



HAL
open science

Intérêt du L-PRF dans les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie latérale : analyse de 26 cas cliniques

Ronan Meyronin

► To cite this version:

Ronan Meyronin. Intérêt du L-PRF dans les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie latérale : analyse de 26 cas cliniques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02405697

HAL Id: dumas-02405697

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02405697>

Submitted on 11 Dec 2019

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U-PC
Université Sorbonne
Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 064

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 04 novembre 2019

Par

Ronan MEYRONIN

Intérêt du L-PRF dans les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie latérale : analyse de 26 cas cliniques

Dirigée par M. le Docteur Matthias Rzeznik

JURY

Mme le Professeur Loredana Radoi

Président

Mme le Docteur Anne-Laure Ejeil

Assesseur

M. le Docteur Charles-Daniel Arreto

Assesseur

M. le Docteur Matthias Rzeznik

Assesseur

M. le Docteur Pascal Valentini

Invité



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	Mme WULFMAN	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 06 septembre 2019

Remerciements

À Mme le Professeur Loredana Radoï

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en Chirurgie orale

Ancien Interne des Hôpitaux

Docteur de l'Université Paris-Sud

Habilitée à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait le grand honneur de présider ce jury de thèse d'exercice.
Veuillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance ainsi que mon
profond respect pour l'ensemble des connaissances apportées par vos
enseignements et votre gentillesse.

À Mme le Docteur Anne-Laure Ejeil

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury. Veuillez trouver ici ma profonde reconnaissance pour l'ensemble des connaissances que vous m'avez transmis au cours de ces études, que vous continuez à me transmettre chaque vendredi, et que, je l'espère, vous continuerez à me transmettre dans les années à venir, toujours dans la bienveillance et la disponibilité qui vous caractérisent.

À M. le Docteur Charles-Daniel Arreto

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maître de Conférences des Universités, Faculté de chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui me fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury. Votre bonne humeur, votre culture et votre humour insaisissable ont égayé mes journées passées à l'hôpital. Vous remerciant pour l'ensemble des moments passés à vos côtés, je vous prie de trouver ici le témoignage de mon respect le plus grand.

À M. le Docteur Matthias Rzeznik

Docteur en Chirurgie dentaire

Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse. Pour votre patience sans limite, et je pèse mes mots, vos précieux conseils, votre bonne humeur et votre disponibilité malgré votre planning surchargé, veuillez trouver ici mon respect éternel et ma profonde reconnaissance.

À M. le Docteur Pascal Valentini

Docteur en Chirurgie dentaire

Qui me fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury de thèse et sans qui ce travail n'aurait été possible. Pour votre accueil au sein de votre cabinet depuis plusieurs années, votre disponibilité, votre partage de connaissances et de données, vos nombreuses invitations, ainsi que pour l'ensemble de ce que vous représentez, je vous prie de trouver ici mon profond respect et ma grande admiration. Votre pédagogie et votre plaisir de partager votre savoir n'a d'égal, je vous en suis ainsi grandement reconnaissant.

A mes parents qui m'ont toujours soutenu et m'ont donné les moyens d'aller au bout de ces études.

A ma sœur qui était à distance mais a fini par me rejoindre et au reste de ma famille (oncles, tantes, cousins, beaux-parents et grands-parents).

Au Docteur David Abensur sans qui ce travail n'aurait été possible et pour qui je n'ai pu obtenir de place dans mon jury à mon grand désespoir. Pour votre accueil au sein de votre cabinet depuis plusieurs années, votre disponibilité, votre partage de connaissances et de données, votre générosité ainsi que pour l'ensemble de ce que vous représentez, je vous prie de trouver ici mon profond respect et ma grande admiration. Sans oublier l'intervention nocturne que vous avez accepté de réaliser pour laquelle je tiens encore à vous remercier.

A mes amis, bastiais ou parisiens, avec lesquels j'ai partagé et continuerai à partager de très bons moments.

Aux enseignants ou praticiens pour lesquels je n'ai pu trouver de place dans mon jury : les Docteurs Algre, Bouaziz, Charrier, Feghali, Mercier, Pierrisnard, Tulasne, Villiers, Woimant et bien d'autres... pour leur apprentissage, leur partage de connaissances ainsi que leur bienveillance. C'était un plaisir d'apprendre à vos côtés et ça continue de l'être pour certains d'entre vous.

Au Docteur Jungo pour son aide précieuse, sans qui ce travail aurait été d'une qualité bien moindre.

Au Docteur Guerrini.

Table des matières

LEXIQUE	3
INTRODUCTION.....	4
1 : DEFINITION ET HISTORIQUE.....	5
1.1 GREFFE D'ELEVATION DU PLANCHER SINUSIEN.....	5
1.1.1. <i>Définition</i>	5
1.1.2. <i>Historique</i>	5
1.1.3. <i>Anatomie</i>	6
1.1.4. <i>Contre-indications</i>	7
1.1.5. <i>Alternatives thérapeutiques</i>	8
1.2 PLATELET-RICH FIBRIN (PRF).....	9
1.2.1 <i>Définition</i>	9
1.2.2 <i>Historique</i>	9
1.2.3 <i>Classification</i>	11
2 : LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE GREFFE D'ELEVATION DU PLANCHER SINUSIEN	15
2.1. AUTOGREFFE OSSEUSE	15
2.1.1. <i>Sites de prélèvement</i>	16
2.1.2. <i>Techniques chirurgicales</i>	18
2.1.3. <i>Avantages/inconvénients et taux de survie</i>	18
2.2. ALLOGREFFE	19
2.2.1 <i>Types d'allogreffe</i>	19
2.2.2 <i>Propriétés, avantages/inconvénients et taux de survie</i>	19
2.3. XENOGREFFE.....	21
2.3.1 <i>Différents types d'hydroxyapatite</i>	21
2.3.2 <i>Avantages/inconvénients et taux de survie</i>	23
2.4. AUTRES TECHNIQUES (ALLOPLASTES, MIXTES OU SANS GREFFE)	23
2.4.1 <i>Sans greffe</i>	24
2.4.2 <i>Techniques mixtes associant différents matériaux</i>	25
2.4.3 <i>Alloplastest</i>	25
2.5. CONCLUSION.....	26
3 : REVUE DE LITTERATURE : PRF ET GREFFE D'ELEVATION DU PLANCHER SINUSIEN.....	27
3.1. INTRODUCTION.....	27
3.2. SELECTION DES ARTICLES ET CRITERES D'INCLUSION	29

3.3. PRF COMME SEUL MATERIAU DE GREFFE	32
3.4. PRF ET XENOGREFFE.....	35
3.5. PRF ET ALLOGREFFE	39
3.6. PRF ET ALLOPLASTE.....	40
3.7. DISCUSSION	41
3.8. CONCLUSION.....	42
4 : ANALYSE ET DESCRIPTION DES CAS CLINIQUES.....	43
4.1. ANALYSE DES DONNEES RECUEILLIES.....	43
4.1.1. <i>Introduction</i>	43
4.1.2. <i>Matériel et méthodes</i>	43
4.1.3. <i>Résultats</i>	44
4.1.4. <i>Discussion</i>	48
4.1.5. <i>Conclusion</i>	50
4.2. EXPOSITION DU PROTOCOLE AU TRAVERS D'UN CAS CLINIQUE	50
4.2.1. <i>Présentation du patient</i>	50
4.2.2. <i>Protocole préopératoire</i>	54
4.2.3. <i>Protocole peropératoire</i>	57
4.2.4. <i>Protocole postopératoire</i>	60
4.2.5. <i>Suite du traitement et suivi</i>	61
4.3. AUTRES CAS CLINIQUES	62
4.3.1. <i>Suivi radiologique sur 2 ans</i>	62
4.3.2. <i>Os néoformé objectivable sur radiographie panoramique et photos du protocole chirurgical</i>	65
CONCLUSION	67
BIBLIOGRAPHIE	68
TABLE DES FIGURES.....	73
TABLE DES TABLEAUX.....	74

Lexique

AAA : Artère alvéolo-antrale

BC : Buffy coat

CBCT : Cone beam computed tomography

DBBM : Deproteinized bovine bone mineral

DFDBA : Demineralized freeze-dried bone allograft

FDDBA : Freeze-dried bone allograft

L-PRF : Leukocyte and Platelet-rich fibrin

L-PRP : Leukocyte and Platelet-rich plasma

OPT : Orthopantomogramme

P-PRF : Pure Platelet-rich fibrin

P-PRP : Pure Platelet-rich plasma

PPP : Platelet poor plasma

RBC : Red blood cells

Introduction

La pose d'implant dentaire au maxillaire pour compenser les édentements postérieurs apparaît aujourd'hui comme la solution de choix. Mais la mise en place de ces implants est complètement dépendante de la hauteur d'os disponible. La résorption osseuse ainsi qu'un sinus maxillaire volumineux peut limiter cette quantité d'os. Une greffe peut alors s'avérer nécessaire pour qu'un implant soit posé dans des conditions acceptables. Diverses techniques s'offrent alors au praticien pour parvenir à recréer l'os nécessaire pour assurer la pérennité de l'implant.

Si c'est aujourd'hui l'hydroxyapatite d'origine bovine qui semble la plus utilisée pour réaliser une élévation du plancher sinusien, de nombreuses autres solutions sont proposées. L'une d'elle consiste à réaliser la greffe sinusienne uniquement à l'aide de membranes de L-PRF avec une pose simultanée des implants. Cette technique qui présente un recul clinique assez limité semble pourtant intéressante. Elle semble présenter divers avantages par rapport à d'autres techniques, c'est pour cela que nous avons décidé de nous pencher dessus en réalisant une étude à partir de 26 cas cliniques provenant d'un cabinet privé au sein duquel deux praticiens réalisent ce genre d'intervention.

Une première partie comportant quelques définitions et divers rappels aussi bien historique, qu'anatomique ou biologique sera présentée.

Par la suite, une partie sera consacrée aux principales techniques utilisées concernant les élévations du plancher sinusien. Reprenant les différents types de greffe, nous essayerons de rappeler les concepts de chacune d'entre-elles ainsi que leurs avantages et inconvénients, et leurs résultats sur ce type d'intervention.

La troisième partie consistera en une revue narrative de littérature sur le Platelet-rich Fibrin et les greffes de sinus maxillaire. Qu'il soit utilisé seul ou en association avec un autre biomatériau, ce concentré plaquettaire a déjà fait l'objet de plusieurs publications que nous essayerons d'analyser brièvement.

Enfin, une partie plus clinique sera abordée. Nous vous ferons part de nos observations sur les 26 cas cliniques que nous avons étudiés. En analysant nos résultats et en les comparant à ceux que nous avons retrouvés dans notre revue de littérature, nous essayerons de conclure quant à l'intérêt du L-PRF dans les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie latérale. Nous nous appuierons sur un cas clinique afin d'exposer, pas à pas, le protocole mis en œuvre.

1 : Définition et historique

1.1 Greffe d'élévation du plancher sinusien

1.1.1. Définition

La greffe d'élévation du plancher sinusien est une technique chirurgicale consistant à soulever la membrane du sinus maxillaire (ou membrane de Schneider) et d'interposer, entre cette membrane et le plancher osseux du sinus, de l'os ou un matériau qui permettra de former de l'os. Cela permet donc d'obtenir une hauteur d'os, entre le sommet de la crête alvéolaire et le plancher du sinus, compatible avec la pose d'implant. Cette chirurgie peut s'effectuer par 2 abords différents. Soit cela se réalise par voie dite crestale, c'est-à-dire que l'on soulève la membrane de Schneider directement par le site de forage de l'implant, c'est la technique de Summers. Cette technique est utilisée quand la hauteur d'os ne doit pas être augmentée de manière importante. Soit l'abord est latéral, par la technique de Caldwell-Luc, on lève pour cela un lambeau sur la face vestibulaire du maxillaire et on réalise une fenêtre osseuse permettant d'accéder à la membrane sinusienne. C'est de cette dernière technique qu'il sera plutôt question dans cette thèse.

Les rôles principaux des sinus maxillaires sont de réchauffer et d'humidifier l'air inhalé avant qu'il n'arrive dans les poumons. De plus leur présence, en tant que cavités pneumatisées, permet de diminuer le poids du massif facial.

1.1.2. Historique

La chirurgie du sinus maxillaire à visée pré-implantaire a commencé à être pratiquée il y a près de 40 ans. Avant cela, de nombreuses personnes se sont intéressées au sinus. Par exemple, en 1489, le célèbre Leonard de Vinci dessine une coupe du crâne mettant bien en évidence la présence de ces sinus. En 1651, N. Highmore est le premier à décrire cette cavité pneumatisée. Puis en 1660, V. Schneider, connu pour avoir donné son nom à la membrane, décrit le rôle sécrétoire de mucus que celle-ci joue. Puis on ne note pas d'événement particulier jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, période au cours de laquelle G.W. Caldwell et H. Luc développent, indépendamment l'un de l'autre, une voie d'abord, toujours utilisée aujourd'hui, permettant le drainage de l'empyème. Et c'est au début des années 1980 que P.J. Boyne, R.A. James et H. Tatum publient leurs travaux sur les greffes osseuses sinusiennes. Leurs travaux semblent remontés à quelques années en arrière mais la première

publication n'a lieu qu'en 1980 par l'intermédiaire de Boyne et James. Ils décrivent alors une greffe de sinus autogène, d'origine iliaque, permettant une ostéoplastie crestale du maxillaire ayant pour but d'améliorer la stabilité des prothèses adjointes. Puis en 1994, R.B. Summers décrit la technique qui porte son nom, consistant à soulever la membrane sinusienne par voie crestale. On passe par le site de forage de l'implant, puis on utilise des ostéotomes lorsque l'on arrive à proximité du plancher sinusien pour casser le fragment osseux restant, permettant par la suite de soulever la membrane en regard du site implantaire. Au cours du mois de novembre 1996, une conférence de consensus à lieu à Wellesley, aux États-Unis, au cours de laquelle il est déclaré que la greffe d'élévation du plancher sinusien est une technique fiable, efficace et éprouvée, malgré le nombre important de techniques décrites et de matériaux utilisés. Par la suite les techniques chirurgicales continueront d'évoluer, de nombreux protocoles sont décrits avec des techniques de greffe différentes, nous en détaillerons quelques-unes dans un paragraphe suivant.

1.1.3. Anatomie

1.1.3.1. Description

Les sinus maxillaires sont des cavités pneumatisées, situés dans l'os maxillaire. Ils apparaissent entre la 10^{ème} semaine et le 4^{ème} mois de la vie intra-utérine. A la naissance, ils sont d'un volume très réduit, et se développent avec l'âge et le développement dentaire.

Le sinus est de forme et de taille variable selon les individus, mais il est généralement décrit comme ayant une forme globalement pyramidale. Il se situe sous le plancher de l'orbite, à l'extérieur des fosses nasales, au-dessus des molaires maxillaires voire des prémolaires et de la canine. On lui décrit :

- Une face latérale présentant des saillies verticales provenant des racines des dents
- Une face supérieure : inclinée en dehors et en avant, à proximité de laquelle on retrouve le canal infra-orbitaire
- Une face antérieure : vers laquelle apparaît le foramen infra-orbitaire qui est situé juste au-dessus de la fosse canine où s'insère le muscle releveur de l'angle oral
- Une face postérieure : qui se situe en avant des fosses ptérygo-palatine et infra-temporale
- Une face médiale : divisée en deux parties inégales par le processus palatin
- Une paroi inférieure : se situant au-dessus des racines des dents (chez certaines personnes les apex des dents peuvent affleurer dans le sinus, juste sous la membrane).

Le sinus peut présenter une ou plusieurs cloisons que l'on appelle septum, compliquant le décollement de la membrane du plancher sinusien.

1.1.3.2. Vascularisation

La vascularisation artérielle du sinus est assurée par des branches de l'artère maxillaire qui sont :

- L'artère sphéno-palatine pour la paroi médiale du sinus
- L'artère alvéolaire postéro-supérieure, qui, à son entrée dans le maxillaire donne une branche, l'artère alvéolo-antrale, qui va avoir un trajet le long de la paroi latérale du sinus, restant parfois périostée, mais qui a, sur d'autres patients, un trajet intra-osseux auquel cas il sera nécessaire de la disséquer au moment de la réalisation de la fenêtre osseuse par la voie de Caldwell-Luc.
- L'artère infra-orbitaire destinée à la vascularisation de la paroi supérieure.
- L'artère grand palatin pour la paroi inférieure du sinus.
- De nombreuses anastomoses se font tout autour du sinus maxillaire.

Le drainage veineux, présentant peu d'intérêt en implantologie, se fait essentiellement grâce aux veines maxillaire, sphéno-palatine, faciale, ainsi qu'aux plexus ptérygoïdiens et parotidiens.

1.1.3.3. Innervation

L'innervation est, elle, assurée par les branches du nerf V2 qui sont :

- Le nerf infra-orbitaire pour la partie antérolatérale du sinus
- Le nerf grand palatin pour la paroi inférieure
- Les nerfs nasaux pour la paroi médiale
- Le nerf alvéolaire supérieur et postérieur pour la partie postérieure de la face latérale.

1.1.4. Contre-indications

Les contre-indications peuvent être d'ordre local ou général.

1.1.4.1. Contre-indications générales

Au niveau général, on retrouve toutes les contre-indications valables pour l'implantologie orale, qu'elles soient absolues ou relatives. On retiendra les contre-indications liées à :

- L'anesthésie
- Le profil psychologique du patient

- Son état général (risque d'endocardite infectieuse, risque hémorragique, risque infectieux...)
- Un traitement médicamenteux (biphosphonates par injection, anticoagulant...)
- Les habitudes de vie du patient (tabac, hygiène bucco-dentaire...).

1.1.4.2. Contre-indications locales

Au niveau local, on retrouve les pathologies sinusiennes qui contre-indiquent ce type de traitement :

- La sinusite maxillaire
- Les kystes et tumeurs des maxillaires (papillome inversé...)
- La présence de corps étrangers dans le sinus (matériau d'obturation endodontique, dent, implant...)
- Conditions anatomiques locales (concha bullosa, déviation de la cloison nasale...).

A noter qu'il est nécessaire de vérifier sur les examens radiographiques préopératoires que l'ostium du sinus est ouvert. Dans le cas contraire, cela contre-indique la réalisation de l'intervention. Le moindre doute sur l'état des sinus du patient, doit conduire le chirurgien à adresser celui-ci chez un ORL afin de recueillir son avis.

1.1.5. Alternatives thérapeutiques

En fonction du type d'édentement, il existe des alternatives thérapeutiques permettant de le compenser sans avoir besoin de recourir à une élévation du plancher sinusien. Parmi elles, on peut citer :

- Les traitements prothétiques conventionnels : qu'il s'agisse de prothèse adjointe ou conjointe
- L'utilisation d'implants courts : mais cette option nécessite une hauteur d'os minimum
- Des implants en position tubérositaire
- Des implants posés de façon inclinée permettant de contourner le sinus
- Des implants zygomatiques
- La greffe d'apposition verticale : en cas d'hauteur prothétique très importante.

1.2 Platelet-rich fibrin (PRF)

1.2.1 Définition

Le PRF est un concentré plaquettaire utilisé depuis plusieurs années en chirurgie orale et maxillo-faciale. Il est composé :

- D'un réseau de fibrine : qui sert de matrice de support
- De plaquettes : qui sont de petites cellules sans noyau riches en facteurs de croissance. Lorsqu'elles sont activées elles relarguent ainsi du platelet derived growth factor (PDGF), du vascular endothelial growth factor (VEGF), du transforming growth factor (TGF) et de l'epidermal growth factor (EGF)
- Dans certains cas des cellules immunitaires : comme des leucocytes dans le cas du L-PRF.

Ces dernières années, on constate un intérêt grandissant pour le PRF en chirurgie orale. Ce concentré plaquettaire présente diverses propriétés. Parmi elles on note un effet hémostatique, un effet anti-inflammatoire et un effet de régénération tissulaire favorisant l'angiogenèse ainsi que la différenciation et la prolifération cellulaire.

De façon plus générale, les concentrés plaquettaires étaient initialement utilisés comme adjuvants chirurgicaux ou en médecine régénérative, notamment dans les domaines du sport ou de l'orthopédie. Ils permettent de promouvoir la cicatrisation.

