



HAL
open science

Concept SSA en implantologie : de la biologie à l'optimisation du temps de travail

Charlène Crépin

► **To cite this version:**

Charlène Crépin. Concept SSA en implantologie : de la biologie à l'optimisation du temps de travail. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03857842

HAL Id: dumas-03857842

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03857842v1>

Submitted on 17 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2020

Thèse n°

T H È S E

Pour le DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE-DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 12 novembre 2020

par

Charlène CRÉPIN

**CONCEPT SSA EN IMPLANTOLOGIE : DE LA BIOLOGIE A
L'OPTIMISATION DU TEMPS DE TRAVAIL**

JURY :

Président : M. Jean-Luc VEYRONE, Professeur des Universités

Assesseurs : M. Pascal AUROY, Professeur des Universités

M. Christophe DESCHAUMES, Maître de Conférence des Universités

M. Julien DUROUX, Docteur en Chirurgie-Dentaire

**UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE
UFR ODONTOLOGIE
63000 CLERMONT-FERRAND**

<i>Président de l'Université</i>	:	Monsieur le Professeur Mathias BERNARD
<i>Directeur Général des Services</i>	:	Monsieur François PAQUIS
DOYEN DE L'UFR D'ODONTOLOGIE	:	Monsieur Emmanuel NICOLAS Professeur des Universités
VICE-DOYEN, Directrice des Etudes	:	Madame Marion BESSADET Maître de Conférences des Universités

LISTE DES PROFESSEURS

Professeurs des Universités – Praticiens hospitaliers :

Monsieur Pascal AUROY	- Prothèses
Monsieur Radhouane DALLEL	- Sciences Anatomiques
Monsieur Laurent DEVOIZE	- Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Madame Sophie DOMEJEAN	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Madame Martine HENNEQUIN	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Emmanuel NICOLAS	- Prothèses
Monsieur Thierry ORLIAGUET	- Sciences Biologiques
Madame Valérie ROGER-LEROI	- Sciences Biologiques
Madame Stéphanie TUBERT-JEANNIN	- Prévention, Epidémiologie
Monsieur Jean-Luc VEYRUNE	- Prothèses

Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens hospitaliers :

Madame Marion BESSADET	- Prothèses
Monsieur Hervé BESSE	- Pédiodontie
Monsieur Guillaume BONNET	- Prothèses
Monsieur Didier COMPAGNON	- Prothèses
Monsieur Pierre-Yves COUSSON	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Nicolas DECERLE	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Christophe DESCHAUMES	- Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Monsieur Jean-Christophe DUBOIS	- Prothèses
Madame Cindy LANCE	- Prothèses
Madame Christelle RICHARD	- Pédiodontie
Mademoiselle Céline MELIN	- Sciences Anatomiques
Madame Estelle MACHAT	- Prévention, Epidémiologie
Monsieur Paul PIONCHON	- Sciences Anatomiques
Monsieur Dominique ROUX	- Odontologie Conservatrice, Endodontie

Professeur des Universités :

Monsieur Alain ARTOLA	- Neurosciences
-----------------------	-----------------

Maître de Conférences des Universités :

Mademoiselle Lénaïc MONCONDUIT	- Neurosciences
--------------------------------	-----------------

Professeur de Lycée Professionnel

Monsieur Jean-Daniel ABSHILAVA	- Anglais
--------------------------------	-----------

Maîtres de Conférences des Universités Associés :

Monsieur Félix AUTISSIER	- Sciences de Gestion
Madame Anne DEPREUX	- Informatique et Pédagogie
Madame Merian NASSRA	- Sciences Biologiques

Remerciements

À Monsieur Jean-Luc Veyrune, Professeur des Universités

Pour l'honneur que vous nous faites de présider notre jury de thèse. Soyez assuré de toute notre gratitude et de nos sincères remerciements pour votre engagement, votre disponibilité et votre sympathie tout au long de notre formation.

À Monsieur Pascal Auroy, Professeur des Universités

Pour l'honneur que vous nous faites de participer au jury de notre thèse, ainsi que pour la qualité et la rigueur de votre enseignement lors de ces années d'études. Veuillez recevoir nos remerciements et l'expression sincère de notre entière considération.

À Monsieur Christophe Deschaumes, Maître de Conférence des Universités

Pour l'honneur que vous nous faites de siéger dans ce jury, pour la qualité de votre enseignement et vos bons conseils. Soyez assuré de mon profond respect et veuillez trouver ici l'expression de ma sincère considération.

À Monsieur Julien Duroux, Docteur en Chirurgie-Dentaire

Pour nous avoir accompagnés tout au long de ce travail, pour la confiance que vous nous avez accordés pendant notre cursus universitaire, pour la richesse et la diversité de votre enseignement. Ce fût un réel plaisir de travailler avec vous. Soyez assuré de notre profonde reconnaissance et de nos sincères remerciements.

À *ma famille* à qui je dédie ce travail,

À *mes parents*, pour votre amour infini, pour votre soutien indéfectible et pour les nobles valeurs que vous m'avez transmises. Je suis fière de suivre votre modèle et de résulter de ce « savant mélange de vous deux ». Merci pour tout.

À *mes (très grands) petits frères, Maxence et Théo*, pour votre patience envers votre sœur chérie parfois pas très docile, pour vos blagues et vos bagarres qui ont toujours su me faire rire. Vous me rendez fière de ma fratrie.

À *mes grands-parents, Pépé, Mély, Papi et Mamie*, pour votre soutien, votre tendresse, vos attentions, vos délicieux petits plats et légumes du jardin qui ont réjoui mon quotidien tout au long de mes études, pour me chérir sans limite depuis ma naissance.

À *mes oncles et tantes, cousins et cousine, à Ben* pour m'avoir accompagnée durant ces années d'études, malgré la distance.

À *Jean Baptiste*, pour ton amour sans limite, et pour ton soutien et tes bons conseils tout au long de la réalisation de ce travail. Tu as su trouver une grande place dans mon cœur, quel bonheur de partager ma vie avec toi.

À *Caroline, Franck, Robert, Jonathan*, pour m'avoir accueillie à bras ouverts dans la famille.

À *mon Klub, Alice, Inès, Justine, Margaux, Manon, Florian, Thomas*, vous êtes la famille que j'ai choisie, même si je ne suis pas sûre d'avoir réellement eu le choix, surtout pour Alice... Merci pour toutes ces soirées, ces lendemains, ces rires, ces débats, ces repas de la chasse, ces PNS. Vous avez rendu éclatantes ces années d'études. Merci pour la belle amitié qui nous lie les uns aux autres.

À *Édouard*, pour m'avoir rassurée à chaque fois que je doutais, pour tes conseils et surtout pour nos longues discussions riches et authentiques.

À *Marine*, pour nos soirées « mémés », nos confidences, et ces moments inoubliables à l'autre bout du monde.

À *Chloé*, pour l'enthousiasme inépuisable avec lequel tu m'as accompagnée à chaque fois que la fête durait jusqu'au petit matin.

À *Ariane*, pour toutes ces soirées à se donner du courage à la Coopé, pour toujours avoir été sur la même longueur d'onde que moi.

À *Justine*, pour tous ces fous rires, ces papotages, ces soirées télés à spécifiquement choisir de regarder le programme le plus nul qui puisse se proposer à nous.

À *Cyril*, pour ton aide précieuse au laboratoire de prothèse, mais surtout pour les petites pauses entre les patients, et pour toutes ces défaites que tu as subies au squash, au padel et au badminton.

À *Anne-Lise*, grâce à qui la PACES était un grand moment de rigolades tous les lundis.

À *Anicia, Élise, Oriana, Alice, Léa, Agathe*, pour cette amitié folle et inépuisable qui nous lie depuis un beau moment. Loin des yeux, près du cœur, avec des week-ends où l'on se retrouve qui sont à chaque fois un peu plus fous.

À *Geoffrey, Laura, Louise, Meriem, Louise, Paul*, et à toute ma promo, pour ces années de folie, aux copains d'Oléron, pour ces étés endiablés.

À mon binôme *Romain*, je ne pouvais pas rêver meilleur binôme pour mes premiers pas de dentiste, à *Jaouad, Bryan, Marie, Marie et Émeline*, j'espère vous avoir transmis une jolie conception du métier.

Aux professeurs de la faculté et du centre de soins, *Dr Auduc, Dr Al Khouri, Dr Besse, Dr Brionnet, Dr Cousson, Dr Decerle, Dr Devoize, Dr Jodas, Dr Mathat, Dr Pacchioni, Dr Vautey*, avec qui j'ai eu l'honneur et le plaisir de me former, ainsi que tous les autres enseignants avec qui j'ai eu moins d'occasions d'échanger.

À *Michèle, Patricia, Maria, Cécile*, aux aides-soignantes et aux prothésistes, qui ont toujours fait preuve d'une grande gentillesse et d'une immense bienveillance envers moi.

