

NANTES UNIVERSITÉ
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2022

N° 3829

**INTÉRÊTS DE LA SOCKET-SHIELD TECHNIQUE DANS LA
GESTION DE L'ÉDENTEMENT ANTERIEUR MAXILLAIRE :
ANALYSE DE LITTÉRATURE**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*présentée
et soutenue publiquement par*

NÉDÉLEC Mélanie

le 20 septembre 2022 devant le jury ci-dessous

Président : M. Le professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : M. Le Docteur Nicolas STRUBE

Assesseur : Mme Le Docteur Alexandra CLOITRE

Assesseur : Mme Le Docteur Victoire-Eugénie QUINSAT

Assesseur : M. Le Docteur Maxime GUILLEMIN

Directeur de thèse : M. le Docteur Alain HOORNAERT

	Présidente Pr. BERNAULT Carine
	Doyen Pr. SOUEIDAN Assem
	Assesseurs Pr GAUDIN Alexis Pr LE GUEHENNEC Laurent Pr LESCLOUS Philippe
Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	
ALLIOT-LICHT Brigitte AMOURIQ Yves CHAUX Anne-Gaëlle GAUDIN Alexis LABOUX Olivier LE GUEHENNEC Laurent	LESCLOUS Philippe LOPEZ Serena PEREZ Fabienne SOUEIDAN Assem WEISS Pierre
Professeur des Universités	
BOULER Jean-Michel	
Maitre de conférence des Universités	
VINATIER Claire	
Professeur Emérite	
GIUMELLI Bernard	
Enseignants Associés	
GUIHO Romain (Professeur Associé) LOLAH Aoula (MCU Associé) MAITRE Yoann (MCU Associé)	AMICHIA ALLOH Yomin Cécile (Assistant Associé) BANDIAKY Octave (Assistant Associé) IDIRI Katia (Assistant Associé)
Maitres de conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	Chef de Clinique des Universités - Assistant des Hôpitaux des C.S.E.R.D
AMADOR DEL VALLE Gilles ARMENGOL Valérie BLERY Pauline BODIC François CLOITRE Alexandra DAJEAN-TRUDAUD Sylvie ENKEL Bénédicte HOORNAERT Alain HOUCHMAND-CUNY Madline JORDANA Fabienne LE BARS Pierre NIVET Marc-Henri PRUD'HOMME Tony RENARD Emmanuelle RENAUDIN Stéphane RETHORE Gildas SERISIER Samuel STRUILLOU Xavier VERNER Christian	BLEU Oriane CLOUET Roselyne EVRARD Lucas GUILLEMIN Maxime HASCOET Emilie HEMMING Cécile HIBON Charles OYALLON Mathilde PREVOT Diane QUINSAT Victoire Eugenie REMAUD Matthieu REMAUD Thomas
Praticiens Hospitaliers	
DUPAS Cécile	HYON Isabelle

situation au 01/09/22 / fait le 22/08/22

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger les Recherches

Département de Prothèses

Chef de Service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

-NANTES-

Pour l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Pour m'avoir permis de vous assister durant ma quatrième année, pour la qualité de votre enseignement théorique et clinique tout au long de ma scolarité, et votre implication au sein de la faculté.

Veillez trouver ici l'expression de mon plus profond respect et mes remerciements les plus sincères.

A Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des Centres de Soins
d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université d'Orsay

Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux,
Biophysique, Radiologie

Chef du Département d'Implantologie

-NANTES-

Je vous remercie pour m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail.

*Pour la qualité de votre implication dans ce manuscrit et vos conseils. Pour la
qualité de votre enseignement théorique durant ma scolarité.*

*Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond
respect.*

A Monsieur le Docteur Nicolas STRUBE

PH Attaché en Implantologie (CHU Nantes)

Docteur de l'université René Descartes (Paris V)

Ex AHU en Chirurgie buccale et Implantologie (CHU Nantes)

-NANTES-

Je vous remercie pour m'avoir fait l'honneur de co-diriger ce travail.

Pour votre aide dans la réalisation de ce document, et vos conseils. Pour la qualité de votre enseignement théorique qui a conforté mon choix dans le sujet de cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

A Madame le Docteur Alexandra CLOITRE

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des Centres de Soins
d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département de Chirurgie Orale

-NANTES-

*Je vous remercie pour m'avoir fait l'honneur d'accepter ma sollicitation pour
faire partie de ce jury..*

*Pour la qualité de votre enseignement clinique et théorique tout au long de ma
scolarité.*

*Veillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mes remerciements
les plus sincères.*

A Madame le Docteur Victoire-Eugénie QUINSAT

Assistante Hospitalière Universitaire des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'université de Nantes

Département d'Odontologie Conservatrice – Endodontie

-NANTES-

Je vous remercie pour m'avoir fait l'honneur et le plaisir de siéger dans ce jury.

Pour votre grande pédagogie et vos précieux conseils en vacation d'urgence qui ont grandement participé à ma préparation à l'exercice de la chirurgie dentaire.

Veillez trouver ici l'expression de toute ma reconnaissance et de mes remerciements les plus sincères.

A Monsieur le Docteur Maxime GUILLEMIN

Assistant Hospitalier Universitaire des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche
Dentaires

Docteur de l'université de XXXX

Département de Chirurgie Orale

-NANTES-

*Je vous remercie de m'avoir fait le plaisir d'accepter ma sollicitation pour faire
partie de ce jury.*

*Pour votre bienveillance et vos précieux conseils en vacation de chirurgie qui
ont grandement participé à ma formation.*

*Veillez trouver ici l'expression de mon amitié, ma reconnaissance et de mes
remerciements les plus sincères.*

Table des matières

Introduction	12
I. Matériel et Méthode	13
II. La socket shield technique.....	15
A. Définition.....	15
B. Indications et contre-indications.....	16
1. Indications	16
2. Contre-indications absolues.....	16
3. Contre-indications relatives.....	17
C. Protocole.....	18
1. Le protocole selon Gluckman et al.....	19
2. Le protocole selon Steahler et al	22
D. Histologie	23
1. Études sur l’animal	23
2. Études sur l’Homme	26
III. Résultats	29
A. Intérêts cliniques.....	29
1. Remaniements dimensionnels de l’os alvéolaire.....	29
a) Dimension verticale.....	29
b) Dimension horizontale.....	32
2. Survie implantaire	34
3. Indices biologiques.....	36
4. ISQ	37
B. Intérêts esthétiques	38
1. Pink Esthetique Score (PES)	38
2. Récessions, analyses volumétriques	42
C. Complications observées	43
1. Les différentes complications retrouvées dans l’étude de Gluckman	43
a) L’exposition interne du SS	44
b) L’exposition externe du SS	44
c) Mobilité du SS.....	45
d) Migration du SS.....	46
2. Complications retrouvées dans les études analysées	46
IV. Discussion	48
Conclusion.....	52
Bibliographie.....	53
Table des illustrations : figures	56

Table des illustrations : tableaux	57
Annexes	58

Introduction

Une avulsion de l'organe dentaire entraîne de manière physiologique et inévitable un processus de résorption osseuse. Ce changement dimensionnel est dû à la perte du ligament alvéolo-dentaire et de ses vaisseaux nécessaires à l'irrigation et au maintien de l'os alvéolaire. Cette résorption est concentrée dans les quatre à six premiers mois suivant l'extraction, et est plus importante en vestibulaire qu'en lingual ou palatin (1). En secteur antérieur maxillaire, l'os tire la majorité de sa vascularisation du ligament alvéolaire (2).

Lors de la restauration fixe d'une zone édentée située en secteur esthétique, il est essentiel de ne pas se concentrer uniquement sur la forme, teinte et texture de la couronne, mais également sur les tissus mous, dont les papilles et la gencive kératinisée qui jouent un rôle primordial dans l'harmonisation du sourire et l'obtention d'un résultat au plus proche du naturel. La réussite de l'intégration d'une restauration prothétique implantaire en secteur esthétique se traduit par le maintien de l'architecture des tissus durs et mous. Les tissus mous péri-implantaires suivent de manière très rapprochée l'os sous-jacent, sa résorption peut donc induire une migration apicale de la gencive attachée vestibulaire (3), et entraîner un défaut esthétique, d'autant plus si le patient a un sourire gingival.

Pour minimiser ce remaniement des tissus durs et mous, et atteindre un résultat esthétique au plus proche du naturel, différentes techniques ont été pensées : la régénération osseuse guidée avec membranes et/ou augmentation à l'aide de greffe de différents matériaux, ou encore la greffe gingivale (4).

Une alternative aux techniques conventionnelles a été décrite pour la première fois par Hürzeler et al en 2010 (5), sous le nom de « socket-shield technique ». Ce procédé consiste à maintenir le fragment vestibulaire de la dent condamnée, en l'associant à une implantation immédiate. La portion résiduelle, qui une fois préparée agit comme « bouclier de l'alvéole » devient le socket-shield, et permettrait le maintien de l'architecture péri-implantaire.

I. Matériel et Méthode

Avant d'effectuer la présente analyse, une question a été formulée selon le principe PICO (Population, Intervention, Comparaison, Outcome).

La population de cette recherche est constituée de patients devant bénéficier d'une extraction implantation immédiate dans le secteur antérieur maxillaire. L'intervention est faite selon la méthode de la socket-shield technique. La comparaison prend comme référence la méthode conventionnelle, c'est à dire l'extraction de la racine dans son intégralité. L'outcome, ou l'issue clinique, correspond aux intérêts apportés par cette méthode innovante, tant sur le plan esthétique suivant le remaniement des tissus mous et durs, que sur le plan clinique.

Une question PICO a ainsi été formulée : la socket-shield technique apporte-t-elle une plus-value concernant l'esthétique, et une perte osseuse moindre chez les patients ayant eu recours à une extraction implantation immédiate en secteur antérieur maxillaire, par rapport à la méthode conventionnelle ?

L'intérêt principal recherché serait la plus-value esthétique suivant le remaniement des tissus mous et durs, tandis que les intérêts secondaires seraient le temps et le coût chirurgical.

L'identification des articles a été effectuée dans la base de données PubMed. Les mots clés « socket shield technique », « root membrane technique », « partial extraction therapy », ont été utilisés. La méthode d'équation de recherche Mesh n'a pas été exploitée par risque de ne pas trouver les articles les plus récents.

Les articles reposant sur des études effectuées sur des hommes âgés d'au moins 18ans, portant sur un nombre d'implants posés selon la SST supérieur ou égal à 10, lesquels sont placés totalement ou en grande majorité en secteur esthétique maxillaire et dont le suivi s'est effectué sur au moins 6 mois ont été exploités. De plus, la bibliographie des différents articles étudiés a été examinée et parfois utilisée pour étayer cette thèse par des articles congruents supplémentaires.

Les doublons ainsi que certains articles après lecture du titre ont été éliminés. Après lecture partielle, certains articles ont été exclus, pour les raisons suivantes : le texte intégral n'était pas disponible ; l'article était dans une langue autre que l'anglais ou le français ; il s'agit d'une thèse, de case report, de revue systématique, méta-analyse, ou bien la publication a été rétractée. Cette méthode de recherche a permis l'exploitation de 12 articles, parmi lesquels sont retrouvées 6 études prospectives comparatives randomisées (6–11), 1 étude rétrospective comparative non randomisée (12), 1 étude de cohorte prospective (13) et 4 études de cohorte rétrospectives (14–17).

La recherche porte sur la présence ou non d'une plus-value de la SST par rapport à la technique conventionnelle. Les intérêts peuvent être multiples et peuvent ne pas tous être évalués dans chaque article. Certaines études analysent la perte osseuse, le pink esthetique score, d'autres la survie implantaire voire d'autres paramètres.

Les différents résultats concernant l'évaluation clinique, esthétique, ainsi que les complications observées sont rapportés après le développement sur ce qu'est à proprement parler la socket-shield technique et sa mise en place.

II. La socket shield technique

A. Définition

Le fondement de la socket-shield technique, décrite pour la première fois par Hürzeler et al en 2010 (5), repose sur la préservation de la paroi vestibulaire de la racine de la dent condamnée dans l'alvéole, ce qui permet la préservation du ligament alvéolo-dentaire et par extension le maintien de la vascularisation de l'os alvéolaire dans le but de prévenir sa résorption inhérente à une avulsion dentaire. (Figure 1). L'intérêt majeur de cette technique serait de limiter les remaniements post-extractionnels pouvant altérer l'esthétique de la restauration prothétique (5).

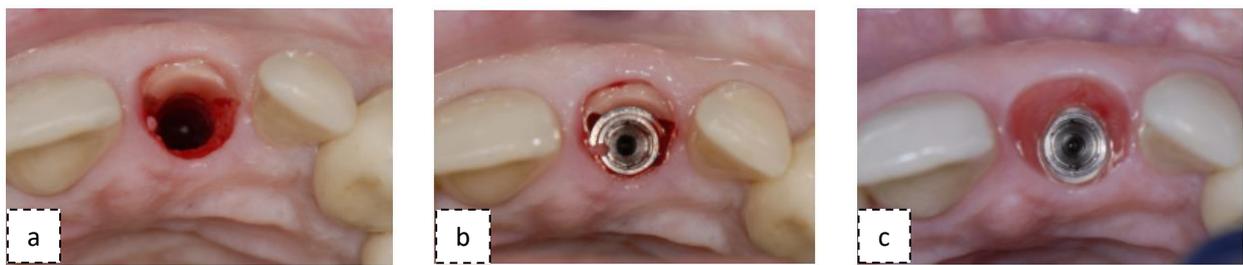


Figure 1: (a) vue occlusale du fragment vestibulaire retenu. (b) vue occlusale montrant le socket-shield en contact avec l'implant. (c) vue occlusale à 5 mois post-opératoire montrant la préservation de l'architecture gingivale péri-implantaire (Hürzeler et al 2010)

B. Indications et contre-indications

Gluckman et al (18) décrivent pour la première fois en 2020 de manière claire les indications et contre-indications permettant de déterminer si oui ou non le cas se prête à la technique du socket-shield. (Tableau 1).