1.2.2 Historique

Si le PRF est considéré comme un concentré plaquettaire de seconde génération, puisque son existence ne remonte qu'à l'année 2001 et sa découverte par le Docteur Joseph Choukroun, c'est que l'histoire des concentrés plaquettaires et autres produits dérivés du sang a commencé bien plus tôt. En effet, c'est en 1954 que Kingsley utilise pour la première fois le terme de Platelet-rich Plasma. Puis en 1970, Matras introduit le concept de colle de fibrine (composée de fibrinogène, de thrombine et de calcium). Il travaille sur des plaies chez le rat pour mettre au point un produit que l'on utilise toujours de nos jours. Entre 1975 et 1979, de nombreux chercheurs s'intéressent au sujet et tentent de l'améliorer en proposant le « platelet-fibrinogen-thrombin mixtures » ou le « gelatin platelet – gel foam ». Ces produits sont toujours considérés comme des colles, mais l'idée d'améliorer les capacités de cicatrisation est désormais bien présente. On arrive alors à obtenir plus de produit et à y intégrer davantage de cellules sanguines. Puis en 1986, Knighton et al. arrivent pour la première fois à montrer les effets de promotion de la cicatrisation en testant avec succès son produit appelé « platelet-derived

wound healing factors » (PDWHF) sur les ulcères de la peau, reprenant les premiers principes proposés par Matras. Après quelques années sans évolution notable, c'est en 1997 que Whitman et al. développent un produit qu'ils commencent par appeler PRP avant de le renommer « platelet gel ». Puis en 1998, Marx et al. continuent à développer la technique. On note à partir de ce moment-là un engouement massif pour l'utilisation des concentrés plaquettaires en chirurgie orale. Les produits et les concepts n'ont pas grandement évolué mais on constate néanmoins une multiplication des publications dans la littérature. Ainsi, dans les années qui suivent, plusieurs marques développent leur propre produit et des noms commerciaux sont déposés (ex : Plasma rich in growth factors PRGF-Endoret®, Vivostat PRF®...). Tous ces produits restent englobés sous le nom de PRP, sans que l'on tienne compte de leur composition. Cette terminologie hasardeuse et l'absence de classification persisteront plusieurs années durant. Et c'est en 2001 que le Dr Joseph Choukroun et ses collaborateurs mettent au point le Platelet-rich Fibrin (PRF). On considère alors cela comme la seconde génération de concentré plaquettaire. Alors qu'il s'agit en fait d'une autre famille de concentré plaquettaire. La technique est bien différente. On obtient ici un gel de fibrine fortement polymérisée, il y a une seule étape de centrifugation et aucun activateur de sang ou anticoagulant est ajouté. C'est également une étape importante concernant l'évolution de la terminologie. En 2006, Bielecki et al., et Cieslik-Bielecka et al. définissent le PRP comme une substance inactive et considère le PRG (Platelet rich gel®) comme une matrice plus biologiquement active. Dans le même temps, Sacco introduit le concept de CGF® (Concentrate growth factors). On arrive alors à obtenir à cette période des blocs toujours plus larges, plus denses et plus riches en cellules. Everts et al. étudient, en 2008, les formes activées ou non du produit et la présence de leucocytes. Ils proposent alors le P-LRP (Platelet-leukocyte rich plasma®) pour le produit non activé et la « platelet-leukocyte-gel » pour la forme activée. En 2009, une étape importante est franchie avec la première classification sur les concentrés plaquettaires qui est proposée par D. Dohan Ehrenfest et al.¹ Cela permet d'avoir une terminologie mieux adaptée et de clarifier la situation face au flou qui avait pu s'installer suite à la succession de concepts proposés par les nombreux scientifiques qui se sont intéressés au sujet. En utilisant l'architecture de la fibrine et le contenu cellulaire, les auteurs font ressortir 4 familles de concentrés plaquettaires (P-PRP, L-PRP, P-PRF et L-PRF). Cette classification sera développée plus en détail dans le chapitre suivant. En 2010, Sohn mélange une colle de fibrine à une greffe osseuse pour aboutir au concept de « sticky bone ». Au cours de l'année 2012, deux nouvelles classifications sont proposées, mais elles se limitent cette fois au PRP. L'une par Mishra et al., mais celle-ci ne s'applique qu'à la médecine du sport. Et l'autre par DeLong et al. qui utilise le système PAW (platelets quantity, mode d'activation, présence de cellules

¹ Dohan Ehrenfest, Rasmusson, et Albrektsson, « Classification of platelet concentrates : from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) ».

blanches). En 2014, Choukroun propose une PRF avancé, le A-PRF[®], qu'il fera de nouveau évoluer en 2016 avec le A-PRF +[®]. De leur côté, Tunali et al. développent le T-PRF[®] (Titanium-prepared PRF) qui utilise des tubes de prélèvement en titane. Enfin en 2015 Mourao et al. rédigent un protocole pour l'utilisation du i-PRF[®], qui est un PRF injectable.

1.2.3 Classification

La classification des concentrés plaquettaires de référence est celle proposée par D. Dohan Ehrenfest et al. en 2009². Pour l'établir, deux catégories de paramètres principaux ont été retenues. Il s'agit du contenu cellulaire (volume de concentré obtenu et efficacité de collecte des cellules) et de l'architecture de la fibrine (concentration en fibrinogène et densité de fibrine ainsi que son type de polymérisation). Une troisième catégorie de paramètres est prise en compte pour évaluer le degré de standardisation du protocole et reprend les caractéristiques pratiques de chaque technique.

Il s'agit d'une classification assez simple qui laisse apparaître 4 grandes familles de concentrés plaquettaires :

- P-PRP (Pure Platelet-Rich Plasma)
- L-PRP (Leukocyte and Platelet-Rich Plasma)
- P-PRF (Pure Platelet-Rich Fibrin)
- L-PRF (Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin)

1.2.3.1 PRP (Platelet-Rich Plasma)

Toutes les techniques de préparation de PRP présentent un certain nombre de points communs, parmi lesquels on peut citer :

- La collecte du sang est faite avec la présence d'un anticoagulant et est réalisée juste avant ou au cours de la chirurgie
- Le prélèvement sanguin est immédiatement traité par centrifugation
- Le temps de préparation peut être variable mais n'excède pas 1 heure.

Deux étapes de centrifugation sont nécessaires.

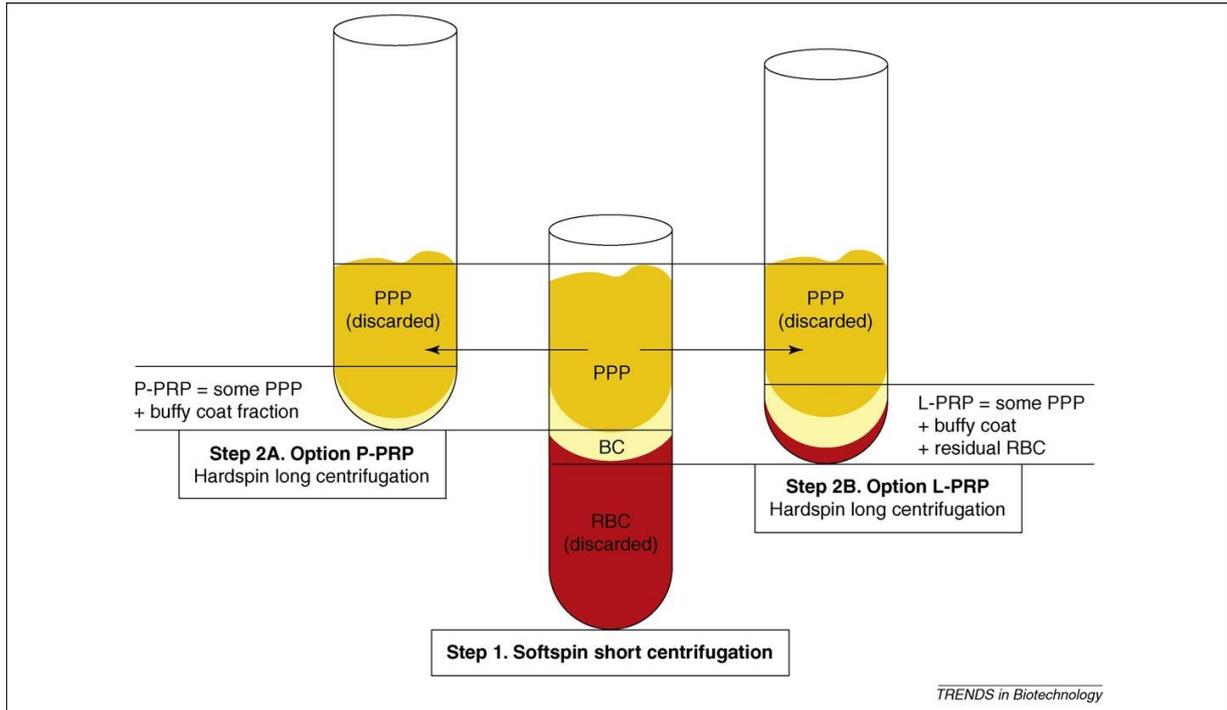
La première centrifugation permet de séparer le sang prélevé en 3 couches différentes :

- Les globules rouges que l'on retrouve au fond du tube (RBC)

² Dohan Ehrenfest, Rasmusson, et Albrektsson.

- La buffy coat (BC), concentrée en plaquettes, est la couche intermédiaire
- Le plasma acellulaire (PPP : Platelet poor plasma) qui est la couche de surface.

Figure 1 : Couches retrouvées après centrifugation pour production de PRP



Source : Dohan Ehrenfest, Rasmusson, et Albrektsson, « Classification of platelet concentrates : from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) », 2009.

La deuxième étape de centrifugation varie selon les protocoles. Globalement, le but de cette étape est de récolter la partie riche en plaquettes et de l'isoler des autres couches. Une fois que cette partie est collectée elle est appliquée sur le site avec de la thrombine ou du chlorure de calcium afin d'obtenir une activation plaquettaire et une polymérisation de la fibrine.

➤ P-PRP :

C'est un procédé qui a d'abord été développé pour une application additionnelle de la transfusion plaquettaire classique.

La première méthode développée utilisait un séparateur de cellules. Deux techniques étaient proposées. Soit le patient restait connecté à une machine le temps que la quantité de plaquettes souhaitée soit atteinte. Soit une poche de sang contenant un anticoagulant était prélevée et traitée par la suite. Une ultracentrifugation a lieu, dont le but est de séparer le PPP des autres couches. Ce dernier peut être réinjecté au patient par la suite. L'étape suivante consiste à prélever le PRP, ce qui peut par exemple se faire à l'aide d'un lecteur optique.

Ce protocole est très lourd et nécessite souvent la présence d'un hématologue. Ce qui explique qu'il est très peu utilisé.

Différents protocoles ont été proposés avec différentes machines. Le Vivostat PRF centrifuge® (qui reste du PRP malgré son nom commercial) est un séparateur de cellules avancé par exemple. Ou un P-PRP modifié a été introduit via le Anitua's PRGF® (plasma rich in growth factors) en 1999. Le PRGF est la couche intermédiaire obtenue après centrifugation. Celle-ci est collectée et on y ajoute du chlorure de sodium à 10 % afin d'induire la polymérisation de fibrine. Après une vingtaine de minutes un gel de PRGF est obtenu et doit être utilisé immédiatement. Mais cette technique, peu onéreuse malgré tout, ne présente pas une bonne ergonomie ni une reproductibilité assez fiable pour être satisfaisante pour une pratique quotidienne.

➤ L-PRP :

L'objectif initial de cette technique était d'obtenir une alternative permettant une mise en œuvre d'un concentré plaquettaire plus facile que les techniques utilisées auparavant. Ici, il n'y a plus de séparateur de cellules.

Divers protocoles ont été développés, on peut les classer selon qu'ils soient manuels ou automatisés.

- Les protocoles manuels les plus connus sont Curasan®, Friadent-Schütze®, Regen® et Plateltex®.

Curasan® et Friadent-Schütze® sont deux protocoles similaires qui nécessitent deux étapes de centrifugation. La première permettant de collecter le buffy coat et le PPP, laissant les cellules rouges du sang à l'écart. La partie collectée est centrifugée de nouveau à haute vitesse dans un autre tube, ce qui permet d'écarter le PPP et de récupérer un concentré de PRP composé de plaquettes, leucocytes et fibrinogène circulant ainsi que quelques RBC résiduelles. Ce concentré est alors appliqué avec du chlorure de calcium ou de la thrombine bovine. Le protocole Regen® utilise lui un gel séparateur. Tandis que le Plateltex® utilise des agents gélifiants qui permettent d'induire la polymérisation de la fibrine sans utiliser la thrombine bovine ou le chlorure de calcium.

Ces différents protocoles manuels demandent beaucoup de temps et ne permettent d'obtenir qu'un petit volume de L-PRP, certains conservant même le PPP afin d'augmenter le volume final.

Le produit obtenu est une matrice de fibrine de faible densité, qui est assez épaisse et qui se dissout rapidement. La technique est opérateur-dépendant, donc la reproductibilité est difficile à garantir.

Une manipulation imprécise pouvant conduire à la production involontaire de P-PRP, d'autant plus que les variations selon les protocoles ne facilitent pas la mise en œuvre.

- Les protocoles automatisés cités par D. Dohan Ehrenfest sont SmartPreP®, PCCS®, GPS® et Magellan®. Ces techniques utilisent deux compartiments connectés. Une première centrifugation est réalisée puis une partie de l'échantillon, différente selon les protocoles, est transférée dans le deuxième compartiment pour y subir une nouvelle centrifugation.

En conclusion, le L-PRP est assez cher à produire et nécessite un dispositif assez lourd ce qui contre-indique relativement une utilisation quotidienne, d'autant plus que le produit obtenu se dissout rapidement.

1.2.3.2 PRF (Platelet-Rich Fibrin)

➤ P-PRF :

Un seul protocole a été validé, il s'agit du PRFM de Fibrinet® qui utilise deux tubes différents et un dispositif de transfert. Une petite quantité de sang est mise dans un tube contenant du « tri-sodium citraté » utilisé comme anticoagulant et un gel séparateur. Le tout est centrifugé 6 minutes pour obtenir les 3 couches habituelles. La buffy coat et le PPP sont prélevés et transférés dans un deuxième tube contenant du chlorure de calcium qui permet de déclencher le processus de coagulation. Le tube est centrifugé durant 15 minutes afin d'obtenir un caillot stable de PRFM. Il apparaît là encore difficile d'utiliser ce produit en usage quotidien puisque le coût de production est assez élevé, et il nécessite un nombre important d'échantillons pour avoir une quantité satisfaisante. Néanmoins, les plaquettes et différentes cellules sont bien préservées et la matrice de fibrine obtenue est plus dense et plus stable que celle que retrouvée dans le PRP. Enfin, les études n'ont pas encore réussi à prouver l'efficacité du P-PRF.

➤ L-PRF :

Il s'agit d'une technique simple et libre, développée par le Docteur Joseph Choukroun. Ici, aucun anticoagulant ni agent gélifiant n'est utilisé, ce qui entraîne une activation plaquettaire et une polymérisation de la fibrine très rapide. Le sang est collecté dans des tubes en verre et centrifugé à basse vitesse. On obtient alors 3 couches :

- Les cellules rouges du sang (RBC)
- Un caillot de PRF
- Le plasma acellulaire (PPP).

Le caillot de PRF obtenu est un réseau de fibrine dans lequel s'entremêlent de nombreux leucocytes, plaquettes et facteurs de croissance. Ce bloc peut changer de forme, c'est ainsi qu'en le pressant on peut obtenir une membrane plate adaptée pour de nombreuses indications. Le caillot de fibrine est lentement remodelé à l'image d'un caillot de sang classique, la dissolution ne se fait donc pas très rapidement. Les cellules sont collectées avec une bonne efficacité. Le L-PRF présente un coût de production très faible, on peut en produire en assez bonne quantité et cela ne nécessite aucune adjonction de produit. Il s'agit donc du concentré plaquettaire le plus adapté à un usage quotidien dans un cabinet dentaire.

2 : Les différentes techniques de greffe d'élévation du plancher sinusien

Les greffes d'élévation du plancher sinusien peuvent se faire selon différentes techniques. En se plaçant uniquement dans le cadre d'un abord par voie latérale, nous allons décrire succinctement les différents types de greffe qui peuvent être réalisées, selon que le matériau soit autogène, allogène, xénogène ou synthétique.

Les différents matériaux de greffe doivent remplir au mieux le cahier des charges qu'impose une élévation du plancher sinusien. Pour obtenir une hauteur d'os suffisamment importante pour pouvoir poser des implants, on retiendra les caractéristiques suivantes qui doivent s'imposer au matériau de comblement³ :

- Capable de maintenir la membrane sinusienne en position haute
- Obtenir un caillot sanguin stable
- Promouvoir l'ostéogénèse
- Contrer le phénomène naturel de ré-expansion du sinus.

D'autres facteurs doivent rentrer en ligne de compte pour juger de la qualité de la technique ou du matériau de comblement : morbidité, temps de cicatrisation et d'ostéogénèse, coût, risque de transmission de pathogène...

2.1. Autogreffe osseuse

Les autogreffes sont des greffes réalisées à partir d'os prélevé chez le patient lui-même.

La greffe de sinus par comblement à l'os d'origine autogène est la première technique qui a été développée. Elle est, cependant, bien moins utilisée qu'auparavant. Mais elle fut, pour de nombreux auteurs, la technique de choix au regard de ses très bonnes propriétés ostéogéniques, ostéo-inductrices et ostéoconductrices, ainsi que pour l'absence de rejet immunitaire. Cette technique présente néanmoins un inconvénient majeur qui est celui de nécessiter un second site opératoire pour prélever le greffon.

³ Lambert, Lecloux, et Rompen, « Sinus floor bone augmentation : implementation of the concept of sinus-lift ».

2.1.1. Sites de prélèvement

Il existe différents sites de prélèvement pour obtenir le greffon. Ceux-ci peuvent être intra-oraux ou extra-oraux. On citera parmi eux :

- Intra-oraux :
 - Le prélèvement mentonnier (zone antérieure de la mandibule) : permet d'obtenir un greffon cortico-spongieux. L'accès est facile, mais la quantité d'os disponible est limitée et l'intervention peut entraîner des dysesthésies mentonnières.
 - Le prélèvement ramique (zone postérieure de la mandibule) : donne un greffon très cortical et assez peu spongieux. Les suites opératoires peuvent être assez désagréables, il existe un risque neurologique mais la quantité d'os disponible est relativement importante.

Figure 2 : Prélèvement ramique



Source : Xavier et al, « Maxillary sinus grafting with autograft vs. Fresh frozen allograft : a split-mouth histomorphometric study », 2015.

- Le prélèvement tubérositaire : os de qualité peu satisfaisante, d'une faible densité.
- Extra-oraux :
 - Le prélèvement pariétal : permet d'obtenir un greffon cortico-spongieux. Les suites opératoires sont relativement simples. Mais l'intervention se fait néanmoins sous anesthésie générale, et l'os prélevé ne se reforme pas.

Figure 3 : Prélèvement pariétal



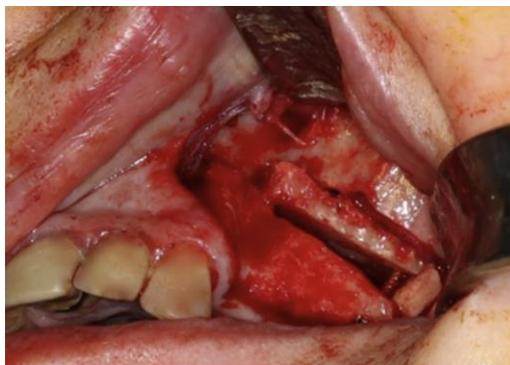
Source : Depeyret, « Retrospective evaluation of 211 patients with maxillofacial reconstruction using parietal bone graft for implants insertion », 2016.

Figure 4 : Greffons pariétaux



Source : Depeyret, « Retrospective evaluation of 211 patients with maxillofacial reconstruction using parietal bone graft for implants insertion », 2016.

Figure 5 : Mise en place du greffon stabilisé via un vis



Source : Depeyret A., « Retrospective evaluation of 211 patients with maxillofacial reconstruction using parietal bone graft for implants insertion », 2016.

- Le prélèvement iliaque : c'est un os très spongieux, qui peut se résorber de façon significative, cependant la quantité d'os disponible est abondante. Les inconvénients majeurs sont que cela nécessite une hospitalisation de 2-3 jours avec une intervention sous anesthésie générale et une cicatrice cutanée.
- D'autres sites donneurs, comme le tibia, ont été utilisés mais sont depuis longtemps abandonnés compte-tenu notamment des suites opératoires trop importantes.

2.1.2. Techniques chirurgicales

Il existe différentes techniques chirurgicales selon le type de greffon utilisé. Mais le principe clé commun à ces techniques est de faire adhérer intimement la partie greffée au plancher sinusien.