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	5
2. MATERIEL ET METHODES.....	8
2.1 REVUE DE LA LITTERATURE.....	8
2.2 MESURE DU TEMPS DE TRAVAIL	9
3. RESULTATS	10
3.1 BIOLOGIE DE LA RESORPTION	10
3.1.1 Cicatrisation histologique.....	10
3.1.2 Cicatrisation macroscopique	11
3.1.3 Facteurs de risque liés à l'anatomie	12
3.1.4 Facteurs de risque liés à l'avulsion	12
3.1.5 Facteurs de risque liés à l'implantation.....	13
3.2 GESTION DE LA RESORPTION.....	14
3.2.1. Régénération osseuse guidée	14
3.2.2. Stimulation mécanique de l'alvéole	14
3.2.3. Implantation immédiate	14
3.2.4. Classification EDS.....	15
3.3 OPTIMISATION DU TEMPS DE TRAVAIL	16
3.3.1. Stratégie 4D	16
3.3.2. Arsenal thérapeutique	17
3.3.3. Comparaison des différentes séquences implantaires.....	17
3.4 PRESENTATION DES PROTOCOLES SSA	19
3.4.1. Fabrication du SSA après la pose de l'implant avec du composite fluide (45).....	19
3.4.2. Fabrication du SSA après la mise en place de l'implant via un système d'empreinte optique et une usineuse «in office» (34).....	20
3.4.3. Fabrication du SSA avant la mise en place de l'implant via la chirurgie guidée (4).....	21
4. DISCUSSION.....	22
4.1 INTERETS DU SSA	22
4.1.1. Maintien des structures existantes	22
4.1.2. Guide de cicatrisation	22
4.1.3. Adjuvant de l'implantation immédiate en secteur postérieur	23
4.1.4. Gestion du profil d'émergence.....	23
4.1.5. Optimisation du temps de travail	24
4.1.6. Parcours patient.....	25

4.2	LIMITES DU SSA.....	26
4.2.1.	<i>Biocompatibilité du SSA.....</i>	26
4.2.2.	<i>Coût.....</i>	27
4.2.3.	<i>Limite de l'implantation immédiate</i>	27
4.2.4.	<i>Manque d'étude sur le concept SSA.....</i>	28
5.	CONCLUSION	29
6.	BIBLIOGRAPHIE.....	30

Liste des figures

Figure 1 : Fabrication d'un pilier SSA en peropérateur par utilisation de composite fluide immédiatement après l'avulsion de la dent 16 (source : document personnel).....p6

Figure 2 : Séquences chronologiques des différents plans de traitement de réhabilitation implantaire (source : document personnel)p17

Liste des tableaux

Tableau 1 : classification des protocoles d'implantation selon l'état de cicatrisation du site (source : Hämmerle et coll., 2004).....	p5
Tableau 2 : sélection des articles.....	p8
Tableau 3 : conduite implantaire à tenir en fonction de l'état du site (source : Caplanis et al., 2005).....	p16

1. Introduction

Lorsqu'une dent est condamnée et que la thérapeutique s'oriente vers la solution implantaire, quatre situations décrites par Hämmerle et coll. en 2004 peuvent se présenter pour déterminer le moment de la pose implantaire: (1)

Tableau 1 : classification des protocoles d'implantation selon l'état de cicatrisation du site
(source : Hämmerle et coll., 2004)

<i>Classification</i>	<i>Terminologie</i>	<i>Délai après l'avulsion des dents</i>	<i>Situation clinique souhaitée lors de la pose des implants</i>
Type 1	Pose immédiate	Immédiate après l'avulsion	Site post-extractionnel sans cicatrisation des tissus mous et osseux
Type 2	Pose précoce avec cicatrisation des parties molles	Traditionnellement 4 à 8 semaines	Site post-extractionnel avec tissus mous cicatrisés mais sans cicatrisation osseuse significative
Type 3	Pose précoce avec cicatrisation osseuse partielle	Traditionnellement 12 à 16 semaines	Site post-extractionnel avec tissus mous cicatrisés et cicatrisation osseuse significative
Type 4	Pose différée	Traditionnellement 3 à 6 mois ou plus	Site post-extractionnel entièrement cicatrisé

Concernant le secteur antérieur, la séquence de travail est codifiée et standardisée. Lorsqu'elle est possible, l'implantation immédiate est de mise afin de profiter de la modélisation osseuse post-extractionnelle favorable à l'ostéointégration de l'implant et de répondre à l'impératif esthétique avec la pose d'une couronne provisoire. (2) Concernant le secteur postérieur, il n'existe pas de protocole standardisé d'extraction implantation immédiate codifié. La raison se trouve dans les défis qu'impose l'implantation immédiate dans les secteurs postérieurs. Il est en effet plus complexe d'obtenir une stabilité primaire de l'implant, les forces occlusales compromettent l'ostéointégration de l'implant en cas de couronne provisoire immédiate, et l'anatomie cervicale volumineuse des dents postérieures complique la fermeture hermétique du site d'implantation. (3) Les techniques connues sont très invasives : déplacement de la ligne muco-gingivale, lambeau tracté cervicalement, sutures et incisions périostées. Ce sont autant de gestes traumatisants, complexes, chronophages et praticien-dépendants qui rendent peu prédictible le succès de la thérapeutique implantaire.

A. Popelut et G. Finelle proposent en 2014 un concept de pilier de fermeture alvéolaire qui répond aux défis posés par l'implantation immédiate en secteur postérieur. Il s'agit du SSA (Sealing Socket Abutment), un pilier de cicatrisation personnalisé, réalisé de façon biomimétique au collet de la dent extraite. (4)



Figure 2 : Fabrication d'un pilier SSA en peropérateur par utilisation de composite fluide immédiatement après l'avulsion de la dent 16 (source : document personnel)

Il a pour objectif de guider la cicatrisation muqueuse et osseuse dans le cadre de l'extraction implantation immédiate, dans un site ouvert où les tissus sont intègres et dans leur position originelle. Le but de ce pilier est de maintenir les tissus dans cette position, et de limiter les phénomènes de résorption inhérents à la cicatrisation alvéolaire. La mise en place d'un dispositif provisoire permet de conserver le profil d'émergence établi par la dent naturelle et d'assurer la fermeture du site d'implantation. Le profil d'émergence est défini comme « le contour de la dent et de la couronne qui traverse les tissus mous, et qui s'élève vers la zone de contact inter-proximale et la hauteur du contour vestibulaire et lingual ». Le profil d'émergence d'une restauration implanto-supportée est le contour du complexe pilier/couronne tel qu'il naît du col implantaire et de l'émergence des tissus mous péri-implantaire. (5) A la suite de la mise en place de la prothèse d'usage, le profil d'émergence établi assurera le maintien d'une architecture péri-implantaire satisfaisante, affirmant le résultat esthétique et biologique. Les objectifs du dispositif transitoire sont le modelage des tissus mous péri-implantaires, le maintien de la gencive cervicale dans sa position physiologique, l'obtention d'un profil émergence naturel ainsi que le maintien des papilles inter-dentaires et du volume osseux à court et moyen terme. (6)

Il est alors impératif de ménager le site d'avulsion en mettant en œuvre des techniques d'avulsion minimalement invasives afin de :

- Préserver les structures
- Limiter les pertes de chances implantaire
- Réduire les complications de cicatrisation et les suites post-opératoires.

Les techniques requises sont la coronotomie, la séparation des racines, l'utilisation d'un périotome afin d'éviter toute compression des papilles inter-dentaire et toute force excessive exercé sur la table alvéolaire vestibulaire qui pourrait provoquer sa fracture et engendrer sa résorption. (4)

Les bénéfices cliniques pour le patient et pour le praticien semblent observés tant d'un point de vue chirurgical (suites post-opératoires, temps de traitement, nombre de chirurgie), que prothétique (profil d'émergence, maintien de l'architecture gingivale, contrôle de la résorption alvéolaire). Le concept SSA viserait à maintenir les structures anatomiques présentes et à réduire le nombre et la durée des interventions.

Ce travail propose d'évaluer à la fois l'intérêt biologique de ce concept et comment la réflexion qui encadre sa séquence de réalisation est guidée par une volonté d'optimiser le temps de travail.

2. Matériel et méthodes

2.1 Revue de la littérature

Les articles utilisés dans cette revue de littérature ont été sélectionnés à partir de la base de données informatique Pubmed. La bibliographie a été complétée à partir des références des articles sélectionnés. Cette bibliographie a été établie après avoir posé quelques limites. Les dates de publication des articles retenus à propos de l'implantation immédiate s'étendent sur les vingt dernières années. Bien que ce travail concerne le secteur postérieur, les articles traitant de l'implantation immédiate en secteur antérieur n'ont pas été exclus du fait de la similitude des processus de résorption survenant, quel que soit le site d'avulsion.

La recherche sur Pubmed a été réalisée à partir des mots clés suivants : « dental implant abutment », « alveolar bone loss », « alveolar ridge preservation », « morphological change », « tooth extraction », « tissue conditioning, dental », « bone remodeling », « dental implant, single-tooth », « guided tissue regeneration », « sealing socket abutment », et « immediate dental implant loading ». Différentes recherches informatiques ont été effectuées avec 6 associations des mots clés cités précédemment. Afin d'obtenir une bibliographie ciblée répondant au sujet et à ses questions, les articles ont été sélectionnés ou éliminés à l'aide des lectures successives des titres et résumés, puis de chaque article complet. (Tableau 2).

Tableau 2 : Sélection des articles.

Mots Clés	Nombre d'articles	Nombre d'articles sélectionnés après lecture du titre et du résumé	Nombre d'articles sélectionnés après lecture complète
(tissue conditioning, dental) AND (dental implant abutment)	18	9	5
(tissue conditioning, dental) AND (immediate dental implant loading)	1	1	1
(guided tissue regeneration) AND (immediate dental implant loading)	64	31	12
(alveolar bone loss) AND (tooth extraction) AND (bone remodeling)	104	53	26
(dental implant abutment) AND (bone remodeling) AND (immediate dental implant loading)	191	47	15
(morphological change) AND (tooth extraction) AND (alveolar ridge preservation)	10	7	4
(sealing socket abutment)	7	2	2

Plusieurs articles étant communs aux différentes recherches, 25 articles ont été retenus après élimination des doublons. Chaque article a été analysé selon les critères de sélection suivants :

- Titre et revue
- Auteurs
- Date de publication
- Idée principale, objectifs
- Méthode d'évaluation et moyens techniques

Les bibliographies des articles sélectionnés ont été étudiées, et ont permis de compléter cette étude de 29 articles obtenus par recherche ascendante.