1. Indications

Une implantation immédiate associée à la socket-shield technique est implicitement effectuée sur une dent non restaurable. La non-conservabilité de l'organe dentaire peut être due à une lésion carieuse trop importante entraînant un manque de ferrule empêchant une restauration prothétique sans élévation coronaire laquelle n'est pas indiquée en secteur antérieur : cela entraînerait un défaut de symétrie compromettant le résultat esthétique. Les fractures coronaires cervicales, ainsi que les fractures verticales ou obliques sans rapport avec la portion vestibulaire de la racine sont compatibles avec la socket-shield technique. L'échec d'une ancienne restauration ainsi que l'échec d'un traitement endodontique sont également des indications à cette pratique. Les résorptions sont également compatibles avec la socket-shield technique ; il faudra tout de même vérifier leur étendue et situation grâce au CBCT pré-opératoire (18).

2. Contre-indications absolues

Le SS étant la portion vestibulaire préparée de la racine résiduelle, il apparaît évident qu'une fracture verticale ne peut impliquer cette face. Une fracture horizontale ne peut pas non plus être en rapport avec celle-ci, et ne doit pas compromettre la crête osseuse vestibulaire. Une partie de la racine devant être extraite, la dent ne doit pas être ankylosée. Dans le cas où le SS serait mobile, celui-ci devrait être retiré : un SS mobile n'est pas compatible avec la technique, à l'instar de la présence d'une déhiscence osseuse vestibulaire étendue. La dernière contre-indication à la pratique de cette technique n'est pas en rapport avec le patient, mais avec le praticien : le manque d'expérience, de pratique chirurgicale de l'implantation immédiate est incompatible avec cette technique (18).

3. Contre-indications relatives

La présence d'une pathologie apicale étendue n'est pas une contre-indication absolue, en effet le socket-shield est préparé de telle manière que l'apex ne fasse pas partie de la portion résiduelle et le péri-apex est cureté précautionneusement. Cependant, il faudra veiller à ce que cette pathologie n'entrave pas l'obtention de la stabilité primaire de l'implant. Une infection ou une pathologie entraînant une fenestration osseuse apico-vestibulaire, non accessible à l'instrumentation, sont des contre-indications relatives à la pratique de la technique du socket-shield. Ces événements constituant une condition défavorable, la décision d'intervenir, ou pas, se fera à l'appréciation du praticien. La dernière contre-indication relative selon Gluckman et al est la présence d'un défaut osseux important d'origine parodontale (18).

Indications	Contre-indications absolues	Contre-indications relatives
Dent non restaurable	Fracture radiculaire horizontale profondément sous gingivale	Poche parodontale résiduelle profonde
Carie très étendue	Fracture radiculaire verticale concernant la partie vestibulaire	Pathologie apicale étendue
Manque de ferrule	Déhiscence osseuse vestibulaire étendue	Fenestration apico-vestibulaire
Fracture cervicale	Socket-shield mobile	
Fracture radiculaire verticale/oblique ne concernant pas la partie vestibulaire	Dent ankylosée	
Échec du traitement endodontique	Manque d'expérience du praticien dans la pratique de l'implantation immédiate	
Échec des restaurations		
Résorption radiculaire		

Tableau 1 : tableau répertoriant les indications et contre-indications à la SST (Gluckman et al 2020)

C. Protocole

Il n'y a, à ce jour, pas de consensus concernant le protocole, notamment sur des points importants tels que la préparation du logement implantaire à travers la racine ou la section mésio-distale préalable de celle-ci, ou bien la présence d'un contact ou non entre le SS et l'implant.

Hürzeler préférera la présence d'un contact entre implant et SS pour éviter les mouvements de cette dernière, qui peuvent entraîner des complications comme évoqué dans un cas clinique exposé par Zühr et al (19) ; cependant, ces cliniciens ont évoqué que la longueur du SS n'était pas suffisante, ce qui n'a pas permis d'engendrer son ankylose.

Les parties proximales de la racines seront préférentiellement laissées en place si un implant est placé en site adjacent, de manière à soutenir la papille inter-dentaire ; si tel n'est pas le cas alors une préparation seulement vestibulaire suffit (20).

L'épaisseur optimale du SS, ainsi que sa longueur et son extension proximale restent à ce jour inconnus (21).

La socket shield technique offre différents avantages comme le fait que la procédure se déroule en une seule séance, présente peu de morbidité, et à laquelle ne s'ajoute pas de frais supplémentaire contrairement à une chirurgie faisant intervenir des membranes ou greffes, osseuses ou de tissus mous (22).

Dix ans après l'apparition de la socket-shield technique, le recul sur les données nous permet de souligner des difficultés inhérentes à la technique originale, telle que la limite supra-crestale de la portion radiculaire et le manque d'espace prothétique qui augmentent le risque d'exposition du socket-shield (18).

Il existe deux méthodes chirurgicales : le forage au travers la racine, qui selon certains auteurs est une technique très délicate, le risque étant de dévier de la trajectoire ou bien de forer au-delà de l'apex (18). Pour d'autres, c'est une technique sûre qui, au contraire, permet un guidage du forage implantaire (21) ; et la section radiculaire préliminaire (18).

En 2020, deux articles d'auteurs différents établissent un protocole standardisé afin de fournir aux praticiens une méthode fiable et reproductible.

1. Le protocole selon Gluckman et al

Gluckman et al décrivent de manière très détaillée le protocole chirurgical qu'ils ont déterminé comme étant le plus efficace, ce qui permet d'apporter une reproductibilité et sécurité au praticien (18). (Figure 2)

1. Effectuer un CBCT pré-opératoire afin de mesurer la longueur de la racine, de la gencive marginale à l'apex.
2. Procéder à la décoronation au niveau gingival.
3. Si un tenon est présent, il doit être déposé délicatement : en restant en palatin du tenon afin de ne pas risquer de léser la portion vestibulaire de la racine qui servira de socket-shield.
4. Élargir le canal radiculaire à l'aide d'une fraise Gates n°1 jusqu'à l'apex, et prendre une radio fraise en place pour confirmer la longueur radiculaire. Un localisateur d'apex peut également être utilisé.
5. Élargir le canal avec les fraises Gates de diamètre croissant.
6. Introduire en rotation une fraise boule long col jusqu'à l'apex
7. Confirmer la longueur et l'angulation par des radiographies successives.
8. Sectionner la racine mésio-distalement. Cette section verticale se fait en arc de cercle ; le canal ne faisant pas partie de la socket-shield. La socket-shield s'étend en mésial et en distal, mais si des implants sont prévus sur les sites adjacents, il est possible de l'étendre en interproximal.
9. Extraire la portion palatine de la racine en exerçant une pression digitale sur la socket-shield afin de s'assurer de sa stabilité ; une mobilité peu indiquer une section incomplète.
10. S'assurer que l'apex ainsi que tout matériel endodontique soient déposés, par des radiographies rétro-alvéolaires. Si tel n'est pas le cas, une réinstrumentation est nécessaire.
11. Utiliser des micro-curettes afin de cureter le péri-apex, et rincer avec une solution saline stérile afin de nettoyer la zone de tous débris. Toute pathologie péri-apicale doit être retirée.
12. Réduire le socket-shield au niveau osseux, en écartant soigneusement les tissus mous
13. Affiner en biseau les 2mm coronaires du socket-shield avec une fraise boule diamantée large afin de créer un chanfrein interne.
14. Polir les bords du socket-shield avec une fraise long col grains fins.

15. Sonder la surface dentinaire interne afin de s'assurer de l'absence de mobilité du socket-shield.

16. Prendre une radiographie finale.

Pour finir, les auteurs préconisent de placer l'implant 1,5mm sous le niveau du SS.

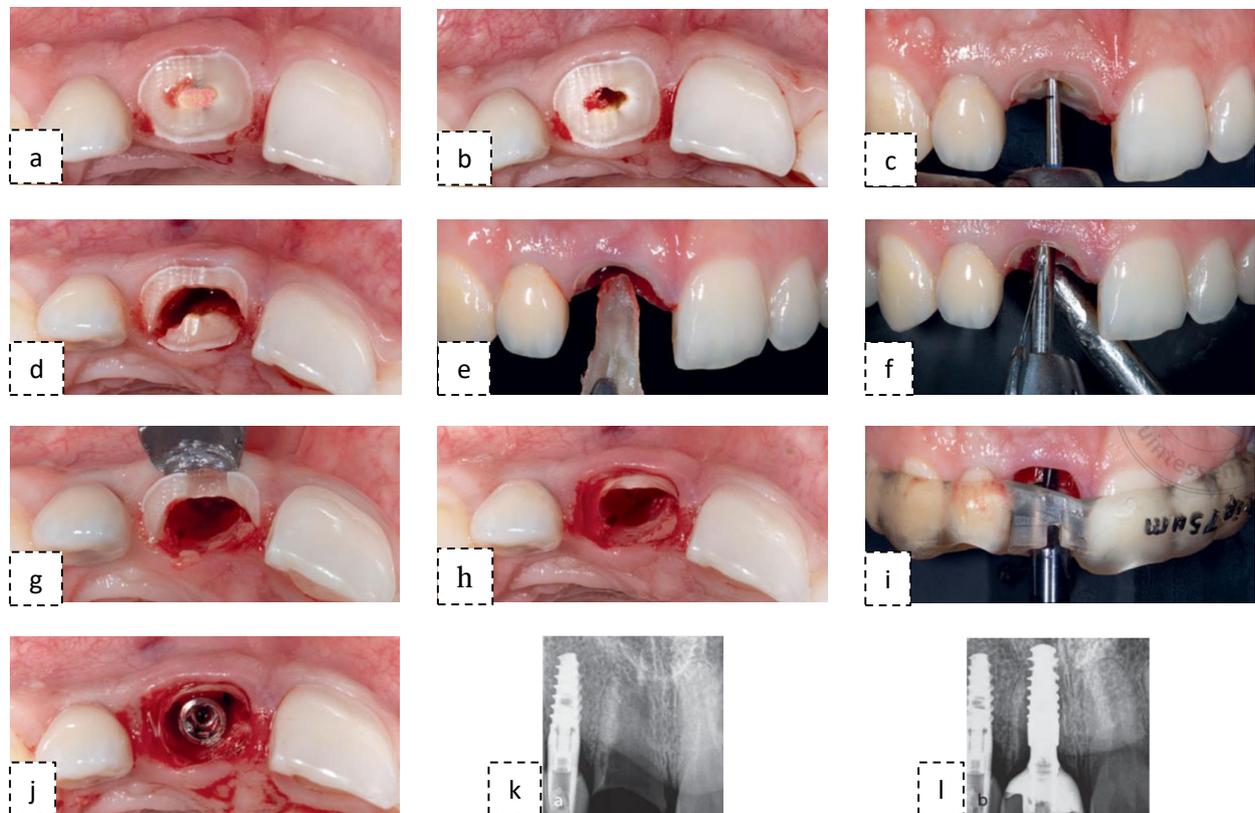


Figure 2: séquence opératoire de la SST (a) Décoronation. (b) Dépose de l'obturation endodontique et confirmation de la longueur de travail avec les Gates. (c) Elargissement du canal jusqu'à l'apex avec une fraise long col. (d) Section mésio-distale en arc de cercle. (e) Avulsion de la portion palatine. (f) Fraise long col sur pièce à main pour retirer l'apex, les tissus péri-apicaux et débris canalaires. (g) Protection du tissu gingival et réduction du SS au niveau osseux en vestibulaire. (h) Réduction du SS au niveau osseux en vestibulaire, ensuite étendu en proximal. (i) SS préparée avec chanfrein interne. (j) Préparation guidée du logement implantaire. (j) Vue occlusale de l'implant positionné en lingual du SS. (k) Radiographie rétro-alvéolaire pré-opératoire montrant un reste de débris endodontique. (l) Radiographie rétro-alvéolaire post-opératoire. (Gluckman et al, 2020)

Gluckman et al qualifient la préparation coronaire comme une des étapes les plus difficiles du protocole, celle-ci pouvant entrainer des complications si sa réalisation n'était pas correcte. Initialement, le niveau du SS se situait à 1mm au-dessus du rebord osseux mais des données récentes (16) ont révélé qu'une préparation supra-crestale pouvait entrainer des expositions du SS à travers les tissus mous (18). Afin de prévenir cet évènement indésirable, le niveau du SS est réduit au bord osseux tout en protégeant les tissus mous de la fraise diamantée.

Le chanfrein interne permet d'obtenir un espace prothétique de 2-3mm entre le contour sous-gingival de la couronne et le SS ce qui permet son remplissage par les tissus mous. (Figures 3 et 4).



Figure 3 : Vue proximale d'un schéma montrant le SS préparé : au niveau osseux avec chanfrein interne (Gluckman et al, 2017)



Figure 4: Vue proximale d'un schéma montrant le SS préparé, l'implant posé à distance, et la colonisation de l'espace prothétique par les tissus mous (Gluckman et al, 2017)

2. Le protocole selon Steahler et al

Steahler et al (21) établissent également un protocole chirurgical détaillé : ils définissent deux manières de « bloquer » le socket-shield afin de prévenir ses déplacements.

La première méthode consiste à bloquer le SS mécaniquement par contact entre l'implant et le SS, soit en apical (l'épaisseur du SS est alors plus large à ce niveau) soit en région proximale en étendant la préparation du SS jusqu'à celle-ci ; le contact dans cette région doit toujours être sous le niveau osseux. Cependant, placer l'implant en contact du fragment radiculaire peut malheureusement causer son délogement ou bien sa fracture (18).