Le greffon peut être stabilisé de différentes façons. Soit on arrive à obtenir un auto-blocage, soit on utilise du matériel d'ostéosynthèse. La stabilité peut alors être obtenue grâce à un cerclage au fil d'acier ou à des vis. Une partie du prélèvement osseux peut être broyé et réduit en particules afin de venir combler les espaces entre le bloc greffé et le plancher du sinus. Dans certains cas, où la quantité d'os à greffer est limitée, la mise en place de particules seules peut suffire.⁴

2.1.3. Avantages/inconvénients et taux de survie

Les avantages des autogreffes sont qu'elles permettent de réunir des propriétés d'ostéoinduction, d'ostéoconduction et d'ostéogénèse, avec un transfert de cellules ostéocompétentes⁵. La compatibilité au niveau immunitaire permet aussi de supprimer le risque de rejet.

Les principaux inconvénients sont la morbidité augmentée avec un deuxième site opératoire et une anesthésie générale souvent indiquée. De plus une seconde équipe de chirurgie peut s'avérer nécessaire.

Une méta-analyse de 2017 de Strach-Jensen et al. enregistre un taux de survie à 5 ans de 97 % pour les implants posés suite à une élévation de plancher sinusien avec greffe autologue. Les auteurs y déclarent que ce taux est légèrement supérieur aux taux retenus pour les greffes réalisées à partir de particules d'hydroxyapatite d'origine bovine. Le taux de résorption étant, lui, très faible et pratiquement identique pour les 2 types de greffe⁶.

⁴ Tulasne et Andreani, *Les greffes osseuses en implantologie*.

⁵ Gouët et Touré, *Sinus & implant : chirurgie d'élévation sinusienne à visée implantaire*.

⁶ Starch-Jensen et al., « A systematic review and meta-analysis of long-term studies (five or more years) assessing maxillary sinus floor augmentation ».

Une revue Cochrane de 2014 ne mettait, quant à elle, aucune différence significative en évidence en ce qui concerne les échecs implantaires suite à une greffe de sinus, qu'elle soit réalisée à partir d'os autogène ou d'autres substituts osseux⁷.

2.2. Allogreffe

Les allogreffes sont des greffes réalisées à partir d'os d'origine humaine, prélevé sur d'autres individus que le patient. Le prélèvement s'effectue sur des personnes récemment décédées (24 heures maximum après le décès) et le site donneur est souvent la tête fémorale. Le greffon subi différents traitements et est, par la suite, stocké dans une banque osseuse afin d'être commercialisé.

2.2.1 Types d'allogreffe

Il existe différents types d'allogreffe⁸ :

- L'os lyophilisé : FDBA (Freeze dried bone allograft)
- L'os déminéralisé et lyophilisé : DFDBA (Deminaralized freeze dried bone allograft)
- L'os déprotéinisé (Puros® de Zimmer, BioBank...)

2.2.2 Propriétés, avantages/inconvénients et taux de survie

Le FDBA et le DFDBA peuvent se présenter sous forme de particules ou de gel, et fournissent une quantité importante de collagène de type I.

Les propriétés du FDBA et du DFDBA sont assez discutées selon les études. Si certains auteurs leurs ont prêté des propriétés d'ostéoconduction⁹, d'autres ont eu du mal à prouver cela. De même, Urist¹⁰ et Schwartz et al.¹¹ (1996) ont annoncé qu'ils observaient une capacité d'ostéoinduction, sans que cela trouve un écho important dans la communauté scientifique. Le fait est que l'on observe une formation osseuse plus lente et de moins bonne qualité dans ce genre de greffe sinusienne, ce qui laisse penser au plus grand nombre que l'allogreffe ne présente pas de grandes propriétés d'ostéoinduction, ni

⁷ Esposito, Felice, et Worthington, « Interventions for replacing missing teeth : augmentation procedures of the maxillary sinus ».

⁸ Antoun, *Les greffes de sinus en implantologie*.

⁹ Cammack et al., « Histologic evaluation of mineralized and demineralized freeze-dried bone allograft for ridge and sinus augmentations »; Kolerman, Tal, et Moses, « Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane ».

¹⁰ Urist, « Bone : formation by autoinduction ».

¹¹ Schwartz et al., « Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation ».

d'ostéogénèse. C'est ce qu'ont montré Valentini et Abensur en 1997¹² ou encore Nishibori et al. en 1994¹³, comparant tour à tour le DFDBA à l'hydroxyapatite d'origine bovine et à l'os autogène.

D'après un rapport de consensus rédigé par Jensen et al. en 1998¹⁴, le taux de succès des élévations de plancher sinusien par allogreffe est de 85 % à 5 ans.

D'autres types d'allogreffe comme le Puros®, avec le procédé Tutoplast, semblent obtenir des résultats plus satisfaisants. Le traitement différent du matériau permettant de conserver du collagène pourrait augmenter les capacités d'ostéoconduction. Par exemple, le Puros® semble se résorber et être remplacé plus rapidement par de l'os néoformé que le DFDBA et/ou le Bio-oss.

Figure 6 : Bloc de Puros (os allogénique)



Source : Jabbour et Tourbah, « Le bloc osseux allogénique Puros® : propriétés et technique d'utilisation », 2011.

Il existe depuis quelques années la possibilité de faire des greffons sur mesure (ex : BioBank®) à partir d'un CBCT. Mais ceux-ci sont plutôt utilisés pour d'autres types de greffe d'apposition.

Dans ce genre de greffe nous pouvons retenir les avantages suivants :

- Absence de second site opératoire
- Volumes osseux disponibles importants

¹² Valentini et Abensur, « Maxillary sinus floor elevation for implant placement with demineralized freeze-dried bone and bovine bone (bio-oss) : a clinical study of 20 patients ».

¹³ Nishibori et al., « Short-term healing of autogenous and allogeneic bone grafts after sinus augmentation : a report of 2 cases ».

¹⁴ Jensen et al., « Report of the sinus consensus conference of 1996 ».

- Possibilité d'obtenir un bloc sur mesure.

Au niveau des inconvénients, en plus des résultats qui semblent être moins convaincants que pour d'autres techniques on notera un potentiel risque de transmission pathogénique et une résorption assez importante du greffon.

2.3. Xénogreffe

Les xénogreffes sont des greffes réalisées à partir de matériaux issus de mammifères (porc, bovin ou cheval). L'os prélevé sur l'animal est traité afin d'éliminer toute la partie organique qui le compose, de façon à éviter les risques de contamination.

2.3.1 Différents types d'hydroxyapatite

- Hydroxyapatite bovine (ex : Bio-Oss®) : c'est la xénogreffe la plus étudiée en chirurgie orale. Les particules de xénogreffe sont connues pour avoir un potentiel ostéoconducteur ce qui permet d'avoir un contact étroit entre les particules du matériau et l'os néoformé au voisinage¹⁵.

La résorption du biomatériau est très lente, et pourrait être incomplète, ce qui peut permettre une certaine stabilité au niveau des sites d'intervention, le volume osseux gagné semblant assez stable dans le temps. De plus cela ne semble pas être un problème pour l'intégration des particules au tissu osseux néoformé¹⁶.

¹⁵ Pinholt, Bang, et Haanaes, « Alveolar ridge augmentation in rats by bio-oss »; Valentini et al., « Histological evaluation of bio-oss in a 2-stage sinus floor elevation and implantation procedure : a human case report ».

¹⁶ Froum et al., « Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix (osteograf/n) with and without autogenous bone : a clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis - part 2 of an ongoing prospective study »; Piattelli et al., « Bone reactions to anorganic bovine bone (bio-oss) used in sinus augmentation procedures : a histologic long-term report of 20 cases in humans ».

Figure 7 : Geistlich Bio-Oss® (origine bovine)



Source : Geistlich Pharma France SA, « Geistlich Bio-Oss® ».

Figure 8 : Ostéobiol Apatos® (origine porcine)



Source : Tecnooss Dental Srl., « Apatos ».

- Hydroxyapatite porcine (ex : Apatos®) : il s'agit d'un matériau moins étudié et plus récent qui garde la matrice collagénique et jouerait un rôle important dans la régénération osseuse. Barone et al.¹⁷ ont démontré les très bonnes propriétés ostéoconductrices de ce matériau en 2010. Le collagène pourrait permettre une résorption bien plus importante que dans le cas de l'hydroxyapatite bovine. Le taux de survie implantaire à 5 ans est de 92 % selon l'étude de Scarano et al. de 2010¹⁸.

¹⁷ Barone et al., « Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone : hystomorphometric evaluation after 6 months ».

¹⁸ Scarano et al., « Porcine bone used in sinus augmentation procedures : a 5-year retrospective clinical evaluation ».

2.3.2 Avantages/inconvénients et taux de survie

On retrouve pour ce genre de greffe les mêmes avantages que dans l'allogreffe (absence de second site opératoire, diminution de la morbidité...) ainsi qu'une résorption osseuse diminuée.

Parmi les inconvénients, on note une formation d'os moins importante au cours des premiers mois et la présence d'un risque potentiel de transmission de pathogène, même si les protocoles visant à éliminer la partie organique du greffon paraissent aujourd'hui efficaces pour faire face à ce type de risque.

Une étude, réalisée par Valentini et al.¹⁹, sur 15 patients ayant subi un sinus-lift au Bio-Oss® avec pose d'implant dans un second temps, relève un taux de survie implantaire à 5 ans de 98,1 %. Ce qui en fait un taux comparable à ce qui est retrouvé avec l'os autogène ou les alloplastiques. Les auteurs ont également réalisé une analyse histomorphométrique, confirmant les propriétés d'ostéoconduction de ce matériau et montrant une résorption très lente mais néanmoins active des particules de Bio-Oss au cours du temps avec des biopsies à 6 et 12 mois.

P. Valentini et DD. Booshardt ont publié un rapport de cas sur lequel ils ont réalisé une analyse histologique et histomorphométrique sur une zone de plancher sinusien greffée 20 ans plus tôt. Les mesures effectuées révèlent que le taux d'os minéralisé est assez stable dans le temps entre 12 mois et 20 ans (environ 22 %). Au contraire, la quantité de particules d'os d'origine bovine diminue de 35,87 % à 4,85 % au cours de ces années. Ce qui laisse supposer que le matériau greffé se résorbe très lentement, mais se résorbe tout de même²⁰.

2.4. Autres techniques (alloplastiques, mixtes ou sans greffe)

De nombreuses autres techniques de comblement sinusien ont été proposées. Que ce soit des techniques mixtes associant différents matériaux ou d'autres matériaux dont nous n'avons pas encore parlé. Sans rentrer dans les détails de chacune de ces techniques, on citera, parmi celles-ci, les céramiques (hydroxyapatite, phosphate tricalcique...), les matériaux d'origine naturelle (corail), les facteurs de croissance... Nous allons aborder très brièvement certains de ces types de greffe.

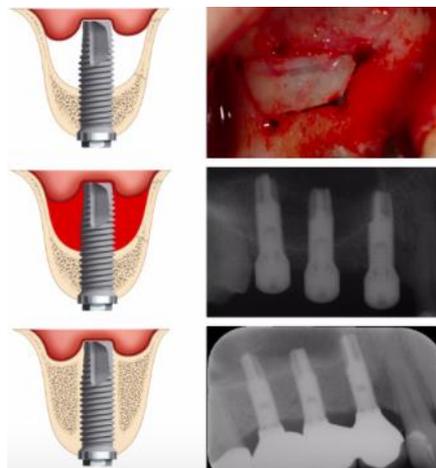
¹⁹ Valentini, Abensur, et Wenz, « Sinus grafting with porous bone mineral (bio-oss) for implant placement : a 5-year study on 15 patients ».

²⁰ Valentini et Bosshardt, « 20-year follow-up in maxillary sinus floor elevation using bovine-derived bone mineral : a case report with histologic and histomorphometric evaluation ».

2.4.1 Sans greffe

Cette technique suggère de réaliser une fenêtre par voie latérale, de décoller la membrane de Schneider mais de n'interposer aucun biomatériau entre celle-ci et le plancher du sinus. La condition sine qua non est de poser les implants de façon concomitante. En effet ceux-ci vont permettre de maintenir la membrane sinusienne en position haute, l'empêchant de comprimer le caillot sanguin s'installant autour des implants. Si la membrane n'est pas maintenue, la pression qu'elle exercera sur le caillot va entraîner une résorption importante de celui-ci, ce qui aura pour effet de limiter fortement le gain d'os que l'on espérait obtenir via ce type d'intervention. Dans ce type de chirurgie, on observe une néoformation osseuse dite « en toile de tente » autour des implants qui jouent le rôle de « piquet ».

Figure 9 : Illustration de l'aspect en piquet de tente avec le maintien de la membrane par l'extrémité de l'implant



Source : Lundgren et al., « Sinus floor elevation procedures to enable implant placement and integration : techniques biological aspects and clinical outcomes », 2016.

C'est Lundgren et al. qui, en 2004, ont commencé à publier sur cette technique. Ils ont réalisé une étude, sur 10 patients, chez qui une élévation du plancher sinusien était indiquée. Ils proposaient alors de maintenir la membrane en position haute en la suturant aux parois sinusiennes et y associaient la pose simultanée des implants. On notera tout de même que la hauteur d'os préopératoire était non négligeable (environ 7 mm de moyenne). Mais ils conclurent que cette technique était fiable et permettait d'obtenir une formation osseuse autour des implants²¹.

²¹ Lundgren, Andersson, et Gualini, « Bone reformation with sinus membrane elevation : a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation ».

Une revue systématique avec méta-analyse de Duan et al., incluant 22 études, a conclu que l'élévation du plancher sinusien sans greffe, avec pose d'implant simultanée donnait satisfaction et enregistrait un taux de survie implantaire de 97,9 %²². Cricchio et al. ont eux publié une étude à 6 ans avec un taux de survie implantaire de 98,7 %.

Certains auteurs ont néanmoins montré que le gain osseux peut être limité, ne dépendant pas de la longueur de l'implant. La partie apicale de l'implant pouvant se retrouver enchevêtrée dans un tissu conjonctif de la membrane sinusienne, ne permettant pas son ostéointégration²³.

Enfin une revue Cochrane de 2014, soulignant l'hétérogénéité des résultats selon les études, conclue néanmoins qu'il n'y pas de preuve statistique permettant de dire qu'il y a une différence entre les taux d'échec des élévations de plancher sinusien avec ou sans greffe osseuse.

2.4.2 Techniques mixtes associant différents matériaux

De très nombreuses combinaisons associant des xéno greffes, de l'os autogène ou allogène ou d'autres matériaux ont été étudié sans que l'on retrouve de résultats très probant quant à une technique qui apporterait un avantage significatif.

La seule association semblant améliorer et accélérer l'ostéogénèse est un mélange de xéno greffe et d'os autogène.

2.4.3 Alloplastiques

On retrouve dans cette catégorie les différents matériaux de greffe d'origine synthétique. D'un côté les bioverres et d'un autre les céramiques phosphocalciques qui comprennent l'hydroxyapatite (HA) de synthèse, les B-TCP et un mélange des deux.

Ces matériaux sont biocompatibles et bioactifs²⁴. Ils présentent des propriétés d'ostéoconduction, mais pas d'ostéoinduction.

A l'origine ces matériaux ont été développés car ils permettent d'éliminer le risque de transmission de pathogène.

²² Duan, Fu, et Qi, « Graft-free maxillary sinus floor elevation : a systematic review and meta-analysis ».

²³ Sul, Choi, et Li, « Histologic changes in the maxillary sinus membrane after sinus membrane elevation and the simultaneous insertion of dental implants without the use of grafting materials »; Sul, Choi, et Li, « Effects of sinus membrane elevation on bone formation around implants placed in the maxillary sinus cavity : an experimental study ».

²⁴ Hoexter, « Bone regeneration graft materials ».

L'hydroxyapatite de synthèse n'est pas trop utilisée dans les greffes sinusiennes du fait de sa faible résorbabilité, entraînant la présence d'un os moins vital au niveau des sites greffés. Certaines études ont néanmoins été conduites et rapportent des taux de survie très satisfaisants²⁵.

Les B-TCP sont appréciés par bon nombre de praticiens car ils sont censés se résorber au bout d'une à deux années avec un phénomène de substitution osseuse²⁶.

Les mélanges HA-TCP (ex : Bone Ceramic® de Straumann) sont intéressants car la phase TCP est censée se dissoudre pour libérer du calcium et du phosphate permettant d'initier une formation osseuse au sein de l'hydroxyapatite jouant le rôle d'échafaudage. Frenken et al. en 2010²⁷ ont étudié ce matériau et noté le fort potentiel ostéoconducteur de celui-ci suite à la néoformation d'os au contact des particules greffées.

Le principal inconvénient de ces alloplastiques est que l'on observe généralement une néoformation osseuse moindre par rapport à d'autres techniques précédemment citées²⁸.

2.5. Conclusion

De nombreux matériaux de comblement ont été utilisés dans les procédures d'élévation du plancher sinusien. Bon nombre de ces techniques apportent des résultats satisfaisants. L'autogreffe qui était considérée comme le « gold standard », il y a une trentaine d'années, a été, petit à petit, laissée de côté pour privilégier des techniques réduisant la morbidité et les suites post-opératoires. Actuellement, l'utilisation de particules d'hydroxyapatite d'origine bovine semble être la technique la plus répandue, en France du moins, et reste celle qui est la plus documentée. Elle bénéficie, de plus, d'un recul clinique très satisfaisant. Néanmoins, de nombreuses publications continuent de sortir sur diverses techniques, continuant à pousser la communauté scientifique à s'interroger sur la procédure rassemblant le plus de points du cahier des charges d'une élévation de plancher sinusien.

²⁵ Mangano et al., « Maxillary sinus augmentation with a porous synthetic hydroxyapatite and bovine-derived hydroxyapatite : a comparative clinical and histologic study ».

²⁶ Zerbo et al., « Histology of human alveolar bone regeneration with a porous tricalcium phosphate : a report of two cases ».

²⁷ Frenken et al., « The use of Straumann Bone Ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure : a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period ».

²⁸ Davarpanah et al., *Simplification des greffes sinusiennes*.

3 : Revue de littérature : PRF et greffe d'élévation du plancher sinusien

3.1. Introduction

Comme nous l'avons exposé en introduction, la pose d'implant dentaire en secteur postérieur au maxillaire peut être compliquée par un manque de hauteur osseuse. Différentes techniques sont proposées, la plupart d'entre elles ayant été développées ci-dessus. Au cours de ce travail, nous nous intéressons à une technique différente de celles suscitées. C'est ainsi que nous cherchons à évaluer l'efficacité d'une greffe de PRF pour faire face à ce déficit osseux et permettre la pose d'implant. Si nous sommes intéressés par cette technique c'est que nous estimons qu'elle peut présenter divers avantages que l'on ne retrouve pas forcément dans les autres propositions.

En dehors de la technique chirurgicale en elle-même et de son efficacité clinique, qui sera étudiée par la suite, nous pouvons retenir plusieurs avantages.

Premièrement le coût de la greffe, celui-ci est en effet extrêmement réduit. Certains biomatériaux ayant un coût important, l'alternative que peut représenter le PRF est non négligeable. En dehors de l'achat de la centrifugeuse, il ne reste qu'à évaluer le coût relativement faible d'un kit de prélèvement, de quelques tubes et de l'intervention d'un infirmier si le praticien ne souhaite pas effectuer le prélèvement lui-même.

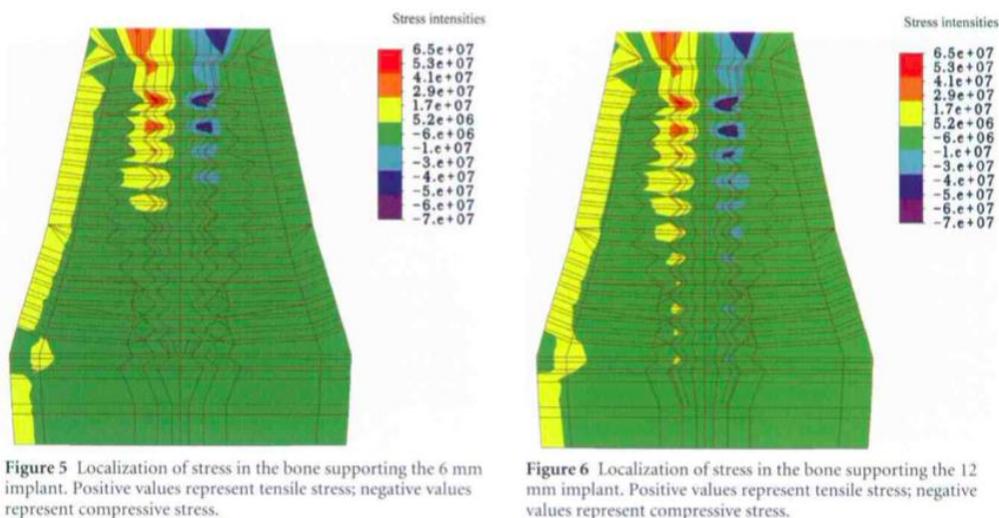
Deuxièmement, il s'agit là d'une autogreffe, ce qui permet donc d'exclure tout risque de contamination par un quelconque pathogène comme cela pourrait être le cas sur une xéngreffe ou une allogreffe, même si ce risque apparaît aujourd'hui minime.