2.2 Mesure du temps de travail

Afin d'étudier l'intérêt du concept SSA dans l'optimisation du temps de travail, des séances ont été planifiées selon les différents protocoles à comparer. Le temps de chaque séance a été mesuré en minutes, et arrondi à la demi-dizaine inférieure afin de compenser le temps perdu dans le contexte d'une pratique au CHU, où les séances sont plus longues qu'en cabinet. Cela se justifie d'une part en raison d'une pression économique de rendement du temps d'occupation du fauteuil absente par rapport à un cabinet, et d'autre part à cause de la pluralité des intervenants et de l'intérêt pédagogique des séances, réduisant l'efficacité de chaque intervention.

3. Résultats

3.1 Biologie de la résorption

La clé pour obtenir un tissu gingival péri-implantaire optimal est de lui offrir un support osseux suffisant. La perspective de l'utilisation d'un SSA dans les protocoles d'extraction implantation immédiate en secteur postérieur est de maintenir un volume de crête adéquat afin de restaurer la fonction et l'esthétique sur le long terme lors de la pose de la prothèse d'usage.

(4) La résorption de l'os alvéolaire qui survient particulièrement les trois premiers mois suivants l'avulsion est la résultante des fonctions qui lui sont soumises (Loi de Wolff) selon les quatre cofacteurs suivants (7) :

- Facteur anatomique : qualité de l'os, épaisseur des corticales.
- Facteur métabolique : vascularisation, sénescence du tissu osseux.
- Facteur fonctionnel : intensité, fréquence, et durée de l'application des forces occlusales.
- Facteur prothétique : qualité de la prothèse en termes de sustentation, de stabilité, de surcharge occlusale.

3.1.1 Cicatrisation histologique

La cascade d'évènements qui survient après l'avulsion d'une dent a été décrite dans de nombreuses études réalisées chez l'humain et le chien. (8–11) Bien que la modélisation et le remodelage osseux soient trois à cinq fois plus rapides chez le chien que chez l'homme, les résultats histologiques de ces études ont révélé une similitude significative entre la guérison de l'alvéole chez le chien et chez l'homme. Le processus de cicatrisation alvéolaire peut être divisé en trois phases souvent superposées : inflammatoire, proliférative, et modélisation / remodelage. (12) En 1969, Amler mène une étude sur 185 biopsies de sites d'avulsion à différents moments de la cicatrisation. (13) Immédiatement après l'avulsion, les hémostases primaire puis secondaire se produisent, suivies trois jours plus tard de la fibrinolyse et de la formation de tissu de granulation. Au bout de sept jours, ce tissu est bordé par un tissu conjonctif périphérique et un tissu ostéoïde se dessine en fond d'alvéole. A partir du quatorzième jour, de l'os spongieux immature se forme. Quarante jours après l'avulsion, un os immature trabéculaire ainsi que du tissu conjonctif combler l'alvéole. En moyenne, le tissu conjonctif occupe 62 % du volume alvéolaire face à 34 % pour l'os trabéculaire.

Au bout du troisième mois post-extractionnel, l'apparition de l'os lamellaire et du périoste peut être objectivée : c'est le début de la maturation osseuse. (11) La présence de tissu osseux mature est relevée au bout de 3 à 6 mois post-extractionnels. (14)

Durant la modélisation osseuse, les cellules bordantes de l'alvéole se rétractent et libèrent l'accès en faveur des ostéoclastes. La résorption ostéoclastique permet à la matrice osseuse dégradée de libérer des facteurs de croissance à potentialité inductrice : les BMP. Ils induisent la différenciation des cellules souches en chondroblastes ou ostéoblastes. Le foyer s'organise en une matrice tridimensionnelle propice aux interactions cellulaires. Il ne s'agit plus du tissu de granulation mais du cal osseux. La migration et la différenciation des cellules pluripotentes sont rendues possibles. Ces cellules prolifèrent et se différencient pour engendrer une réponse cicatricielle. Les ostéoblastes actifs migrent vers le site lésionnel et synthétisent une nouvelle matrice osseuse non encore minéralisée (tissu ostéoïde). Au terme du recrutement de cellules ostéoprogénitrices et de leur différenciation, la trame cartilagineuse confectionnée par les ostéoblastes finit par se minéraliser. (15) La cicatrisation osseuse est d'abord immature, l'os va progressivement se remanier.

3.1.2 Cicatrisation macroscopique

Les changements dimensionnels qui se produisent au niveau de la crête alvéolaire après une avulsion ont été rapportés dans plusieurs études chez l'homme et par le biais de différentes méthodes telles que le relevé de mesures, l'étude de modèles en plâtre et les examens radiologiques. (9–11,16,17) La résorption post-extractionnelle peut être quantifiée radiographiquement. Selon les études, le pourcentage de perte verticale est de 11 à 22 % à 6 mois. Le pourcentage de perte horizontale est de 32 % à 3 mois et de 29 à 63 % à 6 mois. (18) En raison du caractère plus mince de la table alvéolaire vestibulaire, sa résorption sera plus importante que pour son homologue lingual ou palatin. (10)

La fin du processus de cicatrisation de l'alvéole est cliniquement observée par la fermeture de l'alvéole par des tissus mous épithélialisés adhérents à la crête alvéolaire et un comblement osseux de l'alvéole. (10) Alors que la plupart des changements dimensionnels se produisent au cours des 3 premiers mois, la réorganisation histologique de la crête alvéolaire peut se poursuivre jusqu'à 1 an après l'avulsion. (13)

La néoformation osseuse et le remodelage osseux sont accompagnés d'une alvéolyse osseuse tridimensionnelle. Cette résorption alvéolaire est décrite comme étant chronique, progressive, cumulative et d'origine multifactorielle. (16) Au-delà des facteurs de risque généraux (âge, sexe, état de santé général, tabagisme), il est important pour le praticien de connaître les facteurs de risque locaux sur lesquels il pourra agir pour gérer le risque de résorption post-extractionnelle de l'alvéole.

3.1.3 Facteurs de risque liés à l'anatomie

L'architecture osseuse diffère du maxillaire à la mandibule, et d'un site antérieur à un site postérieur : l'épaisseur des corticales et la densité osseuse sont plus importantes à la mandibule par rapport au maxillaire, et augmentent d'antérieur en postérieur. De la faible présence de corticale résulte une résorption plus importante. Ce phénomène est aggravé au maxillaire antérieur du fait de l'irrigation de la table alvéolaire antérieure quasi-exclusivement par le ligament desmodontal. (19) De plus, déhiscences et fenestrations sont des défauts osseux retrouvés majoritairement sur les sites antérieurs et sont promoteurs de résorption. (20) Les modifications architecturales que subira l'os après l'avulsion seront fonction de la localisation du site. Le pourcentage de résorption vestibulo-linguale est plus important dans les régions molaires que dans les régions prémolaires et dans la mandibule par rapport au maxillaire. (8) Parce que la paroi alvéolaire linguale est généralement plus large que la paroi alvéolaire vestibulaire, la modélisation osseuse entraîne une plus grande perte osseuse verticale au niveau de la paroi vestibulaire. De plus, la modélisation osseuse a lieu plus tôt que le remodelage osseux, de telle sorte qu'environ les deux tiers du processus de modélisation se produisent au cours des 3 premiers mois de cicatrisation. (14)

3.1.4 Facteurs de risque liés à l'avulsion

L'avulsion en elle-même est un facteur de risque de résorption de l'os alvéolaire : comme pour le ciment radiculaire et le ligament parodontal, l'os alvéolaire est une structure dépendante des dents. (21) Ainsi, la fine paroi alvéolaire vestibulaire est de facto dento-dépendante. De plus, la stimulation mécanique de l'os alvéolaire par la mastication est un

facteur du maintien de la trophicité alvéolodentaire. La perte d'une dent entraîne une résorption irréversible de l'os qui la soutenait. (22)

La résorption de la crête post-avulsion est induite par plusieurs facteurs tels le traumatisme chirurgical (fracture alvéolaire, ischémie provoquée par les incisions et lambeaux), le manque de stimulus mécanique sur les parois alvéolaires, la section des structures vasculaires irriguant les parois alvéolaires et des principales fibres desmondontales. En effet, l'os alvéolaire subsiste dans des dimensions plus minces que l'os basal parce que le ligament parodontal fournit le stimulus fonctionnel et trophique nécessaire à sa subsistance. Un autre facteur de l'alvéolyse est la perte de la vascularisation. Dès les premiers jours post-extractionnels, l'ischémie intra-alvéolaire qui apparaît peut être contrecarrée par la présence d'un caillot sanguin. (22) La perte des dents conduit donc irrémédiablement à de nombreux changements de l'os alvéolaire support.

3.1.5 Facteurs de risque liés à l'implantation

Il est admis dans la littérature que l'implantation post-extractionnelle immédiate n'empêche pas la modélisation osseuse et préserve ainsi la forme originale de la crête. (23,24) L'extraction implantation immédiate en secteur postérieur impose également le défi de la fermeture hermétique du site d'implantation. La volonté d'enfouir l'implant ou de fermer la plaie autour d'un pilier de cicatrisation standard impose la réalisation d'un lambeau d'épaisseur totale puis partielle afin de tracter la gencive attachée en direction du col implantaire et d'obturer la zone qui était occupée par le collet de la dent. Des tensions sur les parois alvéolaires résultent de la traction cervicale de ce lambeau et des sutures qui le maintiennent en place. Ce sont les forces exercées sur cette zone en phase de cicatrisation qui orientent son remodelage vers l'effondrement des parois alvéolaires en direction de l'implant et non pas l'élévation du lambeau en elle-même. (25,26) Des études animales et humaines n'ont pas réussi à soutenir le concept selon lequel l'avulsion sans élévation du lambeau empêche la réduction de la crête. (24,27,28) Ces études indiquent que le traumatisme chirurgical de l'avulsion de la dent elle-même prévaut sur le traumatisme chirurgical causé par l'élévation d'un lambeau d'épaisseur totale puis partielle.