La seconde est une approche biologique qui consiste à obtenir une ankylose entre le SS et la surface implantaire ; pour cela les bords proximaux du SS doivent être plus fins pour faciliter la vascularisation et donc l'ostéogénèse.

Le protocole diffère de celui de Gluckman et al : après la décoronation, le logement implantaire est préparé directement au travers de la racine, car selon Steahler et al, l'intégrité de celle-ci permet un guidage stable lors du forage. C'est seulement dans un second temps que la préparation du SS par section mésio-distale de la racine est effectuée, puis les 2-3 derniers millimètres de l'apex sont retirés à l'aide d'une fraise boule. De plus, Steahler et al préconisent de réduire le SS 0,5mm au-delà du niveau osseux, et de placer l'implant au niveau osseux, soit 0,5mm sous le SS.

D. Histologie

1. Études sur l'animal

Dans leur article présentant pour la première fois la SST, Hürzeler et al (5) évaluent l'intégration de 4 implants posés sur un chien beagle ultérieurement à l'application d'une matrice amélaire à la surface des fragments radiculaires retenus. Parmi ces 4 implants, 2 sont posés au contact de la surface dentinaire, alors que les 2 autres sont posés à distance. L'analyse histologique, effectuée à 4 mois post-opératoire, montre une ostéointégration sans réaction inflammatoire de tous les implants, et chaque fragment dentaire est retrouvé dénué de processus de résorption. En vestibulaire, le ligament alvéolo-dentaire est sain. On retrouve un niveau osseux alvéolaire équivalent en lingual et en vestibulaire.

Les coupes histologiques concernant les implants posés à distance du SS montrent une fine couche de ciment néoformé qui tapisse la surface dentinaire : son épaisseur augmente en direction apicale. La partie coronaire est formé de ciment acellulaire en continuité avec du ciment cellulaire retrouvé en apical. On retrouve également du tissu conjonctif sain adhérent à la surface implantaire entre l'implant et le ciment néoformé. (Figure 5)

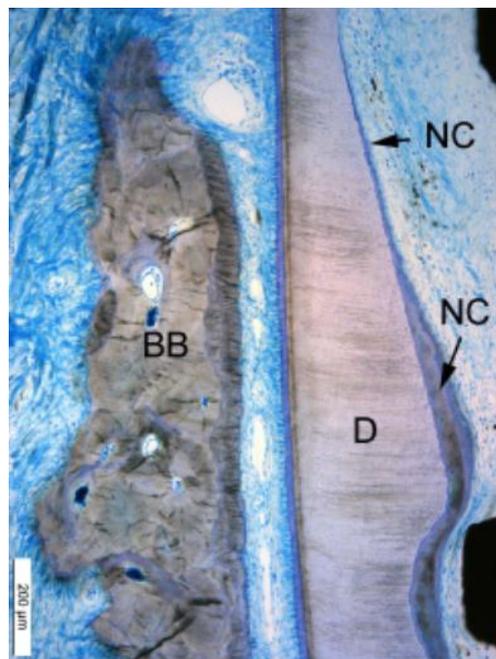


Figure 5 : coupe histologique montrant du ciment néoformé (NC) recouvrant la surface dentinaire (D) (Hürzeler et al 2010)

À propos des implants posés au contact du fragment dentaire, les mêmes couches de ciments que celles citées précédemment sont présentes, à la différence près qu'elles sont retrouvées directement au contact des spires implantaires. L'espace entre ces dernières est en partie comblé par un tissu minéralisé amorphe ainsi que par du tissu conjonctif. (Figure 6)

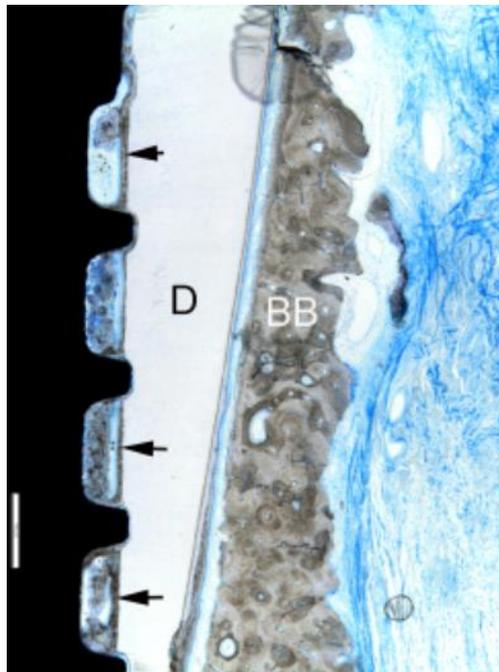


Figure 6 : coupe histologique montrant un implant posé au contact de la dentine (D). Les flèches montrent le ciment néoformé. Entre les spires : tissu minéralisé. (Hürzeler et al 2010)

Partant du postulat que les dents antérieures sont souvent à extraire pour cause de fracture verticale, Bäumer et al (23) s'intéressent aux résultats obtenus après une pose d'implant par SST après modification du design de la préparation en scindant le SS en deux dans le sens vestibulo-lingual (Figure 7).



*Figure 7 : SS séparé en deux avant le placement de l'implant
(Bäumer et al, 2015)*

Leur étude porte sur la pose de 12 implants sur 3 chiens beagle. Après 4 mois de cicatrisation, ces chiens sont euthanasiés : tous les sites ont cicatrisé sans inflammation ou évènements indésirables.

Le fragment radiculaire montre un ligament parodontal sain sur la face vestibulaire, de l'os néo-formé est retrouvé entre la surface implantaire et le SS ainsi qu'entre les spires de l'implant (Figure 8), témoin d'une bonne ostéointégration. De plus, l'étude histologique ne montre aucun remodelage ostéoclastique sur la partie coronaire de la face vestibulaire, aucun processus de résorption mis en évidence ; absence de résorption également à la partie apicale du fragment radiculaire persistant. Les tissus mous péri-implantaires montrent un épithélium de jonction physiologique sans réaction inflammatoire. L'espace présent entre les deux portions de SS mimant la présence d'une fracture verticale est également comblé par de l'os néo-formé et ne montre aucun signe de résorption.

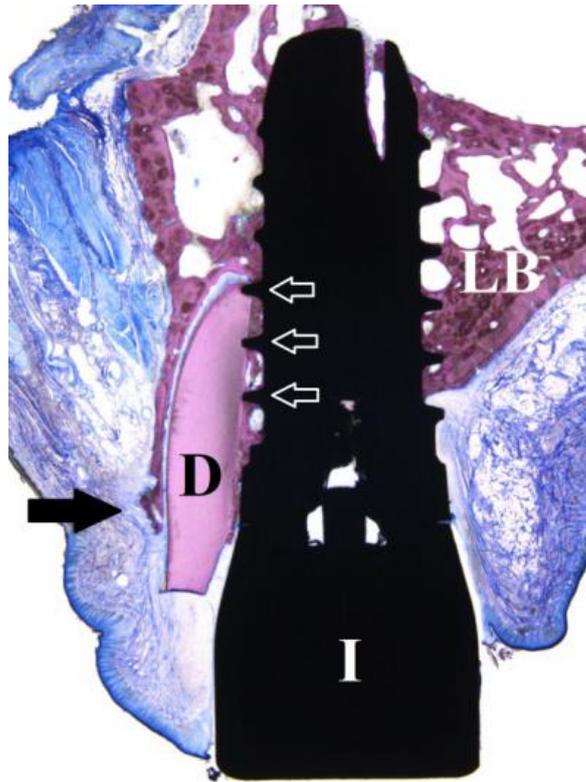


Figure 8 : Coupe histologique longitudinale d'un implant posé au contact du SS (flèches blanches). Niveau osseux vestibulaire supérieur au niveau osseux lingual (flèche noire) (Bäumer et al, 2015)

2. Études sur l'Homme

L'étude histologique de l'intégration d'un implant posé selon la technique du SS a pu être effectuée sur tissu humain (4): cette partie du maxillaire concernée a dû être extraite suite à un grave accident de voiture. L'implant, posé en site de 12, était en fonction depuis 5 ans au moment des faits. L'os vestibulaire est retrouvé parfaitement maintenu et nourrit par le ligament parodontal sain, et ne montre aucun signe de résorption. L'analyse histologique a mis en évidence, à l'interface entre l'implant et le SS, la présence d'os compact mature sur la partie apicale jusqu'au tiers moyen, tandis que le tiers coronaire a été colonisé par du tissu conjonctif non inflammatoire (Figure 9). Le fragment radiculaire, en contact avec l'implant sur sa partie apicale, ne montre pas de signe de résorption. Aussi, sur la portion apicale de la racine résiduelle, les auteurs ont observé du ciment ayant migré de la racine à la surface de l'implant. Le pourcentage de contact implant-os est évalué à 76,2% par l'étude histomorphométrique.



*Figure 9 : Coupe histologique vestibulo-palatine d'un implant posé en SST montrant la colonisation osseuse à l'interface entre le SS et l'implant. Le fragment radiculaire et l'os vestibulaire ne montre pas de signe de résorption.
(Mitsias et al, 2017)*

Une seconde étude histologique a pu être effectuée sur tissu humain suite à la dépose d'un implant posé en site de 24 pour cause de péri-implantite, après 2 ans de mise en fonction (24). Lors de la dépose, les praticiens ont constaté un fragment dentaire résiduel en contact étroit avec l'implant : la socket-shield technique, était involontaire (Figure 10).



*Figure 10 : Vue proximale d'un fragment dentaire adhérent à la surface implantaire
(Schwimmer et al, 2018)*

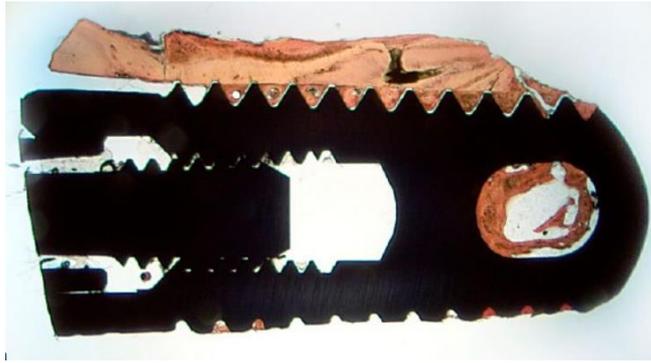


Figure 11 : Coupe longitudinale de l'implant avec le fragment dentaire adhérent à sa surface (Schwimmer et al, 2018)

L'analyse histologique montre une colonisation osseuse des espaces inter-spires en regard du SS (Figure 11). L'os est étroitement accolé à la surface implantaire et en continuité avec la section radiculaire : aux interfaces entre l'implant et la dentine, ainsi qu'entre l'implant et l'os, il n'apparaît pas de tissu fibro-vasculaire. L'étude confirme que l'os est vivant, par la présence de lacunes ostéocytaires. Ce dernier montre une minéralisation avec lamelles concentriques par la présence de systèmes de Havers, témoin d'un os mature remodelé (Figure 12).

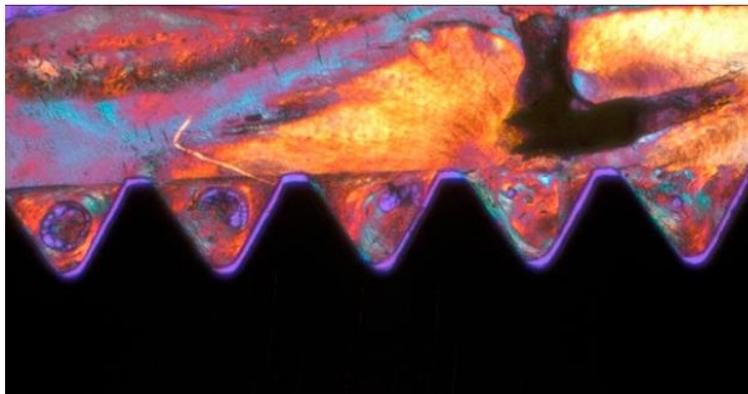


Figure 12 : Coupe histologique en lumière polarisée montrant le tissu osseux colonisant les espaces entre le SS et la surface implantaire. A noter la présence des systèmes de Havers et leurs vaisseaux. (Schwimmer et al, 2018)

III. Résultats

A. Intérêts cliniques

1. Remaniements dimensionnels de l'os alvéolaire

a) *Dimension verticale*

Barakat et al mettent en évidence dans leur étude prospective randomisée de 20 patients une perte osseuse verticale de 0,43 (+/- 0,23) mm chez les patients dont l'implant a été posé selon la technique du SST contre 1,56 (+/- 0,77) mm chez les patient du groupe contrôle. Ces résultats ont été collectés à 7 mois post-opératoire et sont décrits comme significativement différents. Les auteurs concluent en qualifiant la technique du SS comme étant sûre dans la préservation de l'os alvéolaire dans la dimension verticale(6).

En 2018, Bramanti et al exposent les résultats après 3 ans d'une étude prospective randomisée sur 40 patients. Là aussi les résultats sont significativement différents : 0,605 (+/- 0,06) mm de perte osseuse verticale dans le groupe test contre 1,115 (+/- 0,131) mm pour le groupe contrôle. Il faut noter que dans cette étude, des particules d'os allogène (CopiOs, Zimmer Dental) ont été utilisées dans le groupe contrôle pour combler l'espace entre l'implant et la paroi vestibulaire(7).

Fattouh et al publient en 2018 les résultats de leur étude prospective randomisée à un an post-opératoire. Ces résultats sont là encore significativement différents entre le groupe test et le groupe contrôle : 0,693 (+/- 0,109) mm contre 1,06 (+/- 0,24) mm de perte osseuse verticale respectivement. Ils concluent en décrivant un bon niveau osseux stable dans les deux groupes mais mettent en évidence un niveau osseux marginal significativement plus élevé avec la SST à chaque temps de contrôle : 3 mois, 6 mois et 12 mois(8).