Enfin certains patients nous exposent leur desiderata, et refusent de recevoir une greffe d'origine animale ou d'un autre individu. Le PRF permet ainsi de faire face à cet argument en proposant une autogreffe sans nécessiter de site de prélèvement osseux.

Avec cette technique l'inconvénient majeur, réside dans le fait que la pose d'implant doit être simultanée à la greffe sinusienne. Sans quoi on constatera une réexpansion du sinus maxillaire du fait de la pression de la membrane de Schneider, non maintenue en position haute, sur le caillot censé permettre une néoformation osseuse. Une hauteur d'os minimale est donc nécessaire pour permettre d'avoir une bonne stabilité primaire sur les implants qui seront de préférence enfouis. Cette technique n'est donc pas indiquée en cas de résorption extrême de la crête osseuse. Néanmoins, les contraintes mécaniques, sur des niveaux osseux réduits notamment, semblent se concentrer sur la partie cervicale

de l'implant. C'est ce qu'une étude de 2005, de Koca et al.²⁹, confirme sur les hauteurs d'os de 4 à 5 mm. Par conséquent, les cas nécessitant une greffe et ne présentant pas une résorption extrême (de l'ordre de 1 ou 2 mm), apparaissent comme des indications possibles à la technique de PRF avec pose concomitante des implants, pour lesquels, on peut donc espérer obtenir une bonne stabilité primaire. Une autre étude réalisée par analyse sur éléments finis, par Pierrisnard et al.³⁰, a conclu que les contraintes les plus fortes se concentrent sur les 3 millimètres de la partie cervicale de l'implant, et ce quelle que soit la longueur de l'implant, ce paramètre n'influant a priori pas sur la répartition des contraintes. Nous pouvons donc en déduire que c'est cette partie cervicale qui permet essentiellement d'assurer la stabilité primaire de l'implant. Théoriquement, en se fiant à cela, une hauteur d'os résiduelle de 3 mm, comprenant 1 mm de corticale, semble pouvoir laisser espérer une bonne stabilité primaire.

Figure 10 : Schématisation par analyse sur éléments finis mettant en évidence la répartition des contraintes sur un implant



Source : Pierrisnard et al., « Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution », 2003.

Notre recherche est centrée sur le PRF, mais voici, en préambule, un bref aparté sur un autre type de concentré plaquettaire qui est le PRP. Deux revues de littérature et méta-analyses, conduites en 2016³¹

²⁹ Koca, Eskitascioglu, et Usumez, « Three-dimensional finite-element analysis of functional stresses in different bone locations produced by implants placed in the maxillary posterior region of the sinus floor ».

³⁰ Pierrisnard, Renouard, et Renault, « Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution ».

³¹ Pocaterra, Caruso, et Bernardi, « Effectiveness of platelet-rich plasma as an adjunctive material to bone graft : a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials ».

et 2018³², portant sur l'efficacité du PRP face aux complications et aux échecs implantaires suite à des greffes sinusiennes, n'ont pas permis de démontrer son efficacité. En effet, aucune différence significative n'a été observée sur les greffes avec ou sans PRP concernant les échecs et complications.

3.2. Sélection des articles et critères d'inclusion

Pour réaliser cette revue narrative de littérature sur l'intérêt du PRF dans la greffe d'élévation du plancher sinusien, nous avons, avec l'aide des mots clés répertoriés dans le MeSH, utilisé l'équation de recherche suivante sur PubMed :

("Sinus Floor Augmentation"[Mesh] OR "Maxillary Sinus"[Mesh] OR "Maxillary Diseases/surgery"[Mesh]) AND ("Platelet-Rich Fibrin"[Mesh] OR "Fibrin"[Mesh])

Le terme « Platelet-Rich Fibrin » n'ayant été rajouté qu'en 2018 au MeSH, l'équation a délibérément été élargie pour inclure les articles plus anciens.

Au total, 65 publications ont été recensées.

En ajoutant les filtres, « Full text » et « humains », l'équation de recherche donne 46 résultats.

Parmi ces publications, nous avons effectué une sélection pour rester au plus près du sujet, et avons gardé 12 articles. Les rapports de cas n'ont pas été retenus, de même que les publications traitant d'une approche crestale. Parmi les autres publications, aucun critère d'exclusion n'a été retenu, et aucune sélection sur le nombre de sujets n'a été faite. Au final, 9 publications ont été sélectionnées.

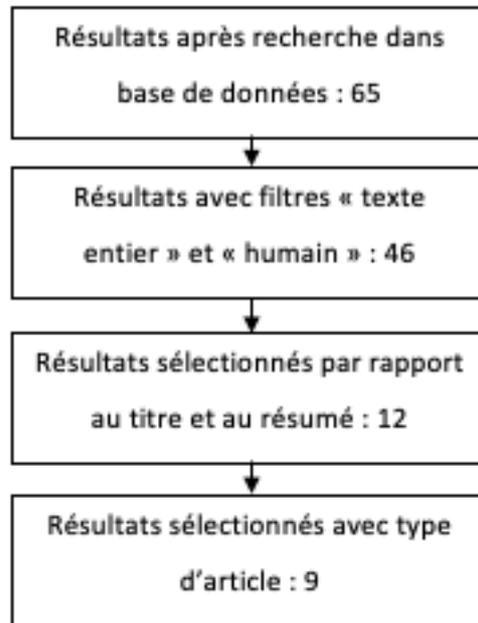
Quatre sous-groupes peuvent être réalisés parmi ces 9 articles, répartis selon le matériau de greffe étudié :

- 3 articles sur le PRF comme seul matériau de greffe
- 4 articles sur xéno greffe (Bio-oss®) + PRF
- 1 article sur alloplaste (Bêta-TCP) + PRF
- 1 article sur allogreffe (FDBA) + PRF.

Deux revues de littérature ont également été recensées.

³² Abdalla, Alqutaibi, et Kaddah, « Does the adjunctive use of platelet-rich plasma to bone graft during sinus augmentation reduce implant failure and complication ? : systematic review and meta-analysis ».

Figure 11 : Sélection des publications sur PubMed



Source : Auteur, 2018.

Tableau 1 : Études sur l'effet du PRF dans les procédures d'élévation du plancher sinusien

Référence	Année	Matériau de greffe	Nb patients	Nb sinus	Nb implants	Age	Préparation PRF	Paramètres mesurés
Mazor	2009	PRF	20	25	41	54,1 ans	400g / 12min	Histologie Radio
Simonpieri	2011	PRF	20	23	52	59,8 ans	400g / 12min	Radio
Tajima	2013	PRF	6	9	17	67,8 ans	30sec d'accél, 2min/2700rpm, 4min/2400rpm, 4min/2700rpm, 3min/3000rpm, 36sec de décél	Résonance ISQ Densité osseuse Radio
Tanaka	2015	PRF + Bio-Oss®	4	4	?	?	300g / 10min	Histologie Histomorphométrie
Nizam	2017	PRF + Bio-Oss®	13	26	?	49,92 ans	400g / 12min	Histologie Histomorphométrie
Zhang	2011	PRF + Bio-Oss®	10	11	?	Gr test : 43,5 ans Gr contrôle : 46,2 ans	300g / 10min	Radio Histologie Histomorphométrie
Tatullo	2012	PRF + Bio-Oss®	60	72	240	Entre 43 et 62 ans	3000rpm / 10min	Histologie Histomorphométrie
Choukroun	2006	PRF + FDDBA	?	9	?	?	2500rpm (280g) / 10min	Histologie Histomorphométrie
Kilic	2017	PRF + β -TCP	26	?	?	Gr cont. : 31,51 ans Gr PRP : 34,01ans Gr PRF : 35,48ans	3000rpm / 10min	Histologie Histomorphométrie

Source : Auteur, 2019

3.3. PRF comme seul matériau de greffe

Il s'agit de la partie qui nous intéresse le plus, puisque c'est avec celle-ci que nous pourrions comparer les résultats obtenus sur l'analyse de cas cliniques qui suivra au prochain chapitre.

Ici, les implants sont donc posés de façon concomitante à la greffe de sinus. Et seul le PRF est utilisé pour combler l'espace créé entre la membrane de Schneider soulevée et le plancher du sinus.

Dans ce sous-groupe ce sont 3 publications qui ont été retenues. Au total, on compte 46 patients opérés pour 57 élévations de plancher sinusien et 110 implants posés. Ces 3 études ont pour objectif commun d'évaluer l'efficacité du PRF comme seul matériau de greffe dans la procédure d'élévation du plancher sinusien avec pose simultanée d'implants. On note tout de même l'absence de groupe contrôle pour l'ensemble de ces études.

Mazor³³ et Simonpieri³⁴ utilise le même protocole pour la préparation du PRF (400g pendant 12 minutes). Tandis que Tajima³⁵ utilise un protocole plus complexe, faisant varier la vitesse au cours des 14 minutes de centrifugation.

Les trois études comptent un taux de survie implantaire de 100 %. Même si pour deux d'entre elles le suivi n'est que de 6 mois. Simonpieri a quant à lui réalisé son étude sur 2 à 6 ans selon les patients. Ce qui commence à être un recul clinique intéressant pour évaluer les résultats obtenus à moyen terme.

La hauteur d'os résiduelle préopératoire est assez variable selon les études. Dans l'ordre respectif, Simonpieri, Mazor et Tajima, les moyennes sont de 1,80 mm, 2,9 mm et 4,28 mm.

Les gains de hauteur osseuse sont eux aussi assez différents. Chez Tajima, ce sont 7,5 mm de moyenne qui sont gagnés. Alors que chez Mazor on obtient 10,1 mm de gain, et 10,4 mm chez Simonpieri. Mais ces différences, que l'on peut qualifier de notables si l'on compare les valeurs brutes, sont finalement assez logiques. Car lors de l'intervention, c'est la partie apicale de l'implant qui sert de piquet de tente pour éviter que la membrane sinusienne ne retombe. On peut donc penser que la hauteur d'os finale

³³ Mazor, Horowitz, et Del Corso, « Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement using Choukroun's platelet-rich fibrin as the sole grafting material : a radiologic and histologic study at 6 months ».

³⁴ Simonpieri, Choukroun, et Del Corso, « Simultaneous sinus-lift and implantation using microthreaded implants and leukocyte- and platelet-rich fibrin as sole grafting material : a six-year experience ».

³⁵ Tajima, Ohba, et Sawase, « Evaluation of sinus floor augmentation with simultaneous implant placement using platelet-rich fibrin as sole grafting material ».

dépendra de la longueur de l'implant. En effet, plus celui-ci est long, plus on a de chance d'avoir une hauteur d'os sous-sinusienne importante. Tajima ayant une hauteur d'os préopératoire bien supérieure aux autres, obtient donc un gain net bien inférieur. Mais en faisant la somme de l'os résiduel et de l'os néoformé, on obtient 13 mm (Mazor), 12,2 mm (Simonpieri) et 11,78 mm (Tajima). Ce qui correspond à des longueurs d'implants couramment posés.

Tableau 2 : PRF comme seul matériau de greffe

Référence	TSI (%)	Durée	Os résiduel (mm)	Gain osseux (mm)	Résultats	Conclusion
Mazor	100	6 mois	2,9 (±0,9)	10,1 (±0,9)	-Plancher sinusien en continuité avec extrémité de l'implant -Histologie : bonne organisation osseuse et os vivant	-PRF stabilise un important volume osseux -Option peu couteuse -Technique pertinente pour protection de la membrane sinusienne et promotion de régénération osseuse
Simonpieri	100	6 ans	1,80 (±0,5)	10,4 (±1,2)	-Tous les implants sont stables à 6 mois -CBCT pour mesurer gain	-Option fiable pour promouvoir la régénération osseuse et en protection de la membrane sinusienne ainsi qu'en fermeture de fenêtre latérale -Stabilise un volume osseux important -Évite l'enchevêtrement de l'extrémité de l'implant dans un tissu fibreux comme ça peut être le cas dans la technique sans greffe
Tajima	100	6 mois	4,28 (±1)	7,5	-Résonance (ISQ : 66,5) confirme la stabilité implantaire -Os néoformé : 0,70mL (±0,31) -11,8 mm de hauteur osseuse correspond à longueur d'implant	-Fiable et sécuritaire pour promouvoir la régénération osseuse -La hauteur d'os dépendrait de la longueur de l'implant -Densité osseuse mesurée comparable à l'os maxillaire natif -Comparativement à la technique sans greffe, il y a plus de formation osseuse

Source : Auteur, 2019.

Lors de leur pose les implants doivent impérativement présenter une bonne stabilité primaire. C'est pour cela qu'il est recommandé d'utiliser des implants avec un micro filetage cervical ou des implants « tapered ».

Les 3 études ont un protocole pharmacologique similaire. Une prescription d'amoxicilline (5 à 6 jours), d'AINS à visée antalgique et un bain de bouche antiseptique est donnée.

Une visite de contrôle a lieu entre J+7 et J+10 pour déposer les fils de suture.

Les résultats obtenus par les différentes études sont positifs. Quelles que soient les mesures réalisées (radiologique, histologique, densité osseuse), les données sont satisfaisantes. Les auteurs arrivent tous à une conclusion peu ou prou identique. Ils retiennent que la technique de greffe avec PRF comme seul matériau de greffe dans les soulèvements de sinus avec pose simultanée d'implant semble être une technique fiable pour la régénération osseuse, et présente de plus l'avantage d'être peu coûteuse.

Les revues de littérature qui ont abordé le sujet, ont conclu que le PRF montrait des résultats prometteurs dans ce type d'intervention. L'une d'elle, soulignant tout de même le manque de standardisation des protocoles et l'autre ne trouvant pas de bénéfice par rapport à l'élévation de plancher sinusien sans greffe.

En conclusion, la technique semble fiable et reproductible pour la pose d'implants dans des sites postérieurs atrophiés au maxillaire. Le recul clinique faible chez Mazor et Tajima ne permet pas de suivre dans le temps l'évolution de ce type de greffe. Mais le contrôle radiologique annuel, jusqu'à 6 ans, proposé par Simonpieri, donne des résultats fiables dans le temps, au moins à moyen terme. Le coût, la facilité d'obtention du PRF et les résultats qu'il montre, en font une alternative intéressante dans les greffes de sinus.

3.4. PRF et xéno greffe

Quatre publications ont été relevées dans ce sous-groupe.

L'objectif commun de ces études est d'évaluer l'effet du PRF en association avec du DBBM sur la régénération osseuse dans les élévations de plancher sinusien.

Dans l'ensemble de ces études les implants sont posés dans un second temps, après cicatrisation osseuse de la greffe sinusienne.

Dans trois de ces publications les hauteurs d'os résiduelles sont inférieures à 5 mm, seul Tanaka³⁶ donne une moyenne de 6,2 mm ($\pm 1,8$) sur 4 cas cliniques.

Chacune de ces études ont réalisé une biopsie afin de faire une analyse histologique et histomorphométrique.

³⁶ Tanaka et al., « Additional effects of platelet-rich fibrin on bone regeneration in sinus augmentation with deproteinized bovine bone mineral : preliminary results ».

Tableau 3 : PRF + Bio-Oss® dans les greffes d'élévation sinusienne

Référence	Durée	Os résiduel (mm)	Résultats	Conclusion
Zhang	6 mois	< 5	<p>-Radio : qualité et quantité d'os satisfaisantes</p> <p>-Histologie : composition similaire entre groupes contrôle et test, pas d'inflammation</p> <p>-Histomorphométrie : pas de différence significative entre les 2 groupes concernant os néoformé, quantité de Bio-Oss® résiduel et contact os/Bio-Oss®</p>	A M+6 pas d'avantage ni d'inconvénient à l'ajout de PRF avec le Bio-Oss® dans les procédures de greffes sinusiennes
Tatullo	150 jours	< 5	<p>-3 protocoles :</p> <p>-Précoce (106j) : stroma riche et vascularisé, tissu osseux lamellaire</p> <p>-Intermédiaire (120j) : pas de cellules inflammatoires</p> <p>-Tardif (150j) : trabécules d'os lamellaire matures, stroma riche et vascularisé</p> <p>-Histomorphométrie : PRF conduit à une production d'os nouveau à J+106. Réduction des zones d'os non vital par rapport au groupe contrôle. Ostéocyte et ostéoblaste signent l'activité d'ostéoconduction.</p> <p>-Résonance ISQ pas de différence entre les 3 groupes</p> <p>-Radio à M+6 confirme os néoformé et contact os-implant</p>	PRF (et piezochirurgie) réduit le temps de cicatrisation, bonne stabilité primaire obtenue à 106j (contrairement aux 150j décrits dans la littérature)
Tanaka	10 mois	6,2 (±1,8)	Entre M+7 et M+10, l'histomorphométrie donne 34,5 % d'os néoformé contre 18 à 23 % dans d'anciennes publications (mais seulement 4 cas cliniques ici)	Effet positif du PRF retrouvé dans le fort % d'os néoformé comparativement aux anciennes publications
Nizam	2 ans	> 5	Pas de différence significative entre les groupes test et contrôle concernant l'os néoformé, l'os greffé résiduel et le tissu mou en %. De même pour les mesures radio, pas de différence significative observée (test : 13,60 mm / contrôle : 13,53 mm)	A M+6 le PRF n'améliore pas la quantité d'os néoformé ou de greffe intégrée à l'os néoformé. Mais technique fiable quand même

Source : Auteur, 2019.

Les résultats obtenus diffèrent selon les études. Deux des études menées n'ont trouvé aucun effet bénéfique à l'ajout de PRF en plus du DBBM. Il s'agit de Zhang³⁷ et Nizam³⁸. Zhang qui compare le groupe test au groupe contrôle sur une biopsie à 6 mois ne trouve aucune différence significative sur l'histologie et l'histomorphométrie. Il en est de même pour Nizam qui propose le même protocole. Il a l'avantage de réaliser des doubles sinus, permettant de réaliser un côté en test et l'autre en contrôle. Les deux autres publications relevant un effet bénéfique du PRF sur la régénération osseuse dans les greffes de sinus sont l'œuvre de Tatullo³⁹ et Tanaka. Tatullo pense que le PRF permet une réduction du temps de cicatrisation, autorisant la pose d'implants à 106 jours au lieu des 150 habituellement annoncés dans la littérature. Le nombre important de patients inclus dans l'étude lui donne du crédit, puisqu'il y en a 60 pour 240 implants posés et 72 sinus opérés. Tanaka, lui, relève un taux d'os néoformé plus important que ce qui avait été énoncé dans des publications précédentes. Mais le très faible échantillon de son étude (4 patients) n'apporte pas satisfaction.

En conclusion, la disparité des résultats obtenus ne permet pas de conclure quant à l'effet du PRF en association avec le DBBM dans les greffes de sinus. De nouvelles études sont nécessaires pour conclure sur ce sujet.

Une publication non accessible en ligne de 2010 de Inchingolo et al.⁴⁰, menée sur 23 patients a été réalisée avec le même objectif. L'accès à « l'abstract » nous permet de connaître la conclusion qui ne relève aucun échec avec cette technique de combinaison de Bio-Oss® + PRF selon les critères d'Albrektsson.

³⁷ Zhang, Tangl, et Huber, « Effects of Choukroun's platelet-rich fibrin on bone regeneration in combination with deproteinized bovine bone mineral in maxillary sinus augmentation : a histological and histomorphometric study ».

³⁸ Nizam, Eren, et Akcali, « Maxillary sinus augmentation with leukocyte and platelet-rich fibrin and deproteinized bovine bone mineral : a split-mouth histological and histomorphometric study ».

³⁹ Tatullo, Marrelli, et Cassetta, « Platelet rich fibrin (p.r.f.) in reconstructive surgery of atrophied maxillary bones : clinical and histological evaluations ».

⁴⁰ Inchingolo, Tatullo, et Marrelli, « Trial with platelet-rich fibrin and bio-oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy : clinical and radiological evaluations ».

3.5. PRF et allogreffe

Une seule publication a été recensée sur cette combinaison de matériau de greffe. Il s'agit d'une étude de Choukroun et al.⁴¹ menée en 2006. Le mélange testé est du PRF et du FDBA (Freeze dried bone allograft) de chez Phoenix TBF®.