3.2 Gestion de la résorption

3.2.1. Régénération osseuse guidée

Le volume comblé par l'implant est largement inférieur au volume occupé par les racines des molaires dans l'alvéole. Le delta de volume inoccupé sera perdu en l'absence de comblement de ce hiatus s'il est supérieur à 2 mm. (29) Certaines études ont évalué la résorption de la crête alvéolaire avec ou sans matériau de comblement alvéolaire. (30–32) Elles ont révélé que la réduction de la crête après l'avulsion peut être interceptée suite à la mise en place de substituts osseux et/ou l'utilisation de barrières mécaniques (membranes synthétiques ou PRF). La structure de la crête alvéolaire est ainsi mieux préservée. Les auteurs ont conclu que la mise en place d'un substitut osseux faiblement résorbable dans une cavité d'avulsion peut guider la modélisation osseuse et compenser la perte osseuse vestibulaire lorsque la paroi présente une épaisseur inférieure à 2mm. (33) Il s'agit là du précepte des techniques de préservation alvéolaire. Le SSA procure une stabilisation du matériau de comblement lorsque le chirurgien a estimé nécessaire sa mise en place, et du caillot sanguin qui est le point de départ de la cicatrisation de l'alvéole d'avulsion. (34)

3.2.2. Stimulation mécanique de l'alvéole

La relation entre le comportement osseux et l'intensité des pressions exercées se traduit par une alvéolyse en cas d'absence de pression ou d'une pression excessive, alors qu'une pression modérée permet de maintenir la structure osseuse. L'absence d'activité mécanique, due à la perte des dents, aboutie à la résorption des crêtes édentées. (22) Des études ont montré que la mise en charge immédiate d'un implant en site cicatrisé avec des contacts occlusaux minimaux en position d'intercuspidie maximale intervient dans la conservation d'un léger stimulus mécanique de l'os alvéolaire qui ne compromet pas l'ostéointégration de l'implant. (35,36)

3.2.3. Implantation immédiate

Bien que les résultats soient contradictoires, l'implantation immédiate peut préserver l'os alvéolaire post-extractionnel. (23,37–40) Que l'implant soit placé immédiatement ou plus tard dans l'alvéole, il est très important d'extraire les dents de la façon la moins traumatique

possible pour minimiser la résorption osseuse. Il est recommandé de séparer les racines afin de les avulser sans risque de fracture de la paroi alvéolaire vestibulaire. (41) Les facteurs essentiels au succès de l'implant post-extractionnel sont les suivants : (3)

- Épaisseur et intégrité substantielles des parois alvéolaires, absence d'infection
- Positionnement tridimensionnel et stabilité primaire envisageables adéquats de l'implant
- Épaisseur et intégrité gingivales
- Facteurs du patient tels que l'hygiène et le tabagisme

Parmi ces facteurs, le volume osseux existant et sa capacité à guérir sont les plus importants. Ainsi l'implantation post-extractionnelle s'inscrit en premier lieu dans une démarche de conservation des volumes existants, et conflue de la sorte vers les objectifs du protocole SSA.

L'implantation immédiate se fait lorsque les conditions de succès de l'ostéo-intégration sont réunies et lorsqu'il est possible de prévoir une cicatrisation aboutissant à une épaisseur de table osseuse supérieure ou égale à 2mm entre le bord de l'implant qui sera posé et le bord externe de la paroi alvéolaire vestibulaire. Une épaisseur comprise entre 1 et 2 mm requiert une intervention au niveau des tissus durs, généralement sous la forme d'une augmentation latérale, sous peine de ne pas offrir de soutien suffisant aux tissus mous. Une épaisseur inférieure à 1 mm réunit les conditions d'une lyse osseuse verticale de la table vestibulaire si rien n'est fait et, par conséquent, d'une récession gingivale. (33) Une stabilité primaire supérieure à 35 N.cm⁻¹ est requise pour apprécier un succès d'implantation prédictible. (42)

3.2.4. Classification EDS

Afin de simplifier le choix du traitement implantaire en fonction de l'anatomie osseuse, Caplanis et al. ont élaboré en 2005 une classification des défauts osseux immédiatement post-extractionnels. La classification EDS (Extraction Defect Sounding) décrit les conditions des tissus durs et mous immédiatement après l'avulsion de la dent, avant la cicatrisation et le remodelage de l'alvéole. Il fournit des directives de traitement pour obtenir une intégration et un résultat esthétique de l'implant prévisibles. Cette classification s'applique après que la décision d'avulsion a été prise et qu'une évaluation objective du défaut d'avulsion est effectuée.

La classe d'appartenance de l'alvéole est établie directement après l'avulsion, et ce travail peut être résumé ainsi (43) :

Tableau 3 : conduite implantaire à tenir en fonction de l'état du site (source : Caplanis et al., 2005)

Type de défaut	Évaluation générale	Parois affectées	Perte tissus durs	Biotype gingival	Distance gencive marginale-crête	Esthétique des tissus mous	Recommandation de traitement
EDS1	Alvéole sans dommage Monoradiculée	0	0mm	Épais	0 à 3mm	Prédictible	Chirurgie atraumatique implantation immédiate
EDS2	Léger dommage d'os crestal ou interproximal Pluriradiculée	0 à 1	0 à 2mm	Épais ou fin	3 à 5 mm	Gérable mais non prédictible en 1 étape	Préservation alvéolaire ou implantation immédiate
EDS3	Domage modéré	1 à 2	3 à 5 mm vertical et/ou horizontal	Épais ou fin	6 à 8mm	Risque de récession et exposition de l'implant	Préservation du site avant implantation
EDS4	Domage sévère	2 et plus	≥ 6mm vertical et/ou horizontal	Épais ou fin	≥ 9mm	Compromis	Préservation Augmentation puis implantation

Selon cette classification, le protocole SSA s'intègre aux classes EDS1 et EDS2, et est à associer à une régénération osseuse guidée lorsque la table vestibulaire présente une épaisseur comprise entre 1 et 2 mm.

3.3 Optimisation du temps de travail

3.3.1. Stratégie 4D

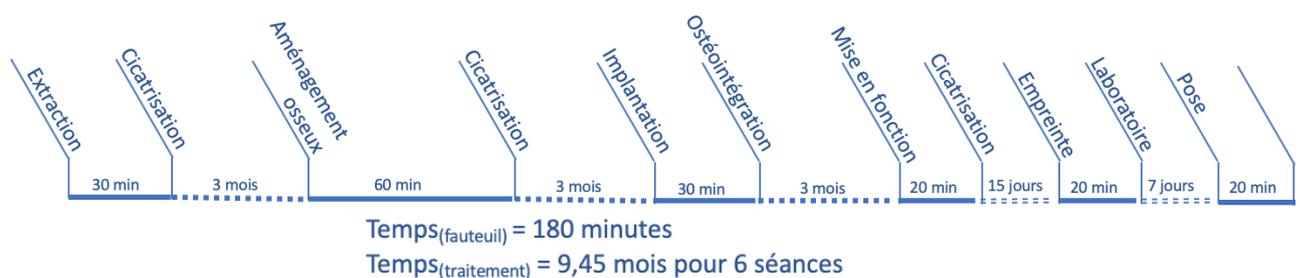
Pour obtenir un résultat fonctionnel et esthétique optimal et prédictible, il est essentiel de concevoir le traitement au-delà des techniques cliniques et de l'arsenal thérapeutique les

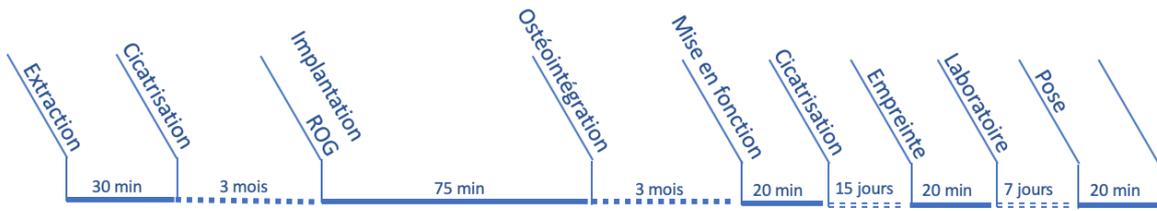
plus appropriés et de considérer une quatrième dimension : le timing de la séquence de traitement. Ce critère supplémentaire dans la planification du traitement incorpore la stadification séquentielle optimale : de l'avulsion des dents, de la préservation ou de l'amélioration des tissus durs et mous, de la mise en place des implants, de la connexion des piliers, du modelage des tissus avec une couronne provisoire éventuellement modifiée, et de la restauration définitive. En 2007, Funato et coll. parlent d'une stratégie 4D qui intègre le temps comme facteur du succès implantaire. L'évaluation 3D initiale du site potentiel doit inclure la planification de la séquence thérapeutique afin de maîtriser la résorption osseuse et la récession concomitante des tissus mous après l'avulsion. (44) Cela réduit le nombre d'interventions potentielles, chirurgicales et restauratrices, optimisant la durée des séances et du traitement. Cette extension du positionnement 3D des implants en un concept 4D utilise le temps comme variable clé dans le développement de restaurations implantaires fonctionnelles, esthétiques et pérennes. La planification de la séquence de travail détermine ainsi le succès de la thérapeutique implantaire.