Sun et al réalisent une étude prospective randomisée sur 30 personnes. Les praticiens sont assistés d'un guide chirurgical pour chaque procédure, et du BioOss est placé entre l'implant et la paroi vestibulaire si cet espace est supérieur à 1mm. Le SS est abaissé à 1mm sous le bord osseux. Les résultats concernant la perte osseuse verticale son significativement différents à 6 mois : 0,28 (+/- 0,21) mm dans le groupe ayant bénéficié de la SST contre 0,87 (+/- 0,18) mm pour le groupe contrôle (9).

Abd-Elrahman et al publient en 2020 une étude prospective randomisée portant sur 40 implants. Durant la procédure un espace est délibérément laissé entre l'implant et la paroi vestibulaire dans le groupe contrôle, et la portion radiculaire résiduelle dans le groupe d'étude. Les résultats concernant la perte osseuse verticale sont significativement différents : de 0,25 à 1,51 mm avec une médiane de 0,7 mm pour le premier groupe, et de 0,11 à 0,55 mm avec une médiane de 0,31 mm pour le second, à 6 mois (10).

En 2021, Atef et al font paraître un article concernant une étude prospective randomisée portant sur 42 implants, placés soit selon la technique du socket shield, soit avec une greffe xénogène de cellules bovines permise par l'espace de 2 mm laissé entre l'implant et la crête vestibulaire. Dans les deux groupes, une éponge de collagène a été placée pour fermer le site d'extraction et stabilisée à l'aide de fil polypropylène 5/0 en point en croix. Six mois après l'intervention, la résorption osseuse verticale est significativement moins importante dans le groupe de la SST, comparé au groupe contrôle bénéficiant d'une greffe osseuse : 0,35 (+/-0,62) mm contre 1,71 (+/- 1,02) mm (11).

Ces résultats sont prometteurs mais récoltés sur du court ou moyen terme. Bäumer et al publient en 2017 une étude rétrospective de 10 cas dont le suivi s'est réalisé sur une période allant jusqu'à 5 ans : 58 mois en moyenne, de 51 à 63 mois. Concernant la résorption osseuse verticale, elle est de 0,33(+/-0,43) mm en mésial et de 0,17(+/-0,36) mm en distal. Aucune explication sur cette différence n'est donnée (14).

Les résultats apportés par l'étude rétrospective portant sur 46 implants de Siormpas et al en 2014 montrent une perte osseuse de 0,18 (\pm 0.09) mm en mésial et 0,21 (\pm 0.09) mm en distal de l'implant (17).

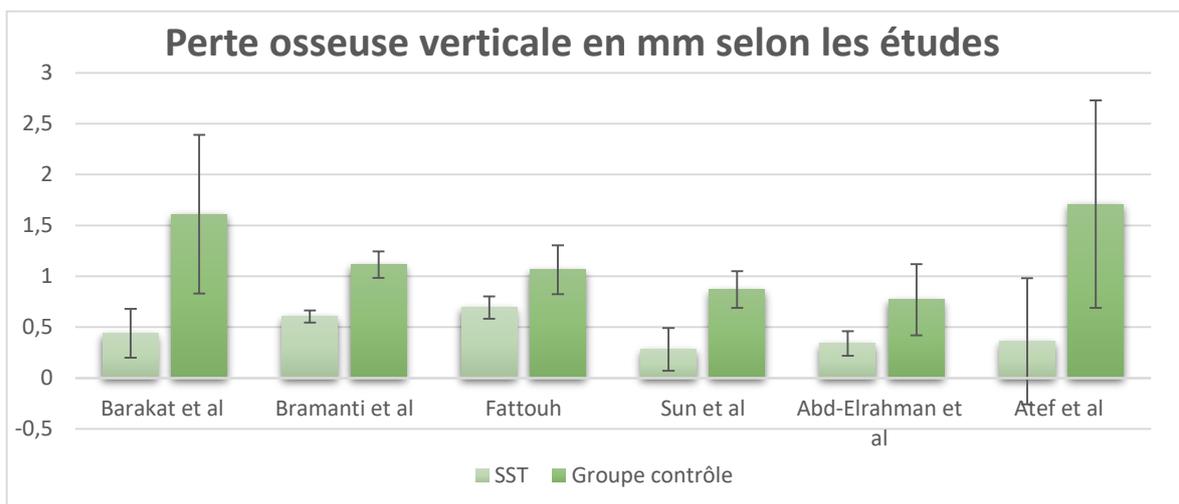


Figure 13 : Graphique représentant les pertes osseuses verticales en mm selon les études

<i>Auteurs</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>Perte osseuse moyenne en mm dans le groupe SST</i>	<i>Perte osseuse moyenne en mm dans le groupe contrôle</i>	<i>Temps d'observation</i>
Barakat et al 2017	Prospective randomisée	0,43 (+/-0,23)	1,56 (+/- 0,77)	7 mois Significativement différent
Bramanti et al 2018	Prospective randomisée	0,605 (+/- 0,06)	1,115 (+/- 0,131)	3 ans Significativement différent
Fattouh 2018	Prospective randomisée	0,693 +/- 0,109	1,06 +/- 0,24	1 an Significativement différent
Sun et al 2019	Prospective randomisée	0,28 (+/- 0,21)	0,87 (+/- 0,18)	6 mois Significativement différent
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	0,34 (0,12) 0,31 : médiane De 0,11 à 0,55	0,77 (0,35) 0,7 : médiane De 0,25 à 1,51	6 mois Significativement différent
Atef et al 2021	Prospective randomisée	0,35 (+/-0,62)	1,71 (+/- 1,02)	6 mois Significativement différent
Siormpas et al 2014	Cohorte rétrospective 46 cas	0,18 (± 0,09) en mésial 0,21 (± 0,09) en distal		Jusqu'à 5ans (24 à 60 mois)
Bäumer et al 2017	Cohorte rétrospective 10 cas	0,33 (+/-0,43) en mésial 0,17(+/-0,36) en distal	-	5ans (58 mois en moyenne, de 51 à 63 mois)

Tableau 2 : Pertes osseuses verticales selon les études

b) *Dimension horizontale*

Toutes les études qui suivent ont évalué une diminution de la dimension horizontale significativement plus importante dans le groupe contrôle par rapport au groupe ayant été traité avec la technique du socket-shield.

Barakat et al rapportent après 7 mois de suivi 0,09 (+/- 0,03) mm de perte osseuse suivant la SST contre 0,33 (+/- 0,41) mm avec la technique conventionnelle et concluent que la SST apparait être sûre concernant la préservation de l'os alvéolaire dans la dimension horizontale (6).

Les résorptions osseuses mesurées à 6 mois post-opératoire entre la technique du socket shield et la technique conventionnelle sont respectivement de : 0,22 (+/-0,27) mm vs 0,5 (3+/- 0,13) mm selon l'étude de Sun et al (9), 0,29 (+/-0,34) mm contre 1,45 (+/-0,72) mm selon Atef et al (11), enfin Abd-Elrahman et al (10) trouvent une perte médiane de 0,15mm (de 0 à 0,26 mm) contre une perte médiane de 0,32 mm (de 0,03 à 0,44mm).

Atef et al concluent que la SST permet une cicatrisation conduisant à une moindre résorption osseuse verticale et horizontale en comparaison à la technique d'implantation immédiate conventionnelle avec greffe osseuse (11).

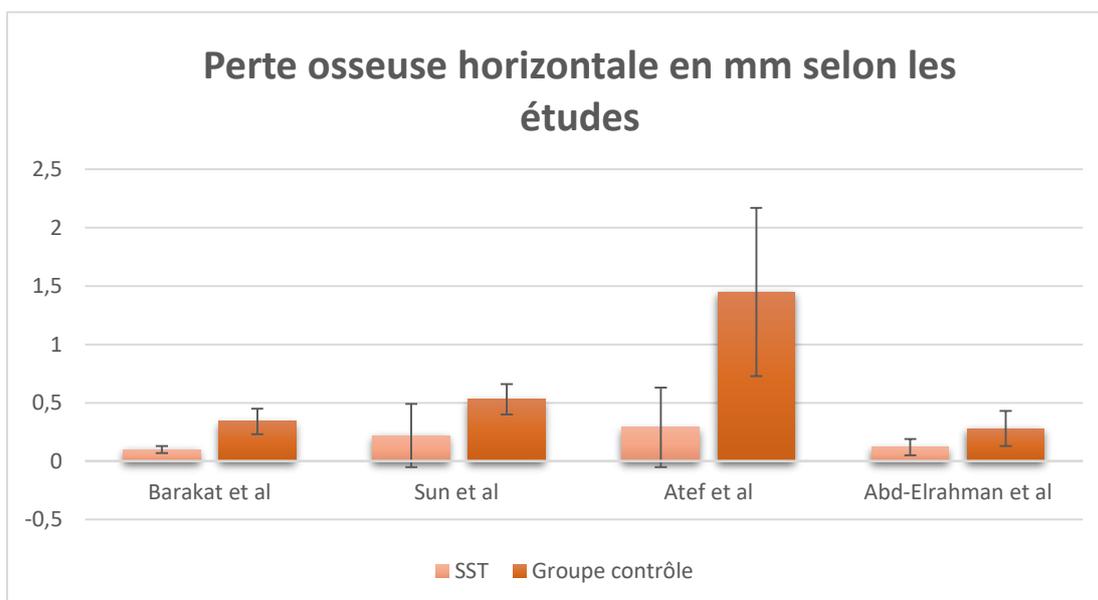


Figure 14 : Graphie représentant les pertes osseuse verticales selon les études

<i>Auteurs</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>Perte osseuse moyenne en mm dans le groupe SST</i>	<i>Perte osseuse moyenne en mm dans le groupe contrôle</i>	<i>Temps</i>
Barakat et al 2017	Prospective randomisée	0,09 (+/- 0,03)	0,33 (+/- 0,41)	7 mois Significativement différent
Sun et al 2019	Prospective randomisée	0,22 (+/0,27)	0,53 (+/-0,13)	6 mois Significativement différent
Atef et al 2021	Prospective randomisée	0,29 (+/-0,34)	1,45 (+/-0,72)	6 mois Significativement différent
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	0,12 (0,07) 0,15 : médiane De 0 à 0,26	0,28 (0,15) 0,32 : médiane De 0,03 à 0,44	6 mois Significativement différent

Tableau 3 : Pertes osseuses horizontales selon les études

2. Survie implantaire

Dans leur étude comparative rétrospective, Hana et Omar mettent en évidence un taux de survie implantaire de 95%, que ce soit en technique conventionnelle ou avec la technique du SS. Dans ce dernier groupe, l'échec est apparu 2 semaines après le placement de l'implant, sans explication donnée (12).

Les études suivantes montrent un ratio de survie implantaire $\geq 95\%$, à court et moyen terme. Han et al concluent que le fragment de racine n'interfère pas avec l'ostéointégration (13).

Siormpas et al ont réalisé une étude rétrospective ayant jusqu'à 10 ans de recul. Cette étude portant sur 250 implants posés sur 182 patients selon la technique du socket-shield, rapporte seulement 5 échecs implantaires qui ont entraîné la dépose de l'implant : 2 échecs par faute d'ostéointégration et 3 pour cause de péri-implantite. Dans un des cas de péri-implantite, le socket-shield a été laissé en place, étant stable et ne montrant pas de signe d'infection. Les auteurs en concluent que la technique du socket shield montre un succès à long terme (15).

On retient l'étude de Barakat et al qui conclut que le maintien d'une portion radiculaire vestibulaire en lien avec une implantation immédiate est une technique viable pour atteindre une ostéointégration sans réponse inflammatoire (6).

<i>Auteurs</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>SST</i>	<i>CG</i>	<i>Temps</i>
Gluckman et al 2017	Rétrospective Série de 128 cas	96,1 %	-	Jusqu'à 4 ans
Hana & Omar 2020	Rétrospective comparative	95%	95%	1 an
Barakat et al 2017	Prospective randomisée	100%	100%	7 mois
Bramanti et al 2018	Prospective randomisée	100%	100%	3 ans
Fattouh 2018	Prospective randomisée	100%	100%	1 an
Bäumer et al 2017	Rétrospective Série de 10 cas	100%	-	Jusqu'à 5 ans (moy 58 mois)
Han et al 2018	Prospective Série de 40 cas	100%	-	1an
Siormpas et al 2018	Rétrospective Série de 250 cas	97,3% (basé sur le nombre d'implant) 96,5% (basé sur le nombre de patient)	-	Jusqu'à 10ans (moy 49,94 mois)
Siorpas et al 2014	Rétrospective Série de 46 cas	100%	-	Jusqu'à 5 ans (moy 40 mois)
Sun et al 2019	Prospective randomisée	100%	100%	24 mois
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	100%	100%	6 mois
Atef et al 2021	Prospective randomisée	100% présumé	100% présumé	6 mois

Tableau 4: Survie implantaire selon les études

3. Indices biologiques

Certains auteurs ont décidé d'évaluer, dans leur étude, différents indices biologiques tels que la profondeur de poche, le saignement au sondage, l'indice de plaque.

Barakat et al rapportent une différence significative de profondeur de poche à 4 mois : 2.05 (\pm 0.31) mm dans le groupe d'étude contre 2.75 (\pm 0.70) mm pour le groupe contrôle. Cette différence n'est plus significative à 7 mois post-opératoire lorsque 1.73 (\pm 0.28) mm vs 2.12 (\pm 0.64) mm de profondeur de poche sont mesurées. Aucun patient n'a montré de saignement au sondage toutes périodes confondues (6).

Bäumer et al, dont l'étude rétrospective porte sur un suivi effectué jusqu'à 5 ans, rapportent des profondeurs de poches physiologiques et aucun signe de mucosite péri-implantaire (14).

Sun et al décident d'évaluer dans leur étude prospective randomisée portant sur 30 implants différents paramètres cliniques : l'indice de plaque, le saignement au sondage, la profondeur de poche. Cette étude montre, après 24 mois de suivi, que la profondeur de poche, le saignement au sondage, et l'indice de plaque étaient significativement inférieurs chez les patients ayant été traité avec la technique du SS comparé aux patient du groupe contrôle traités avec la technique conventionnelle. Concernant la profondeur de poche, le sondage est effectué sur six sites pour chaque implant, et seule la valeur la plus haute est utilisée pour l'analyse statistique. Rappelons que dans cette étude, du BioOss a été placé lorsque l'espace entre l'implant et la paroi osseuse, ou la portion radiculaire résiduelle, était supérieure à 1mm. Le placement optimal de l'implant est obtenu grâce à l'aide d'un guide chirurgical (9).

4. ISQ

L'ISQ, ou « implant stability quotient » est un outil s'étant montré fiable dans la mesure de la stabilité implantaire (25) (26). Il s'établit sur une échelle allant de 0 à 100. La stabilité primaire correspond au degré d'ancrage mécanique obtenu au terme de la pose de l'implant ; c'est sa capacité de résistance face aux forces axiales, latérales et de rotation. Cette stabilité primaire est un paramètre qui participe au succès de l'ostéo-intégration. Par la suite, la stabilité secondaire remplace la précédente par l'ostéointégration de l'implant. Les implants avec une stabilité primaire évaluée à 60 ou plus sont éligibles à une restauration immédiate (27). Ce quotient a été mesuré dans certaines études.

Barakat et al décident d'évaluer le quotient de stabilité implantaire immédiat et à 7 mois post-opératoire. L'ISQ est significativement différent entre les périodes d'observation concernant le groupe d'étude et le groupe contrôle, mais aucune différence significative n'a été trouvée entre ces deux groupes aux temps observés (6).

Sun et al mesurent un ISQ immédiat de 76.01 ± 1.31 pour le groupe SST et 75.56 ± 1.07 pour le groupe contrôle. Ces résultats ne sont pas significativement différents et suggèrent un ISQ suffisant dans les deux groupes (9).

Le quotient de stabilité implantaire est mesuré en post-opératoire immédiat et à 6 mois dans l'étude randomisée de Abd-Elrahman et al. Ce quotient augmente mais n'est pas significativement différent entre les deux groupes : après la pose de l'implant l'ISQ moyen enregistré dans le groupe d'étude est de 68.6 ± 3.81 contre 66.4 ± 5.64 dans le groupe contrôle, et à 6 mois on mesure un ISQ de $76,7 \pm 3,49$ contre $75,5 \pm 4,4$ respectivement (10).

L'étude de cohorte prospective de Han et al rapporte un quotient de stabilité moyen de 72.9 ± 5.9 lors de la pose de l'implant, qui augmente à 74.6 ± 2.7 en moyenne à un an (13).

Auteurs	Type d'étude	ISQ immédiat		ISQ période de suivi	
		SST	CG	SST	CG
Barakat et al 2017	Prospective randomisée	60.30 ± 6.43	57.20 ± 9.15	7mois 69.80 ± 3.77	65.60 ± 5.66
Sun et al 2019	Prospective randomisée	76.01 ± 1.31	75.56 ± 1.07	-	-
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	68.6 ± 3.81	66.4 ± 5.64	6mois 76.7 ± 3.49	75 ± 4.4
Han et al 2018	Cohorte prospective 40 implants	72.9 ± 5.9	-	1an 74.6 ± 2.7	-

Tableau 5: ISQ en fonction des études

B. Intérêts esthétiques

1. Pink Esthetique Score (PES)

Les résultats esthétiques peuvent être comparés grâce au pink esthétique score (PES). Fürhauser et al développent en 2014 ce nouvel outil permettant d'évaluer de manière reproductible l'esthétique des tissus mous péri-implantaires d'une dent unitaire. Sept variables sont évaluées en comparaison d'une dent naturelle de référence : la papille mésiale, la papille distale, le niveau du tissu gingival marginal, le contour gingival, le défaut du procès alvéolaire, la couleur, et enfin la texture des tissus mous (Figure 15). Chaque critère peut avoir un score de 0, 1 ou 2 points, ce qui nous amène à un score maximal de 14 (28). Ce système d'évaluation permet une comparabilité du résultat esthétique entre les études.

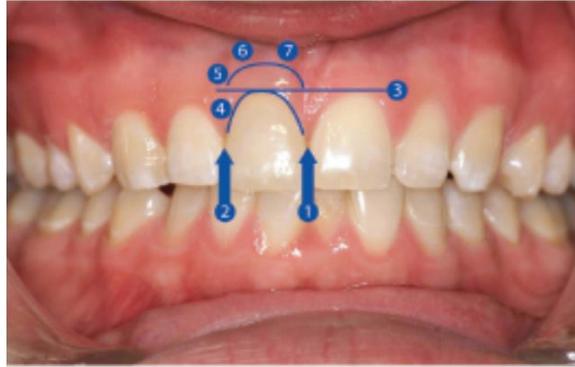


Figure 15: représentation des 7 critères du PES (Fürhauser et al, 2005)

Il est intéressant d'avoir les résultats de différents types d'études : prospectives randomisées pour attester d'une différence ou non selon la méthode utilisée, mais également des séries de cas dont le suivi se fait dans le temps pour confirmer la stabilité du résultat esthétique obtenu.

Les résultats observés sont très satisfaisants. Le PES obtenu avec la SST est soit significativement supérieur ou bien non significativement différent par rapport au PES obtenu dans le groupe contrôle.

- Résultats des études comparatives

Han et Omar ont évalué une différence significative dans le PES entre le groupe d'étude et le groupe contrôle, lequel est respectivement de 12,26 (+/- 1,04) contre 9,63 (+/- 1,34). Ce résultat a été évalué à 1 an post-opératoire, temps durant lequel 5 cas du groupe contrôle ont dû bénéficier d'une greffe de tissus mous afin de gérer la récession gingivale ainsi qu'une bande de tissus kératinisé qui dégradait l'esthétique, intervention qui n'a pas été nécessaire chez les patients du groupe d'étude traités par la socket-shield technique. Les auteurs concluent en qualifiant la SST comme un bon choix dans le traitement en zone esthétique et donne des résultats esthétiques optimums (12).

L'évaluation du PES a été réalisée à moyen terme dans l'étude de Bramanti et al : à l'échéance de trois ans, les auteurs trouvent également un PES significativement plus élevé pour le groupe d'étude : 12,15 (+/- 0,76) que pour le groupe contrôle : 10,3 (+/- 2,53), alors que ce dernier bénéficiait d'un comblement osseux vestibulaire par du CopiOs (7). Selon les auteurs, la SST

semble être une technique sûre qui permet une réhabilitation prothétique caractérisée par un meilleur résultat esthétique.

Dans sa publication de 2018, Fattouh révèle là encore un résultat significativement différent dans le PES, à la faveur du groupe traité par la technique du socket-shield, même si le résultat moyen n'atteint pas le score de 12, considéré comme très satisfaisant. Les PES évalué est de 11,1 (+/- 0,73) pour le groupe d'étude contre 10,2 (+/- 0,42) pour le groupe contrôle. L'étude se conclut en décrivant la SST comme un outil très prometteur en implantologie qui semble être une option réalisable caractérisée par de meilleurs résultats en terme d'esthétique comparé à la technique de régénération osseuse guidée (8).

Sur du plus court terme, l'évaluation du PES dans l'étude de Abd-Elrahman s'est faite au bout de 6 mois. Cependant, les auteurs trouvent un score significativement plus important chez les patients traités par la socket-shield technique, rapportant des scores allant de 11 à 14 pour une médiane de 12. Dans le groupe contrôle, la médiane est de 9 pour des scores allant de 6 à 11. Les auteurs concluent que la technique du socket-shield est fiable dans l'implantation immédiate en zone esthétique (10).

Deux études n'ont pas mis en évidence de résultat significativement différent entre les deux groupes : celle de Sun et al, ainsi que celle de Atef et al. La première évalue un PES au terme de 24 mois de 12,07 (+/- 1,62) pour le groupe d'étude contre 11,33 (+/- 1,76) pour le groupe contrôle (9). La seconde l'évalue à 1 an et rapporte un PES de 12,12 (+/- 0,64) pour le groupe d'étude et 11,86 (+/- 0,58) pour le groupe contrôle (11).

Selon Sun et al, la SST semble améliorer les résultats esthétiques et fonctionnels en maintenant le volume de l'os alvéolaire et les tissus péri-implantaires (9).

- Résultat rapporté par l'étude de Bäumer

L'étude de Bäumer présente un PES moyen évalué entre 51 et 63 mois post-opératoire, pour une moyenne de 58 mois, soit presque 5 ans. Celui-ci atteint le score de 12 en moyenne, ce qui est très satisfaisant. L'auteur conclut que la SST apporte un haut résultat esthétique et est une technique peu invasive. On peut donc émettre l'hypothèse que l'esthétique obtenue grâce à la SST est stable dans le temps (14).

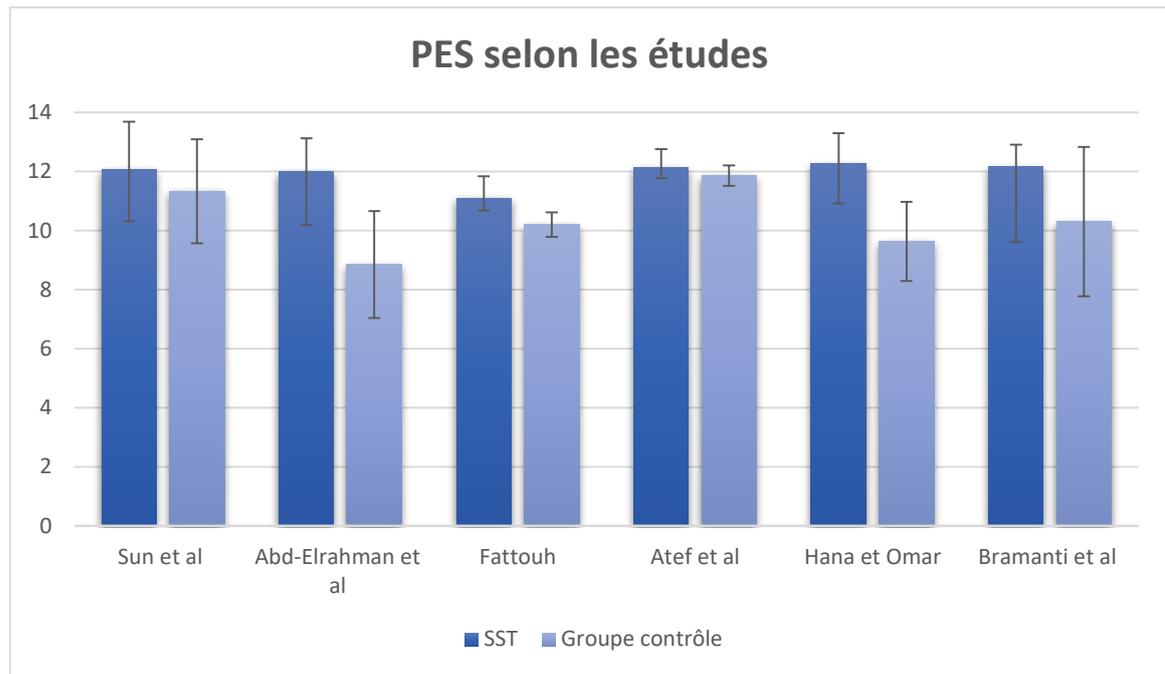


Figure 16: Graphique représentant le PES en fonction des études

<i>Auteurs</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>PES dans le groupe SST</i>	<i>PES dans le groupe contrôle</i>	<i>Temps</i>
Hana & Omar 2020	Rétrospective comparative	12,26 +/- 1,04	9,63 +/- 1,34	1 an Significativement différent
Bramanti et al 2018	Prospective randomisée	12,15 +/- 0,76	10,3 +/- 2,53	3 ans Significativement différent
Fattouh 2018	Prospective randomisée	11,1 +/- 0,73	10,2 +/- 0,42	1 an Significativement différent
Sun et al 2019	Prospective randomisée	12,07 +/- 1,62	11,33 +/- 1,76	24 mois Non significativement différent
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	12 : médiane De 11 à 14	9 : médiane De 6 à 11	6 mois Significativement différent
Atef et al 2021	Prospective randomisée	12,12 +/- 0,64	11,86 +/- 0,58	1 an Non significativement différent

Tableau 6 : PES selon les études

2. Récessions, analyses volumétriques

En plus du pink esthetic score (PES), certaines études ont mesuré les récessions, ce qui affecte de facto le résultat esthétique. Dans l'étude de Sun et al, les mesures sont prises à partir de photographies de face des moulages contre du papier millimétré, à différents temps d'observation : à 6 et 12 mois post-opératoire, et à différents endroits : les mesures sont prises au niveau de la papille mésiale, de la papille distale, et en vestibulaire. Les résultats rapportent des récessions significativement moins importantes dans groupe de la SST par rapport au groupe contrôle, pour des données de références similaires, à 6 mois et à 12 mois, aux trois points d'observation (9).

L'article de Bäumer de 2017 rapporte les données suivantes : 0,33 (+/-0,23) mm de récession au niveau de l'implant contre une moyenne de 0,38 (+/-0,27) mm sur la dent adjacente. Ces données sont mesurées par la superposition des scans des modèles en plâtre type IV pris en situation pré-opératoire et 5 ans après la pose de la prothèse d'usage. Le niveau des zéniths au deux temps d'observation détermine la mesure des récessions (14).

Ces auteurs rapportent également une perte de tissu vestibulaire dans la dimension horizontale de 0,37(+/-0,18) mm, cette mesure n'est pas prise à l'aide d'un CBCT mais après une analyse volumétrique d'empreintes scannées numériquement (14).

Atef et al évaluent également la migration gingivale par la comparaison de scans d'empreintes prises avec du plâtre type IV, avant la procédure chirurgicale puis à 12 mois post-opératoire. Ces modèles sont superposés digitalement et un dégradé de couleur permet d'évaluer quantitativement les remaniements des tissus mous péri-implantaires. (Figure 16). Ces altérations sont mesurées par la distance verticale séparant la position du zénith aux deux temps d'observation. Les résultats rapportent une migration gingivale coronaire moyenne de 0,45 (+/-0,75) mm dans le groupe d'étude, alors que dans le groupe contrôle bénéficiant d'une greffe une récession gingivale moyenne de 0,466 (+/-0,58) mm a été observée. Le remaniement gingival apparait au terme de 12 mois comme significativement différent à la faveur du groupe d'étude (11).

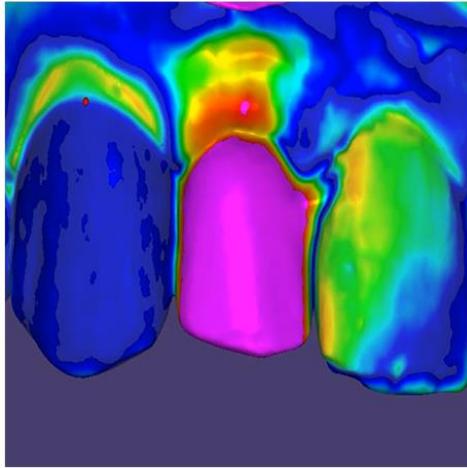


Figure 17 : Les aires bleues indiquent une superposition parfaite des modèles, les variations entre le jaune et le rouge montrent des remaniements dimensionnels significatifs, les variations de vert montrent des variations dimensionnelles. (Atef et al 2021)

C. Complications observées

1. Les différentes complications retrouvées dans l'étude de Gluckman

Dans leur étude rétrospective, Gluckman et al analysent 128 implants posés selon la technique du socket shield, ayant un à quatre ans de suivis post-opératoire. Le taux de survie implantaire est de 96,1% : 5 implants ont dû être déposés faute d'ostéointégration. Parmi ces échecs, 3 des 5 SS n'ont pas eu à être extraits, et un second implant a pu être placé sur deux sites. En tout, 25 complications (dont les échecs implantaires) ont été rapportées : parmi elles 17 ont pu être traitées et 8 n'ont pas nécessité d'intervention et sont seulement sous surveillance (16). Le taux de complications totales dans cette étude s'élève donc à 19,5%, dont un tiers est laissé en observation.

a) *L'exposition interne du SS*

Cela correspond à la perforation par la portion coronaire du fragment radiculaire des tissus mous vers la restauration prothétique (Figures 17 et 18). Cette complication est, dans l'étude menée par Gluckman et al, la plus commune, retrouvée dans 9,4% des cas. L'exposition interne, bien que la plus courante, ne semble pas présenter de gravité : toutes ont pu être gérées par réduction de la partie visible grâce à une fraise diamantée, ou bien n'ont pas nécessité d'intervention et ont été laissées sous surveillance(16).



Figure 19 : exposition interne du SS sans inflammation en vue occlusale (Gluckman et al, 2017)



Figure 18 : exposition interne du SS avec inflammation en vue occlusale (Gluckman et al, 2017)

b) *L'exposition externe du SS*

Dans cette configuration, la portion coronaire du SS perfore les tissus mous en direction vestibulaire. (Figure 19). Cette complication a un taux d'incidence de 3,1% dans l'étude, et tous ces cas ont pu être traités par réduction du fragment visible à l'aide d'une fraise boule pour obtenir la fermeture des tissus mous. La moitié des cas (2 sur 4) a nécessité une greffe de conjonctif. Toutes ces exposition externes ont cicatrisé de manière satisfaisante (16).



Figure 20 : exposition externe du SS (Gluckman et al, 2017)

c) *Mobilité du SS*

Une infection due à une mobilité du SS a été retrouvée sur 3 implants. (Figure 20). Le SS mobile est incompatible avec une bonne restauration, le fragment a donc été retiré dans tous les cas. Cependant différentes suites à cette complication sont observées : dans un cas la surface implantaire exposée a été décontaminée et une greffe a été effectuée. Dans les deux autres cas l'implant a dû également être déposé, un second a été placé et s'est ostéointégré d'une part ce qui n'a pas été effectué chez le dernier patient (16).

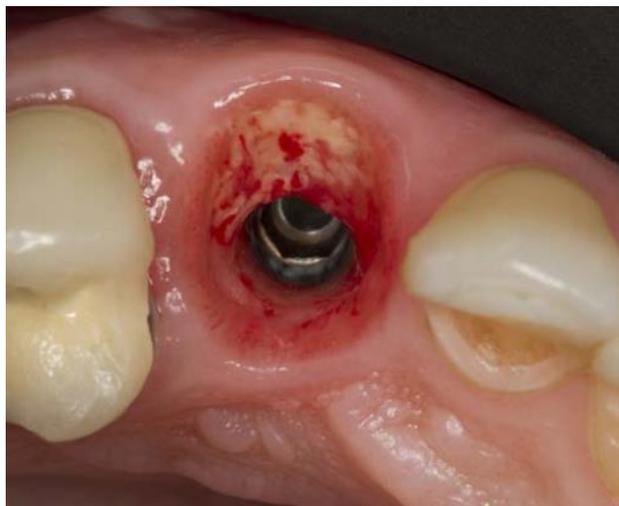


Figure 21 : infection en site du SS (Gluckman et al, 2017)

d) *Migration du SS*

Une migration du fragment a été mise en évidence par CBCT 3ans après la chirurgie, mais n'a nécessité aucun traitement. Celle-ci a été vraisemblablement causée par une préparation trop importante du SS le rendant propice à la mobilité(16).

2. Complications retrouvées dans les études analysées

Dans l'étude prospective randomisée portant sur quarante implants de Hana et Omar, ceux-ci décrivent après un an cinq cas appartenant au groupe traité par la technique conventionnelle, nécessitant une greffe de tissus mou. Concernant le groupe ayant bénéficié de la technique du SS, il y a eu une exposition interne et une exposition externe qui ont pu être gérées par simple réduction, permettant la cicatrisation des tissus mous. Un taux de survie implantaire de 95% est retrouvé dans les deux groupes de l'étude (12).

Bramanti et al, Atef et al, Fattouh, Bäumer et al, Barakat et al, Sun et al rapportent dans leur étude respective un taux de survie implantaire de 100% et aucune complication (6–9,14).

Abd-Elrahman et al rapportent un taux de survie implantaire de 100%, mais également l'apparition d'une exposition interne minuscule qui n'a nécessité aucun traitement (10).

L'étude de Siormpas et al décrit 8 complications, dont 5 échecs implantaires. Les complications n'ayant pas entraîné la dépose de l'implant sont deux infections fistulisées du fragment implantaire, et une infection du SS associée à une mucosite péri-implantaire (15).

Un cas de résorption du socket-shield a été retrouvé. Un granulome péri-apical a été cureté lors de la pose de l'implant. Cette résorption apicale d'approximativement 1,5 mm a été visible sur la radiographie de suivi à 36 mois, le patient ne présentait aucun symptôme, le site aucun indice d'inflammation, et l'implant aucun signe de mobilité. Sur la radiographie prise à 48 mois, le défaut osseux était comblé par un tissu radio-opaque.. Un CBCT à 6 ans a confirmé la résorption de remplacement apical du SS et le comblement du défaut par des trabéculations osseuses (17).

Auteurs	SST	CG	Temps
Hana & Omar 2010	2/20 : exposition interne et externe, traitées par réduction de la partie exposée du fragment	5/20 : bande de tissu kératinisé inadéquat et récession gingivale nécessitant une greffe gingivale au bout d'un an	1 an
Barakat et al 2017	Aucune	Aucune	7 mois
Bramanti et al 2018	Aucune	Aucune	3 ans
Fattouh 2018	Aucune	Aucune	1an
Bäumer et al 2017	Aucune	-	Jusqu'à 5 ans
Siormpas et al 2014	1 résorption apicale du SS comblée spontanément par du tissu osseux	-	Jusqu'à 5ans
Han et al 2018	Aucune complication biologique 1 complication prothétique mineure	-	1 an
Siormpas et al 2018	8 complications dont 5 échecs implantaire	-	Jusqu'à 10ans
Sun et al 2019	Aucune	Aucune	2 ans
Abd-Elrahman et al 2020	1 exposition interne minuscule laquelle n'a nécessité aucun traitement	Aucune	6 mois
Atef et al 2021	Aucune	Aucune	1 an

Tableau 7: complications retrouvées selon les études

IV. Discussion

La socket-shield technique a été exécutée par différents praticiens avant qu'un article portant sur un protocole standardisé (18) (21) ait été publié. C'est pourquoi la procédure chirurgicale des essais et études cliniques relatés dans les articles étudiés diffère.

Dans les études descriptives de Siormpas et al et de Mitsias (17) (15), ni greffe ni membrane ne sont utilisées. La portion radiculaire résiduelle est réduite à 1 mm au-dessus du niveau osseux, est concave et mesure 1 à 1,5 mm d'épaisseur. Le logement implantaire est foré non pas au travers de la racine, mais une fois le SS mis en forme, comme le recommande Gluckman et al (18). Dans la procédure utilisée dans l'étude rétrospective comparative concernant 40 implants Hana et Omar (12), ni greffe ni membrane ne sont utilisées, et le gap est volontairement de 1 à 2 mm. Dans l'étude prospective randomisée menée par Sun et al(9), l'espace entre l'implant et la SS est comblé par une greffe de BioOss si ce dernier est supérieur à 1 mm. Dans leur essai clinique randomisé, Bramanti et al (7) n'utilisent aucune greffe pour combler l'espace entre l'implant et le SS, cependant du CopiOs (Zimmer Dental) est utilisé pour effectuer une greffe autogène en vestibulaire de l'implant dans le groupe contrôle. Dans son essai clinique randomisé, Fattouh (8) utilise du BioOss ainsi qu'une membrane de collagène dans le groupe contrôle cherchant une régénération osseuse guidée, ce qui n'a pas été le cas dans le groupe bénéficiant de la technique du SS.

Dans l'étude de Bäumer et al, une matrice amélaire Emdogain est utilisée, mais sans greffe ni membrane. (Annexe 1).

D'après l'étude de Zhang sur des chiens de race beagle, le fait de combler la lacune entre l'implant et le résidu de racine par du Bio-Oss n'apporte pas de bénéfice de manière significative (29).

Il n'y a, à ce jour, pas de consensus concernant le protocole, notamment sur des points importants tels que la préparation du logement implantaire à travers la racine ou non, ou encore la présence d'un contact entre le SS et l'implant ou non. Hürzeler préférera la présence d'un contact entre implant et SS pour éviter les mouvements de cette dernière qui peuvent entraîner des complications.

Plusieurs études ont démontré que le processus de cicatrisation alvéolaire post-extractionnel provoquait jusqu'à 50 % de réduction du volume alvéolaire originel, avec une réduction plus importante en vestibulaire (30). D'après l'étude de Khzam et al, l'incidence d'une récession vestibulaire prononcée (>1 mm) suivant une extraction implantation immédiate est de 11 % (31) ce qui peut conduire à terme à un résultat peu esthétique de la restauration supra-implantaire.

Toutes les études cliniques prospectives étudiées dans ce manuscrit ont montré une différence significative concernant le remaniement de l'os alvéolaire dans les dimensions verticale et horizontale, valorisant la technique du socket-shield, et ce, même si le groupe contrôle bénéficiait de greffe osseuse (7,11).

L'utilisation de la SS ne semble pas interférer avec l'ostéointégration, comme nous le montre le taux de survie implantaire variant de 95% à 100% selon les études.

Il est intéressant d'évaluer les indices biologiques, lesquels s'ils ne sont pas optimaux peuvent conduire à des complications allant jusqu'à l'échec implantaire. Il faut néanmoins rappeler que ces indices sont inhérents à la bonne hygiène bucco-dentaire du patient. Les études ayant évalué ces paramètres montrent que le socket-shield n'engendre pas de réaction inflammatoire, et permettraient l'obtention de meilleurs résultats qu'en technique conventionnelle (9). La diminution des profondeurs de poches au cours de la période de cicatrisation montre que la portion de racine résiduelle n'interfère pas avec l'organisation ou la densité des fibres de collagène autour de l'implant, prévenant ainsi la non ostéointégration et les péri-implantites(6).

Les études ayant mesuré l'ISQ montrent que la présence du socket-shield n'interfère pas dans la stabilité implantaire, primaire et secondaire : celles-ci mesurent en moyenne un score supérieur sans différence significative pour les implants posés selon la SST (6,9,10) .

Aucun article étudié n'a mis en évidence un moindre résultat esthétique lorsque la chirurgie s'est déroulée selon la socket-shield technique. Bien au contraire, lorsqu'une différence significative du PES est remarquée, celle-ci est en faveur de la SST, et ce au bout de 6 mois (10), 1 an (8,12) ou 3 ans (7) post opératoire. La grande majorité des études rapporte un PES moyen ≥ 12 (7,9–12) ce qui permet d'objectiver un résultat esthétique très satisfaisant. Bäumer et al nous apportent un recul d'observation allant jusqu'à 5 ans, avec un score moyen de 12 (14). La socket-shield technique semble donc apporter une plus-value concernant l'esthétique finale, bien qu'il y ait encore peu de recul sur le long terme.

Faisant écho au PES, quelques études ont détaillé les mesures des récessions observées à 12 mois post-opératoire ; une différence significative entre le groupe d'étude et le groupe contrôle est constaté, à 6 mois (9) et 12 mois (9,11) post-opératoire.