L'étude porte sur 9 élévations de plancher sinusien. Le groupe test comprend 6 sinus opérés alors que le groupe contrôle en compte 3. L'étude est étalée sur 8 mois.

Les auteurs proposent d'évaluer le potentiel du PRF en association avec le FDBA dans la régénération osseuse au niveau sinusien.

Le protocole est conçu de façon à comparer les résultats du groupe test à 4 mois, à ceux du groupe contrôle à 8 mois. Habituellement, 8 mois étant le délai conseillé pour que la cicatrisation osseuse ait lieu sur une greffe sinusienne au FDBA. Une biopsie est donc réalisée à M+4 pour le groupe test et à M+8 dans le groupe contrôle.

Au cours des intervention une perforation de membrane sinusienne a été notée et traitée avec succès grâce à une membrane de PRF.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Groupe contrôle (M+8) :
 - Os non vital : 10,93 %
 - Os vital : 20,30 %
- Groupe test (M+4) :
 - Os non vital : 9,41 %
 - Os vital 20,95 %
- Os trabéculaire :
 - Contrôle : 30,36 %
 - Test : 31,24 %
- Espaces médullaires :
 - Contrôle : 67,7 %
 - Test : 66,5 %

⁴¹ Choukroun, Diss, et Simonpieri, « Platelet-rich fibrin (PRF) : a second-generation platelet concentrate. Part V, Histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift ».

Les résultats sont statistiquement équivalents, et pourtant il y a 4 mois d'écart entre les 2 groupes. Ce qui a permis aux auteurs de conclure que ces résultats similaires sont la preuve que le PRF en association avec le FDDB accélère la régénération osseuse. Ils semblent laisser penser que les implants pourraient être placés à 4 mois après l'intervention. De plus l'analyse histologique montre une amélioration du volume osseux sans qu'il y ait d'altération au niveau de la qualité de maturation osseuse. Les auteurs concluent néanmoins que d'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats à 4 mois postopératoire.

3.6. PRF et alloplaste

La seule publication trouvée sur le sujet est celle de Kilic⁴² datant de 2017. Les associations testées dans cette étude sont le β -TCP avec le P-PRP et le β -TCP avec le PRF comparativement au β -TCP seul.

L'objectif de l'étude est de comparer les résultats histologiques et histomorphométriques des élévations du plancher sinusien selon que la greffe comprenne du β -TCP seul (2mL) ou en association avec du P-PRP (2mL + 2-2,4mL de PRP) ou du PRF (2mL + 4-5mL de PRF).

Cette étude a été menée sur 26 patients (9 femmes pour 17 hommes). Le groupe contrôle (β -TCP seul) comprend 9 patients, celui du P-PRP 9 également, et 8 pour le PRF. Il n'y a pas de différences significatives concernant les moyennes d'âge entre les patients des différents groupes. Les cas cliniques sélectionnés ont tous moins de 7 mm d'hauteur d'os résiduel.

Le protocole de PRP a été fait en une centrifugation, avec ajout d'anticoagulant et activation au CaCl₂, permettant d'obtenir un gel au bout de 15 à 20 minutes. Le PRF a lui été préparé avec une centrifugation à 3000rpm pendant 10 minutes.

Une biopsie a été réalisée au bout de 6 mois. C'est à ce même moment que les implants sont posés. Cinq perforations de la membrane sinusienne ont été relevées et traitées par membrane de collagène. Aucune infection post-opératoire n'a eu lieu. La fenêtre latérale a également été fermée par une

⁴² Cömert Kılıç, Güngörmüş, et Parlak, « Histologic and histomorphometric assessment of sinus-floor augmentation with beta-tricalcium phosphate alone or in combination with pure-platelet-rich plasma or platelet-rich fibrin : a randomized clinical trial ».

membrane de collagène. Et l'ordonnance donnée au patient comportait du Paracétamol, de l'Augmentin et de la Chlorhexidine.

Les résultats obtenus à 6 mois ne montrent pas de différences significatives entre ces 3 groupes. Que ce soit au niveau du pourcentage d'os néoformé (contrôle : 33,40 %, PRP : 34,83 %, PRF : 32,03 %), du pourcentage de matériau de greffe résiduel (respectivement 30,39 %, 28,98 % et 32,66 %), que de la quantité de tissu mou (36,21 %, 36,19 % et 35,31 %). La composition histologique est donc assez similaire.

Les auteurs ont donc conclu que ni le P-PRP, ni le PRF, en association avec les β -TCP n'apportent de bénéfice quant à la formation osseuse dans les élévations du plancher sinusien.

3.7. Discussion

De plus en plus de publications sont faites au sujet du PRF dans le domaine de la chirurgie orale. Néanmoins, il n'y a pas encore de consensus clair sur les bénéfices que cela pourrait apporter dans telle ou telle indication.

Dans les cas de procédure d'élévation du plancher sinusien, comme nous l'avons vu, différentes techniques ont été étudiées ; que le PRF soit seul, ou en association avec du DBBM, du FDDB, des β -TCP.

Il est difficile de synthétiser ces résultats, car les protocoles sont nombreux, et diffèrent souvent d'une étude à l'autre. Rien que dans les protocoles de centrifugation, la vitesse, la durée ou ne serait-ce que le type de centrifugeuse (vibrations...), changent selon les études. Ce qui complique la comparaison des résultats obtenus par chaque équipe scientifique.

Si nous nous fions à notre analyse de littérature, nous pouvons retenir que :

- Le PRF utilisé comme seul matériau de greffe avec pose d'implants simultanée semble être une technique fiable, reproductible et peu coûteuse.
- Le PRF en association avec le DBBM donne des résultats partagés selon les études. Certaines soulignant son effet dans la régénération osseuse, d'autres ne relevant pas d'effet bénéfique.
- Le PRF en association avec le FDDB semblerait accélérer la cicatrisation et permettrait de raccourcir le délai pour la pose d'implant.
- Le PRF (ou P-PRP) en association avec les β -TCP n'apporterait rien de plus.

3.8. Conclusion

Quels que soient les résultats obtenus, et même si certains d'entre eux semblent prometteurs, il apparaît nécessaire que de nouvelles études soient menées pour établir l'apport réel du PRF dans les greffes d'élévation sinusienne, que ce soit seul ou en association. Une standardisation des protocoles permettrait également de comparer de façon plus probante les résultats obtenus.

Depuis que cette revue de littérature a été réalisée un nouvel article de Barbu et al⁴³. a été publié en Aout 2018. Celui-ci s'intéresse à l'apport du PRF en associant avec des particules d'os d'origine bovine dans les élévations de plancher sinusien avec pose d'implant simultanée. 30 implants ont été posés chez 14 patients, pour un gain moyen de 10,12 mm au bout de 6 mois. La hauteur d'os préopératoire était de 4 à 5 mm. Le suivi moyen est de 43,79 mois et aucune complication ni perte d'implant n'a été constatée. Les auteurs ont conclu que la technique de soulevé de plancher sinusien avec pose d'implant en utilisant du PRF et des particules d'os d'origine bovine était fiable et prédictible pour les crêtes édentées présentant 4 à 5 mm d'os résiduel. Ils rajoutent également que les deux perforations de membrane sinusienne constatées ont été traitées avec succès grâce aux membranes de PRF.

Une revue systématique de littérature de Dragonas et al.⁴⁴ est également parue après réalisation de notre revue.

⁴³ Barbu, Andreescu, et Comaneanu, « Maxillary sinus floor augmentation to enable one-stage implant placement by using bovine bone substitute and platelet-rich fibrin ».

⁴⁴ Dragonas, Katsaros, et Avila-Ortiz, « Effects of leukocyte-platelet-rich fibrin (l-prf) in different intraoral bone grafting procedures : a systematic review ».

4 : Analyse et description des cas cliniques

4.1. Analyse des données recueillies

4.1.1. Introduction

L'objectif de cette analyse de cas cliniques est d'évaluer l'efficacité du L-PRF comme seul matériau de greffe lors d'une élévation du plancher sinusien par voie latérale avec pose concomitante d'implant. Autrement dit nous souhaitons évaluer le caractère fiable et reproductible de cette méthode

4.1.2. Matériel et méthodes

Les patients retenus pour cette analyse sont issus d'un cabinet privé, candidats à une pose d'implant en secteur postérieur au maxillaire nécessitant une élévation du plancher sinusien. Les interventions sont réalisées par deux praticiens, au sein d'un même cabinet, utilisant le même protocole chirurgical. La technique chirurgicale retenue est celle d'un abord par voie latérale, dit de Caldwell-Luc, en utilisant des instruments de piezochirurgie. Le seul matériau de greffe utilisé est le L-PRF. Lors de chaque intervention, au moins un implant est posé de façon concomitante. Les implants posés sont enfouis et le 2^{ème} temps chirurgical n'est réalisé que 4 mois plus tard.

L'efficacité du L-PRF est ici mesuré uniquement de façon radiologique. Les mesures sont réalisées sur un CBCT en postopératoire immédiat puis sur un nouveau CBCT réalisé à environ 4 mois postopératoire, au moment de la mise en fonction des implants.

En relevant les longueurs implantaires, réelles et mesurées radiologiquement, nous avons pu estimer le rapport de déformation engendré par le CBCT et ainsi réaliser un produit en croix afin de minimiser l'approximation sur les hauteurs d'os mesurées.

Les examens radiologiques sont réalisés avec la machine Orthophos XG de Sirona® et les logiciels sont Galaxis Basic® et Galileos Implant®.

Les implants posés sont de différentes marques : Astra®, Camlog®, Alphabio® et Implant Direct®. Les longueurs des différents implants sont : 8 mm (n=2), 10 mm (n=9), 11 mm (n=18), 11,5 mm (n=6).

Concernant les patients, aucun critère d'exclusion n'a été retenu. Le seul critère d'inclusion est de présenter une indication d'élévation du plancher sinusien avec pose concomitante d'implant permettant une stabilité primaire satisfaisante.

Concernant les implants, 3 ont été écartés car ils ont été posés de façon concomitante à la réalisation d'une greffe de sinus au L-PRF avec pose d'un autre implant ; mais la hauteur osseuse préopératoire en regard de leur site de forage uniquement n'aurait pas nécessité de greffe. Ils n'auraient, en eux-mêmes, donc pas eu besoin d'élévation du plancher sinusien.

4.1.3. Résultats

En dehors du taux de survie implantaire, facilement quantifiable, les résultats que nous relevons sont purement radiologique. Comme expliqué précédemment, nous avons relevé 4 mesures sur la hauteur d'os autour des implants en postopératoire immédiat à l'aide du logiciel 3D. Puis nous avons remesuré ces 4 valeurs sur un CBCT à environ 4 mois en postopératoire pour quantifier le gain osseux. C'est après ce laps de temps que la partie prothétique est réalisée et que les implants sont mis en fonction.

Cette analyse de cas cliniques est réalisée sur 26 patients, 12 pour un praticien et 14 pour l'autre. Un total de 35 implants ont été étudiés, respectivement 17 et 18 pour chaque praticien. Il y a au sein de cet échantillon une large majorité de femmes, 18, pour 8 hommes. La moyenne d'âge observée est de 58,59 ans ($\pm 7,35$).

Tableau 4 : Tableau descriptif de l'analyse de cas cliniques

	Praticien 1	Praticien 2	Global
Nombre de patients	12	14	26
Sexe	8 F / 4 H	10 F / 4 H	18 F / 8 H
Age (années)	57,41 ($\pm 5,79$) Intervalle : 49 - 69	59,78 ($\pm 8,53$) Intervalle: 49 - 78	58,59 ($\pm 7,35$) Intervalle : 49 - 78
Nombre d'implants	17	18	35

Source : Auteur, 2019.

Des mesures ont donc été réalisées en mésial, en distal, en vestibulaire et en palatin de chaque implant, en postopératoire immédiat puis au moment de la mise en fonction des implants c'est-à-dire à environ 4 mois.

Selon les sites, les hauteurs osseuses préopératoires varient entre 1,53 mm et 9,47 mm. Les gains mesurés sont eux compris entre 0,10 mm et 9,71 mm.

Pour chacun des 4 sites, la moyenne préopératoire et celle à la mise en charge ont été calculées. Ceci nous permettant d'en déduire les différents gains osseux moyens.

Tableau 5 : Moyennes des hauteurs osseuses selon les sites et le timing

Site	Timing	Hauteur osseuse moyenne (mm)	Hauteur osseuse mini/maxi (mm)
M	Pré-op	5,18 ($\pm 1,78$)	2,28 / 9,47
	Mise en charge	10,08 ($\pm 1,48$)	6,99 / 12,57
	Gain	4,90 ($\pm 1,99$)	0,10 / 9,33
D	Pré-op	4,77 ($\pm 1,43$)	1,70 / 8,00
	Mise en charge	9,61 ($\pm 1,59$)	6,96 / 12,41
	Gain	4,84 ($\pm 1,98$)	1,08 / 9,71
P	Pré-op	5,26 ($\pm 1,80$)	1,53 / 8,87
	Mise en charge	9,54 ($\pm 1,33$)	7,10 / 11,72
	Gain	4,28 ($\pm 1,61$)	1,71 / 7,67
V	Pré-op	5,30 ($\pm 1,51$)	2,19 / 7,97
	Mise en charge	9,58 ($\pm 1,59$)	5,67 / 13,45
	Gain	4,28 ($\pm 1,98$)	0,17 / 7,67

Source : Auteur, 2019.

La hauteur d'os moyenne globale en préopératoire est de 5,13 mm ($\pm 1,63$). Au moment de réaliser la mise en charge cette moyenne est de 9,70 ($\pm 1,50$ mm). On observe donc un gain moyen de 4,57 mm ($\pm 1,90$). Un test de Student apparié nous donne $p < 0,001$ confirmant que la différence de près de 4,5 mm de moyenne entre la hauteur osseuse préopératoire et à la mise en charge est bien significative.

Tableau 6 : Moyennes des hauteurs osseuses préopératoire et à la mise en charge

Timing	Hauteur osseuse moyenne (mm)	p (pré-op vs MEC)
Pré-op	5,13 ($\pm 1,63$)	< 0,001
Mise en charge	9,70 ($\pm 1,50$)	
Gain	4,57 ($\pm 1,90$)	

Source : Auteur, 2019.

Les deux longueurs d'implants les plus posées au cours de cette analyse de cas sont 10 mm et 11 mm. Nous retrouvons ainsi 9 implants de 10 mm et 18 implants de 11 mm. En utilisant des tests de Student, nous avons comparé les différentes mesures moyennes obtenues entre ces deux longueurs d'implants. La comparaison des deux hauteurs moyennes en préopératoire ne donne pas de différence significative ($p > 0,05$).

Le même résultat est observé pour la hauteur moyenne observée à la mise en charge ($p > 0,05$).

En revanche, nous trouvons une différence significative ($p < 0,05$) sur le gain osseux moyen constaté entre ces deux longueurs implantaire. Cette différence étant de l'ordre de 1 mm. Ce qui correspond à la différence entre les deux implants comparés. La longueur de l'implant pourrait donc jouer un rôle sur la gain osseux. Hypothèse qui corroborerait le schéma mécanique que l'on se fait de l'extrémité apicale de l'implant qui sert de piquet de tente pour maintenir la membrane de Schneider en position haute, empêchant la réexpansion immédiate du sinus. La hauteur osseuse pourrait donc avoisiner la longueur de l'implant, celui-ci permettant d'obtenir une ossification sous son extrémité apicale.

Tableau 7 : Comparaison du gain osseux selon la longueur implantaire

Longueur implants	10 mm	11 mm	p
Nombre d'implants	9	18	
Pré-op (mm)	5,44 ($\pm 1,10$)	4,98 ($\pm 1,80$)	0,18
Mise en charge (mm)	9,30 ($\pm 1,27$)	9,70 ($\pm 1,66$)	0,08
Gain (mm)	3,86 ($\pm 1,48$)	4,69 ($\pm 2,06$)	$< 0,001$

Source : Auteur, 2019.

Nous avons également voulu savoir si le gain osseux était différent selon le praticien, autrement dit, si nous observions un effet opérateur-dépendant sur cette série de cas cliniques. Et les tests de Student que nous avons réalisés ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative, que ce soit sur le gain osseux ($p > 0,05$), la moyenne préopératoire ($p < 0,05$) ou la moyenne à la mise en charge ($p < 0,05$).

D'autre part, le délai moyen entre la pose des implants et le CBCT de contrôle précédent la mise en charge est de 4,60 mois ($\pm 1,02$).

Concernant le taux de survie implantaire à plus de 20 mois postopératoire, il s'élève à 97,05 %. Un seul implant a dû être déposé, un échec précoce de non-ostéointégration sans étiologie évidente. Suite à la dépose, un nouvel implant a été posé avec succès.

Tableau 8 : Comparaison de la hauteur osseuse selon le praticien

	Praticien 1	Praticien 2	Global	p
Gain osseux (mm)	4,52 ($\pm 1,67$)	4,87 ($\pm 2,06$)	4,69 ($\pm 1,90$)	0,052
Moyenne pré-op (mm)	5,28 ($\pm 1,37$)	4,98 ($\pm 1,84$)	5,13 ($\pm 1,63$)	0,29
Moyenne MEC (mm)	9,53 ($\pm 1,28$)	9,86 ($\pm 1,66$)	9,70 ($\pm 1,50$)	0,19
Délais MEC (mois)	4,70 ($\pm 1,01$)	4,52 ($\pm 1,06$)	4,60 ($\pm 1,02$)	
TSI (%) à X mois	94,11 % à 20,96m	100 % à 20,35m	97,05 % à 20,63m	

Source : Auteur, 2019.

Nous avons effectué des tests de Student appariés afin de comparer les gains moyens selon les sites, en mésial, distal, vestibulaire et palatin. Aucune différence significative n'a été observée quels que soient les sites comparés.

Tableau 9 : Comparaison du gain osseux selon les sites mesurés

Site comparés	M vs D	M vs P	M vs V	D vs P	D vs V	P vs V
Comparaison des moyennes de gain osseux (mm)	4,90 ($\pm 1,99$)	4,90 ($\pm 1,99$)	4,90 ($\pm 1,99$)	4,84 ($\pm 1,98$)	4,84 ($\pm 1,98$)	4,28 ($\pm 1,61$)
	vs	vs	vs	vs	vs	vs
	4,84 ($\pm 1,98$)	4,28 ($\pm 1,61$)	4,28 ($\pm 1,98$)	4,28 ($\pm 1,61$)	4,28 ($\pm 1,98$)	4,28 ($\pm 1,98$)
p	0,86	0,07	0,06	0,15	0,14	0,93

Source : Auteur, 2019.

Enfin, nous avons réalisé un test de Student pour étudier la différence de gain osseux selon les sexes. Avec $p > 0,05$, aucune différence significative n'a été retenue concernant le gain osseux entre hommes et femmes. Les comparaisons des moyennes en préopératoire et à la mise en charge ne montraient pas, non plus, de différence significative.

Tableau 10 : Comparaison du gain osseux selon le sexe

	Femme	Homme	p
Pré-op (mm)	4,99 ($\pm 1,64$)	5,42 ($\pm 1,58$)	0,15
Mise en charge (mm)	9,74 ($\pm 1,58$)	9,62 ($\pm 1,32$)	0,66
Gain osseux (mm)	4,75 ($\pm 1,91$)	4,19 ($\pm 1,84$)	0,11

Source : Auteur, 2019.

4.1.4. Discussion

Avant toute discussion sur les résultats, nous sommes conscients des nombreux biais et des limites que peut comporter cette analyse de cas cliniques. L'absence de protocole précis ne peut donner une grande portée à nos résultats. L'absence de guide de repositionnement, la déformation entraînée par le CBCT, les mesures radiologiques prises par un seul opérateur, le recul clinique limité, l'absence de groupe contrôle ainsi que l'absence d'analyse histologique et histomorphométrique sont autant de facteurs qui nous poussent à pondérer les conclusions que nous pourrions tirer de ce travail. Mais nous pouvons tout de même comparer les résultats obtenus aux différentes études déjà réalisées sur le sujet.

Tout d'abord, il est important de noter qu'ici les implants ont été mis en charge à partir de 4 mois post-opératoire, alors que dans la plupart des autres publications cela se faisait à 6 mois. On observe chez certains patients une immaturité du tissu osseux néoformé, mais ceci ne semble pas agir sur la survie implantaire.

Le gain osseux est notable et semble suffisant pour assurer un succès implantaire.

