Avila-Ortiz, G., S. Elangovan, K.W.O. Kramer, D. Blanchette, et D.V. Dawson. 2014. « Effect of Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-Analysis ». *Journal of Dental Research* 93 (10): 950-58.
- Bäumer, Daniel, Otto Zuhr, Stephan Rebele, et Markus Hürzeler. 2017. « Socket Shield Technique for Immediate Implant Placement – Clinical, Radiographic and Volumetric Data after 5 Years ». *Clinical Oral Implants Research* 28 (11): 1450-58.
- Bäumer, Daniel, Otto Zuhr, Stephan Rebele, David Schneider, Peter Schupbach, et Markus Hürzeler. 2015. « The Socket-Shield Technique: First Histological, Clinical, and Volumetric Observations after Separation of the Buccal Tooth Segment – a Pilot Study ». *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 17 (1): 71-82.
- Berkovitz, B.K.B., G.R. Holland, et B.J. Moxham. 2009. *Oral Anatomy, Histology and Embryology*. Elsevier. Vol. 4eme édition. Mosby.

- Bramanti, Ennio, Antonio Norcia, Marco Cicciù, Giada Matacena, Gabriele Cervino, Giuseppe Troiano, Khrystyna Zhurakivska, et Luigi Laino. 2018. « Postextraction Dental Implant in the Aesthetic Zone, Socket Shield Technique Versus Conventional Protocol »: *Journal of Craniofacial Surgery*, février, 1.
- Braut, Vedrana, Urs Belser, Dr Med Dent, Daniel Buser, et Dr Med Dent. 2011. « Thickness of the Anterior Maxillary Facial Bone Wall—A Retrospective Radiographic Study Using Cone Beam Computed Tomography ». *Restorative Dentistry* 31 (2): 8.
- Buser, Daniel, Waren Kisten, et Karing Thorkild. 1991. « Titanium Implants with a True Periodontal Ligament: An Alternative to Osseointegrated Implants? » *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 49 (5): 548-49.
- Calvo-Guirado, José Luis, Miguel Troiano, P.J. López-López, María Piedad Ramírez-Fernandez, José Eduardo Maté Sánchez de Val, Jose Manuel Granero Marin, et Sergio Alexandre Gehrke. 2016. « Different Configuration of Socket Shield Technique in Peri-Implant Bone Preservation: An Experimental Study in Dog Mandible ». *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger* 208 (novembre): 109-15.
- Caneva, Marco, Daniele Botticelli, Paolo Viganò, Fabrizio Morelli, Massimiliano Rea, et Niklaus P. Lang. 2013. « Connective Tissue Grafts in Conjunction with Implants Installed Immediately into Extraction Sockets. An Experimental Study in Dogs ». *Clinical Oral Implants Research* 24 (1): 50-56.
- Chappuis, Vivianne, Mauricio G. Araújo, et Daniel Buser. 2017. « Clinical Relevance of Dimensional Bone and Soft Tissue Alterations Post-Extraction in Esthetic Sites ». *Periodontology 2000* 73 (1): 73-83.
- Chen, Stephen, et Daniel Buser. 2014. « Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla—A Systematic Review ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 29 (Supplement): 186-215.
- Cherel, Fabrice, et Daniel Etienne. 2013. « Papilla Preservation between Two Implants: A Modified Socket-Shield Technique to Maintain the Scalloped Anatomy? A Case Report ». *Quintessence International*, n° 1 (novembre): 23–30.
- Cosyn, Jan, Aryan Eghbali, Hugo De Bruyn, Kristiaan Collys, Roberto Cleymaet, et Tim De Rouck. 2011. « Immediate Single-Tooth Implants in the Anterior Maxilla: 3-Year Results of a Case Series on Hard and Soft Tissue Response and Aesthetics: Immediate Single-Tooth Implants ». *Journal of Clinical Periodontology* 38 (8): 746-53.
- Cosyn, Jan, Nele Hooghe, et Hugo De Bruyn. 2012. « A Systematic Review on the Frequency of Advanced Recession Following Single Immediate Implant Treatment ». *Journal of Clinical Periodontology* 39 (6): 582-89.
- Evian, C. I., E. S. Rosenberg, J. G. Coslet, et H. Corn. 1982. « The Osteogenic Activity of Bone Removed From Healing Extraction Sockets in Humans ». *Journal of Periodontology* 53 (2): 81-85.