3.3.2. Arsenal thérapeutique

La réhabilitation implantaire d'un site en voie d'édentation peut se dérouler selon différents protocoles à la fois chirurgicaux et prothétiques, tous deux étant étroitement corrélés. L'implantation en secteur postérieur ne répond pas aux mêmes exigences de temporisation esthétique que dans le secteur antérieur. De plus, les forces occlusales importantes au niveau des dents postérieures risquant de mettre en péril l'ostéointégration de l'implant, la temporisation par une couronne provisoire n'entre pas dans l'arbre décisionnel du protocole implantaire. L'évaluation de la situation clinique et radiographique aboutit à une réflexion sur les différentes techniques de réalisation implantaire qui s'offrent au chirurgien. Il en résulte un arbre décisionnel des options thérapeutiques.

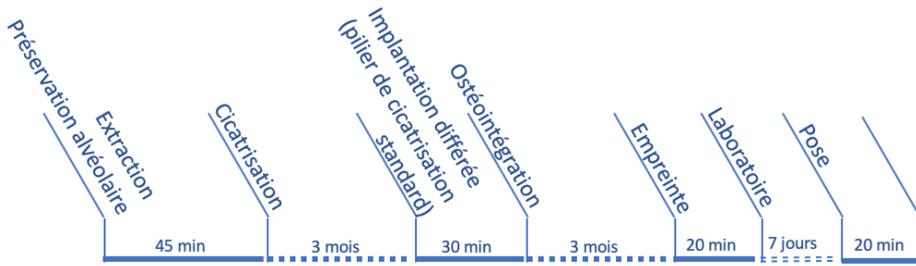
3.3.3. Comparaison des différentes séquences implantaires





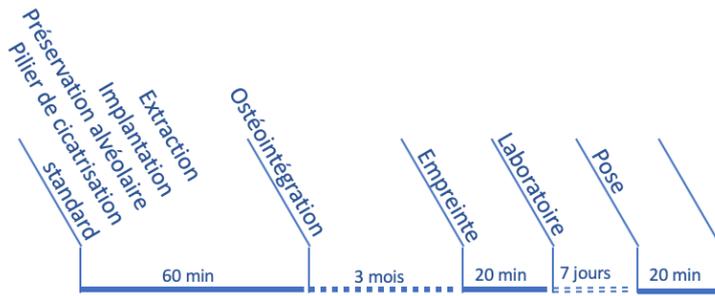
Temps_(fauteuil) = 165 minutes

Temps_(traitement) = 6,45 mois pour 5 séances



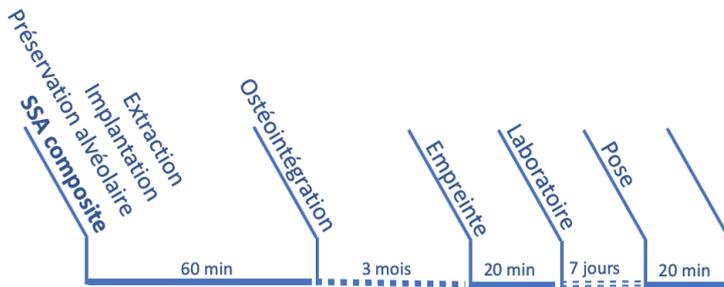
Temps_(fauteuil) = 115 minutes

Temps_(traitement) = 6,15 mois pour 4 séances



Temps_(fauteuil) = 100 minutes

Temps_(traitement) = 3,15 mois pour 3 séances



Temps_(fauteuil) = 100 minutes

Temps_(traitement) = 3,15 mois pour 3 séances

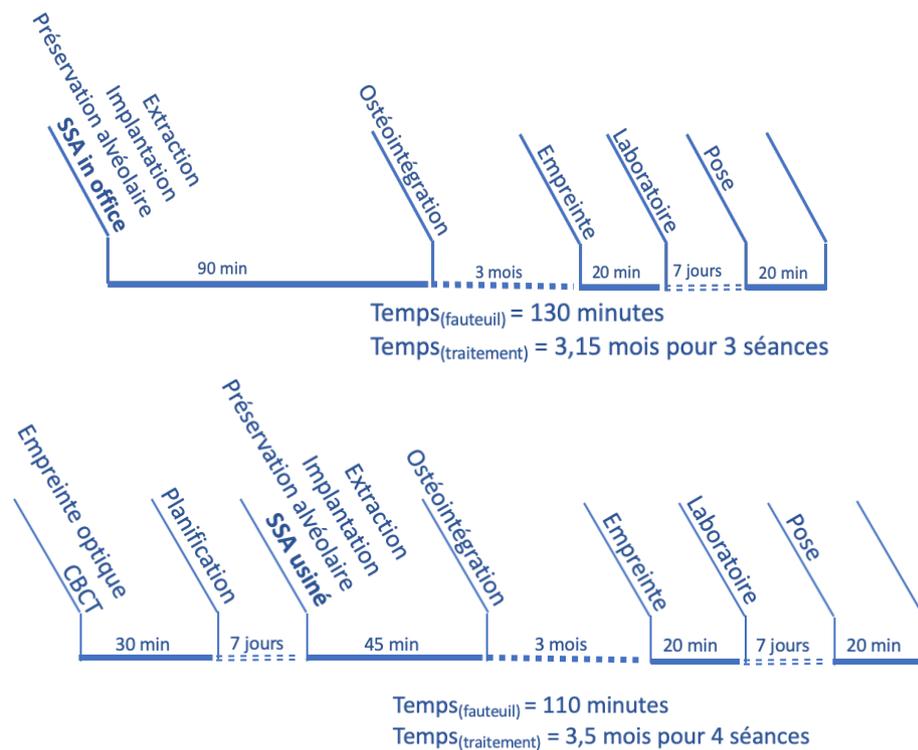


Figure 2 : Séquences chronologiques des différents plans de traitement de réhabilitation implantaire (source : document personnel)

3.4 Présentation des protocoles SSA

3.4.1. Fabrication du SSA après la pose de l'implant avec du composite fluide (45)

Un pilier de base titane est vissé sur l'implant et un apport progressif par strates polymérisées de 2 mm de composite fluide à moyenne viscosité est réalisé, jusqu'à atteindre le rebord gingival de l'alvéole. La partie transgingivale du SSA est personnalisé in vivo à l'anatomie gingivale de l'émergence du site alvéolaire. Elle est façonnée par addition de manière à guider la cicatrisation gingivale en un profil d'émergence passant progressivement de la section ronde du col implantaire à la morphologie de la gencive marginale. La partie transmuqueuse est conçue de forme concave afin d'aménager un espace de régénération muqueuse dans la zone de l'espace biologique comblée par du matériau de substitution osseuse jouant le rôle de mainteneur d'espace au contact du pilier prothétique. L'excédent de hauteur du pilier métallique est coupé. Le pilier est soigneusement poli et mis en place sur l'implant avec un

torque de vissage à 20 N.cm^{-1} . Le puits de vissage est obturé temporairement avec une boulette de coton et du matériau d'obturation provisoire.

3.4.2. Fabrication du SSA après la mise en place de l'implant via un système d'empreinte optique et une usineuse «in office» (34)

Lors du rendez-vous de la chirurgie, la couronne de la dent est coupée en préopératoire au ras de la gencive, où le collet de la dent émerge de la gencive. Le profil d'émergence de la dent est enregistré par une empreinte optique. Pour maintenir l'éventuel matériau de comblement et fermer hermétiquement le site d'implantation, un pilier personnalisé va être mis en place. Pour cela, une empreinte optique est réalisée avec un corps de scannage connecté sur l'implant afin de capturer virtuellement la position tridimensionnelle de l'implant. Le pilier de cicatrisation anatomique est modélisé sur le logiciel en se référant au profil d'émergence enregistré lors de l'empreinte préopératoire. La partie transmuqueuse est conçue avec une forme concave pour guider la cicatrisation et la maturation des tissus mous vers un profil d'émergence péri-implantaire optimal. Le SSA ainsi modélisé soutiendra l'architecture gingivale existante autour de la dent naturelle avulsée. Le fichier numérique contenant les informations du pilier provisoire est transféré à l'usineuse. La conception et la fabrication assistées par ordinateur (CFAO) permettent ainsi la mise en place immédiate d'un pilier CAD / CAM personnalisé au moment de la chirurgie. Pendant le temps d'usinage de 15 minutes, un PRF peut être placé en fermeture de site et maintenu contre l'alvéole par un pilier de cicatrisation standard. Le corps du pilier de cicatrisation usiné est collé à un pilier de base titane adapté à l'implant. Le SSA est mis en place sur l'implant avec un torque de vissage à 20 N.cm^{-1} . Le puits de vissage est obturé temporairement avec une boulette de coton et du matériau d'obturation provisoire.

La partie transmuqueuse de la couronne définitive sera mimée sur la partie transmuqueuse du SSA : le profil d'émergence de la prothèse définitive se retrouve identique au profil d'émergence physiologique de la dent naturelle extraite avec une concavité de la table alvéolaire externe intègre.

3.4.3. Fabrication du SSA avant la mise en place de l'implant via la chirurgie guidée (4)

Une étude diagnostic numérique complète est réalisée en amont de la chirurgie avec des logiciels de modélisation 3D, lors du rendez-vous de planification pré-chirurgical. La chaîne numérique employée dans le protocole suivant est composée de :

- Un logiciel de planification implantaire
- Un scanner intra-oral pour empreinte optique
- Un Cone Beam Computed Tomography pour l'obtention de modèles 3D virtuels des arcades
- Une imprimante 3D à bain résine
- Une usineuse

Les fichiers numériques issus de l'empreinte optique (fichier .stl) des arcades et du CBCT en un fichier DICOM (digital imaging and communication in medicine) sont importés et fusionnés dans un logiciel de planification chirurgicale. L'avulsion virtuelle de la dent est réalisée, suivie par le choix de l'implant et son positionnement selon les impératifs de positionnement de la future prothèse, en tenant compte de l'environnement anatomique et des règles de positionnement implantaire tridimensionnel. Le guide chirurgical est modélisé sur le logiciel de planification puis fabriqué par impression 3D. Un pilier anatomique de fermeture alvéolaire est modélisé et usiné avant la chirurgie. Sa morphologie est guidée par le profil d'émergence de la dent actuelle sur le CBCT et le positionnement de l'implant sur la planification 3D. Le fichier numérique (.stl) du pilier SSA est transféré à l'usineuse pour la fabrication assistée par ordinateur. Le corps du pilier de cicatrisation usiné est alors collé à un pilier de base titane adapté à l'implant choisi lors de la planification implantaire. Ainsi lors du rendez-vous de la chirurgie, le SSA usiné peut être posé immédiatement après la pose de l'implant. Le SSA est mis en place sur l'implant avec un torque de vissage à 20 N.cm⁻¹. Le puits de vissage est obturé temporairement avec une boulette de coton et du matériau d'obturation provisoire.

4. Discussion

4.1 Intérêts du SSA

4.1.1. Maintien des structures existantes

Dans une philosophie d'économie tissulaire, le système SSA va permettre de conserver le volume d'une alvéole intègre au moment de l'avulsion : par le maintien des tissus durs et mous, par l'obturation des alvéoles qui va faciliter la cicatrisation alvéolaire. Lorsqu'une dent à avulser présente une structure parodontale satisfaisante pour envisager un traitement implantaire immédiat pérenne, il est préférable de maintenir cette anatomie plutôt que de mettre en œuvre des techniques d'aménagements osseux et muqueux complexes, chronophages et aux résultats difficilement prédictibles. L'anticipation de la résorption post-extractionnelle réduirait le besoin d'intervention a posteriori pour compenser les pertes tissulaires autour de l'implant (greffe épithélio-conjonctive, greffe de conjonctif enfoui, comblement osseux).

Le taux de guérison des alvéoles varie selon les individus, la taille des alvéoles et le nombre de racines, et l'étendue du traumatisme chirurgical induit pendant la procédure d'avulsion. Le protocole SSA implique les dents postérieures dont l'anatomie pluriradiculée laisse un volumineux espace vacant alvéolaire après l'avulsion. Il trouve son intérêt dans le soutien qu'il apporte aux parois de l'alvéole privées de leur contention par les larges racines molaires. De surcroît, l'avulsion réalisée au cours du protocole SSA se veut minimalement invasive et atraumatique, soit exempte de fracture de la table alvéolaire vestibulaire qui se traduirait par une résorption de celle-ci. (46) Un pilier anatomique SSA joue le rôle de contention du caillot dans l'alvéole : contrecarre l'ischémie intra-alvéolaire en partie responsable de la résorption post-extractionnelle.

4.1.2. Guide de cicatrisation

La néoformation osseuse est objectivée sept jours après l'avulsion. Le soutien qu'offre le SSA à ce tissu ostéoïde va guider sa minéralisation vers le comblement du vide alvéolaire. La mise en place d'un SSA intervient avant même l'amorçage de cette modélisation osseuse et contrôle ainsi les changements de forme et de structure qu'elle induit. L'architecture osseuse et muqueuse acquise en fin d'avulsion est figée par le soutien du SSA et la modélisation

osseuse se déroule dans la morphologie que guide l'intrados du pilier anatomique. Les processus de modélisation et de remodelage osseux qui aboutissent habituellement à une réduction tridimensionnelle de la crête sont alors interceptés et orientés vers la préservation des volumes présents avant l'extraction. Quant à la cicatrisation muqueuse, un mois est nécessaire à la fusion des épithélia bordant la plaie (13) : l'épithélium contre le pilier SSA cicatrise directement vers la morphologie péri-implantaire idéale.

4.1.3. Adjuvant de l'implantation immédiate en secteur postérieur

La réalisation d'un SSA permet de répondre à l'un de principaux défis de l'implantation immédiate en secteur postérieur. Il offre la possibilité de fermer hermétiquement et sans suture un site d'implantation en secteur molaire où le défaut de gencive induit par l'avulsion de la dent est égal au volume de la dent à son collet. Il facilite la procédure d'implantation immédiate en l'orientant vers une conduite minimalement invasive. L'intime contact entre le pilier et les berges du site d'avulsion permet :

- De guider la cicatrisation de l'étage transmuqueux,
- De maintenir la gencive cervicale dans une position anatomique,
- D'assurer le maintien et la stabilisation du caillot alvéolaire et du matériau de comblement intra-alvéolaire,
- D'assurer une barrière mécanique entre le site opératoire et la cavité orale,
- De s'affranchir de l'utilisation de membranes.

4.1.4. Gestion du profil d'émergence

Les protocoles d'implantation postérieurs standards n'incluent pas ou peu de thérapeutiques anticipatoires concernant la résorption post-extractionnelle. Ils s'inscrivent dans une gestion passive de la cicatrisation alvéolaire, et imposent souvent de recréer les volumes perdus. L'avulsion associée à une technique de préservation alvéolaire permet de maintenir une partie des structures parodontales de la dent compromise, mais sans gestion du berceau gingival péri-implantaire. Il est alors difficile de prédire la correcte intégration et la durée de vie de la prothèse d'usage.

La fin de l'intervention d'implantation immédiate impose cependant la fermeture du site d'implantation :

- Soit par la mise en nourrice de l'implant qui nécessitera la réouverture du site suivie de 15 jours de cicatrisation gingivale,
- Soit par la réalisation d'un lambeau tracté cervicalement et suturé au pilier de cicatrisation standard.

Dans les deux cas, le berceau gingival qu'il en résulte se résumera à une section ronde légèrement plus large que le diamètre du col implantaire, loin de l'anatomie optimale d'un profil d'émergence molaire. Ce défaut d'adaptation des tissus mous imposera probablement à moyen ou long terme un geste sur les tissus mous afin d'obtenir un volume péri-implantaire propice à la pérennité de la thérapeutique implantaire.

La réalisation d'un pilier anatomique personnalisé se calque sur la technique démocratisée et validée par la littérature médicale de mises en charge immédiate de couronne provisoire en secteur esthétique. Cette technique est transposée en postérieur grâce au pilier SSA, en s'affranchissant des contraintes occlusales retrouvées dans les secteurs postérieurs, qui pourraient compromettre l'ostéointégration de l'implant. Un objectif commun de ces deux procédés est la genèse d'un profil d'émergence de sorte que la restauration définitive soit imperceptiblement intégrée aux dents adjacentes.(47,48)

Un suivi des prothèses d'usage posées suite à une maturation gingivale guidée par un pilier SSA serait nécessaire pour juger du comportement du berceau gingival péri-implantaire et de la table alvéolaire vestibulaire sur le long terme.

4.1.5. Optimisation du temps de travail

L'implantation post-extractionnelle permet de confondre le temps de cicatrisation alvéolaire avec celui de l'ostéointégration de l'implant. A ceux-ci s'ajoute la maturation de la gencive péri-implantaire de sorte qu'elle soit mimée sur la gencive marginale de la dent avulsée. Il en résulte un profil d'émergence passant progressivement de la section ronde du col implantaire à une anatomie cervicale d'un site molaire.

Avulsion, implantation, gestion du tissu osseux et du tissu muqueux sont alors concomitantes, en un seul et même temps. Cette synchronisation permet à chacun de ces processus d'être en cohérence les uns avec les autres.

Les protocoles qui incluent la réalisation de lambeau et de suture vont mettre en péril la préservation de l'architecture osseuse et muqueuse. Cette variable induit à l'avenir une éventuelle résorption de la table alvéolaire vestibulaire qu'il faudra compenser par le moyen d'une greffe de conjonctif enfoui, d'une augmentation osseuse latérale ou d'autres options de comblement. Cette intervention prolonge le temps au fauteuil et la durée de la thérapeutique implantaire. De la même façon, l'utilisation d'un pilier de cicatrisation standardisé lors de la phase de maturation gingivale propose une efficacité limitée dans la genèse d'un berceau gingival péri-implantaire biomimétique au collet de la dent avulsée. La mise en place d'un SSA favorise la cicatrisation gingivale et osseuse vers une architecture optimale pour recevoir la prothèse d'usage et assurer la pérennité du long épithélium de jonction péri-implantaire. Profiter de la période incompressible des trois mois d'ostéointégration de l'implant pour gérer la morphologie péri-implantaire avec un SSA permet un gain de temps considérable, en réduisant le nombre de rendez-vous à 3 ou 4 séances pour un temps au fauteuil de 100 à 130 minutes de l'avulsion de la dent compromise à la pose de la couronne d'usage pour un temps de traitement de 3,25 à 3,5 mois. La thérapeutique implantaire se voit également simplifiée sur le plan technique en s'affranchissant des actes complexes et chronophages d'aménagement osseux et muqueux.

Le protocole SSA réduit la gestion des tissus osseux et gingivaux en un geste, en un temps, et sans réalisation de lambeau ou suture. Quelle que soit la technique de réalisation du pilier de cicatrisation anatomique, il est associé à une avulsion atraumatique suivie d'une implantation immédiate. Cela demande une analyse préopératoire du site d'implantation afin d'estimer la possibilité d'obtenir une stabilité primaire cohérente aux objectifs d'intégration de l'implant.

4.1.6. Parcours patient

La planification du parcours du patient par la rationalisation et l'optimisation des séances améliore l'expérience du patient au sein de son traitement implantaire. Moins de

séances, moins de temps au fauteuil, un laps de temps entre avulsion et pose de la prothèse d'usage raccourci sont des arguments motivants pour un patient en voie d'édentation unitaire. Au-delà du temps passé au cabinet dentaire, la charge anxiogène du traitement est adoucie par une unique séance de chirurgie au cours de laquelle la dent avulsée est immédiatement remplacée par un implant et un pilier de cicatrisation provisoire. L'intervention en question est moins traumatisante pour le patient par les techniques d'avulsion minimalement invasives dont résulte une avulsion douce, sans force exercé sur la tête du patient

La littérature médicale révèle que les suites opératoires des interventions sans élévation de lambeau (douleurs, gonflements...) et les durées de cicatrisation sont diminuées pour le confort du patient. (49) L'absence de suture gingivale et la mise en place du SSA dissimulent la plaie au patient.

4.2 Limites du SSA

4.2.1. Biocompatibilité du SSA

L'adhésion de l'épithélium de jonction et du tissu conjonctif n'est possible que sur des matériaux hautement biocompatibles. Si la composante transmuqueuse du SSA n'est pas biocompatible, il existe un risque de voir la gencive marginale migrer apicalement jusqu'à rencontrer la première structure biocompatible soit le col de l'implant. (50) La relocalisation de l'espace biologique est associée à une perte osseuse en direction apicale. Le titane et l'aluminium se sont avérés suffisamment biocompatibles pour permettre la fixation des tissus mous, tout comme l'oxyde de zirconium. Il n'y a pas de consensus clairement défini sur une supériorité des piliers zircone par rapport aux piliers titane concernant le parodonte péri-implantaire ou l'esthétique. (51) Les piliers de cicatrisation fabriqués en résine ou en composite induisent une inflammation de la gencive marginale qui se traduit par une perte osseuse prématurée suite à la migration apicale de l'espace biologique, puisque ces matériaux ne permettent pas l'adhésion des cellules. De plus, la manipulation en laboratoire du titane du pilier à provisoire pourrait potentiellement créer une contamination chimique de sa surface et modifier sa biocompatibilité. (52)

4.2.2. Coût

Le protocole SSA en composite ne présente pas de coût supplémentaire par rapport à un plan de traitement implantaire unitaire classique. En revanche, le prix de la chaîne numérique est à inclure dans le coût de la réalisation d'un SSA usiné, que ce soit selon le protocole « in office » ou associé à la chirurgie guidée. Que la chaîne d'usinage soit intégrée au cabinet ou qu'il s'agisse d'un laboratoire de prothèse extérieur intervenant, il faut ajouter au plan de traitement implantaire un coût supplémentaire pour le praticien. Les frais sont représentés par le logiciel de planification implantaire, le scanner intra-oral pour les empreintes optiques, le Cone Beam Computed Tomography pour l'obtention de modèles 3D virtuels des arcades, le SSA usiné, le guide chirurgical, et éventuellement l'imprimante 3D à bain résine, l'usineuse et le logiciel de planification implantaire

4.2.3. Limite de l'implantation immédiate

Dans le cadre du protocole de SSA usiné et mis en place à l'aide d'un guide chirurgical, l'amorçage de la thérapeutique exige une planification virtuelle stricte et rigoureuse de l'implantation, chronophage pour le praticien.

Indépendante du concept SSA, l'implantation immédiate en secteur postérieur est une technique complexe praticien-dépendante, demandant un certain degré d'expérience du chirurgien pour engager l'intervention avec un pronostic favorable afin d'obtenir une stabilité primaire correcte. Cette contrainte demande aussi une connaissance précise des design implantaires et une réalisation minutieuse d'un sous forage léger en évitant une surchauffe de l'os pour fournir une stabilité primaire idéale. La technique d'Hürzeler facilite la réalisation de la loge implantaire dans le septum inter-radiculaire : l'ostéotomie est réalisée directement à travers la dent jusqu'au septum osseux. Les racines ainsi conservées guident le positionnement précis de l'implant par rapport au profil d'émergence de la dent. (53)

L'indication d'implantation immédiate reste limitée, la présence d'une pathologie péri-apicale excluant sa réalisation. Bien que le recours au laser se soit révélé effectif pour répondre à cette entrave (54), cela ajoute un coût supplémentaire non négligeable au plan de traitement comprenant un protocole SSA. L'indication d'un SSA est elle-même restreinte : une molaire

non conservable sans pathologie péri-apicale, avec un paroi alvéolaire vestibulaire intègre au moment de l'examen pré-implantaire et où l'obtention d'une stabilité implantaire primaire est envisageable selon l'examen clinique et tomодensitométrique.(4)

Les protocoles SSA décrits actuellement proposent tous le comblement du hiatus entre l'implant et la paroi alvéolaire interne. Il peut être intéressant de se demander si c'est le comblement de cet espace ou le soutien qu'apporte le SSA qui permet d'amorcer et de guider la néoformation osseuse dans l'alvéole vacante.

4.2.4. Manque d'étude sur le concept SSA

Ce travail met l'accent sur un protocole qui semble augmenter les chances de conservation des tissus tout en réduisant le temps de travail et le temps du traitement de réhabilitation implantaire. Il serait intéressant de mettre en place une étude comparative sur le taux de résorption des alvéoles, ou sur l'épaisseur de la gencive au niveau des restaurations incluant des protocoles d'extraction implantation immédiate selon les différents matériaux associés au SSA : SSA seul versus SSA et comblement osseux versus SSA et PRF versus SSA et comblement osseux associé au PRF. En effet, la problématique serait de mettre en évidence quelle est l'intervention la plus propice à la préservation alvéolaire et au maintien des volumes résiduels : le matériau comblant l'espace alvéolaire vacant, maintenu par le SSA, ou le simple soutien qu'offre le SSA aux parois alvéolaires en tant que renfort de la structure de l'alvéole.

5. Conclusion

Les clés du succès du traitement implantaire résident dans l'analyse assidue de la situation clinique initiale et une planification rigoureuse de la séquence de travail. Le concept SSA enrichit l'arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste et facilite le protocole d'extraction implantation immédiate en secteur postérieur en palliant aux contraintes qu'il impose. Il permet la fermeture hermétique du site d'implantation et le maintien d'un éventuel matériau de comblement alvéolaire en s'affranchissant de la réalisation de lambeaux et de sutures.

La mise en place d'un pilier SSA immédiatement après l'avulsion et l'implantation semble offrir un soutien fondamental aux structures péri-implantaires au cours de la cicatrisation, en la guidant et limitant la résorption alvéolaire. Il s'intègre dans une dynamique de préservation tissulaire, à l'inverse des techniques actuelles d'implantation immédiate en secteur postérieur invasives et chronophages.

La mise en place d'un pilier SSA en secteur postérieur engendre la formation d'un profil d'émergence adapté à la zone molaire. Il est question, au cours de ce protocole, de synchroniser la période d'ostéointégration à la gestion de l'architecture péri-implantaire afin d'obtenir un résultat fonctionnel et esthétique.

Les protocoles SSA présentés au cours de cette étude s'inscrivent dans une volonté d'optimiser le temps de travail afin de réduire la durée des traitements implantaires sans atteinte à la qualité du résultat. Au-delà du gain de temps pour le patient et le praticien, l'optimisation du temps de travail va de pair avec le confort du patient en réduisant le nombre de rendez-vous et l'anxiété que peuvent générer les séances de chirurgie ou d'empreinte, ou encore l'incapacité fonctionnelle et l'impact social de l'édentation.

Le protocole SSA reste cependant une thérapeutique onéreuse à mettre en place pour le praticien et son indication est très limitée. Associée à l'implantation immédiate, sa réalisation suit une forte courbe d'apprentissage. Elle demande une grande maîtrise des techniques d'avulsion minimalement invasives et de forage en site d'avulsion. Face au manque d'étude sur le pilier SSA, la question de sa réelle efficacité dans la préservation des structures péri-implantaires reste ouverte malgré un premier aperçu prometteur.

6. Bibliographie

1. Hämmerle CHF, Chen ST, Wilson TG. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:26-8.
2. Esposito M, Barausse C, Pistilli R, Jacotti M, Grandi G, Tuco L, et al. Immediate loading of post-extractive versus delayed placed single implants in the anterior maxilla: outcome of a pragmatic multicenter randomised controlled trial 1-year after loading. *Eur J Oral Implantol*. 2015;8(4):347-58.
3. Bhola M, Neely AL, Kolhatkar S. Immediate Implant Placement: Clinical Decisions, Advantages, and Disadvantages. *J Prosthodont*. 2008;17(7):576-81.
4. Finelle G, Popelut A. Protocole d'extraction implantation immédiate : intérêt de l'utilisation de piliers de cicatrisation anatomique conçus par CFAO. *J Parodontol*. 2016;35(4):11.
5. Chu SJ, Kan JY, Lee EA, Lin G-H, Jahangiri L, Nevins M, et al. Restorative Emergence Profile for Single-Tooth Implants in Healthy Periodontal Patients: Clinical Guidelines and Decision-Making Strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent*. févr 2019;40(1):19-29.
6. Esposito M, Grusovin MG, Polyzos IP, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: dental implants in fresh extraction sockets (immediate, immediate-delayed and delayed implants). *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2010 [cité 16 avr 2020];(9). Disponible sur: <https://www.readcube.com/articles/10.1002%2F14651858.CD005968.pub3>
7. Frost HM. A 2003 Update of Bone Physiology and Wolff's Law for Clinicians. *Angle Orthod*. 1 févr 2004;74(1):3-15.
8. Pietrokovski J, Starinsky R, Arensburg B, Kaffe I. Morphologic Characteristics of Bony Edentulous Jaws. *J Prosthodont*. 2007;16(2):141-7.
9. Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent*. 1 janv 1967;17(1):21-7.
10. Schropp, L, Wenzel, A, Kostopoulos, L, Karring, T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *J Prosthet Dent*. janv 2004;91(1):92.
11. Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol*. 2008;35(7):630-9.

12. Jean-Michel Sautier, Sabine Loty, Christine Loty, Nadine Forest. Mécanismes cellulaires et moléculaires de la régénération osseuse parodontale. *Médecine Thérapeutique*. 6 déc 1999;5(8):626-30.
13. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. mars 1969;27(3):309-18.
14. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol 2000*. 2015;68(1):122-34.
15. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust M-H. *Physiologie du tissu osseux*. EMC - Appar Locomoteur. janv 2008;3(1):1-16.
16. Atwood DA. Reduction of residual ridges: a major oral disease entity. *J Prosthet Dent*. sept 1971;26(3):266-79.
17. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. *Aust Dent J*. août 1969;14(4):241-4.
18. Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(s5):1-21.
19. Park H-S, Lee Y-J, Jeong S-H, Kwon T-G. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1 janv 2008;133(1):30-7.
20. Grimoud A-M, Gibbon VE, Ribot I. Predictive factors for alveolar fenestration and dehiscence. *HOMO*. 1 mai 2017;68(3):167-75.
21. Schroeder HE. Development, Structure, and Function of Periodontal Tissues. In: *The Periodontium* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1986 [cité 25 juill 2020]. p. 23-323. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-71261-6_4
22. Bodic F, Hamel L, Lerouxel E, Baslé MF, Chappard D. Perte osseuse et dents. *Rev Rhum*. mai 2005;72(5):397-403.
23. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol*. oct 2004;31(10):820-8.
24. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC, Clement JG. Immediate implant placement postextraction without flap elevation. *J Periodontol*. janv 2009;80(1):163-72.
25. Karring T, Cumming BR, Oliver RC, Løe H. The origin of granulation tissue and its impact on postoperative results of mucogingival surgery. *J Periodontol*. oct 1975;46(10):577-85.

26. Wood DL, Hoag PM, Donnenfeld OW, Rosenfeld LD. Alveolar crest reduction following full and partial thickness flaps. *J Periodontol.* mars 1972;43(3):141-4.
27. Blanco J, Nuñez V, Aracil L, Muñoz F, Ramos I. Ridge alterations following immediate implant placement in the dog: flap versus flapless surgery. *J Clin Periodontol.* juill 2008;35(7):640-8.
28. Araújo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* juin 2009;20(6):545-9.
29. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent.* avr 2005;25(2):113-9.
30. Jung RE, Philipp A, Annen BM, Signorelli L, Thoma DS, Hämmerle CHF, et al. Radiographic evaluation of different techniques for ridge preservation after tooth extraction: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* janv 2013;40(1):90-8.
31. Shakibaie-M B. Comparison of the effectiveness of two different bone substitute materials for socket preservation after tooth extraction: a controlled clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* avr 2013;33(2):223-8.
32. Thalmair T, Fickl S, Schneider D, Hinze M, Wachtel H. Dimensional alterations of extraction sites after different alveolar ridge preservation techniques - a volumetric study. *J Clin Periodontol.* juill 2013;40(7):721-7.
33. Capelli M, Testori T, Galli F, Zuffetti F, Motroni A, Weinstein R, et al. Implant–Buccal Plate Distance as Diagnostic Parameter: A Prospective Cohort Study on Implant Placement in Fresh Extraction Sockets. *J Periodontol.* déc 2013;84(12):1768-74.
34. Finelle G, Sanz-Martín I, Knafo B, Figué M, Popelut A. Digitalized CAD/CAM protocol for the fabrication of customized sealing socket healing abutments in immediate implants in molar sites. *Int J Comput Dent.* 2019;22(2):187-204.
35. Abboud M, Koeck B, Stark H, Wahl G, Paillon R. Immediate loading of single-tooth implants in the posterior region. *Int J Oral Maxillofac Implants.* févr 2005;20(1):61-8.
36. Romanos GE, Nentwig G-H. Immediate versus delayed functional loading of implants in the posterior mandible: a 2-year prospective clinical study of 12 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* oct 2006;26(5):459-69.
37. Covani U, Bortolaia C, Barone A, Sbordone L. Bucco-lingual crestal bone changes after immediate and delayed implant placement. *J Periodontol.* déc 2004;75(12):1605-12.

38. Araújo MG, Silva CO, Souza AB, Sukekava F. Socket healing with and without immediate implant placement. *Periodontol 2000*. 2019;79(1):168-77.
39. Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(6):606-14.
40. Araújo MG, Sukekava F, Wennström JL, Lindhe J. Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(6):615-24.
41. Schropp L, Isidor F. Timing of implant placement relative to tooth extraction. *J Oral Rehabil*. 2008;35(s1):33-43.
42. Ottoni JMP, Oliveira ZFL, Mansini R, Cabral AM. Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. oct 2005;20(5):769-76.
43. Caplanis N, Lozada JL, Kan JYK. Extraction defect assessment, classification, and management. *J Calif Dent Assoc*. nov 2005;33(11):853-63.
44. Funato A, Salama MA, Ishikawa T, A. G David, Salama H. Timing, Positioning, and Sequential Staging in Esthetic Implant Therapy: A Four-Dimensional Perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007;27(4):313–323.
45. Finelle G. Réhabilitation implantaire en secteur molaire. *Titane*. 2018;Hors série:55-60.
46. Finelle G, Popelut A. Pilier de cicatrization anatomique par CFAO directe (SSA). *Titane*. 2016;13(4):283-8.
47. Schoenbaum TR, Swift EJ. Abutment Emergence Contours for Single-Unit Implants. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(1):1-3.
48. González-Martín O, Lee E, Weisgold A, Veltri M, Su H. Contour Management of Implant Restorations for Optimal Emergence Profiles: Guidelines for Immediate and Delayed Provisional Restorations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. févr 2020;40(1):61-70.
49. Jambhekar S, Kernen F, Bidra AS. Clinical and histologic outcomes of socket grafting after flapless tooth extraction: A systematic review of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent*. mai 2015;113(5):371-82.
50. Pissis P. Emergence profile considerations of implant abutments. *Pract Periodontics Aesthetic Dent PPAD*. sept 1994;6(7):69-76; quiz 78.
51. Houshmand A, Donkiewicz P, Smeets R, Jung O, Barbeck M. Incidental finding of a degrading zirconia dental implant 29 months after implantation: Histological and histomorphometrical analysis. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2018;106(8):2919-23.

52. Rompen E, Touati B, Van Dooren E. Factors influencing marginal tissue remodeling around implants. *Pract Proced Aesthetic Dent PPAD*. déc 2003;15(10):754-7, 759, 761.
53. Rebele SF, Zuhr O, Hürzeler MB. Pre-extractive interradicular implant bed preparation: case presentations of a novel approach to immediate implant placement at multirrooted molar sites. *Int J Periodontics Restorative Dent*. févr 2013;33(1):89-96.
54. Kakar A, Kakar K, Leventis MD, Jain G. Immediate Implant Placement in Infected Sockets: A Consecutive Cohort Study. *J Lasers Med Sci*. 2020;11(2):167-73.

**CRÉPIN (Charlène) - « CONCEPT SSA EN IMPLANTOLOGIE : DE LA BIOLOGIE A
L'OPTIMISATION DU TEMPS DE TRAVAIL »**

8ill., 2ann., 30 cm. - (Thèse : Chir. Dent. ; Université Clermont Auvergne ; 2020) - N°

Résumé : L'extraction implantation immédiate en secteur antérieur est une technique très standardisée et démocratisée, contrairement au secteur postérieur où les forces occlusales peuvent compromettre l'ostéointégration de l'implant. Le concept SSA (Sealing Socket Abutment) propose la fermeture du site d'implantation postérieur. L'objectif de ce travail a été de déterminer quels sont les avantages biologiques de ce concept, et comment sa mise en œuvre s'intègre dans une volonté d'optimiser le temps de travail.

Une revue de la littérature a permis de sélectionner 54 articles afin d'étudier les processus responsables de la résorption alvéolaire post-extractionnelle, et comment il serait possible de les intercepter notamment à l'aide du pilier SSA. Une mesure du temps de travail des différents protocoles implantaire unitaires a été réalisée pour les comparer aux séquences de travail associées au SSA.

La littérature a révélé que l'implantation immédiate, associée à une avulsion minimalement invasive, une adaptation stricte des techniques à l'anatomie du site et une planification rigoureuse de la séquence de traitement peuvent limiter la résorption post-extractionnelle. Le concept SSA permet un gain de temps considérable, en permettant de s'affranchir de sutures et lambeaux en implantation immédiate, et en interceptant la résorption post-extractionnelle.

Le concept SSA semble prometteur dans son objectif de conservation des volumes, de guide de cicatrisation, de genèse d'un profil d'émergence, et d'optimisation du temps de travail en confondant le temps de cicatrisation alvéolaire avec celui de l'ostéointégration de l'implant et de la maturation de la gencive péri-implantaire.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Implantologie

MOTS CLES : pilier d'implant dentaire, résorption alvéolaire, préservation alvéolaire, changement morphologique, avulsion dentaire, conditionnement des tissus,dentaire, remodelage osseux, implant dentaire unitaire, régénération tissulaire guidée, pilier de fermeture alvéolaire, mise en charge immédiate,implant dentaire.

MOTS CLES ANGLAIS : dental implant abutment, alveolar bone loss, alveolar ridge preservation, morphological change, tooth extraction, tissue conditioning,dental, bone remodeling, dental implant,single-tooth, guided tissue regeneration, sealing socket abutment, immediate dental implant loading.

JURY :

Président : **M. Jean-Luc VEYRUNE, Professeur des Universités**

Assesseurs : **M. Pascal AUROY, Professeur des Universités**

M. Christophe DESCHAUMES, Maître de Conférence des Universités

M. Julien DUROUX, Docteur en Chirurgie-Dentaire