A l'instar de la technique sans greffe, il semble possible de pratiquer des élévations de plancher sinusien sans apport de véritable biomatériau. Pour comparer à cette dernière technique une étude de Chen et al. sur 47 implants, rapporte un gain osseux moyen de 4,5 mm avec une hauteur préopératoire moyenne de 7,5 mm ($\pm 2,1$). Dans cette étude, la longueur des implants posés va de 12 à 15 mm. Le gain net est comparable à ce que nous avons obtenu, mais les implants qu'ils ont posés sont plus longs et la hauteur d'os préopératoire est supérieure. De plus avec cette technique la mise en charge n'est généralement faite qu'entre 6 et 9 mois après la chirurgie. Comparativement, le protocole que nous proposons permet de gagner plusieurs mois, et permet un gain osseux au moins aussi bon.

Comparons maintenant aux trois autres études sur le même sujet.

Mazor et surtout Simonpieri ont une hauteur d'os préopératoire très faible et obtiennent un gain osseux considérable, de l'ordre de 10 mm. Cependant Simonpieri utilise principalement des radiographies 2D pour réévaluer la hauteur osseuse, n'ayant pas autant de précision que sur un examen 3D.

Tajima a lui une hauteur préopératoire plus proche de ce que l'on a pu observer chez nos patients. Il obtient également un gain plus important.

Mais ces gains osseux supérieurs aux nôtres semblent logiques. En effet les différentes études présentent une longueur implantaire moyenne supérieur de 2 à 3 mm à ceux utilisés dans notre étude. Si l'on prend en compte les quatre études, la hauteur osseuse moyenne, mesurée après cicatrisation osseuse, est très proche de la longueur implantaire moyenne. Nous pouvons donc penser que la longueur de l'implant joue un rôle sur la hauteur d'os néoformé. Ce qui nous apparaît assez logique, puisque c'est l'extrémité de celui-ci qui maintient la membrane en position haute, à la façon d'un piquet de tente.

Mais il convient de rajouter également que, par rapport à ces trois précédentes études, le délai de mise en charge des implants est ici réduit à un peu plus de 4 mois de moyenne.

Tableau 11 : Comparatif entre les différentes études avec le PRF comme seul matériau de greffe

Référence	TSI (%)	Durée de l'étude	Délais pour la mise en charge	Os résiduel (mm)	Gain osseux (mm)	Moyenne à la mise en charge (mm)	Moyenne longueur implantaire (mm)
Mazor	100	6 mois	6 mois	2,9 (±0,9)	10,1 (±0,9)	13	13,02
Simonpieri	100	6 ans	?	1,80 (±0,5)	10,4 (±1,2)	11,84	12,04
Tajima	100	6 mois	?	4,28 (±1)	7,5	11,78	12,38 (±0,93)
Notre analyse	97,05	20 mois	4,6 mois (±1,02)	5,13 (±1,63)	4,57 (±1,90)	9,70 (±1,50)	10,52 (±0,80)

Source : Auteur, 2019.

4.1.5. Conclusion

La technique d'élévation du plancher sinusien avec pose concomitante d'implant en utilisant uniquement du L-PRF comme matériau de greffe semble être une technique fiable et reproductible. Cela doit néanmoins n'être indiqué que dans les cas permettant d'obtenir une bonne stabilité primaire. Un minimum de 3 mm d'os résiduel semble être une limite raisonnable. Mais dans ces conditions, une mise en charge des implants à partir de 4 mois semble possible.

4.2. Exposition du protocole au travers d'un cas clinique

4.2.1. Présentation du patient

Le cas clinique suivant a été réalisé par l'un des deux praticiens participant à cette analyse de cas.

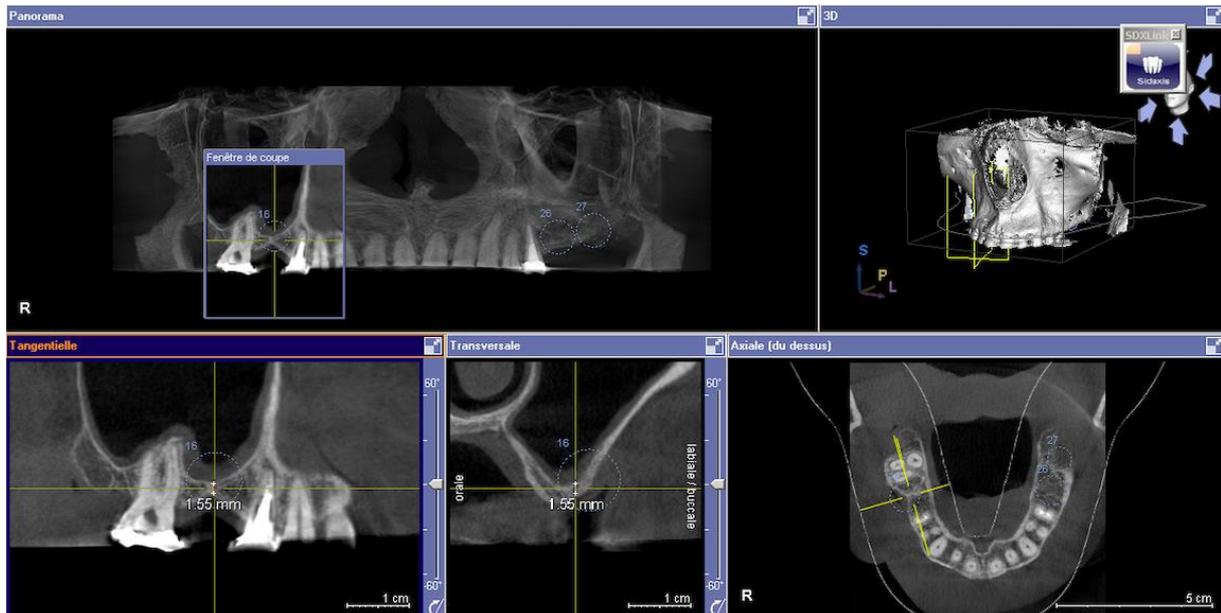
Il s'agit d'un patient de 50 ans, en bonne santé générale, présentant une allergie à la pénicilline. Son motif de consultation est de compenser les édentements en position de 16, 26 et 27. Ces dents ont déjà été extraites depuis plusieurs mois. Nous retenons comme facteur de risque que le patient fume 10 à 15 cigarettes par jour depuis de nombreuses années. Le patient ne nécessite pas d'autres soins que ceux indiqués dans son motif de consultation. Notre attention se porte donc uniquement sur ces 2 secteurs. Après discussion avec le patient, c'est la solution implantaire qui est retenue pour compenser ces édentements. Un cliché orthopantomogramme (OPT) a été réalisé ainsi qu'un CBCT lors de la consultation pré-implantaire.

Figure 12 : Cliché OPT préopératoire



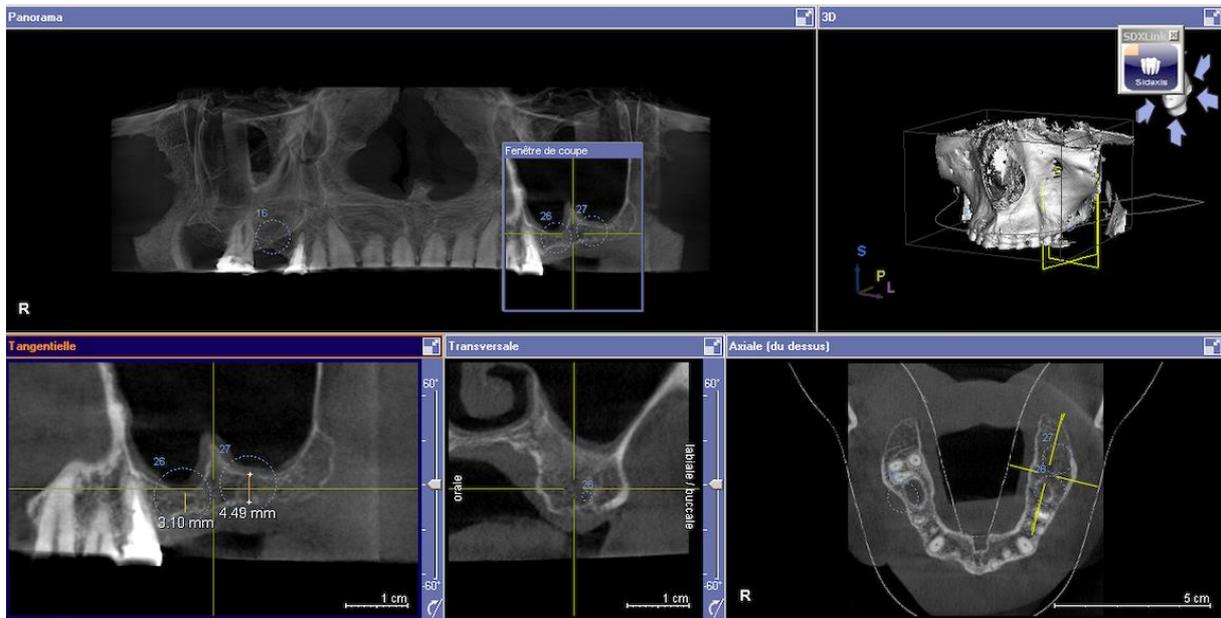
Source : Abensur et Auteur, 2018.

Figure 13 : Coupe CBCT préopératoire en site de 16



Source : Abensur et Auteur, 2018.

Figure 14 : Coupe CBCT préopératoire en site de 26 et 27



Source : Abensur et Auteur, 2018.

L'analyse du CBCT permet d'estimer la hauteur d'os résiduelle respectivement en position de :

- 16 : 1,5 mm
- 26 : 3,1 mm
- 27 : 4,5 mm

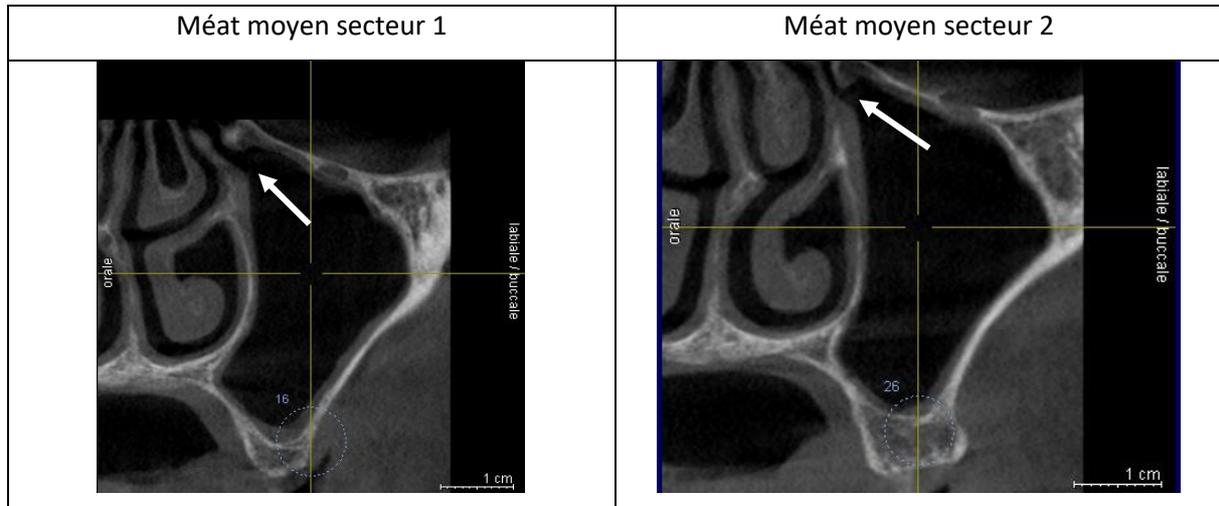
Les trois sites à implanter nécessite donc une augmentation de hauteur osseuse pour poser des implants dans des conditions satisfaisantes.

En position de 16, la hauteur résiduelle d'1,5 mm environ ne permet pas d'obtenir une stabilité primaire suffisante pour autoriser la pose simultanée de l'implant. Une solution en deux temps est donc retenue. Une élévation du plancher sinusien par voie latérale est donc pratiquée en utilisant de l'hydroxyapatite d'origine bovine (Bio-Oss®).

En position de 26 et 27, la hauteur résiduelle est plus importante, respectivement entre 3 et 4,5 mm. Une quantité d'os qui peut permettre d'obtenir une bonne stabilité primaire. Il est donc décidé de réaliser une élévation du plancher sinusien avec pose simultanée des 2 implants en utilisant du L-PRF pour seul matériau de greffe.

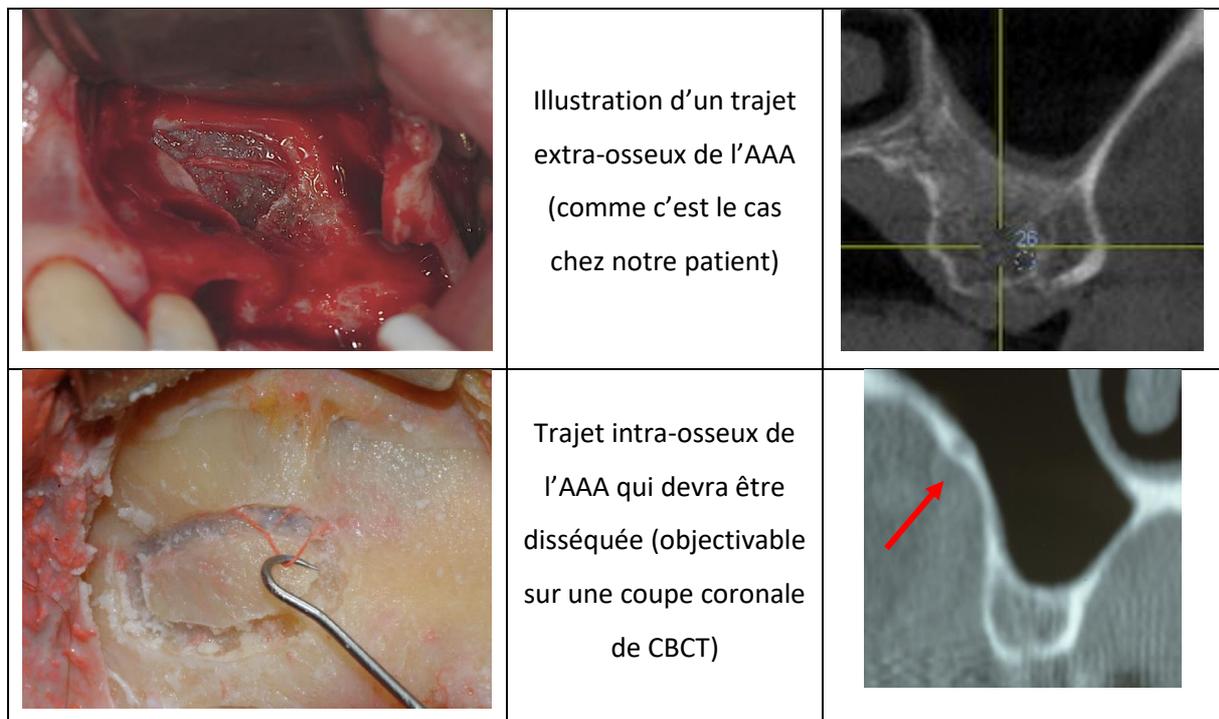
L'ouverture des méats moyens est également vérifiée, ainsi que le trajet de l'artère alvéolo-antrale (AAA). En effet si celle-ci présente un trajet intra-osseux il sera nécessaire de la disséquer pour ne pas la léser au cours de l'intervention.

Tableau 12 : CBCT remontant assez haut pour objectiver la perméabilité des méats moyens



Source : Abensur et Auteur, 2018.

Tableau 13 : Images illustrant le trajet de l'artère alvéolo-antrale



Source : Valentini.

4.2.2. Protocole préopératoire

Le plan de traitement est expliqué au patient. Une fois que celui-ci l'a accepté un consentement éclairé est signé.

A la suite de la consultation pré-implantaire, l'ordonnance préopératoire suivante est donnée au patient, tenant compte de son allergie à la pénicilline :

- Clindamycine 300mg : 2 comprimés matin et soir pendant 8 jours à débiter 1 heure avant l'intervention
- Métronidazole 500mg : 1 comprimé matin et soir pendant 8 jours à débiter 1 heure avant l'intervention
- Prednisolone 20mg : 3 comprimés le matin pendant 4 jours à commencer la veille de l'intervention
- Rhinocort® : 2 pulvérisations pendant 10 jours dans chaque narine à commencer 2 jours avant l'intervention
- Povidone iodée 10 % : diluer 2 cuillères à café dans un demi-verre d'eau et faire un bain de bouche. Débiter 3 jours avant l'intervention.

L'ordonnance comporte également un antalgique et un bain de bouche pour le postopératoire que le patient aura déjà sur lui le jour de l'intervention :

- Paracétamol/codéine 500/30mg : prendre 1 comprimé après l'intervention puis 1 à 2 comprimés en cas de douleurs, espacer les prises de 6 heures, ne pas dépasser 8 comprimés par 24 heures (altère la vigilance)
- Chlorhexidine 0,12 % : commencer 24 heures après l'intervention. Faire 2 à 3 bains de bouche pendant 1 semaine

Le jour de l'intervention, dans un premier temps, il est vérifié que le patient a bien suivi son ordonnance.

Puis le praticien prélève 8 tubes de sang sur le patient, qui sont directement mis à centrifuger.

Le kit de prélèvement comprend :

- Plusieurs tubes de prélèvement de 9mL et un support
- Un garrot
- Une aiguille à ailettes de 21G
- De l'alcool
- Quelques compresses
- Du sparadrap

Figure 15 : Kit de prélèvement pour PRF



Source : Auteur, 2018.

La centrifugeuse utilisée est le système Intra-Spin de chez Intralock®. Chaque centrifugeuse est vendue avec son propre protocole qu'il est important de respecter.

Ici 8 tubes rouges ont été prélevés. Il est nécessaire de les disposer de façon symétrique dans la centrifugeuse afin d'équilibrer celle-ci.

La centrifugation dure 12 minutes à une vitesse de 2700 rotations par minute. Ce temps peut être prolongé à 18 minutes si le patient est sous anticoagulant.

Figure 16 : Centrifugeuse Intra-Spin® utilisée lors de l'intervention

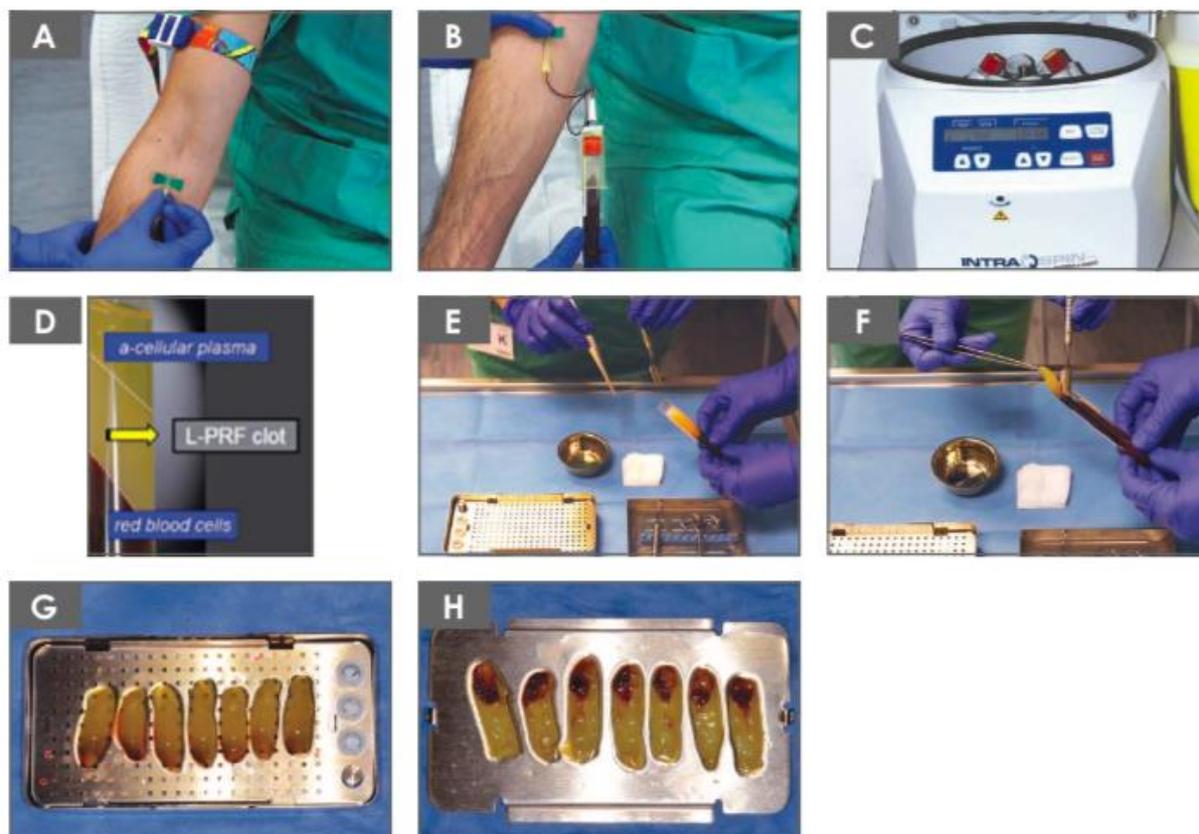


Source : Auteur, 2019.