- Farmer, Mark, et Ivan Darby. 2014. « Ridge Dimensional Changes Following Single-tooth Extraction in the Aesthetic Zone ». *Clinical Oral Implants Research* 25 (2): 272-77.
- Filippi, Andreas, Yango Pohl, et Thomas von Arx. 2001. « Decoronation of an Ankylosed Tooth for Preservation of Alveolar Bone Prior to Implant Placement\* ». *Dental Traumatology* 17 (2): 93-95.
- Fouad KHOURY, et Th HANSER. 2010. *Greffe osseuse en implantologie*. Quintessence international.
- Fürhauser, Rudolf, Dionisie Florescu, Thomas Benesch, Robert Haas, Georg Mailath, et Georg Watzek. 2005. « Evaluation of Soft Tissue around Single-Tooth Implant Crowns: The Pink Esthetic Score: Esthetic Score ». *Clinical Oral Implants Research* 16 (6): 639-44.
- Gharpure, Amit S., et Neel B. Bhatavadekar. 2017. « Current Evidence on the Socket-Shield Technique: A Systematic Review ». *Journal of Oral Implantology* 43 (5): 395-403.
- Gluckman, Howard, Jonathan Du Toit, et Maurice Salama. 2016. « The Pontic-Shield: Partial Extraction Therapy for Ridge Preservation and Pontic Site Development ». *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 36 (3): 417-23.
- Gray, Jonathan L., et Arthur R. Vernino. 2004. « The Interface Between Retained Roots and Dental Implants: A Histologic Study in Baboons ». *Journal of Periodontology* 75 (8): 1102-6.
- Hürzeler, Markus B., Otto Zuhr, Peter Schupbach, Stephan F. Rebele, Notis Emmanouilidis, et Stefan Fickl. 2010. « The Socket-shield Technique: A Proof-of-principle Report ». *Journal of Clinical Periodontology* 37 (9): 855-62.
- Jung, Ronald E., Alexander Philipp, Beat M. Annen, Luca Signorelli, Daniel S. Thoma, Christoph H. F. Hämmerle, Thomas Attin, et Patrick Schmidlin. 2013. « Radiographic Evaluation of Different Techniques for Ridge Preservation after Tooth Extraction: A Randomized Controlled Clinical Trial ». *Journal of Clinical Periodontology* 40 (1): 90-98.
- Kan, Joseph YK, et Kitichai Rungcharassaeng. 2013. « Proximal Socket Shield for Interimplant Papilla Preservation in the Esthetic Zone ». *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 33 (1): e24-31.
- Mace, Bertrand. 2008. *Histologie : Bases fondamentales*. Omniscience. 1ere année santé.
- Mitsias, Miltiadis E, Konstantinos D Siormpas, Eleni Kotsiotou-Siormpa, et David Garber. 2015. « A Step-by-Step Description of PDL-Mediated Ridge Preservation for Immediate Implant Rehabilitation in the Esthetic Region ». *Restorative Dentistry* 35 (6): 8.
- Mitsias, Miltiadis E., Konstantinos D. Siormpas, Georgios A. Kotsakis, Scott D. Ganz, Carlo Mangano, et Giovanna Iezzi. 2017. « The Root Membrane Technique: Human Histologic Evidence after Five Years of Function ». *BioMed Research International* 2017: 1-8.
- Noelken, Robert, Maximilian Moergel, Martin Kunkel, et Wilfried Wagner. 2018. « Immediate and Flapless Implant Insertion and Provisionalization Using Autogenous Bone Grafts in the Esthetic Zone: 5-Year Results ». *Clinical Oral Implants Research* 29 (3):320-27.

- Parlar, Ates, Dieter D. Bosshardt, Berrin Unsal, Deniz Cetiner, Cenk Haytac, et Niklaus P. Lang. 2005. « New Formation of Periodontal Tissues around Titanium Implants in a Novel Dentin Chamber Model ». *Clinical Oral Implants Research* 16 (3): 259-67.
- Petsch, Matthias, Benedikt Spies, et Ralf-Joachim Kohal. 2017. « Socket Shield Technique for Implant Placement in the Esthetic Zone: A Case Report ». *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 37 (6): 853-60.
- Roe, Phillip, et Joseph M Caruso. 2012. « Horizontal and Vertical Dimensional Changes of Peri-Implant Facial Bone Following Immediate Placement and Provisionalization of Maxillary Anterior Single Implants: A 1-Year Cone Beam Computed Tomography Study », 8.
- Salama, Maurice, Tomohiro Ishikawa, Henry Salama, Akiyoshi Funato, et David Garber. 2007. « Advantages of the Root Submergence Technique for Pontic Site Development in Esthetic Implant Therapy ». *Restorative Dentistry* 27 (6): 8.
- Schropp, Lars, Ann Wenzel, Lambros Kostopoulos, et Thorkild Karring. 2003. « Bone Healing and Soft Tissue Contour Changes Following Single-Tooth Extraction: A Clinical and Radiographic 12-Month Prospective Study ». *Restorative Dentistry* 23 (4): 12.
- Schwimer, Charles, Gregory Pette, Howard Gluckman, Maurice Salama, et Jonathan Du Toit. 2018. « Human Histologic Evidence of New Bone Formation and Osseointegration Between Root Dentin (Unplanned Socket-Shield) and Dental Implant: Case Report ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 33 (1): e19-23.
- Siormpas, Konstantinos, Miltiadis Mitsias, Eleni Kontsiotou-Siormpa, David Garber, et Georgios Kotsakis. 2014. « Immediate Implant Placement in the Esthetic Zone Utilizing the “Root-Membrane” Technique: Clinical Results up to 5 Years Postloading ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 29 (6): 1397-1405.
- Stevens, Alan, et James Lowe. 2006. *Histologie humaine, 3eme Edition*. Elsevier. Campus Reference.
- Tan, Wah Lay, Terry L. T. Wong, May C. M. Wong, et Niklaus P. Lang. 2012. « A Systematic Review of Post-Extraction Alveolar Hard and Soft Tissue Dimensional Changes in Humans ». *Clinical Oral Implants Research* 23 (février): 1-21.
- Tomasi, Cristiano, Mariano Sanz, Denis Cecchinato, Bjarni Pjetursson, Jorge Ferrus, Niklaus P. Lang, et Jan Lindhe. 2010. « Bone Dimensional Variations at Implants Placed in Fresh Extraction Sockets: A Multilevel Multivariate Analysis ». *Clinical Oral Implants Research* 21 (1): 30-36.
- Troiano, Dr Miguel, Dr Mauricio Benincasa, Dr Patricia Sánchez, et Dr José Luis Calvo. 2014. « Bundle Bone Preservation with Root-T-Belt: Case Study ». *Ann. Oral. Maxillofac. Surg.* 2 (7): 11.
- Van Der Weijden, Fridus, Federico Dell’Acqua, et Dagmar Else Slot. 2009. « Alveolar Bone Dimensional Changes of Post-extraction Sockets in Humans: A Systematic Review ». *Journal of Clinical Periodontology* 36 (12): 1048-58.

Vera, Carolina, Praephun Limpiphitanakorn, et Donald Tyndall. 2012. « Evaluation of Buccal Alveolar Bone Dimension of Maxillary Anterior and Premolar Teeth: A Cone Beam Computed Tomography Investigation », 6.

Zhang, Yingdi, Zheng Ruan, Minhua Shen, Luanjun Tan, Weiqin Huang, Lei Wang, et Yuanliang Huang. 2018. « Clinical Effect of Platelet-Rich Fibrin on the Preservation of the Alveolar Ridge Following Tooth Extraction ». *Experimental and Therapeutic Medicine*, janvier (15): 2277-2286

---

INTÉRÊTS DE LA TECHNIQUE DU SOCKET-SHIELD DANS LA PRÉSERVATION DES  
TISSUS PÉRI-IMPLANTAIRES

---

RÉSUMÉ : Les réhabilitations prothétiques implanto-portée du secteur antérieur maxillaire intègrent une problématique d'intégration esthétique due principalement au phénomène de résorption post-avulsion. Ainsi le rendu clinique de la restauration peut faire défaut en raison des variations volumique des tissus péri-implantaires en cours de cicatrisation. Les techniques conventionnelles telles que l'extraction-implantation immédiate et le comblement alvéolaire post-extractionnel permettent aujourd'hui d'obtenir des résultats esthétiques convenables mais gardent une marge d'amélioration dans la quête d'une biomimétique prothétique parfaitement naturelle. La technique du socket-shield prévoit dans son protocole de conserver, lors de la pose d'implant, la partie vestibulaire de la racine de l'organe dentaire avulsé ; ceci pour se prémunir des effets de résorptions dus à l'extraction. Quelles sont les conséquences de cette technique sur les tissus mous et durs péri-implantaires ? Il y a-t-il un réel avantage esthétique ?

---

TITLE: INTEREST OF THE SOCKET-SHIELD TECHNIQUE IN THE PRESERVATION  
OF PERI-IMPLANT TISSUES

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire

---

MOTS-CLÉS : implants en secteur esthétique, extraction-implantation immédiate, résorption  
osseuse post-extractionnelle, socket-shield technique, Pink Esthetic Score.

---

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire  
3 chemin des maraîchers  
31062 Toulouse Cedex

---

Directeur de thèse : Dr Guillaume ANDUZE-ACHER