Il est important de noter que les complications observées dans l'étude rétrospective de Gluckman et portant sur 128 implants ont été découvertes à en moyenne à 4 mois post-opératoire, pour un suivi allant de 1 à 4ans. Il faut également souligner que les auteurs attribuent les expositions internes et externes, complications les plus fréquentes, à soit une sur extension de la partie coronaire du SS, soit à un aspect tranchant de celui-ci. C'est pourquoi depuis cette étude, Gluckman et al recommandent non plus de réduire le SS 1mm au-delà du rebord osseux mais de l'abaisser au niveau de la crête. De plus, de meilleurs résultats sont observés lorsqu'un chanfrein interne de 2 mm permettant la colonisation de tissus mou entre les contours sous gingivaux de la couronne et le SS est créé. Ces modification dans le protocole chirurgical ont entraîné une presque totale élimination de ces complications (16).

D'autre part, même dans le cas où l'ostéo-intégration n'est pas obtenue, la dépose du fragment radiculaire, si il est intact et non infecté, n'est pas nécessaire, et un second implant peut être posé par la suite (16). De la même manière, si après plusieurs années la dépose de l'implant, et avec lui le SS, est nécessaire, la pose d'un second implant reste possible à l'issue d'une période de cicatrisation. Enfin, lorsque le socket-shield doit être extrait, la dépose de l'implant n'est pas inévitable, et lorsqu'elle est nécessaire, il est possible de le remplacer par un second implant (16).

Si la socket-shield technique a été initialement pensée pour obtenir un meilleur résultat esthétique en secteur antérieur par limitation de la résorption osseuse, Schwimmer et al montrent dans leur étude que la SST peut être utilisée en site postérieur, toujours dans le but de limiter la résorption post-extractionnelle. Cependant la technique s'avère plus délicate en raison de l'anatomie divergente des racines des molaires maxillaires ainsi que leur courbure. Selon les auteurs, la SST en secteur postérieur devrait être réalisée par des praticiens déjà expérimentés en secteur antérieur (32).

Bäumer et al ont voulu savoir si il était possible d'étendre les indications de la socket-shield technique à la fracture radiculaire verticale concernant la paroi vestibulaire, situation qui est rappelons-le une contre-indication absolue selon Gluckman et al (18). Lors de la préparation du socket-shield, le fragment radiculaire est scindé en deux afin de mimer une fracture verticale et

son ouverture, afin de permettre une éventuelle apposition osseuse entre les deux fragments. L'étude histologique après l'expérimentation de cette procédure sur 12 implants rapporte une néo-formation osseuse entre les deux morceaux du socket-shield, et aucun signe de résorption (23). L'hypothèse a ensuite été testée sur une patiente de 69 ans présentant une fracture verticale de sa dent 13. En situation pré-opératoire, le sondage montre une profondeur de poche de 15mm en regard de la fracture. Durant la phase chirurgicale, la ligne de fracture a été élargie pour créer un espace afin de permettre la formation d'un caillot sanguin entre les deux fragments, l'implant a ensuite été posé à distance des deux socket-shields. Après 5 mois, une perte moyenne de 0,66 mm dans le sens horizontal est observé, allant de 1,16mm à 0,01mm selon l'endroit examiné, avec une perte plus prononcée au milieu de la face vestibulaire. Il serait intéressant d'avoir un suivi à plus long terme de ce cas, afin d'objectiver la perte osseuse sur le long terme.

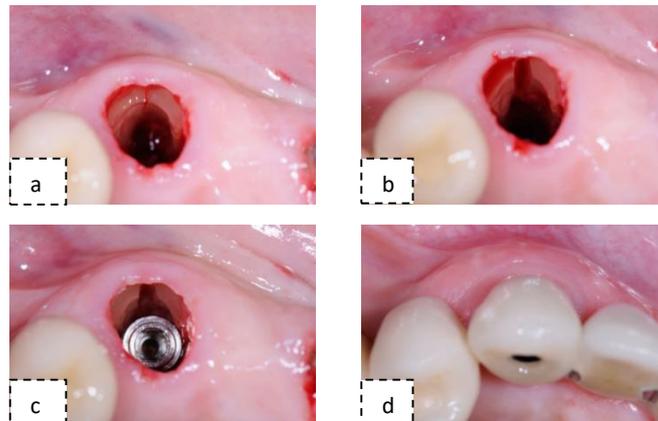


Figure 22 : photographies intrabuccales en vue occlusale des étapes de la procédure chirurgicale. a) socket shield initial avec fracture radiculaire vestibulaire visible. b) élargissement à l'endroit du trait de fracture. c) Positionnement de l'implant en lingual 1mm en deçà et à distance des fragments radiculaire. d) les tissus apparaissent comme volumineux et dépourvu d'inflammation. (Bäumer et al, 2013)

Conclusion

La socket-shield technique qui a été décrite pour la première fois il y a plus de 10 ans, n'est plus expérimentale. Au vu des résultats présentés par les différentes études (Annexe 2), la SST semble apporter de meilleurs résultats esthétiques objectivés par le PES et permettrait une limitation de la résorption osseuse. Cette technique apporte d'autres avantages : elle se montre plus économique car il n'y a pas besoin de greffe osseuse ou de pose de membrane associée, la morbidité est réduite puisqu'elle se pratique sans incision, elle diminue le nombre d'interventions puisque l'augmentation de volume des tissus mous par greffe conjonctive n'est pas nécessaire, les complications, si elles se présentent, sont facilement gérables. En cas d'échec, le praticien pourra se tourner vers une technique conventionnelle si l'avulsion du SS est nécessaire, ce qui rappelons-le n'est pas toujours le cas. Cette technique semble prometteuse, et davantage d'essais cliniques portant sur une population plus importante suivie au long terme seraient nécessaires, car en effet il y a encore peu d'articles au niveau de preuve élevé présents dans la littérature. Bien que cette technique soit complexe, et sa réalisation publiée par des praticiens expérimentés, la socket-shield technique se développe, et son expérimentation au cours des dernières années a permis l'amélioration des résultats et la limitation des complications.

Bibliographie

1. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* févr 2005;32(2):212-8.
2. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol 2000.* févr 2017;73(1):73-83.
3. Chappuis V, Engel O, Shahim K, Reyes M, Katsaros C, Buser D. Soft Tissue Alterations in Esthetic Postextraction Sites: A 3-Dimensional Analysis. *J Dent Res.* sept 2015;94(9 Suppl):187S-93S.
4. Mitsias ME, Siormpas KD, Kotsakis GA, Ganz SD, Mangano C, Iezzi G. The Root Membrane Technique: Human Histologic Evidence after Five Years of Function [Internet]. *BioMed Research International.* 2017 [cité 7 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/7269467/>
5. Hürzeler MB, Zuhr O, Schupbach P, Rebele SF, Emmanouilidis N, Fickl S. The socket-shield technique: a proof-of-principle report. *Journal of Clinical Periodontology.* 2010;37(9):855-62.
6. Barakat DA, Hassan RS, Eldibany RM. EVALUATION OF THE SOCKET SHIELD TECHNIQUE FOR IMMEDIATE IMPLANTATION. *Alexandria Dental Journal.* 1 déc 2017;42(2):155-61.
7. Bramanti E, Norcia A, Cicciù M, Maticena G, Cervino G, Troiano G, et al. Postextraction Dental Implant in the Aesthetic Zone, Socket Shield Technique Versus Conventional Protocol. *Journal of Craniofacial Surgery.* juin 2018;29(4):1037-41.
8. Fattouh H. Socket- shield technique versus guided bone regeneration technique for ridge preservation with immediate implant placement in the esthetic zone. *Egyptian Dental Journal.* 1 juill 2018;64(Issue 3-July (Oral Surgery)):2047-55.
9. Sun C, Zhao J, Liu Z, Tan L, Huang Y, Zhao L, et al. Comparing conventional flap-less immediate implantation and socket-shield technique for esthetic and clinical outcomes: A randomized clinical study. *Clinical Oral Implants Research.* 2020;31(2):181-91.
10. Abd-Elrahman A, Shaheen M, Askar N, Atef M. Socket shield technique vs conventional immediate implant placement with immediate temporization. *Randomized clinical trial. Clin Implant Dent Relat Res.* 5 août 2020;
11. Atef M, El Barbary A, Dahrous MSE, Zahran AF. Comparison of the soft and hard peri-implant tissue dimensional changes around single immediate implants in the esthetic zone with socket shield technique versus using xenograft: A randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* juin 2021;23(3):456-65.
12. Hana SA, Omar OA. SOCKET SHIELD TECHNIQUE FOR DENTAL IMPLANTS IN THE ESTHETIC ZONE, CLINICAL AND RADIOGRAPHICAL EVALUATION. *Journal of Duhok University.* 7 juin 2020;23(1):69-80.
13. Han C-H, Park K-B, Mangano FG. The Modified Socket Shield Technique. *J Craniofac Surg.* nov 2018;29(8):2247-54.

14. Bäumer D, Zuhr O, Rebele S, Hürzeler M. Socket Shield Technique for immediate implant placement – clinical, radiographic and volumetric data after 5 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2017;28(11):1450-8.
15. Siormpas KD, Mitsias ME, Kotsakis GA, Tawil I, Pikos MA, Mangano FG. The Root Membrane Technique: A Retrospective Clinical Study With Up to 10 Years of Follow-Up. *Implant Dentistry*. oct 2018;27(5):564-74.
16. Gluckman H, Salama M, Toit JD. A retrospective evaluation of 128 socket-shield cases in the esthetic zone and posterior sites: Partial extraction therapy with up to 4 years follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2018;20(2):122-9.
17. Siormpas KD, Mitsias ME, Kontsiotou-Siormpa E, Garber D, Kotsakis GA. Immediate implant placement in the esthetic zone utilizing the « root-membrane » technique: clinical results up to 5 years postloading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. déc 2014;29(6):1397-405.
18. Gluckman H, J DT, M S, K N, M D. A decade of the socket-shield technique: a step-by-step partial extraction therapy protocol. *Int J Esthet Dent*. 1 janv 2020;15(2):212-25.
19. Zuhr O, Staehler P, Huerzeler M. Complication Management of a Socket Shield Case After 6 Years of Function. *Int J Periodontics Restorative Dent*. juin 2020;40(3):409-15.
20. Kan JY, Rungcharassaeng K. Proximal Socket Shield for Interimplant Papilla Preservation in the Esthetic Zone. *Int J Periodontics Restorative Dent*. janv 2013;33(1):e24-31.
21. Staehler P, Abraha SM, Bastos J, Zuhr O, Hürzeler M. The socket-shield technique: a step-by-step protocol after 12 years of experience. *The International Journal of Esthetic Dentistry*. 2020;15(3):288-305.
22. Pour RS, Zuhr O, Hürzeler M, Prandtner O, Rafael CF, Edelhoff D, et al. Clinical Benefits of the Immediate Implant Socket Shield Technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2017;29(2):93-101.
23. Baumer et al. The Socket-Shield Technique: First Histological, Clinical, and Volumetric Observations after Separation of the Buccal Tooth Segment – A Pilot Study - Bäumer - 2015 - *Clinical Implant Dentistry and Related Research* - Wiley Online Library [Internet]. 2020 [cité 29 juill 2020]. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cid.12076>
24. Schwimer C, Pette G, Gluckman H, Salama M, Du Toit J. 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*. 1 janv 2018;33:e19-23.
25. Huwiler MA, Pjetursson BE, Bosshardt DD, Salvi GE, Lang NP. Resonance frequency analysis in relation to jawbone characteristics and during early healing of implant installation. *Clin Oral Implants Res*. juin 2007;18(3):275-80.
26. Kessler-Liechti G, Zix J, Mericske-Stern R. Stability measurements of 1-stage implants in the edentulous mandible by means of resonance frequency analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. avr 2008;23(2):353-8.
27. Stanley M, Braga FC, Jordao BM. Immediate Loading of Single Implants in the Anterior Maxilla: A 1-Year Prospective Clinical Study on 34 Patients. *Int J Dent*. 2017;2017:8346496.

28. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score: Esthetic score. *Clinical Oral Implants Research*. déc 2005;16(6):639-44.
29. Zhang Z, Dong Y, Yang J, Xu R, Deng F. Effect of socket-shield technique on alveolar ridge soft and hard tissue in dogs. *Journal of Clinical Periodontology*. 2019;46(2):256-63.
30. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol 2000*. juin 2015;68(1):122-34.
31. Khzam N, Arora H, Kim P, Fisher A, Mattheos N, Ivanovski S. Systematic Review of Soft Tissue Alterations and Esthetic Outcomes Following Immediate Implant Placement and Restoration of Single Implants in the Anterior Maxilla. *Journal of Periodontology*. déc 2015;86(12):1321-30.
32. Schwimer CW, Gluckman H, Salama M, Nagy K, Du Toit J. The socket-shield technique at molar sites: A proof-of-principle technique report. *J Prosthet Dent*. févr 2019;121(2):229-33.

Table des illustrations : figures

FIGURE 1: (A) VUE OCCLUSALE DU FRAGMENT VESTIBULAIRE RETENU. (B) VUE OCCLUSALE MONTRANT LE SOCKET-SHIELD EN CONTACT AVEC L'IMPLANT. (C) VUE OCCLUSALE A 5 MOIS POST-OPERATOIRE MONTRANT LA PRESERVATION DE L'ARCHITECTURE GINGIVALE PERI-IMPLANTAIRE (HÜRZELER ET AL 2010)	15
FIGURE 2: SEQUENCE OPERATOIRE DE LA SST (A) DECORONATION. (B) DEPOSE DE L'OBTURATION ENDODONTIQUE ET CONFIRMATION DE LA LONGUEUR DE TRAVAIL AVEC LES GATES. (C) ELARGISSEMENT DU CANAL JUSQU'À L'APEX AVEC UNE FRAISE LONG COL. (D) SECTION MESIO-DISTALE EN ARC DE CERCLE. (E) AVULSION DE LA PORTION PALATINE. (F) FRAISE LONG COL SUR PIECE A MAIN POUR RETIRER L'APEX, LES TISSUS PERI-APICAUX ET DEBRIS CANALAIRES. (G) PROTECTION DU TISSU GINGIVAL ET REDUCTION DU SS AU NIVEAU OSSEUX EN VESTIBULAIRE. (H) REDUCTION DU SS AU NIVEAU OSSEUX EN VESTIBULAIRE, ENSUITE ETENDU EN PROXIMAL. (I) SS PREPAREE AVEC CHANFREIN INTERNE. (J) PREPARATION GUIDEE DU LOGEMENT IMPLANTAIRE. (K) VUE OCCLUSALE DE L'IMPLANT POSITIONNE EN LINGUAL DU SS. (L) RADIOGRAPHIE RETRO-ALVEOLAIRE PER-OPERATOIRE MONTRANT UN RESTE DE DEBRIS ENDODONTIQUE. (M) RADIOGRAPHIE RETRO-ALVEOLAIRE POST-OPERATOIRE. (GLUCKMAN ET AL, 2020).	20
FIGURE 3 : VUE PROXIMALE D'UN SCHEMA MONTRANT LE SS PREPARE : AU NIVEAU OSSEUX AVEC CHANFREIN INTERNE (GLUCKMAN ET AL, 2017).....	21
FIGURE 4: VUE PROXIMALE D'UN SCHEMA MONTRANT LE SS PREPARE, L'IMPLANT POSE A DISTANCE, ET LA COLONISATION DE L'ESPACE PROTHETIQUE PAR LES TISSUS MOUS (GLUCKMAN ET AL, 2017)	21
FIGURE 5 : COUPE HISTOLOGIQUE MONTRANT DU CEMENT NEOFORME (NC) RECOUVRANT LA SURFACE DENTINAIRE (D) (HÜRZELER ET AL 2010).....	23
FIGURE 6 : COUPE HISTOLOGIQUE MONTRANT UN IMPLANT POSE AU CONTACT DE LA DENTINE (D). LES FLECHES MONTRENT LE CEMENT NEOFORME. ENTRE LES SPIRES : TISSUS MINERALISE. (HÜRZELER ET AL 2010)	24
FIGURE 7 : SS SEPRE EN DEUX AVANT LE PLACEMENT DE L'IMPLANT (BÄUMER ET AL, 2015)	25
FIGURE 8 : COUPE HISTOLOGIQUE LONGITUDINALE D'UN IMPLANT POSE AU CONTACT DU SS (FLECHES BLANCHES). NIVEAU OSSEUX VESTIBULAIRE SUPERIEUR AU NIVEAU OSSEUX LINGUAL (FLECHE NOIRE) (BÄUMER ET AL, 2015).....	26
FIGURE 9 : COUPE HISTOLOGIQUE VESTIBULO-PALATINE D'UN IMPLANT POSE EN SST MONTRANT LA COLONISATION OSSEUSE A L'INTERFACE ENTRE LE SS ET L'IMPLANT. LE FRAGMENT RADICULAIRE ET L'OS VESTIBULAIRE NE MONTRE PAS DE SIGNE DE RESORPTION. (MITSIAS ET AL, 2017)	27
FIGURE 10 : VUE PROXIMALE D'UN FRAGMENT DENTAIRE ADHERENT A LA SURFACE IMPLANTAIRE (SCHWIMMER ET AL, 2018)	27
FIGURE 11 : COUPE LONGITUDINALE DE L'IMPLANT AVEC LE FRAGMENT DENTAIRE ADHERENT A SA SURFACE (SCHWIMMER ET AL, 2018)	28
FIGURE 12 : COUPE HISTOLOGIQUE EN LUMIERE POLARISEE MONTRANT LE TISSU OSSEUX COLONISANT LES ESPACES ENTRE LE SS ET LA SURFACE IMPLANTAIRE. A NOTER LA PRESENCE DES SYSTEMES DE HAVERS ET LEURS VAISSEAUX. (SCHWIMMER ET AL, 2018).	28
FIGURE 13 : GRAPHIQUE REPRESENTANT LES PERTES OSSEUSES VERTICALES EN MM SELON LES ETUDES	31
FIGURE 14 : GRAPHIE REPRESENTANT LES PERTES OSSEUSE VERTICALES SELON LES ETUDES.....	33
FIGURE 15: REPRESENTATION DES 7 CRITERES DU PES (FÜRHAUSER ET AL, 2005).....	39
FIGURE 16: GRAPHIQUE REPRESENTANT LE PES EN FONCTION DES ETUDES	41
FIGURE 17 : LES AIRES BLEUES INDIQUENT UNE SUPERPOSITION PARFAITE DES MODELES, LES VARIATIONS ENTRE LE JAUNE ET LE ROUGE MONTRENT DES REMANIEMENTS DIMENSIONNELS SIGNIFICATIFS, LES VARIATIONS DE VERT MONTRENT DES VARIATIONS DIMENSIONNELLES. (ATEF ET AL 2021).....	43
FIGURE 18 : EXPOSITION INTERNE DU SS SANS INFLAMMATION EN VUE OCCLUSALE (GLUCKMAN ET AL, 2017)	44
FIGURE 19 : EXPOSITION INTERNE DU SS AVEC INFLAMMATION EN VUE OCCLUSALE (GLUCKMAN ET AL, 2017).....	44
FIGURE 20 : EXPOSITION EXTERNE DU SS (GLUCKMAN ET AL, 2017)	45
FIGURE 21 : INFECTION EN SITE DU SS (GLUCKMAN ET AL, 2017)	45
FIGURE 22 : PHOTOGRAPHIES INTRABUCCALES EN VUE OCCLUSALE DES ETAPES DE LA PROCEDURE CHIRURGICALE. A) SOCKET SHIELD INITIAL AVEC FRACTURE RADICULAIRE VESTIBULAIRE VISIBLE. B) ELARGISSEMENT A L'ENDROIT DU TRAIT DE FRACTURE. C) POSITIONNEMENT DE L'IMPLANT EN LINGUAL 1MM EN DEÇA ET A DISTANCE DES FRAGMENTS RADICULAIRE. D) LES TISSUS APPARAISSENT COMME VOLUMINEUX ET DEPOURVU D'INFLAMMATION. (BÄUMER ET AL, 2013)	51

Table des illustrations : tableaux

TABLEAU 1 : TABLEAU REPERTORIANANT LES INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS A LA SST (GLUCKMAN ET AL 2020)	17
TABLEAU 2 : PERTES OSSEUSES VERTICALES SELON LES ETUDES.....	31
TABLEAU 3 : PERTES OSSEUSES HORIZONTALES SELON LES ETUDES	33
TABLEAU 4: SURVIE IMPLANTAIRE SELON LES ETUDES.....	35
TABLEAU 5: ISQ EN FONCTION DES ETUDES	38
TABLEAU 6 : PES SELON LES ETUDES	41
TABLEAU 7: COMPLICATIONS RETROUVEES SELON LES ETUDES.....	47

Annexes

Annexes 1 : méthode de préparation du SS et sur l'utilisation ou non de greffe et membrane

<i>Auteur et date</i>	<i>Type d'étude</i>	<i>+/- greffe</i>	<i>Préparation du SS</i>
Hana & Omar 2020	Rétrospective comparative	SST : pas de greffe ni membrane, gap volontaire de 1-2mm	
Bramanti et al 2018	Prospective randomisée	SST : pas de greffe ni membrane GC : greffe allogène CopiOss	Préparation au travers de la racine 1mm sous le niveau osseux.
Barakat et al 2017	Prospective randomisée		Section mésio-distale préliminaire
Fattouh 2018	Prospective randomisée	SST : pas de greffe GC : greffe BioOss + membrane collagène	Section mésio-distale préliminaire 1mm au-dessus du niveau osseux
Sun et al 2019	Prospective randomisée	BioOss si gap > 1mm entre l'implant et la paroi vestibulaire Guide chirurgical	1mm sous le niveau osseux
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée		Aussi proche que possible du bord de la crête vestibulaire
Atef et al 2021	Prospective randomisée	GC : BioOss	Préparation au travers de la racine Niveau de la crête alvéolaire vestibulaire 1-1,5mm d'épaisseur, avec biseau interne
Siormpas et al 2018	Rétrospective Série de cas (250)		Section mésio-distale préliminaire 1mm au-dessus du niveau osseux, concave, 1-1,5mm d'épaisseur
Siormpas et al 2014	Rétrospective Série de cas (46)		Préparation au travers de la racine 1mm au-dessus du niveau osseux au moins 1mm d'épaisseur

Annexes 2 : conclusions des études

Auteurs	Type d'étude	Conclusion
Hana et Omar 2020	Rétrospective comparative	La SST peut être un bon choix de traitement en zone esthétique, donne des résultats esthétiques optimums avec moins de temps opératoire. Cependant elle nécessite toujours un praticien expérimenté pour prévenir les complications en relation avec cette technique
Barakat et al 2017	Prospective randomisée	La SST est bénéfique pour la préservation osseuse, viable dans l'obtention d'une ostéointégration sans réponse inflammatoire. Elle apparaît comme sûre dans la préservation de l'os alvéolaire au vu de la moindre résorption par rapport à la technique conventionnelle. Elle est une approche mini-invasive de l'implantologie avec un haut résultat esthétique.
Bramanti et al 2018	Prospective randomisée	La SST semble être sûre et permet une réhabilitation prothétique caractérisée par un meilleur résultat esthétique
Fattouh 2018	Prospective randomisée	La SST est un outil très prometteur en implantologie qui semble être une option réalisable caractérisée par de meilleurs résultats en termes d'esthétique comparé à la technique de régénération osseuse guidée
Sun et al 2019	Prospective randomisée	La SST semble améliorer les résultats esthétiques et fonctionnels en maintenant le volume de l'os alvéolaire et les tissus péri-implantaire. La SST semble être une approche prometteuse pour les implants en zone esthétique
Abd-Elrahman et al 2020	Prospective randomisée	La technique du SS est fiable dans l'implantation immédiate en zone esthétique. Cependant c'est une technique sensible qui nécessite une pratique effectuée correctement
Atef et al 2021	Prospective randomisée	La SST abouti à significativement moins de résorption osseuse verticale et horizontale comparée à une implantation immédiate conventionnelle avec greffe osseuse, sans différence concernant le PES. Davantage d'essais cliniques impliquant une population plus large suivie sur une plus longue période sont nécessaires pour corroborer les conclusions de l'étude et valider la pratique de la SST dans une pratique clinique de routine
Han et al 2018	Cohorte prospective	Le fragment de racine n'interfère pas avec l'ostéointégration et peut être bénéfique pour l'esthétique en protégeant l'os de la résorption
Bäumer et al 2017	Rétrospective	La SST est peu invasive et permet d'obtenir un haut résultat esthétique. C'est une approche prometteuse en secteur esthétique
Siormpas et al 2018	Rétrospective	La root membrane technique montre un taux de succès à long terme comparable aux techniques conventionnelles. La rétention volontaire de la paroi vestibulaire de la racine avec le ligament parodontal lors d'une implantation immédiate mène à des résultats cliniques prédictibles de hauts taux de survie et succès implantaire sur le long terme. Malgré les bons résultats obtenus, davantage d'études avec un examen esthétique approfondi sont nécessaires pour tirer des conclusions plus précises sur l'efficacité de la technique dans la préservation de l'os vestibulaire et l'esthétique des tissus mous dans le temps.
Gluckman et al 2018	Rétrospective	L'utilisation de produits commerciaux pour augmenter le volume osseux feraient peut être mieux d'être remplacés par les propres tissus du patient. Les résultats soutiennent ce changement de paradigme vers l'utilisation d'un socket-shield. En terme de survie implantaire et de taux de complication, cette technique présente des résultats similaires par rapport à une implantation retardée et immédiate conventionnelle.
Siormpas et al 2014	Rétrospective	La rétention volontaire de la paroi vestibulaire de la racine avec le ligament parodontal durant une implantation immédiate peut mener à une ostéointégration prédictible et durable de l'implant posé en région antérieure maxillaire chez un adulte en bonne santé

NANTES UNIVERSITÉ
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Vu le Doyen,

Pr Assem SOUEIDAN

NÉDÉLEC (Mélanie). – Intérêts de la socket-shield technique dans la gestion de l'édentement antérieur maxillaire : analyse de littérature. – 58 f. ; ill. ; tabl. ; 32 réf. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2022)

RÉSUMÉ

La socket-shield technique décrite pour la première fois par Hürzeler et al en 2010, est présentée comme étant une alternative à la technique conventionnelle d'extraction implantation immédiate. Son principe réside dans le maintien d'une portion radiculaire vestibulaire de la dent concernée, afin de préserver le ligament alvéolo-dentaire et ainsi maintenir la vascularisation de l'os alvéolaire. Ceci permettrait une limitation de la résorption osseuse, et donc un résultat esthétique au plus proche du naturel. Douze articles ont été sélectionnés afin d'évaluer si la socket-shield technique apporte ou non quelques intérêts dans la gestion de l'édentement antérieur maxillaire. Différents résultats sont exposés, notamment les remaniements dimensionnels de l'os alvéolaire dans le sens vertical et horizontal, l'esthétique par le pink esthetique score, ainsi que les limites et complications associées.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Implantologie

MOTS CLEFS MESH

Pose immédiate d'implant dentaire / immediate dental implant loading

Extraction dentaire / Tooth extraction

Pose d'implant dentaire endo-osseux / dental implantation endosseous

Esthétique / Esthetics

JURY

Président : Pr. AMOURIQ

Assesseur : Dr. STRUBE

Dr. CLOITRE

Dr. QUINSAT

Dr. GUILLEMIN

Directeur : Dr. HOORNAERT