Les différentes étapes pour préparer les membranes de L-PRF sont :

- A - Piquer l'aiguille dans la veine
- B – Remplir les tubes
- C – Faire centrifuger les tubes 12 minutes à 2700 rotations par minute
- DEF – Ouvrir les tubes et séparer les caillots de la couche des cellules rouges avec un instrument dédié
- G – Disposer les membranes de L-PRF dans la boîte Xpression®
- H – Membranes obtenues après légère compression, la partie rouge est la zone la plus dense en leucocytes, plaquettes et cellules souches

Figure 17 : Séquence de prélèvement et préparation des membranes de L-PRF



Source : Pinto et al, « Guidelines for the use of L-PRF », 2018.

Les membranes obtenues chez ce patient étaient de qualité assez médiocre de par leur aspect et leur taille.

Une fois que la centrifugation est lancée, le patient va faire un bain de bouche à la povidone iodée.

Puis l'anesthésie locale est réalisée avant qu'une détersion extra-orale soit faite.

Le patient est alors installé au bloc opératoire et les champs stériles sont mis en place.

4.2.3. Protocole peropératoire

La partie purement chirurgicale peut alors commencer. Sur notre patient l'intervention commence secteur 1 avec une élévation du plancher sinusien par voie latérale avec comblement au Bio-Oss® sans pose d'implant concomitante. Il s'agit là d'une greffe sinusienne comme pratiqué couramment.

Dans la même séance la greffe sinusienne secteur 2 est réalisée. La voici détaillée temps par temps :

1. – Incision crestale avec décharge mésiale au niveau de 24 (*en général légèrement décalée en palatin*)
2. – Le lambeau est récliné
3. – Réalisation de la fenêtre osseuse latérale à l'aide d'inserts de piezochirurgie
4. – Décollement minutieux de la membrane de Schneider (*le volet osseux est décollé de la membrane*). *Sur notre patient une micro-déchirure est observée, cela ne pose pas de problème, une membrane de L-PRF est mise en regard pour l'obturer*
5. – Les forages pour les 2 implants sont alors réalisés
6. – Mise en place des premières membranes de L-PRF : au moins 2 couches de PRF au contact de la membrane de Schneider et comblement également en palatin, en mésial et en distal
7. – Pose des implants en position de 26 et 27 (*L= 10 mm*)
8. – Mise en place de membranes de L-PRF en vestibulaire ainsi que 2 autres membranes pour fermer la fenêtre osseuse
9. – Sutures au fil monofilament non résorbable

Figure 18 : Schéma situation postopératoire d'un comblement sinusien par membrane de L-PRF avec pose d'implant simultanée

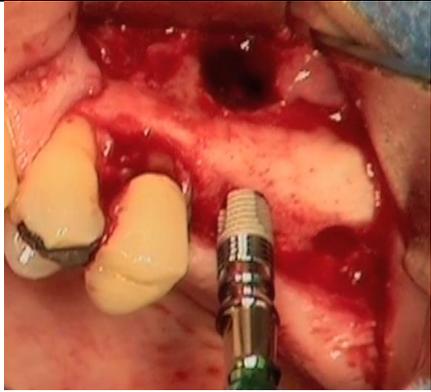
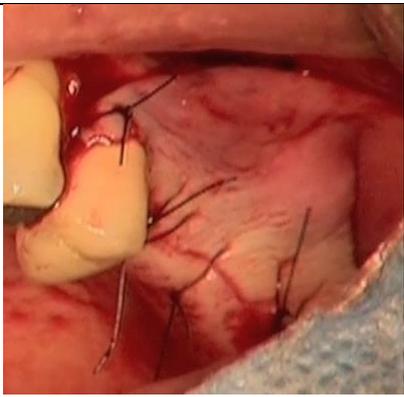


Source : Pinto et al, « Guidelines for the use of L-PRF », 2018.

Des membranes de L-PRF peuvent également être positionnées au contact de la membrane avant de réaliser les forages afin de protéger celle-ci des différents forêts.

Les implants présentent ici une très bonne stabilité primaire.

Tableau 14 : Étapes cliniques du protocole chirurgical

 <p><i>Lambeau récliné</i></p>	 <p><i>Réalisation de la fenêtre osseuse</i></p>
 <p><i>Décollement de la membrane sinusienne</i></p>	 <p><i>Forage implantaire</i></p>
 <p><i>Comblement sinusien avec membranes de L-PRF</i></p>	 <p><i>Pose des implants</i></p>
 <p><i>Comblement sinusien et pose implantaire réalisés</i></p>	 <p><i>Sutures au monofilament non résorbable</i></p>

Source : Abensur et Auteur, 2018.

4.2.4. Protocole postopératoire

Un CBCT postopératoire est réalisé permettant d'objectiver les deux sinus greffés.

Concernant le secteur 1, deux éléments sont vérifiés : l'absence de fuite de matériau dans le sinus et le comblement optimal du site greffé.

Figure 19 : Coupe CBCT post-opératoire immédiat centré en site de 16



Source : Abensur et Auteur, 2018.

Au niveau du secteur 2 on observe le bon positionnement des implants

Figure 20 - Coupe CBCT post-opératoire immédiat centré en site de 27



Source : Abensur et Auteur, 2018.

Les consignes postopératoires données au patient sont les suivantes :

- Prendre un antalgique rapidement après l'intervention et continuer l'ordonnance donnée en préopératoire
- Appliquer de la glace ainsi que tous les conseils que l'on retrouve habituellement en chirurgie orale
- Eviter tout ce qui peut créer des surpressions au niveau des sinus (se moucher, faire de la plongée, jouer d'un instrument à vent, voler...) pendant 6 semaines.

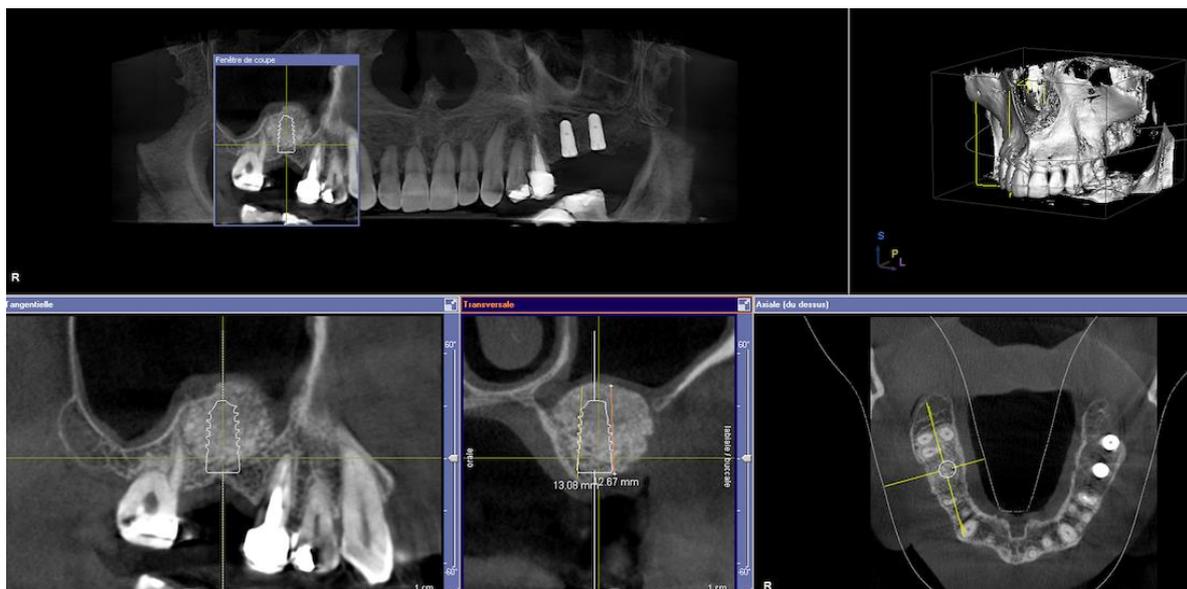
Concernant le secteur 2, la mise en place des piliers de cicatrisation puis la mise en fonction peuvent avoir lieu à partir de 4 mois après l'intervention. Pour le secteur 1, la pose de l'implant pourra se faire à 4 mois minimum.

4.2.5. Suite du traitement et suivi

Un contrôle radiologique est effectué à 4 mois.

En position de 16, la greffe osseuse présente un volume suffisant pour autoriser la pose de l'implant prochainement. La mise en charge sera ensuite réalisée 2 à 3 mois plus tard.

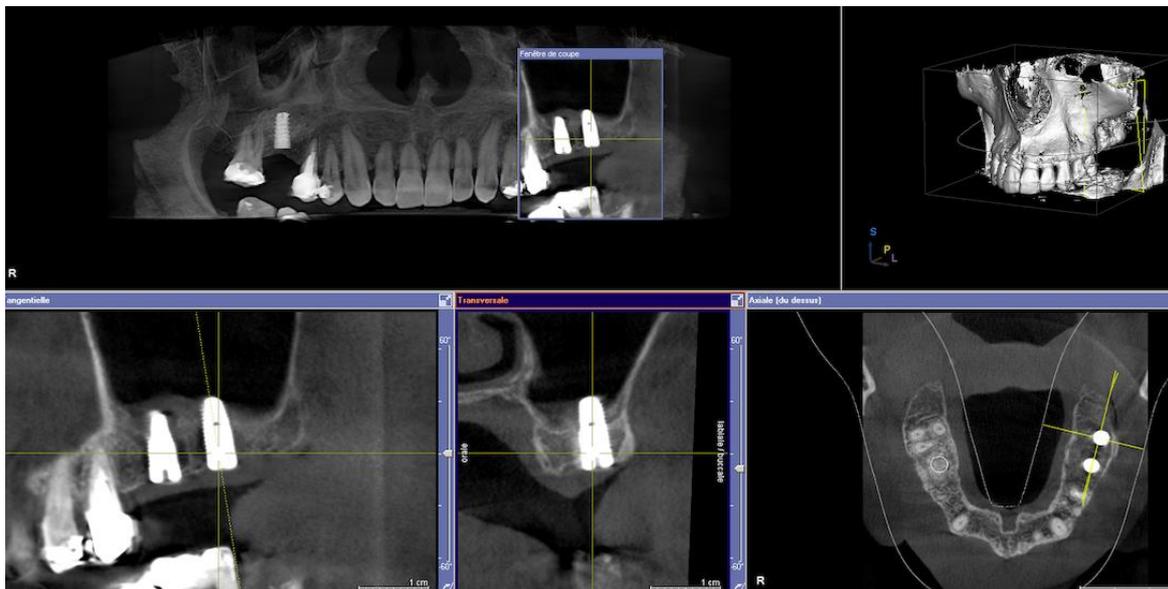
Figure 21 : Coupe CBCT avant pose implant 16



Source : Abensur et Auteur, 2018.

Au niveau du secteur 2, nous observons que l'ossification n'est pas encore terminée. La qualité des membranes de L-PRF obtenues lors de l'intervention est peut-être en cause. Le fait que le patient fume de façon non négligeable est également à prendre en compte. Une os plus mature aurait pu être espéré. Néanmoins, les implants ne présentent cliniquement aucune complication et pourront être mis en fonction prochainement.

Figure 22 : Coupe CBCT sinus L-PRF à 4 mois



Source : Abensur et Auteur, 2018.

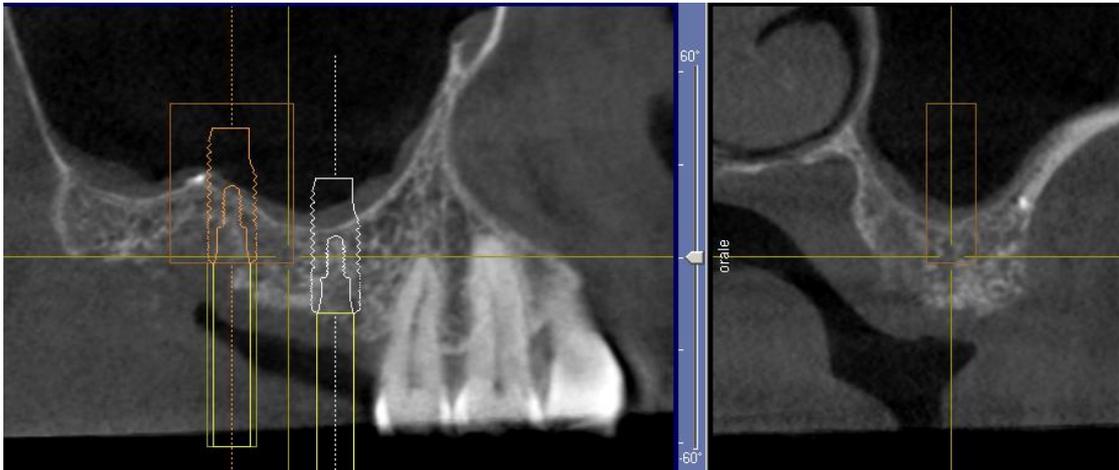
4.3. Autres cas cliniques

4.3.1. Suivi radiologique sur 2 ans

Voici le cas d'une patiente chez qui il a été nécessaire de réaliser plusieurs CBCT, pour diverses raisons, à un an d'intervalle. Nous avons donc pu en profiter pour réévaluer le secteur greffé.

Un premier CBCT avec planification implantaire a été réalisé.

Figure 23 : CBCT préopératoire avec planification implantaire

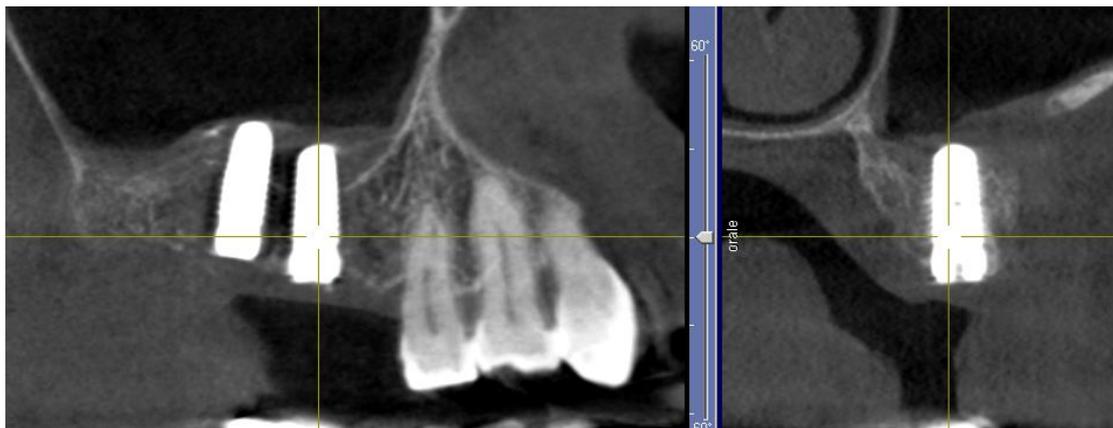


Source : Valentini et Auteur, 2017.

Une greffe de sinus avec L-PRF a été réalisée avec pose de deux implants dans le même temps.

A 3 mois postopératoire, un nouveau CBCT a dû être réalisé, permettant d'objectiver le processus d'ossification en cours.

Figure 24 : CBCT à 3 mois permettant d'objectiver le processus d'ossification en cours



Source : Valentini et Auteur, 2017.

La coupe ci-dessous permet d'observer le niveau osseux à 1 an postopératoire. On objective aisément le niveau osseux préopératoire, avec persistance de la corticale de l'os natif, ce qui nous permet de visualiser le gain obtenu suite à l'intervention. Radiographiquement, l'os néoformé paraît

d'une densité proche de l'os natif, avec notamment une corticale visible au niveau du plancher sinusien.

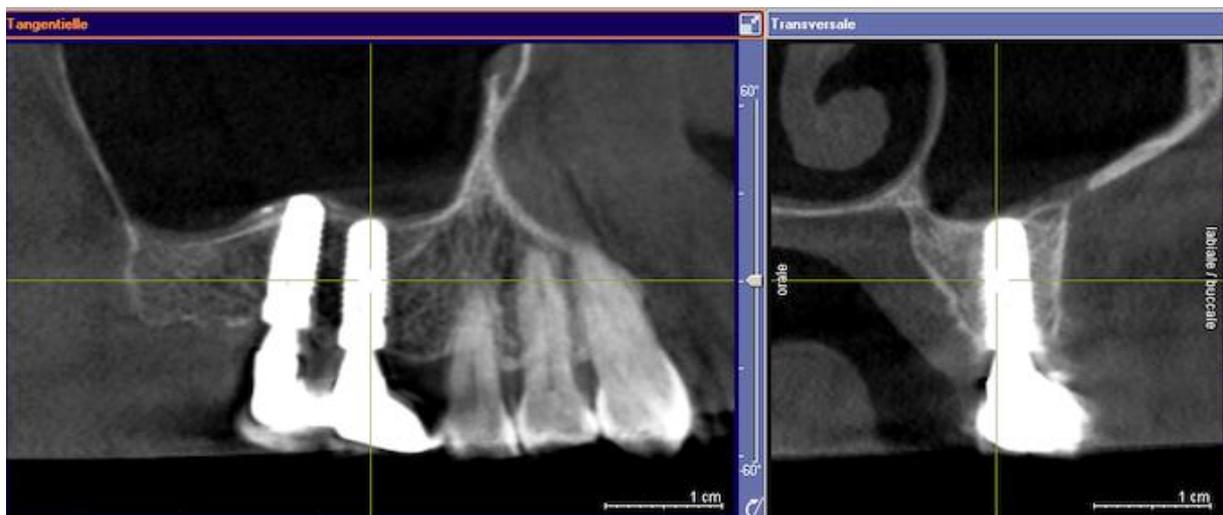
Figure 25 : Coupe CBCT suite à une greffe sinusienne au L-PRF à 1 an



Source : Valentini et Auteur, 2018.

Une nouvelle coupe, visible ci-dessous, montre ce même site à 2 ans postopératoire. La situation semble assez stable si l'on compare à la coupe précédente, aussi bien concernant le niveau osseux que sa densité. Le plancher du sinus est au voisinage de l'extrémité apicale des implants.

Figure 26 : Coupe CBCT suite à une greffe sinusienne au L-PRF à 2 ans

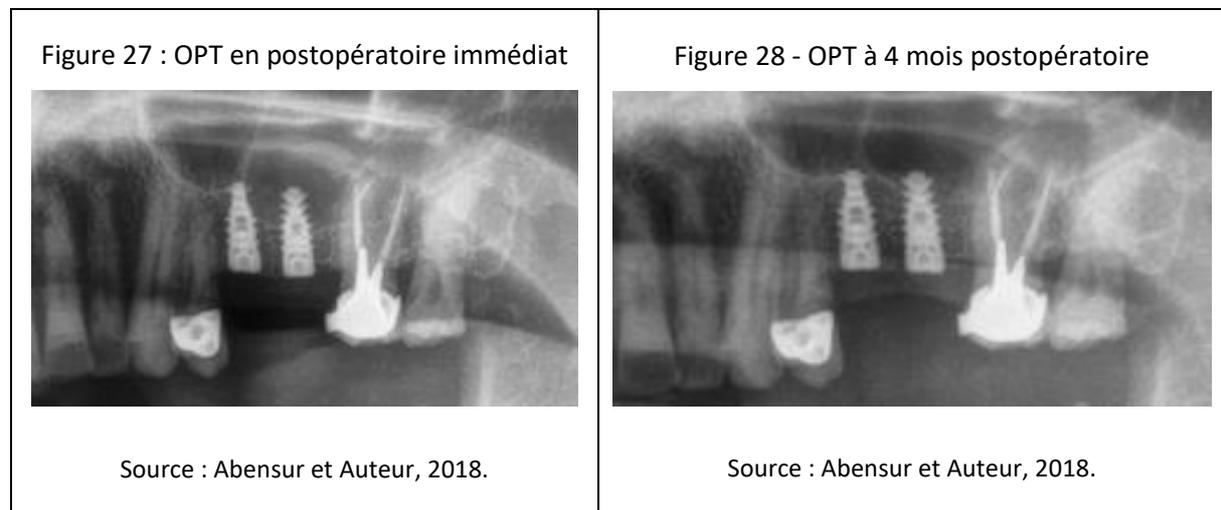


Source : Valentini et Auteur, 2019.

Même si cela n'est observé que sur un suivi de 2 ans, nous ne notons pas de réexpansion du sinus. Cela laissant espérer une relative stabilité de la greffe dans le temps, au moins au cours des premières années.

4.3.2. Os néoformé objectivable sur radiographie panoramique et photos du protocole chirurgical

Patient de 56 ans, en bonne santé générale chez qui il est décidé de poser 2 implants en position de 25 et 26.



Six membranes de L-PRF sont prélevées et disposées comme expliqué précédemment à l'intérieur du sinus. Deux implants de 10 mm sont posés. Malgré une micro-déchirure constatée au niveau de la membrane de Schneider, aucune complication n'est apparue.

Le contrôle radiologique à 4 mois permet d'objectiver le gain osseux. L'apex de l'implant distal ne paraissant néanmoins pas avoir d'ancrage osseux.

Les implants sont alors mis en fonction.

Les étapes du protocole chirurgical sont exposées ci-dessous.

Tableau 15 : Étape par étape du protocole chirurgical

 <p><i>Tracé de la fenêtre osseuse</i></p>	 <p><i>Décollement du volet osseux</i></p>
 <p><i>Forage implantaire après décollement de la membrane</i></p>	 <p><i>Forages réalisés</i></p>
 <p><i>Comblement sinusien avec membranes de L-PRF</i></p>	 <p><i>Pose des implants</i></p>
 <p><i>Comblement vestibulaire final</i></p>	 <p><i>Sutures au monofilament non résorbable</i></p>

Source Abensur et Auteur, 2018.

Conclusion

Les greffes d'élévation du plancher sinusien font l'objet de nombreuses publications. Mais le nombre de techniques proposées est assez élevée. Notre travail ci-dessus consistait à analyser l'une d'entre-elles. C'est ainsi qu'à l'issue de celui-ci, nous avons pu nous faire notre propre idée sur l'intérêt du L-PRF dans ce type de greffe.

La revue de littérature que nous avons menée ainsi que les résultats de notre analyse de 26 cas cliniques, nous amène à penser qu'il s'agit là d'une technique fiable et reproductible. Le peu de publications à son sujet doit nous conduire à garder une certaine réserve. L'absence de standardisation de protocole rend également difficile la comparaison des résultats avec d'autres études. Malgré tout, le taux de survie implantaire et le gain osseux confirment le fait que cette technique semble remplir le cahier des charges d'un biomatériau de comblement sinusien. Le PRF présentant divers avantages par rapport à d'autres techniques. La mise en œuvre relativement simple, la réduction du coût, l'absence de risque de transmission de pathogène, l'absence de risque de fuite de matériau dans le sinus et les résultats cliniques en font donc une alternative intéressante et prometteuse concernant les greffes d'élévation du plancher sinusien.

D'autre part, il pourrait être intéressant de comparer les résultats obtenus grâce à cette technique avec ceux d'autres protocoles privilégiant un abord cristallin. Nous pouvons notamment penser à la technique de Summers en utilisant le PRF comme seul matériau de greffe, ou encore les techniques d'osseodensification.

Bibliographie

Abdalla, R. I. B., A. Y. Alqutaibi, et A. Kaddah. « Does the adjunctive use of platelet-rich plasma to bone graft during sinus augmentation reduce implant failure and complication ? : systematic review and meta-analysis ». *Quintessence international* 49, n° 2 (2018): 139- 46.

<https://doi.org/10.3290/j.qi.a39616>.

Antoun, H. *Les greffes de sinus en implantologie*. Rueil-Malmaison : Éditions CdP, 2011.

Barbu, H. M., C. F. Andreescu, et M. R. Comaneanu. « Maxillary sinus floor augmentation to enable one-stage implant placement by using bovine bone substitute and platelet-rich fibrin ». *Biomed research international* 2018 (2018) : 6562958. <https://doi.org/10.1155/2018/6562958>.

Barone, A., M. Ricci, U. Covani, U. Nannmark, I. Azarmehr, et J. L. Calvo-Guirado. « Maxillary sinus augmentation using prehydrated corticocancellous porcine bone : hystomorphometric evaluation after 6 months ». *Clinical implant dentistry and related research* 14, n° 3 (2012): 373- 79. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2010.00274.x>.

Cammack, G. V., M. Nevins, D. S. Clem, J. P. Hatch, et J. T. Mellonig. « Histologic evaluation of mineralized and demineralized freeze-dried bone allograft for ridge and sinus augmentations ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 25, n° 3 (2005): 231- 37.

Choukroun, J., A. Diss, et A. Simonpieri. « Platelet-rich fibrin (PRF) : a second-generation platelet concentrate. Part V, Histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 101, n° 3 (2006): 299- 303. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.012>.

Cömert Kılıç, S., M. Güngörmüş, et S. N. Parlak. « Histologic and histomorphometric assessment of sinus-floor augmentation with beta-tricalcium phosphate alone or in combination with pure-platelet-rich plasma or platelet-rich fibrin : a randomized clinical trial ». *Clinical implant dentistry and related research* 19, n° 5 (2017): 959- 67. <https://doi.org/10.1111/cid.12522>.

Davarpanah, M., S. Szmukler-Moncler, K. Davarpanah, et S. de Corbière. *Simplification des greffes sinusiennes*. Paris : Quintessence International, 2011.

Dohan Ehrenfest, D. M., L. Rasmusson, et T. Albrektsson. « Classification of platelet concentrates : from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) ». *Trends in biotechnology* 27, n° 3 (2009): 158- 67. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.11.009>.

Dragonas, P., T. Katsaros, et G. Avila-Ortiz. « Effects of leukocyte-platelet-rich fibrin (l-prf) in different intraoral bone grafting procedures : a systematic review ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 48, n° 2 (2019): 250- 62. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.06.003>.

Duan, D. H., J. H. Fu, et W. Qi. « Graft-free maxillary sinus floor elevation : a systematic review and meta-analysis ». *Journal of periodontology* 88, n° 6 (2017) : 550- 64.
<https://doi.org/10.1902/jop.2017.160665>.

Esposito, M., P. Felice, et H. V. Worthington. « Interventions for replacing missing teeth : augmentation procedures of the maxillary sinus ». *The Cochrane database of systematic reviews*, n° 5 (2014) : CD008397. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008397.pub2>.

Frenken, J. W. F. H., W. F. Bouwman, N. Bravenboer, S. A. Zijdeveld, E. A. J. M. Schulten, et C. M. ten Bruggenkate. « The use of Straumann bone ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure : a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period ». *Clinical oral implants research* 21, n° 2 (2010): 201-8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01821.x>.

Froum, S. J., D. P. Tarnow, S. S. Wallace, M. D. Rohrer, et S. C. Cho. « Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix (osteograf/n) with and without autogenous bone : a clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis - part 2 of an ongoing prospective study ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 18, n° 6 (1998): 528-43.

Gouët, E., et G. Touré. *Sinus & implant : chirurgie d'élévation sinusienne à visée implantaire*. Malakoff : Éditions CdP, 2017.

Hoexter, D. L. « Bone regeneration graft materials ». *The journal of oral implantology* 28, n° 6 (2002): 290-94. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2002\)028<0290:BRGM>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2002)028<0290:BRGM>2.3.CO;2).

Inchingolo, F., M. Tatullo, et M. Marrelli. « Trial with platelet-rich fibrin and bio-oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy : clinical and radiological evaluations ». *European review for medical and pharmacological sciences* 14, n° 12 (2010): 1075-84.

Jensen, O. T., L. B. Shulman, M. S. Block, et V. J. Iacono. « Report of the sinus consensus conference of 1996 ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 13, n° Suppl. (1998): 11-45.

Koca, O. L., G. Eskitascioglu, et A. Usumez. « Three-dimensional finite-element analysis of functional stresses in different bone locations produced by implants placed in the maxillary posterior region of the sinus floor ». *The journal of prosthetic dentistry* 93, n° 1 (2005): 38-44.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.10.001>.

Kolerman, R., H. Tal, et O. Moses. « Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane ». *Journal of periodontology* 79, n° 11 (2008): 2104-11. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.080117>.

Lambert, F., G. Lecloux, et E. Rompen. « Sinus floor bone augmentation: implementation of the concept of sinus-lift ». *Revue belge de médecine dentaire* 64, n° 4 (2009) : 173-84.

Lundgren, S., S. Andersson, et F. Gualini. « Bone reformation with sinus membrane elevation : a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation ». *Clinical implant dentistry and related research* 6, n° 3 (2004): 165-73.

Mangano, C., A. Scarano, V. Perrotti, G. Iezzi, et A. Piattelli. « Maxillary sinus augmentation with a porous synthetic hydroxyapatite and bovine-derived hydroxyapatite : a comparative clinical and histologic study ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 22, n° 6 (2007): 980-86.

Mazor, Z., R. A. Horowitz, et M. Del Corso. « Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement using Choukroun's platelet-rich fibrin as the sole grafting material : a radiologic and histologic study at 6 months ». *Journal of periodontology* 80, n° 12 (2009): 2056-64.
<https://doi.org/10.1902/jop.2009.090252>.

Nishibori, M., N. J. Betts, H. Salama, et M. A. Listgarten. « Short-term healing of autogenous and allogeneic bone grafts after sinus augmentation : a report of 2 cases ». *Journal of periodontology* 65, n° 10 (1994): 958-66. <https://doi.org/10.1902/jop.1994.65.10.958>.

Nizam, N., G. Eren, et A. Akcalı. « Maxillary sinus augmentation with leukocyte and platelet-rich fibrin and deproteinized bovine bone mineral : a split-mouth histological and histomorphometric study ». *Clinical oral implants research* 29, n° 1 (2018): 67-75. <https://doi.org/10.1111/clr.13044>.

Piattelli, M., G. A. Favero, A. Scarano, G. Orsini, et A. Piattelli. « Bone reactions to anorganic bovine bone (bio-oss) used in sinus augmentation procedures : a histologic long-term report of 20 cases in humans ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 14, n° 6 (1999): 835-40.

Pierrisnard, L., F. Renouard, et P. Renault. « Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution ». *Clinical implant dentistry and related research* 5, n° 4 (2003): 254-62.
<https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00208.x>.

Pinholt, E. M., G. Bang, et H. R. Haanaes. « Alveolar ridge augmentation in rats by bio-oss ». *Scandinavian journal of dental research* 99, n° 2 (1991): 154-61.

Pocaterra, A., S. Caruso, et S. Bernardi. « Effectiveness of platelet-rich plasma as an adjunctive material to bone graft : a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 45, n° 8 (2016): 1027-34.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.02.012>.

Scarano, A., A. Piattelli, B. Assenza, A. Quaranta, V. Perrotti, M. Piattelli, et G. Iezzi. « Porcine bone used in sinus augmentation procedures : a 5-year retrospective clinical evaluation ». *Journal of oral and maxillofacial surgery* 68, n° 8 (2010): 1869-73. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.09.015>.

Schwartz, Z., J. T. Mellonig, D. L. Carnes, J. de la Fontaine, D. L. Cochran, D. D. Dean, et B. D. Boyan. « Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation ». *Journal of periodontology* 67, n° 9 (1996): 918-26. <https://doi.org/10.1902/jop.1996.67.9.918>.

Simonpieri, A., J. Choukroun, et M. Del Corso. « Simultaneous sinus-lift and implantation using

microthreaded implants and leukocyte- and platelet-rich fibrin as sole grafting material : a six-year experience ». *Implant dentistry* 20, n° 1 (2011): 2-12. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3181faa8af>.

Starch-Jensen, T., H. Aludden, M. Hallman, C. Dahlin, A. E. Christensen, et A. Mordenfeld. « A systematic review and meta-analysis of long-term studies (five or more years) assessing maxillary sinus floor augmentation ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 47, n° 1 (2018): 103-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.05.001>.

Sul, S. H., B. H. Choi, et J. Li. « Effects of sinus membrane elevation on bone formation around implants placed in the maxillary sinus cavity : an experimental study ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 105, n° 6 (2008): 684-87. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.09.024>.

———. « Histologic changes in the maxillary sinus membrane after sinus membrane elevation and the simultaneous insertion of dental implants without the use of grafting materials ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 105, n° 4 (2008): e1-5. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.11.019>.

Tajima, N., S. Ohba, et T. Sawase. « Evaluation of sinus floor augmentation with simultaneous implant placement using platelet-rich fibrin as sole grafting material ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 28, n° 1 (2013): 77-83. <https://doi.org/10.11607/jomi.2613>.

Tanaka, H., T. Toyoshima, I. Atsuta, Y. Ayukawa, M. Sasaki, Y. Matsushita, R. Hiraoka, K. Koyano, et S. Nakamura. « Additional effects of platelet-rich fibrin on bone regeneration in sinus augmentation with deproteinized bovine bone mineral : preliminary results ». *Implant dentistry* 24, n° 6 (2015): 669-74. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000306>.

Tatullo, M., M. Marrelli, et M. Cassetta. « Platelet rich fibrin (p.r.f.) in reconstructive surgery of atrophied maxillary bones : clinical and histological evaluations ». *International journal of medical sciences* 9, n° 10 (2012): 872-80. <https://doi.org/10.7150/ijms.5119>.

Tulasne, J.-F., et J.-F. Andreani. *Les greffes osseuses en implantologie*. Paris : Quintessence International, 2004.

Urist, M. R. « Bone : formation by autoinduction ». *Science* 150, n° 3698 (1965): 893-99. <https://doi.org/10.1126/science.150.3698.893>.

Valentini, P., et D. Abensur. « Maxillary sinus floor elevation for implant placement with demineralized freeze-dried bone and bovine bone (bio-oss) : a clinical study of 20 patients ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 17, n° 3 (1997): 232-41.

Valentini, P., D. Abensur, D. Densari, J. N. Graziani, et C. Hämmerle. « Histological evaluation of bio-oss in a 2-stage sinus floor elevation and implantation procedure : a human case report ». *Clinical oral implants research* 9, n° 1 (1998): 59-64.

Valentini, P., D. Abensur, et B. Wenz. « Sinus grafting with porous bone mineral (bio-oss) for implant placement : a 5-year study on 15 patients ». *The international journal of periodontics & restorative dentistry* 20, n° 3 (2000): 245-53.

Valentini, P., et D.-D. Bosshardt. « 20-year follow-up in maxillary sinus floor elevation using bovine-derived bone mineral : a case report with histologic and histomorphometric evaluation ». *The international journal of oral & maxillofacial implants* 33, n° 6 (2018): 1345-50. <https://doi.org/10.11607/jomi.6884>.

Zerbo, I. R., A. L. Bronckers, G. L. de Lange, G. J. van Beek, et E. H. Burger. « Histology of human alveolar bone regeneration with a porous tricalcium phosphate : a report of two cases ». *Clinical oral implants research* 12, n° 4 (2001) : 379-84.

Zhang, Y., S. Tangl, et C. D. Huber. « Effects of Choukroun's platelet-rich fibrin on bone regeneration in combination with deproteinized bovine bone mineral in maxillary sinus augmentation : a histological and histomorphometric study ». *Journal of cranio-maxillo-facial surgery* 40, n° 4 (2012): 321-28. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2011.04.020>.

Table des figures

Figure 1 : Couches retrouvées après centrifugation pour production de PRP.....	12
Figure 2 : Prélèvement ramique.....	16
Figure 3 : Prélèvement pariétal.....	17
Figure 4 : Greffons pariétaux.....	17
Figure 5 : Mise en place du greffon stabilisé via un vis.....	17
Figure 6 : Bloc de Puros (os allogénique).....	20
Figure 7 : Geistlich Bio-Oss® (origine bovine).....	22
Figure 8 : Ostéobiol Apatos® (origine porcine).....	22
Figure 9 : Illustration de l'aspect en piquet de tente avec le maintien de la membrane par l'extrémité de l'implant.....	24
Figure 10 : Schématisation par analyse sur éléments finis mettant en évidence la répartition des contraintes sur un implant.....	28
Figure 11 : Sélection des publications sur PubMed.....	30
Figure 12 : Cliché OPT préopératoire.....	51
Figure 13 : Coupe CBCT préopératoire en site de 16.....	51
Figure 14 : Coupe CBCT préopératoire en site de 26 et 27.....	52
Figure 15 : Kit de prélèvement pour PRF.....	55
Figure 16 : Centrifugeuse Intra-Spin® utilisée lors de l'intervention.....	56
Figure 17 : Séquence de prélèvement et préparation des membranes de L-PRF.....	57
Figure 18 : Schéma situation postopératoire d'un comblement sinusien par membrane de L-PRF avec pose d'implant simultanée.....	58
Figure 19 : Coupe CBCT post-opératoire immédiat centré en site de 16.....	60
Figure 20 : Coupe CBCT post-opératoire immédiat centré en site de 27.....	60
Figure 21 : Coupe CBCT avant pose implant 16.....	61
Figure 22 : Coupe CBCT sinus L-PRF à 4 mois.....	62
Figure 23 : CBCT préopératoire avec planification implantaire.....	63
Figure 24 : CBCT à 3 mois permettant d'objectiver le processus d'ossification en cours.....	63
Figure 25 : Coupe CBCT suite à une greffe sinusienne au L-PRF à 1 an.....	64
Figure 26 : Coupe CBCT suite à une greffe sinusienne au L-PRF à 2 ans.....	64
Figure 27 : OPT en postopératoire immédiat.....	65
Figure 28 : OPT à 4 mois postopératoire.....	65

Table des tableaux

Tableau 1 : Études sur l'effet du PRF dans les procédures d'élévation du plancher sinusien	31
Tableau 2 : PRF comme seul matériau de greffe.....	34
Tableau 3 : PRF + Bio-Oss® dans les greffes d'élévation sinusienne	37
Tableau 4 : Tableau descriptif de l'analyse de cas cliniques	44
Tableau 5 : Moyennes des hauteurs osseuses selon les sites et le timing.....	45
Tableau 6 : Moyennes des hauteurs osseuses préopératoire et à la mise en charge	45
Tableau 7 : Comparaison du gain osseux selon la longueur implantaire	46
Tableau 8 : Comparaison de la hauteur osseuse selon le praticien	47
Tableau 9 : Comparaison du gain osseux selon les sites mesurés	47
Tableau 10 : Comparaison du gain osseux selon le sexe.....	48
Tableau 11 : Comparatif entre les différentes études avec le PRF comme seul matériau de greffe....	49
Tableau 12 : CBCT remontant assez haut pour objectiver la perméabilité des méats moyens.....	53
Tableau 13 : Images illustrant le trajet de l'artère alvéolo-antrale.....	53
Tableau 14 : Étapes cliniques du protocole chirurgical.....	59
Tableau 15 : Étape par étape du protocole chirurgical	66

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Docteur Matthias RZEZNIK

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes

Professeur Frédéric DARDEL

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Intérêt du L-PRF dans les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie latérale : analyse de 26 cas cliniques

Résumé :

La présence des sinus maxillaires peut régulièrement compliquer les plans de traitement concernant les édentements au maxillaire postérieur. En effet un manque de hauteur osseuse peut souvent nécessiter une greffe d'élévation du plancher du sinus si la solution implantaire est retenue. Pour réaliser ce genre de greffe, différentes techniques existent. Si aujourd'hui la solution la plus documentée et mise en œuvre concerne la xéno greffe à base d'hydroxyapatite d'origine bovine, de nombreuses techniques sont néanmoins proposées. C'est notamment le cas dans cette analyse de 26 cas cliniques qui se propose d'étudier l'efficacité du L-PRF comme seul matériau de greffe avec pose concomitante d'implant. Certaines conditions doivent être réunies pour que l'indication de cette technique puisse être posée. Mais la revue de littérature et le travail réalisé dans cet ouvrage, semblent conclure qu'il s'agit d'une technique plutôt prometteuse. Comparativement à d'autres types de greffe de sinus, le PRF permet notamment de réduire le coût de l'intervention, avec une mise en œuvre assez simple et des résultats cliniques très satisfaisants.

Discipline :

Chirurgie orale

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

Rehaussement du plancher du sinus -- Dissertation universitaire ; Fibrine riche en plaquettes -- Dissertation universitaire ; Implantologie dentaire -- Thèses et écrits académiques ; Sinus maxillaire -- Chirurgie -- Thèses et écrits académiques

English keywords (MeSH) :

Sinus Floor Augmentation -- Academic Dissertation ; Platelet-Rich Fibrin -- Academic Dissertation

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge