



HAL
open science

Les greffes allogéniques en chirurgie pré implantaire, la reconstruction osseuse par le processus CFAO, à partir d'un cas clinique

Charles Mesnier

► **To cite this version:**

Charles Mesnier. Les greffes allogéniques en chirurgie pré implantaire, la reconstruction osseuse par le processus CFAO, à partir d'un cas clinique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02887657

HAL Id: dumas-02887657

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02887657>

Submitted on 2 Jul 2020

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.

U.F.R D'ODONTOLOGIE

Année 2020

Thèse n° 34

THÈSE POUR L'OBTENTION DU
**DIPLÔME d'ÉTAT de DOCTEUR EN
CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par Charles MESNIER

Né le 29 Octobre 1991 à Saintes (17)

Le 16/06/2020

**LES GREFFES ALLOGÉNIQUES EN CHIRURGIE PRÉ-IMPLANTAIRE :
LA RECONSTRUCTION OSSEUSE PAR LE PROCESSUS CFAO, À PARTIR D'UN
CAS CLINIQUE**

Sous la direction de Antoine POPELUT

Membres du Jury :

Président	M. S. CATROS	Professeur des Universités
Directeur	M. A. POPELUT	Assistant Hospitalo-Universitaire
Rapporteur	Me. M. JACQUEMONT	Assistante Hospitalo-Universitaire
Assesseur	M. B. ELLA NGUEMA	Professeur des Universités
Assesseur	M. J-M. MARTEAU	Maître de Conférences des Universités

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
03/03/2020

Président M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice Mme BERTRAND Caroline 58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie Mr DELBOS Yves 56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche M. CATROS Sylvain 57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales M.SEDARAT Cyril 57-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01

M.	Jean-François	PELI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01

ASSISTANTS

M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Severine	DESCAZEAUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
M	Antoine	POPELUT	Parodontologie	57-01
M.	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M	Paul	VITIELLO	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

REMERCIEMENTS

À notre Président de thèse

Monsieur le Professeur Sylvain CATROS
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Sous-section Chirurgie orale 57-01

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

Je vous remercie pour votre pédagogie et votre enseignement tout au long de cette formation particulièrement lors de mes vacances avec vous au PQR.

Veillez recevoir ici, le témoignage de mon estime et de mon plus profond respect.

À notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Antoine POPELUT
Assistant Hospitalo-Universitaire
Sous-section Parodontologie 57-01

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

Je vous suis reconnaissant de la passion et de la rigueur que vous entretenez pour la profession et je vous remercie des conseils et enseignements acquis.

Je vous remercie pour m'avoir encadré dans l'élaboration de cette thèse.

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

À notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Mathilde JACQUEMONT

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section Parodontologie 57-01

À vous qui me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

Je vous remercie pour votre disponibilité et votre intérêt porté à ce travail.

Veillez trouver le témoignage de mon plus profond respect.

À notre Assesseur

Monsieur le Professeur Bruno ELLA NGUEMA

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section Sciences anatomiques et physiologiques – Biomatériaux 58-01

À vous qui me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

Je vous remercie pour votre pédagogie, c'est avec un immense plaisir que nous avons pu profiter de votre enseignement tout au long de ce cursus universitaire.

Veillez trouver ici, l'expression de toute ma gratitude.

À notre Assesseur

Monsieur le Docteur Jean-Marie MARTEAU

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section Parodontologie 57-01

À vous qui me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

Je vous remercie pour la qualité de votre enseignement chirurgical.

Votre pédagogie et votre enseignement tout au long de cette formation sont un exemple.

Veillez trouver ici, le témoignage de mon profond respect.

À toi mon amour Caroline,

Qui a changé ma vie et sans qui je n'en serai pas là. Merci pour ton soutien et pour tous nos moments complices partagés.

À notre fils Gaspard,

Qui a donné le plus beau sens à ma vie.

À mes parents,

Qui ont toujours cru en moi et m'ont toujours soutenu peu importe les épreuves. Fier de vous et des valeurs que vous m'avez inculquées, je suis devenu l'homme que je suis aujourd'hui grâce à vous.

À leur conjoint,

Qui ont porté leurs regards bienveillants à mon égard durant toutes ces années.

À mes grands-parents,

Qui ont su me transmettre leurs histoires, leurs expériences mais surtout leurs amours. Et à mon papi Edouard parti trop tôt mais toujours aussi présent dans mon cœur, je le sais tu aurais été fier de moi.

À Clarisse,

Pour qui je serai toujours là.

À ma belle-famille,

Merci de m'avoir ouvert vos portes et vos cœurs.

À mes amis de PACES,

Thibault, Antho et Benzou, on y sera arrivé !

À tous mes amis ; Cognçais, Royannais, Bordelais, Parisiens ...

Merci pour tout, on a encore pleins de beaux moments à partager ensemble !

À mes maitres et confrère,

Vincent Michelet, merci de m'avoir permis d'être à tes cotés pendant ces nombreuses années et de m'avoir transmis ton savoir et ta passion de la chirurgie.

Pierre Baldy, merci d'avoir permis la rédaction cette thèse grâce à ton cas clinique. Ton professionnalisme et ton savoir sont pour moi une grande source d'inspiration.

Benoit Delbouys et l'ensemble du cabinet, merci de m'avoir accordé votre confiance en me permettant de faire mes premiers pas dans la profession, je vous en serais toujours reconnaissant.

Jean Marc Giacomoni et l'ensemble du cabinet, merci pour ces mois de travail à vos côtés, pour vos connaissances, votre confiance et votre sens du partage. Et à très bientôt ...

Merci à Raphaël Bardonnnet de la société BIOBank pour sa disponibilité et son aide précieuse à la réalisation de ce travail.

TABLE DES MATIÈRES

<u>INTRODUCTION</u>	16
<u>I. Biologie du tissu osseux des maxillaires</u>	17
I.1 Os basal	17
I.2 Os alvéolaire	17
I.2.1 Anatomie macroscopique	17
I.2.2 Histologie microscopique	19
I.2.3 Cytologie	20
<u>II. Classifications de l'os alvéolaire</u>	22
II.1 Les types d'os	22
II.1.1 Lekholm et Zarb	22
II.1.2 Misch	23
II.1.3 Trisi et Rao	24
II.2 Pertes de substance osseuse	24
II.2.1 Résorption alvéolaire	24
II.2.2 Cawood et Howell	25
II.2.3 Benic et Hämmerle	26
<u>III. Les greffes osseuses</u>	27
III.1 Principes fondamentaux de cicatrisation	28
III.2 Les greffons osseux	29

<u>MATERIEL ET METHODE</u>	31
<u>I. Objectif</u>	31
<u>II. Rapport de cas</u>	31
II.1 Anamnèse	31
II.2 Examen clinique	32
II.3 Examen radiologique	32
II.4 Décision thérapeutique	36
II.5 Définition de l'allogreffe	37
II.6 Réglementation des allogreffes	37
II.7 Présentation de la Société BIOBank	38
II.8 Prélèvement tissulaire et sélection biologique	40
II.9 Procédé de transformation	42
II.9.1 Préparation mécanique et délipidation	44
II.9.2 Finition mécanique et traitement chimique	44
II.9.2.1 Finition mécanique	44
II.9.2.2 Oxydation chimique	44
II.9.2.3 Traitement à la soude	44
II.9.2.4 Traitement à l'éthanol	45
II.9.2.5 Séchage	45
II.9.3 Conditionnement et contrôle qualité	45
II.9.4 Stérilisation Gamma	45
II.9.5 Caractérisation <i>in vitro</i>	46
II.10 Traçabilité et conservation	47
II.11 Commande du GSM	49
II.12 Modélisation du GSM	51
II.13 Fabrication du GSM	53
II.14 Procédure clinique pré-implantaire	55
II.15 Résultats	65
II.16 Procédure clinique implantaire	66

<u>RESULTATS</u>	69
<u>DISCUSSION</u>	72
<u>Limites</u>	82
<u>Liées à l'allogreffe BIOBank</u>	82
<u>Liées au protocole opératoire</u>	83
<u>Perspectives</u>	84
<u>CONCLUSION</u>	86

INDEX DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Anatomie de l'os basal et alvéolaire mandibulaire. Coupe sagittale au niveau d'une prémolaire inférieure.

Figure 2 : Illustration de la Classification de Lekholm et Zarb

Figure 3 : Coupes sagittales osseuses illustrant la Classification de Misch.

Figure 4 : Illustration de la Classification de Cawood et Howell.

Figure 5 : Illustration de la Classification de Benic et Hämmerle.

Figure 6 : Coupes coronales pré-opératoires montrant les défauts osseux verticaux.

Figure 7 : Coupe horizontale pré-opératoire montrant le défaut osseux horizontal.

Figures 8 et 9 : Coupes sagittales pré-opératoires montrant la lyse osseuse centripète de 12 à 15 (coupes 40 à 55).

Figure 10 : Logigramme des étapes de l'activité de la Société BIOBank.

Figure 11 : Autorisations Européennes de BIOBank.

Figure 12 : Tableau des marqueurs d'infection recherchés dans le cadre de la sélection biologique.

Figure 13 : Schéma du principe d'une machine d'extraction au CO₂ supercritique.

Figure 14 : Synoptique des opérations du procédé Supercrit®.

Figure 15 : Prescription médicale nominative du GSM BIOBank.

Figure 16 : Réception du modèle stéréolithographique.

Figures 17 et 18 : Vues du modèle en résine rapport 1/1 du patient du défaut osseux.

Figures 19,20,21 et 22 : Vues du greffon anatomique modélisé en silicone.

Figure 23 : Centre d'usinage Charly4U Mécanuméric.

Figure 24 : Étapes du processus CAD-CAM du GSM BIOBank.

Figures 25,26 : Vues pré-opératoires puis per-opératoires de la crête alvéolaire.

Figures 27,28 : Préparation du site receveur et vue du site préparé.

Figure 29 : Le GSM BIOBank dans son emballage stérile.

Figures 30,31,32 et 33 : Le greffon allogénique cortico-spongieux sur mesure BIOBank

Figures 34,35 : Essayage du GSM BIOBank sur le défaut osseux.

Figures 36,37 : Réhydratation du GSM BIOBank.

Figures 38,39 : Réalisation des puits pour ostéosynthèse.

Figures 40,41 : Immobilisation du greffon puis trépanation de l'os receveur.

Figures 42,43 : Fixation du greffon au tissu osseux receveur.

Figure 44 : Le greffon recouvert de la membrane Copios Zimmer.

Figures 45,46 : Fermeture du site.

Figure 47 : Vue clinique de la cicatrisation gingivale à 15j post-op.

Figure 48 : Vue clinique pré-opératoire à la chirurgie implantaire.

Figure 49 : Vue clinique après la pose des implants Zimmer dans les sites greffés.

Figure 50 : Panoramique de contrôle bridge complet maxillaire en place.

Figure 51 : Tableau récapitulant les résultats d'augmentation du volume osseux.

Figures 52 et 53 : Coupes horizontales avant et après la chirurgie à 6mois.

Figures 54 et 55 : Coupes coronales avant et après la chirurgie à 6mois.

Figures 56 et 57 : Coupes sagittales après la chirurgie à 6mois.

Figure 58 : Photomicrographies de biopsies osseuses à 6mois. L'allogreffe résiduelle (lacunes vides) en contact étroit avec l'os nouvellement formé (ostéocytes dans la lacune) et le tissu conjonctif sont apparents.

Figures 59 et 60 : Carotte osseuse prélevée à 6 mois dans la zone greffée. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

Figure 61 : Coupe histologique de la carotte osseuse. Fixation en formol modifié. Coloration HES (Hématoxyline-Eosine-Safran. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

Figure 62 : Interprétation histologique de la carotte osseuse. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

Figure 63 : Interprétation histologique de la carotte osseuse à fort grossissement. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

Figure 64 : Modélisation virtuel par CAO d'un greffon sur un défaut osseux maxillaire. Source Geistlich, YXOSS CBR®, pré-design osseux en vue de fabrication de grille métallique.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CFAO : Conception et fabrication assistée par ordinateur

CAD CAM : Computer aided design computer aided manufacturing, equivalent Anglais de CFAO

GSM : Greffon sur mesure

CBCT : Cone beam computed tomography

DICOM : Digital imaging and communications in medicine ; standard international pour la gestion informatique des données issues de l'imagerie médicale

FDBA : Allogreffe congelé lyophilisé non déminéralisé

DFDBA : Allogreffe congelé lyophilisé déminéralisé

FFBA : Allogreffe congelé minéralisé

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ABM : Agence de biomedecine

DGS : Direction générale de la santé

OMS : Organisation mondiale de la santé

PMN : Prescription médicale nominative

STL : Fichier au format stéréolithographique

V3 : Branche inférieur de la Vème paire des nerfs craniens

mPa : mégapascal

kGy : kilogray

kV : kilovolt

mm : millimètre

µm : micromètre

INTRODUCTION

Chaque année en Europe, plus d'un million de patients bénéficient de chirurgie pré-implantaire de reconstruction osseuse maxillo-faciale, montrant un réel besoin de santé publique (1).

De nos jours encore considérée comme l'un des « gold standard » en la matière, la greffe autogène semble trouver certaines limites.

De ce fait, des alternatives thérapeutiques intéressantes se développent, notamment grâce à la possibilité d'obtenir des greffons osseux d'autres origines, ou par la technique de reconstruction osseuse guidée (2).

En effet, l'avènement de la conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO, *CAD-CAM en dénomination Anglaise*) en dentisterie moderne permet de nous offrir des choix thérapeutiques jusque-là jamais atteints.

Il est désormais possible de modéliser et de fabriquer des greffons osseux en blocs sur mesure (GSM).

Utilisés depuis 50 ans en chirurgie orthopédique, les greffons osseux allogéniques trouvent désormais leur place en chirurgie bucco-dentaire. L'élargissement des indications vers les aménagements osseux a favorisé le développement des techniques visant à proposer des formes d'allogreffes adaptées (3).

La chirurgie osseuse orale à visée implantaire constitue de ce point de vue un secteur d'utilisation des allogreffes en plein essor.

Dans une première partie de ce travail, nous décriront le tissu osseux alvéolaire et ses classifications puis nous étudierons le greffon allogénique personnalisé BIOBank, de son prélèvement à son processus de fabrication.

Dans un second temps, la technique utilisant ce même greffon sera décrite à l'aide d'un cas clinique argumenté, la comparaison avec d'autres études cliniques équivalentes sera évoquée, posant la problématique des avantages et inconvénients de ce processus ainsi que ses limites.

I. Biologie du tissu osseux des maxillaires (4)

Le tissu osseux est une structure biologique vivante. C'est un tissu squelettique conjonctif, spécialisé, minéralisé, rigide, d'origine mésenchymateuse, vascularisé et innervé en remaniement permanent.

L'étude et la compréhension de la physiologie osseuse est fondamentale pour comprendre l'intégration d'une greffe à un tissu receveur, en particulier allogénique.

I.1 Os basal

C'est la partie la plus volumineuse des os maxillaires et mandibulaire. L'os basal forme le corps osseux des maxillaires. Sa morphologie ne dépend pas de l'évolution des organes dentaires et il persiste après la perte des dents.

Les corps du maxillaire et de la mandibule sont conçus vers la 7-8ème semaine in-utéro alors que l'os alvéolaire se forme beaucoup plus tardivement conjointement à l'édification radiculaire des dents, faisant ainsi progressivement sa jonction avec l'os basal.

I.2 Os alvéolaire

Il fait partie du système d'attache de l'organe dentaire dénommé le parodonte. Il entoure et maintient la dent au sein de l'arcade. Beltrami le qualifie d'os dentaire dont l'édifice et le devenir sont liés à ceux des dents (5). Son intégrité est assurée par la mise en fonction des organes dentaires, nous pouvons ainsi parler de complexe alvéolo-dentaire.

I.2.1 Anatomie macroscopique

Il est constitué de plusieurs parties anatomiques ayant une importance cruciale pour son intégrité et sa pérennité.

On décrit les corticales externes, parois externes de l'os alvéolaire en continuité avec celles de l'os basal. L'épaisseur des corticales varie selon la localisation sur l'arcade dentaire, elles sont directement dépendantes de la position et de l'inclinaison dentaire au sein de l'alvéole.

De manière générale les corticales externes sont plus épaisses à la mandibule qu'au maxillaire.

On décrit les corticales internes qui peuvent être retrouvées dans la littérature sous le nom de paroi alvéolaire, lame criblée ou encore lamina dura. La corticale interne constitue la paroi de l'alvéole dentaire. Elle est discontinue et se présente en fine lame d'os compact perforée de nombreux canaux dénomés Volkmann, permettant le passage des éléments vasculo-nerveux et lymphatiques en direction de l'organe dentaire.

De plus, l'os de la corticale interne est dit fasciculé car il donne insertion aux fibres ligamentaires de Sharpey. Ces fibres collagéniques se continuent sous leur forme calcifiée au contact du ligament alvéolo-dentaire et du ciment maintenant l'organe dentaire évitant ainsi son ankylose.

Les alvéoles dentaires sont les niches des racines dentaires au sein de l'os alvéolaire. Elles sont tapissées par la corticale interne et composées principalement d'os spongieux.

Leurs morphologies dépendent de l'anatomie du ou des racine(s) dentaire(s) qu'elle(s) épouse(nt).

Entre chaque alvéole dentaire définissant une dent se dessine une zone osseuse appelée le septa osseux inter-dentaire.

Lorsque l'alvéole dentaire accueille une dent pluriradiculée, il se forme entre les racines dentaires des septa osseux inter-radiculaire.

La crête alvéolaire est la zone située au bord cervical de l'os alvéolaire. Dans cette région se réunissent les corticales externes et internes. La crête alvéolaire physiologique suit de façon harmonieuse et festonnée le collet des dents. Cliniquement fondamentale, elle est située de 1 à 2mm en dessous de la jonction émail-cément appelée le collet anatomique.

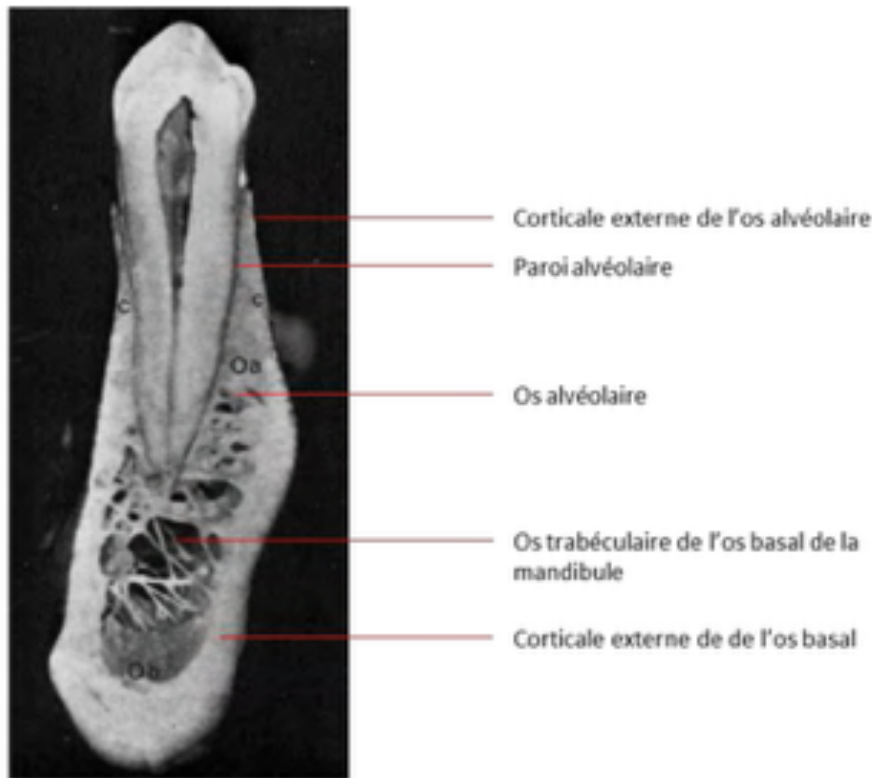


Figure 1 : Anatomie de l'os basal et alvéolaire mandibulaire. Coupe sagittale au niveau d'une prémolaire inférieure. D'après (6)

I.2.2 Histologie microscopique

L'organisation histologique alvéolaire se présente avec un os compact à la périphérie entourant au centre un os spongieux parsemé d'espaces médullaires.

L'os compact se retrouve au niveau des corticales externes, il est composé d'un os lamellaire associé à un os Haversien. Il est dense et compact.

Il est formé des lamelles osseuses qui sont orientées d'une manière déterminée par la distribution des vaisseaux sanguins nourriciers. L'os est traversé par des canaux longitudinaux de Havers qui contiennent en son centre des éléments vaculo-nerveux. Ces canaux de Havers s'anastomosent librement entre eux par des connections transverses et obliques.

Chaque canal de Havers est entouré d'un nombre variable de lamelles osseuses concentriques. Les lamelles osseuses, les cellules et le canal central constituent le système de Havers ou ostéon ; unité de structure de l'os compact.

L'os spongieux lui, est central, lâche, malléable et très vascularisé. Il constitue la plus grande partie du tissu osseux alvéolaire. Sa structure consiste en travées ou plaques interconnectées formant un réseau au sein d'un trabécule osseux. Ces travées sont constituées d'os lamellaire dans lesquelles se trouvent des petites lacunes appelées ostéoplastes contenant des ostéocytes et un système de canalicules inter communicants.

On décrit le périoste qui est une membrane fibreuse, blanchâtre recouvrant la corticale externe et enveloppant les os alvéolaire et basal.

Le périoste est constitué de deux couches bien qu'elles ne soient pas nettement délimitées.

La couche externe constituée de tissu conjonctif fibreux dense est bien vascularisée. La couche interne, ou couche ostéogénèse d'Ollier est composée de tissu conjonctif orienté, plus lâche, dont certaines fibres de collagènes pénètrent dans l'os sous forme de fibre de Sharpey.

Le périoste joue un rôle prépondérant de la cicatrisation osseuse car il est capable d'activer des cellules conjonctives en ostéoblastes.

L'endoste est une couche délicate qui borde les cavités médullaires et revêt le système de canalaire de l'os compact. Il tapisse l'intérieur des canaux de Havers et Wolkmann. Il est constitué de tissu réticulaire condensé, avec une couche fibreuse constituée de conjonctif lâche. L'endoste a la potentialité d'un tissu ostéogénique mais aussi hématopoïétique.

I.2.3 Cytologie

Le tissu osseux en remaniement permanent est le siège de nombreuses cellules.

Les cellules ostéoprogénitrices sont des cellules souches non spécialisées qui dérivent du mésenchyme pouvant évoluer sous l'action de plusieurs facteurs en cellules de formation osseuse. Lors de la mitose cellulaire, une cellule fille restera cellule ostéoprogénitrice tandis que l'autre évoluera en pré-ostéoblaste.

Elles sont présentes dans la couche interne du périoste, dans l'endoste, dans les canaux de Havers et de Wolkmann.

Les ostéoblastes sont des cellules hautement spécialisées à la base de la construction du tissu osseux, on les retrouve au contact de la surface osseuse, là où la matrice ostéoïde se constitue. Ils interviennent dans le remodelage osseux puisqu'ils ont une influence sur l'activation des ostéoclastes, cellule de destruction osseuse. Ils se présentent en une couche continue, se reliant entre eux par un réseau de canalicules osseux. Ils évoluent en ostéocytes, cellules bordantes ou peuvent disparaître par apoptose.

Les ostéoclastes, cellules voisines des macrophages, sont d'origine mésenchymateuse. Ce sont des cellules géantes multinucléées et mobiles. Elles sont spécialisées dans la destruction de l'os déjà constitué. Elles sont polarisées et vont s'articuler au contact de l'os à résorber. Au niveau des sites de résorptions osseuses se créent des chambres acides ou lacunes de Howship. La matrice osseuse dégradée est transportée et relâchée par phénomène d'endocytose au sein de l'ostéoclaste.

L'ostéocyte, ou cellule osseuse, est un ostéoblaste qui est devenu prisonnier de la matrice osseuse en formation. Ils siègent tous dans des lacunes périostéocytaires appelées ostéoplastes présentant des canalicules anastomosés aux autres ostéocytes, aux ostéoblastes et aux canaux de Havers des ostéons.

Enfin les cellules bordantes sont des ostéoblastes au repos, présents à la surface du tissu osseux lors de sa phase de quiescence. Ces cellules sont reliées entre elles et aux ostéocytes par des jonctions communicantes. Elles ont un rôle dans la protection de la surface osseuse, et semblent participer à l'initiation du remodelage osseux.

II. Classifications de l'os alvéolaire

II.1 Les types d'os

Au fil des années et des travaux de recherches, plusieurs types d'os ont été reconnus. Ces classifications permettent de définir la qualité osseuse d'un point de vue anatomique (Lekholm et Zarb, Misch) comme d'un point de vue chirurgical (Trisi et Rao).

II.1.1 Lekholm et Zarb

La classification macrostructurale de Lekholm et Zarb (1985) s'établit selon la qualité de l'os résiduel (7):

- Type 1 : Tissu osseux homogène et compact.
- Type 2 : Noyau d'os spongieux dense et entouré d'une épaisse couche d'os compact.
- Type 3 : Noyau d'os spongieux dense et entouré d'une fine couche d'os cortical.
- Type 4 : Noyau d'os spongieux de faible densité et entouré d'une très fine couche d'os cortical.

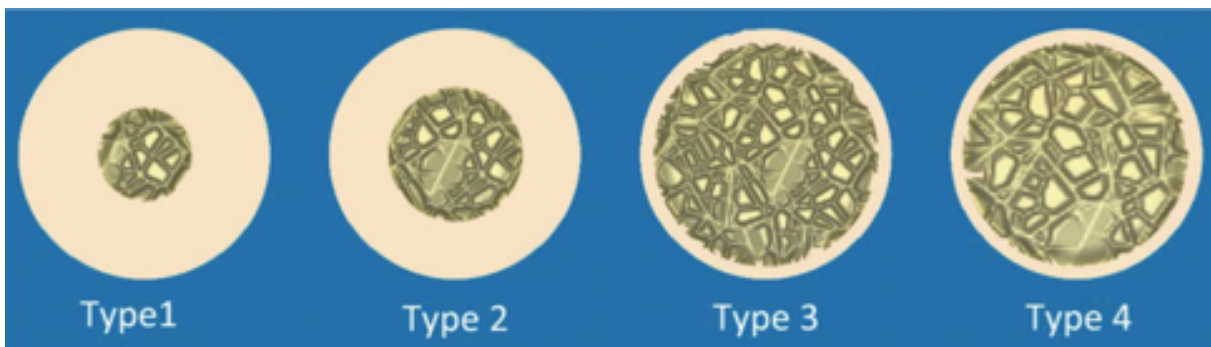


Figure 2 : Illustration de la Classification de Lekholm et Zarb.

Selon l'étude de Juodzbalys G. (8), les auteurs s'accordent pour dire que les os de type 2 et 3 sont associés à de bonnes perspectives de réussite implantaire et à une meilleure ostéointégration.

II.1.2 Misch

La classification de Misch (1990) s'établit selon la densité osseuse en fonction de la localisation au niveau des os maxillaire et mandibulaire (8) :

- Type D.I : Os composé en quasi-totalité d'os cortical dense, localisé dans la région antérieure mandibulaire, parfois en région postérieure. Il présente une faible vascularisation.
- Type D.II : Association d'une corticale dense et d'un os spongieux intermédiaire, localisé dans la région antérieure maxillaire ou à la mandibule.
- Type D.III : Association d'une corticale poreuse et d'un os spongieux de faible densité, localisé dans les zones postérieures maxillaire et mandibulaire ainsi qu'au niveau de la région maxillaire antérieure. Il présente une très bonne vascularisation.
- Type D.IV : Os caractérisé par une qualité tissulaire de très faible densité et une très fine couche corticale, localisé dans les zones postérieures maxillaires.
- Type D.V : Apparue en 1999, Os très mou avec une minéralisation incomplète et un tissu immature.

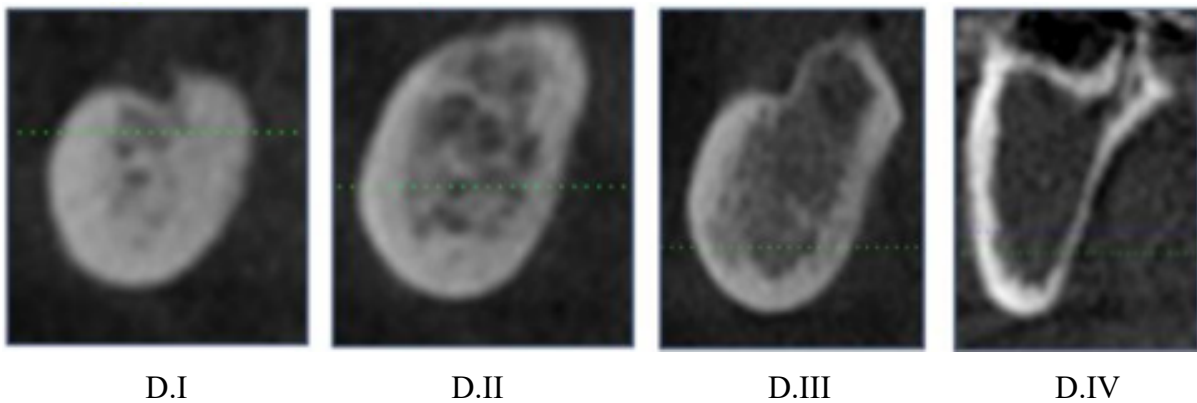


Figure 3 : Coupes sagittales osseuses illustrant la Classification de Misch.

II.1.3 Trisi et Rao

La classification de Trisi et Rao (1999) s'établit selon une perception clinique basée sur les sensations tactiles du praticien lors du forage (9) :

- 1 : Os dense
- 2 : Os normal ou intermédiaire
- 3 : Os de faible densité

Récemment, Rebaudi et Al. (10) ont proposé une classification Hard, Normal, Soft (HNS) reprenant celle de Lekholm et Zarb et celle de Misch basée sur la qualité/densité osseuse divisée en 3 classes :

- Hard correspondant au type 1/D.I
- Normal correspondant au type 2,3/D.II,D.III
- Soft correspondant au type 4/D.IV

L'étude de Kiasa et Al. sur la qualité osseuse et l'ostéointégration implantaire (11) rapporte que la classification Normal permet une ostéointégration optimale, ce qui est en adéquation avec les résultats de l'étude de Juodzbaly G. (8).

II.2 Perte de substance osseuse

Si la résorption osseuse est inéluctable après la perte de l'organe dentaire, celle-ci intéresse quasi essentiellement l'os alvéolaire.

II.2.1 Résorption alvéolaire

La résorption de l'os alvéolaire se caractérise par une perte osseuse pouvant atteindre le maxillaire comme la mandibule. C'est un processus multifactoriel avec diverses étiologies présentant une variabilité interindividuelle, soucieux des conditions locales et/ou systémiques. Après la perte d'une dent, l'involution de l'os alvéolaire fait suite à la perte de stimulations mécaniques acheminées via le ligament desmodontal des dents.

D'après les travaux de Schropp et coll en 2003, cette résorption post-extractionnelle peut atteindre 50 % du volume osseux total après un an.

Les 2/3 de ces changements surviennent durant les trois premiers mois suivant l'avulsion de la dent. La résorption continue à un moindre rythme jusqu'à atteindre un pourcentage de 80 % après deux ans et demi ou elle se stabilise en dehors de tout facteur aggravant.

Selon Carlsson et Persson, cette résorption atteint 10 mm au niveau de la mandibule sur une période de 25 années, et est quatre fois moindre au maxillaire durant la même période (3 mm environ). Ces mêmes constatations ont été rapportées par Atwood et Tallgren (12,13).

Rappelons que la résorption est toujours plus importante en vestibulaire qu'en lingual compte tenu de la structure de la paroi vestibulaire et de sa finesse.

L'évolution de la résorption alvéolaire au niveau du maxillaire se fait de façon centripète, vers le dedans, tandis qu'au niveau mandibulaire l'alvéolyse se fait de façon centrifuge, vers le dehors (14,15).

II.2.2 Cawood et Howell

Cawood et Howell ont proposé une classification physiopathologique des différents stades de résorption alvéolaire mandibulaire. Cette classification est basée sur la forme et le volume osseux après édentation (15).

Elle est composée de six classes :

- Classe 1 : denté, physiologique
- Classe 2 : post extractionnelle
- Classe 3 : crête arrondie, hauteur et largeur suffisante
- Classe 4 : crête en lame de couteau, hauteur suffisante, largeur insuffisante
- Classe 5 : crête plate, hauteur et largeur insuffisante
- Classe 6 : crête concave, perte totale de l'os alvéolaire avec début d'atteinte basale.

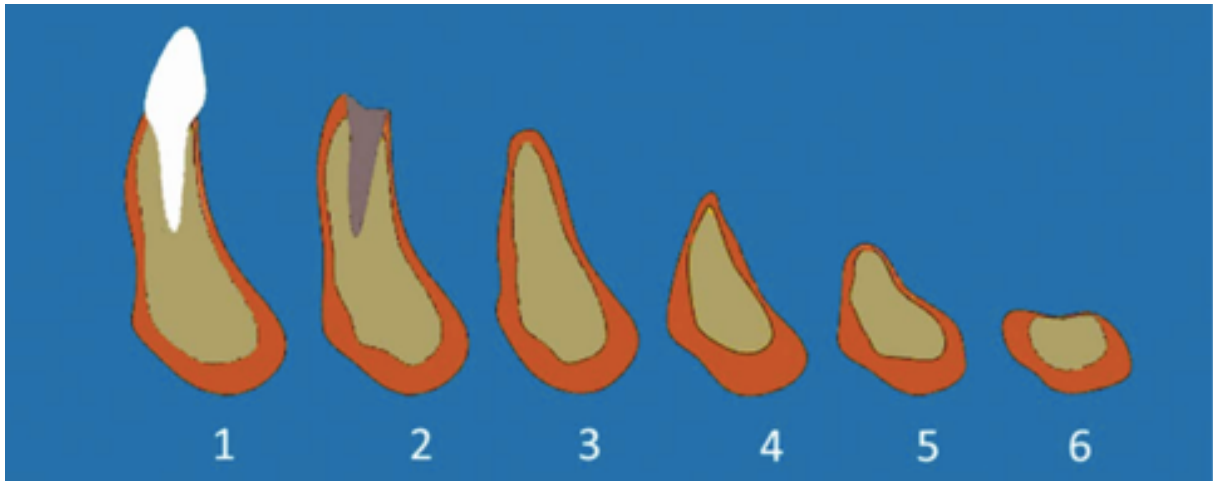


Figure 4 : Illustration de la Classification de Cawood et Howell.

II.2.3 Benic et Hämmerle (2014)

Benic et Hämmerle, plus récemment, ont proposé une classification se basant sur les résorptions alvéolaires maxillaires (16) :

- Classe 0 : dent sur arcade.
- Classe 1 : défaut osseux intra-alvéolaire entre la surface implantaire et les parois osseuses intactes, lors d'une extraction et implantation immédiate.
- Classe 2 : déhiscence péri-implantaire dans laquelle la stabilité du volume osseux de la zone à greffer peut-être assurée par les parois osseuses adjacentes.
- Classe 3 : déhiscence péri-implantaire dans laquelle la stabilité du volume osseux de la zone à greffer ne peut être assurée par les parois osseuses adjacentes.
- Classe 4 : défaut crestal horizontal nécessitant une augmentation osseuse avant la pose d'un implant.
- Classe 5 : défaut osseux vertical nécessitant une augmentation osseuse avant la pose d'un implant.

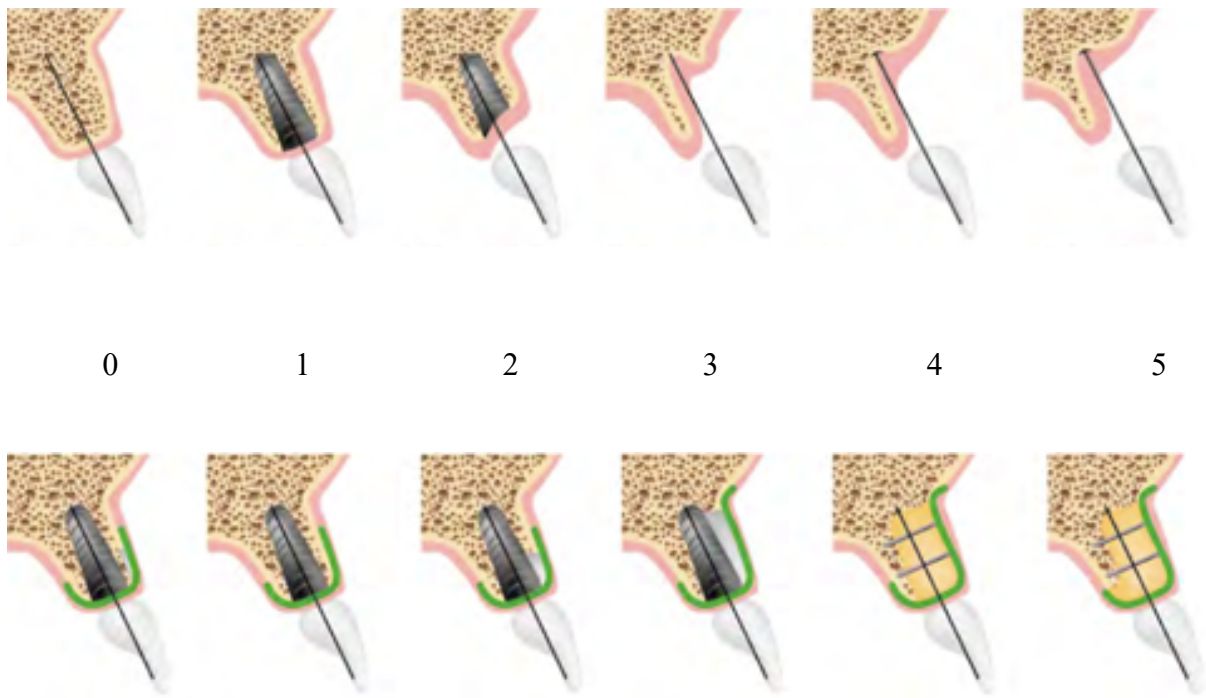


Figure 5 : Illustration de la Classification de Benic et Hämmerle.

III. Les greffes osseuses

Lors d'une thérapeutique implantaire de traitement du patient édenté, le volume osseux peut être insuffisant pour accueillir un implant de diamètre et de longueur appropriés à la futur réhabilitation prothétique.

Au cours de l'examen pré opératoire, la mise en évidence d'un éventuel déficit osseux doit être systématiquement recherché afin d'établir un diagnostic et y associer un traitement pérenne. Ce diagnostic est établi cliniquement, radiologiquement et/ou à partir de logiciels informatiques permettant le positionnement optimal de l'implant en accord avec le projet prothétique.

Depuis plusieurs décennies, différentes techniques de greffes osseuses ont été validées scientifiquement comme permettant d'ajouter par apposition un volume osseux compatible à la pose implantaire et y assurer l'ostéointégration.

Outre une augmentation du volume osseux, la réhabilitation du contour du procès alvéolaire joue un rôle important. (17)

D'après la revue de littérature de Chiapasco de 2009, nous pouvons classer les thérapeutiques de reconstruction en 2 types (18) :

- Reconstruction crestale :
 - par régénération osseuse guidée
 - par apposition de blocs osseux ou de lames corticales
 - par distraction osseuse
- Comblement sinusien :
 - par voie crestale
 - par voie latérale

III.1 Principes fondamentaux de cicatrisation

Outre l'adaptation, l'immobilisation et la couverture par les tissus gingivaux du greffon en bloc, il existe 3 grands principes fondamentaux de formation osseuse. C'est à partir de ces mécanismes qu'un greffon pourra s'intégrer puis se résorber face au tissu osseux néoformé (20).

Ostéogenèse

C'est le processus de référence par lequel s'élabore le tissu osseux en son sein. Il s'agit d'une néoformation d'une matrice ostéoïde par des ostéoblastes se minéralisant par la suite. L'ostéogenèse est propre au tissu osseux vivant donc au greffon autogène prélevé extemporanément.

Ostéoinduction

C'est le processus de stimulation par des protéines conduisant à la prolifération et/ou à la différenciation de cellules souches en matrice osseuse minéralisable à partir d'un site receveur. Les cellules mésenchymateuses indifférenciées sont stimulées par des messagers et vont se différencier en pré-ostéoblastes et ostéoblastes synthétisant ainsi la matrice osseuse.

Ostéoconduction

C'est la propriété passive d'un matériau à recevoir la repousse osseuse par invasion vasculaire et cellulaire à partir du tissu receveur au contact de ce matériau. Le greffon dit ostéoconducteur constitue un échafaudage le long duquel les cellules osseuses vont venir adhérer et former la matrice osseuse.

III.2 Les greffons osseux

Cette phase de reconstruction osseuse fait appel à des greffons osseux ou à des substituts osseux, qui doivent pour la réussite du traitement avoir certaines caractéristiques (20) :

- **Biocompatible** avec l'individu receveur.
- **Bioactif** avec des capacités à s'intégrer au tissu receveur.
- Au minimum **ostéoconducteur** pouvant agir sur le remodelage osseux.
- **Inerte** du point de vue antigénique, sans déclencher de réactions immunitaires.
- **Mécaniquement** équivalent à l'os.
- **Poreux** pour permettre sa vascularisation et son envahissement par des cellules osseuses.

Plusieurs origines de greffes osseuses sont décrites (20), on retrouve :

- Le **greffon autogène** : provient du même individu, ostéogénique, ostéoinducteur et ostéoconducteur. C'est le « gold standard » des greffes osseuses additives avec un greffon de référence illustré dans la littérature. Le protocole de cicatrisation est reconnu avec un recul scientifique important. Ce greffon est prélevé le jour de la chirurgie, sur un site intrabuccal (préférentiellement tubérositaire, ramique, rétro molaire ou mentonnier) ou extrabuccal (crânien, iliaque). Il est ensuite modelé puis immobilisé sur le site receveur pour permettre sa cicatrisation. Il n'apporte pas de risque de réactions croisées ou de rejet avec l'os receveur car il s'agit du même individu.
- Le **greffon allogénique** : provient d'un individu différent mais de la même espèce, ostéoinducteur controversé, il est ostéoconducteur. Ce greffon provient de banques d'os allogénique qui assurent sa distribution. Il peut être sous forme de particules ou de blocs.

- Les **substituts osseux xénogéniques** : proviennent d'une espèce différente que l'espèce receveur (les origines sont coralliennes ou mammifères avec une préférence pour l'origine bovine), ils sont ostéoconducteurs. Après prélèvement, l'os subit divers traitements afin de ne garder que la trame minérale et de supprimer tout risque de contamination. Ils sont régulièrement utilisés sous forme de particules qui peuvent être de différentes granulométries. Le long temps de prise, la résorption sur le long terme ainsi que la possible contamination en font ses principales limites.
- Les **substituts osseux alloplastiques** : matériau d'origine synthétique et ostéoconducteur (avec une base céramique phospho calcique, bio-verre ou polymère), biocompatible, bioactif, résorbable ou non et sans risque de contamination. Sous forme de blocs, ils ont de faibles propriétés mécaniques, le matériau est le plus souvent utilisé sous forme de particules, disponible en quantité illimitée.

MATERIEL ET METHODE

I. Objectif

L'objectif de ce travail est de démontrer qu'à partir d'un bloc osseux allogénique, l'utilisation de la CFAO en chirurgie serait une thérapeutique de choix pour une augmentation osseuse d'un défaut compatible à la pose implantaire.

Pour répondre à celui-ci, nous étudierons un cas clinique détaillé, du diagnostic à la décision thérapeutique. Ensuite le greffon allogénique de la société BIOBank sera étudié de son prélèvement à son processus de fabrication CAD-CAM.

Enfin la procédure opératoire du cas clinique et l'analyse radiologique du volume osseux du site greffé à 6 mois post opératoire seront détaillées puis discutées.

II. Rapport de cas

Le cas clinique suivant a été entièrement réalisé par le Dr Pierre BALDY, Chirurgien-Dentiste spécialisé en réhabilitation orale, parodontologie et implantologie, exerçant en pratique privée au Bouscat 33100, France.

Ce rapport de cas décrit la technique de reconstruction osseuse pré-implantaire utilisant un bloc osseux allogénique cortico-spongieux (BIOBank, France) mis en forme par le processus CAD-CAM, chez un patient présentant un défaut alvéolaire tridimensionnel dans le secteur maxillaire antérieur.

II.1 Anamnèse

Mr V, 55 ans, en bonne santé systémique, sans antécédents médicaux ni chirurgicaux, sans allergies connues, fumeur occasionnel, se présente au cabinet du Dr BALDY adressé par son omnipraticien pour une réhabilitation implanto-prothétique de son édentement maxillaire.

Le patient a le souhait de restaurer sa cavité orale par une solution prothétique fixe.

Un examen radiologique récent par panoramique dentaire est fourni par le patient le jour du rendez-vous.

II.2 Examen clinique

Lors de la consultation, l'examen clinique rapporte un édentement maxillaire quasi-complet. Seul 27 subsiste encore sur l'arcade malgré une atteinte parodontale importante.

La présence d'une prothèse amovible en résine remplaçant les dents absentes est notifiée.

Du point de vue gingival, et selon la nouvelle classification parodontale de Papapanou et al de 2017 (21), nous sommes en présence d'une crête alvéolaire à phénotype gingival épais.

Du point de vue osseux, l'os alvéolaire persistant est marqué d'une lyse centripète et d'une forme de crête en lame de couteau surtout en secteur 1 antérieur.

Un examen complémentaire d'imagerie médicale 3D est prescrit afin d'explorer précisément les structures osseuses.

II.3 Examen radiologique

La saisie d'informations du tissu osseux est effectuée par imagerie volumique à faisceau conique (CBCT ou Cone Beam), réalisée sur le patient dans la zone d'intérêt cranio-faciale, en particulier sur le maxillaire.

Ces données acquises lors de cet examen sont formatées et enregistrées selon une norme qui réglemente le format des images médicales, et permet ainsi de faciliter le transfert et l'utilisation des informations, sous le fichier DICOM.*dcm* (Digital Imaging and Communications in Medecine).

Certains critères techniques doivent être appliqués pour qu'un examen à partir d'une tomographie volumétrique numérisée puisse être exploité ultérieurement pour le processus CFAO (22) :

- un voltage supérieur >90kV
- des champs de 100x100mm centrés sur le zone d'intérêt
- des images de 512x512 points
- des épaisseurs de coupe de 0,2mm
- une taille des voxels de 200 µm

- des coupes parallèles au plan d'occlusion
- une exportation des images au format monocadre du fichier DICOM.dcm par coupe
- une interposition d'une compresse entre les incisives pour permettre une désocclusion postérieure.

Le CBCT répondant à ces critères a été réalisé pour évaluer l'anatomie osseuse alvéolaire maxillaire résiduelle, diagnostiquer les déficits osseux et planifier le positionnement des implants.

Le générateur utilisé est un QR SRL, Newton VGI mis en service en octobre 2009, l'exploration a été réalisée en reconstructions axiales, transversales et longitudinales représentées au rapport 1/1.

Données acquises par le Dr HAURET, Radiologue, 33000 Bordeaux, France.

Après analyse radiologique, le diagnostic clinique est confirmé par l'imagerie montrant l'atrophie du maxillaire :

- On note une lyse alvéolaire horizontale et sagittale secteur 1 de 12 à 15. Une courbe rouge représentée sur la figure 7 montre l'apport osseux à effectuer pour une réhabilitation implantaire sur ce secteur.
- On note une lyse alvéolaire verticale globale mais surtout localisée en région maxillaire postérieure de 15 à 17 et de 24 à 27 en regard des sinus droit et gauche.

Radiologiquement la qualité d'os résiduel selon Rebaudi et Al. (10) est de type Normal.

Le diagnostic de résorption de classe 4/5 de Benic et Hämmerle (16) est posé.

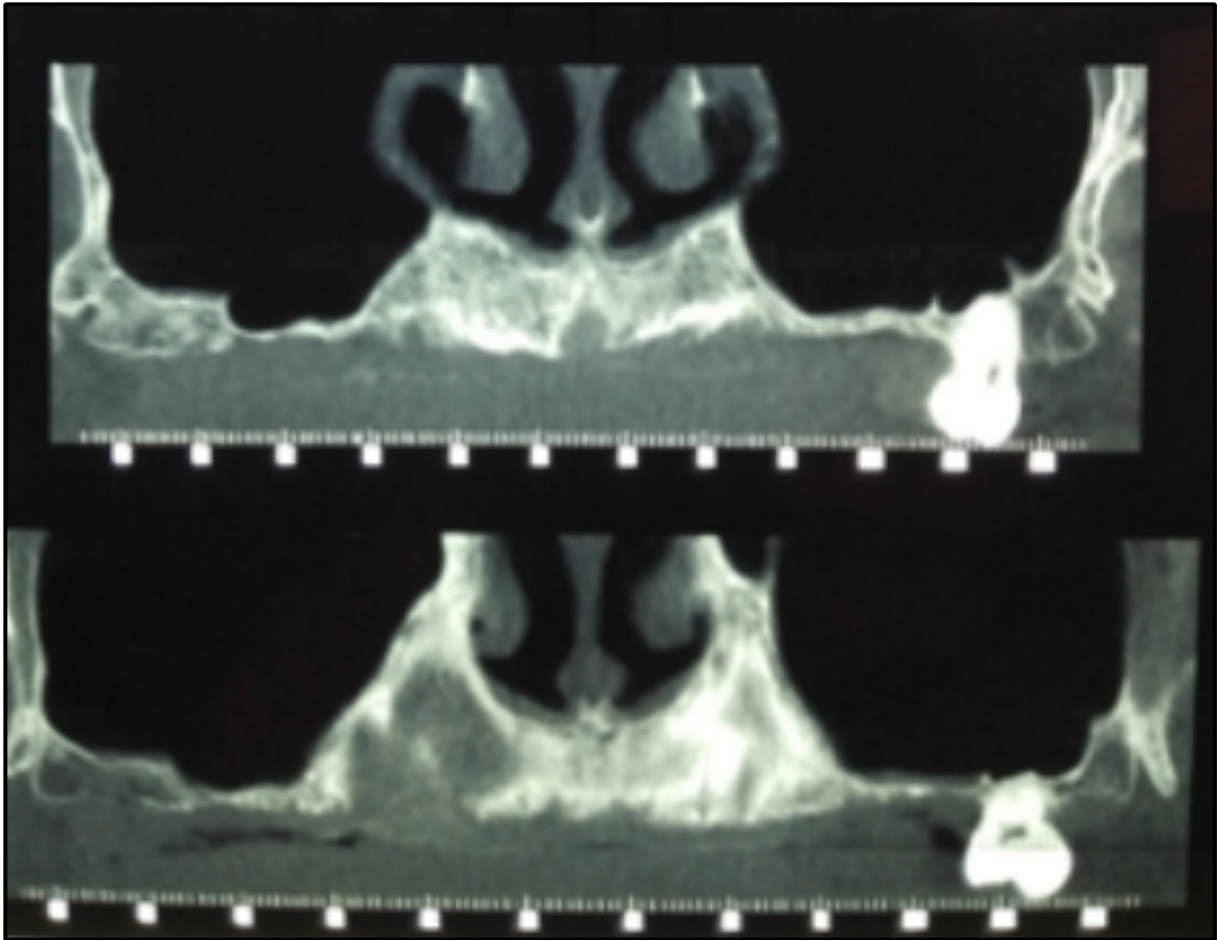


Figure 6 : Coupes coronales pré-opératoires montrant les défauts osseux verticaux. Courtoisie Dr Baldy.

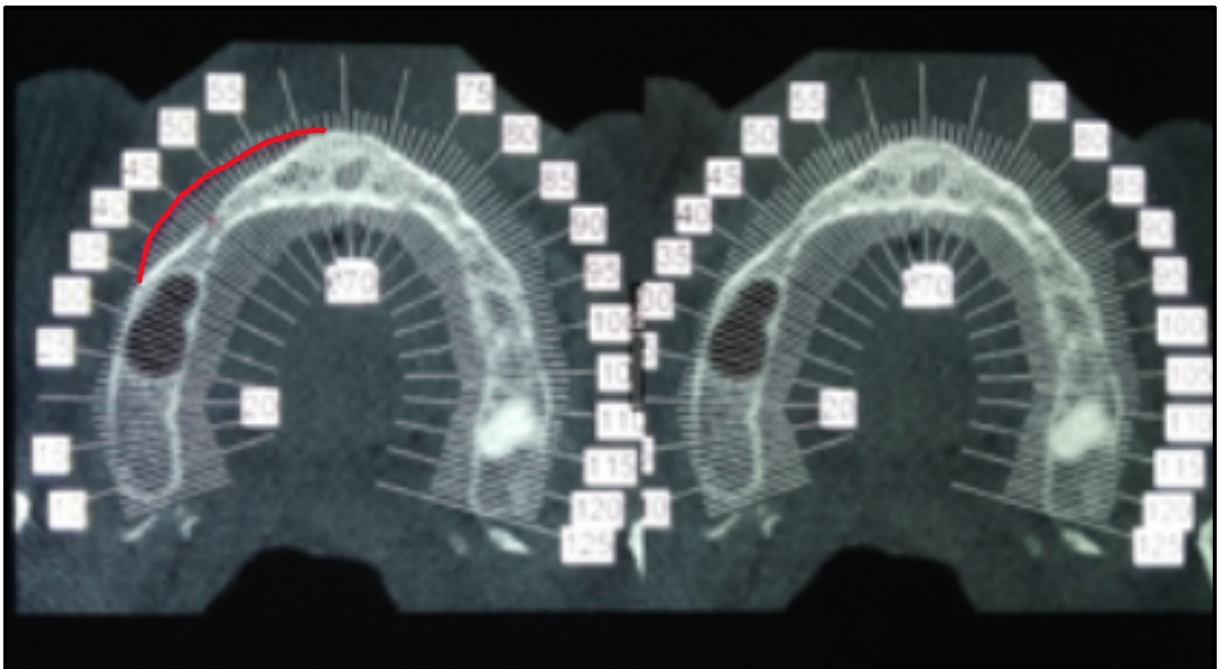
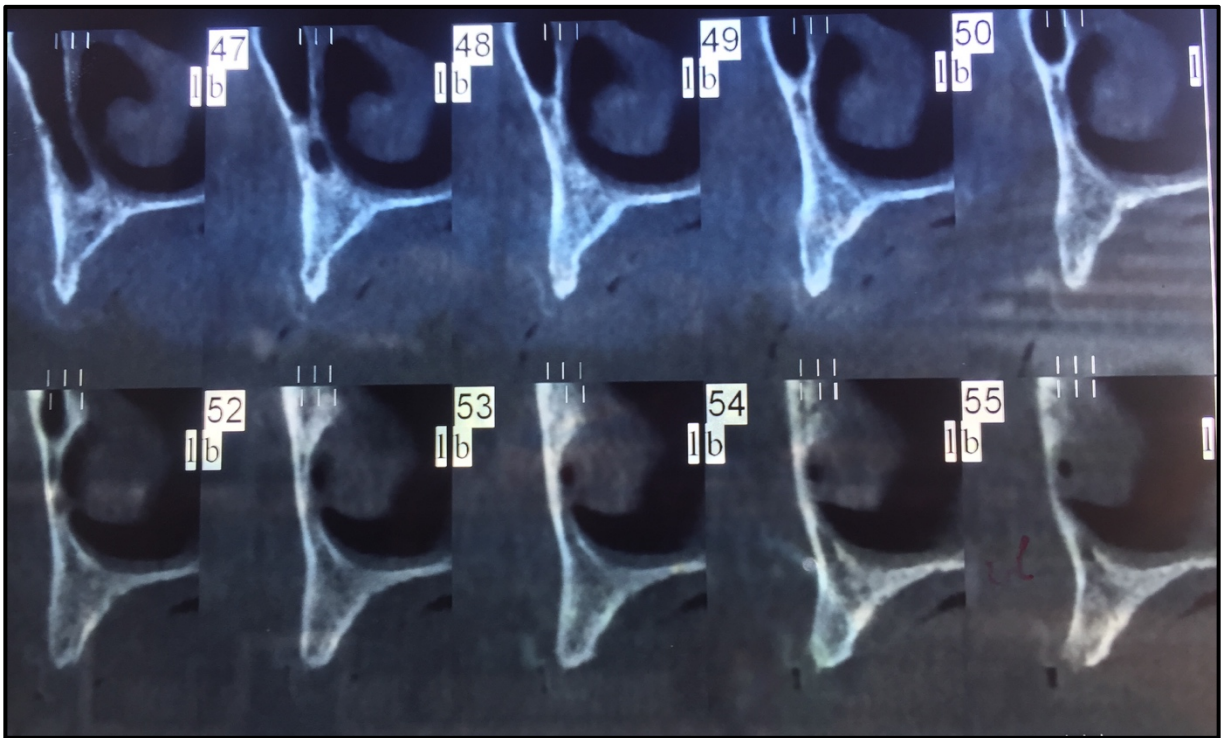
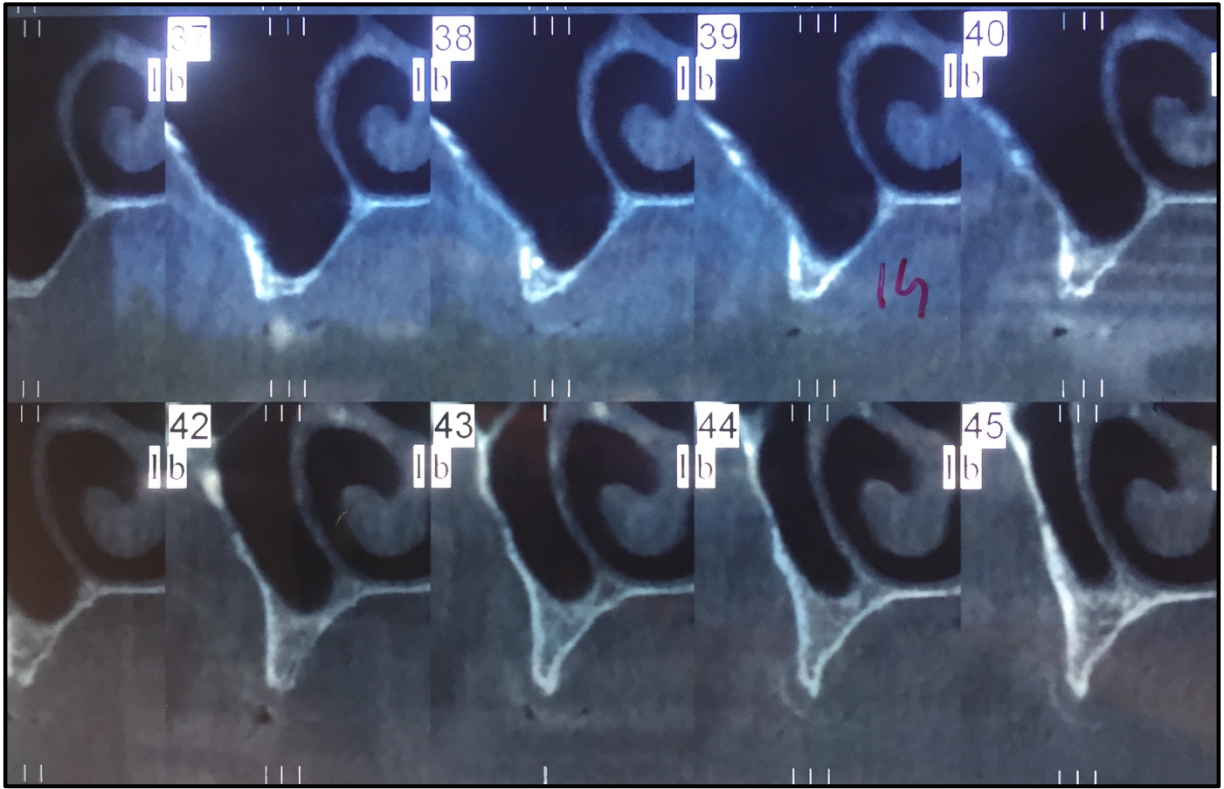


Figure 7 : Coupe horizontale pré-opératoire montrant le défaut osseux horizontal. Courtoisie Dr Baldy.



Figures 8 et 9 : Coupes sagittales pré-opératoires montrant la lyse osseuse centripète de 12 à 15 (coupes 40 à 55). Courtoisie Dr Baldy.

II.4 Décision thérapeutique

La réhabilitation orale (de grande étendue) de ce cas en vue d'une restauration par prothèse fixe est possible avec des aménagements osseux pré-implantaire.

En accord avec le patient, il est envisagé d'effectuer deux augmentations osseuses sinusiennes, droite et gauche et une greffe osseuse d'apposition secteur 1 antérieur.

Puis, six implants seront posés afin d'effectuer par la suite une restauration prothétique fixée implanto-portée (23).

Les techniques d'augmentation osseuse sinusienne étant bien décrites dans la littérature (24), il a été choisi d'effectuer les sinus lift par voie latérale avec apport de particules osseuses allogéniques (Biobank 1mm C-S).

Dans une approche thérapeutique moderne de dentisterie a minima, selon les réticences du patient à un site chirurgical donneur supplémentaire et selon les préférences du chirurgien, il a été proposé au patient d'effectuer la greffe osseuse d'apposition par un greffon d'origine allogénique, cortico-spongieux, sur mesure réalisé avec le processus CAD-CAM par la société BIOBank.

Le patient a été informé de l'utilisation d'un greffon d'origine humaine.

La greffe d'apposition et les sinus lift seront réalisés en un temps chirurgical.

Les explications du plan de traitement global comprenant les étapes chirurgicales, les suites post opératoires, les étapes prothétiques, leurs devis respectifs ainsi que les consentements éclairés sont remis au patient et signés avec validation de la thérapeutique par ce dernier.

II.5 Définition de l'allogreffe

Il s'agit d'une greffe osseuse d'origine humaine pratiquée en deux temps et à distance l'une de l'autre. Cette greffe fait intervenir deux individus différents, de formules génétiques différentes mais de même espèce. (20)

Il s'agit dans un premier temps de prélever un greffon osseux sur un donneur humain vivant. Ce sont les organismes de banques de tissus qui prennent en charge la sélection, le prélèvement et la mise en conformité du greffon.

Ce greffon sélectionné sera ensuite traité pour éliminer les risques de contaminations inter-individus, faciliter son stockage et son utilisation ultérieure.

Il peut être sous plusieurs formes et il sera ensuite utilisé dans un second temps lors de la greffe chez l'individu receveur, on parle alors d'allogreffe (25).

II.6 Réglementation des allogreffes

La législation des allogreffes répond à la réglementation en vigueur du pays concerné donc du Code de la Santé Publique en France.

Le décret n° 2014-1066 (19 septembre 2014) prévoit un encadrement éthique, médicoteknique et de sécurité sanitaire des activités portant sur les organes, tissus et cellules. Les allogreffes en France ont le statut de tissu et sont donc soumis à cette réglementation.

La régulation des normes et la mise à disposition des allogreffes en France est validée et autorisée par des banques de tissus agréées par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM) (26).

Plusieurs types de greffons allogéniques existent dépendant de leur composition et du traitement qu'ils subissent après prélèvement.

On retrouve parmi ces matériaux quatre familles d'allogreffes :

- Os délipidé et déprotéinisé
- Os congelé lyophilisé non déminéralisé FDBA
- Os congelé lyophilisé déminéralisé DFDBA
- Os congelé minéralisé FFBA.

En France, seul l'allogreffe délipidé et déprotéinisé à l'autorisation de l'ANSM (27).

Les banques de tissus assurent l'ensemble des activités prévues par l'article L.1243-2 du code de la santé publique (autorisation depuis le 29 septembre 2003).

Toutes leurs opérations se font dans le respect des règles de Bonnes Pratiques des Banques de Tissus fixées par la décision de l'ANSM du 27 octobre 2010 et le Code de la Santé Publique dont les articles transposent les Directives Européennes 2004/23/CE, 2006/17/CE et 2006/86/CE. (26,28)

Concernant la possibilité du patient greffé par allogreffe osseuse à donner son sang ; toute personne souhaitant participer au don de son sang doit répondre à un questionnaire médical dont le contenu et la forme sont fixés par arrêté du ministère de la santé.

La décision du 16 Février 2009 (29) prévoyait dans son questionnaire de demander au patient « s'il avait eu dans sa vie, une greffe de tissus d'un autre donneur (cornée, tympan, dure-mère, os...) », l'antécédent de greffe osseuse étant alors un critère d'exclusion au don de sang.

Une nouvelle décision (30) l'a remplacée le 27 Avril 2016. Son questionnaire prévoit désormais de demander au patient « s'il a au cours de sa vie, eu une greffe de cornée ou de dure mère ». La question relative à un antécédent de greffe d'autres tissus, comme les allogreffes osseuses, a disparu de ce nouveau questionnaire. Cette dernière version est toujours en vigueur aujourd'hui.

II.7 Présentation de la Société BIOBank (28)

BIOBank est une banque de tissus Française dont la mission est de proposer des allogreffes osseuses et des biomatériaux dérivés innovants.

Dans le cadre de la loi bioéthique de 1994 et en application des autorisations délivrées par l'ANSM et du respect des Bonnes Pratiques des Banques de Tissus, BIOBank développe une activité de gestion des étapes de prise en charge de tissu humain à la délivrance de greffons sécurisés.

Ces opérations comprennent la sélection biologique des donneurs, le prélèvement puis la transformation proprement dite des greffons osseux.

En tant que banque de tissus Française, BIOBank dispose d'une Autorisation Unique délivrée le 10 Février 2017 par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire du Médicament qui s'applique aux activités et aux greffons osseux.

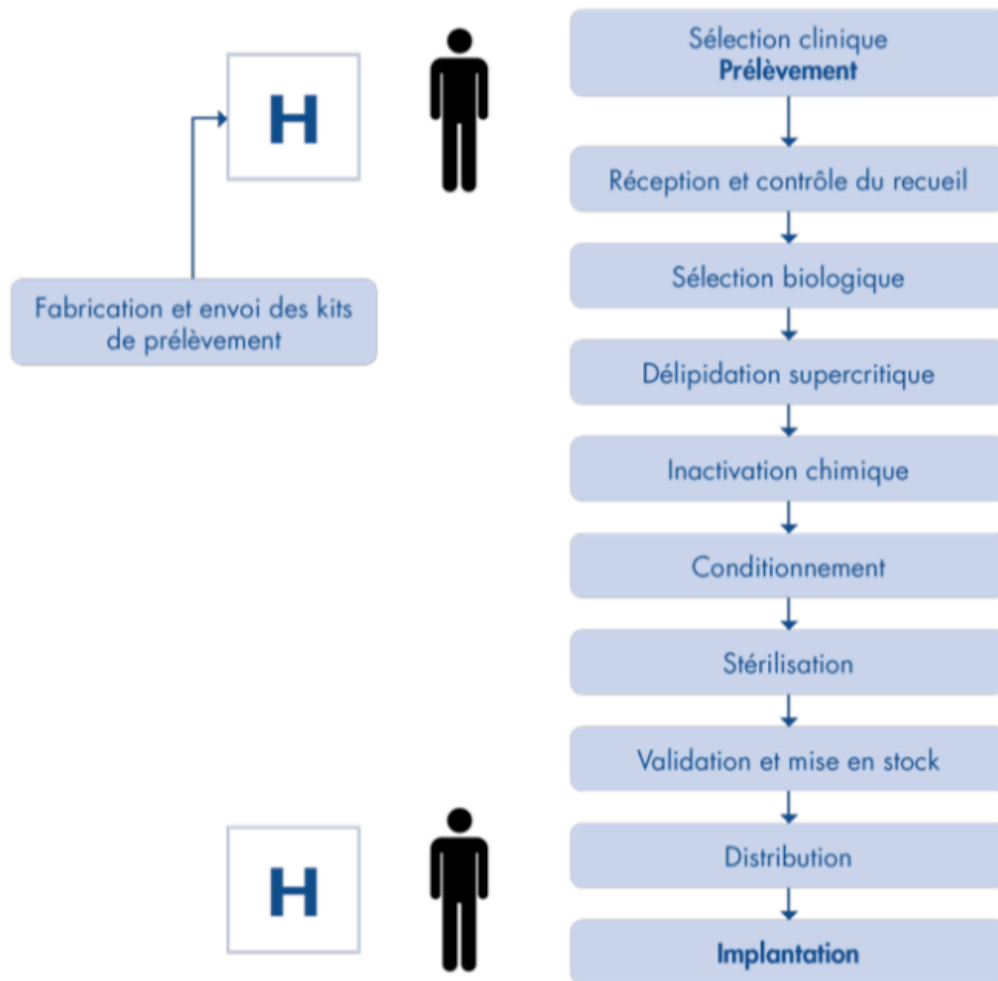


Figure 10 : Logigramme des étapes de l'activité de la Société BIOBank d'après (28).

La société BIOBank est inscrite sur le registre européen des établissements de tissus sous le numéro FR07703T dont les autorisations sont mentionnées dans le tableau ci-dessous (31).

Authorisation Status of Biobank SAS									
Competent Authorities		Type of Authorisation					Last Update		
FR020-National Agency for Medicines and I		Desk-based document review or self certifi					2019-07-26		
Category of tissues/cells	Detail	Procurement Donation	Testing	Preservation	Processing	Storage	Distribution	Import	Export
Musculoskeletal, Bone					A	A	A	A	A

Activities Legend

A - Authorized
S - Suspended
R - Revoked
C - Ceased activity

Figure 11 : Autorisations Européennes de BIOBank, d'après (31).

II.8 Prélèvement tissulaire et sélection biologique (28)

La loi Kouchner du 4 Mars 2002 proclame le droit fondamental à la protection de la santé qui doit être mis en œuvre par tous les moyens disponibles.

Préalablement à toute greffe de tissu sur un patient, l'information ainsi que le consentement éclairé de ce patient sont requis dans les conditions prévues aux articles L. 1111-4 et suivants du code de la santé publique (26).

En amont, la sélection clinique des donneurs est une étape essentielle à la sécurité des patients greffés, du personnel des équipes de prélèvement et des banques de tissus.

Elle respecte les critères d'exclusion établis par l'Agence de la Biomédecine (ABM) et fixés par l'arrêté ministériel du 4 novembre 2014 concernant les prélèvements de tissus.

Ainsi le chirurgien orthopédiste préleveur et son équipe chirurgicale doivent :

- Vérifier le dossier médical du donneur
- S'assurer de la non contre-indication réglementaire au recueil du tissu
- Informer le patient de la récupération de la tête fémorale en vue d'un usage thérapeutique
- Obtenir le consentement du donneur pour le don de son tissu, la réalisation d'un dépistage sérologique et la conservation par la banque de tissus de ses données nominatives
- Remplir et signer la fiche de prélèvement qui accompagnera le tissu osseux

La collecte des tissus osseux humains est réalisée par des équipes chirurgicales au sein d'établissements de santé Français avec lesquels BIOBank a passé une convention de recueil. BIOBank fournit à celles-ci un kit stérile exclusif (Dispositif Médical) composé des éléments nécessaires à la conservation et à la traçabilité des issus.

Il intègre le formulaire de consentement des donneurs et la fiche de prélèvement listant les critères de sélection clinique.

Le tissu osseux est prélevé lors d'arthroplastie de la hanche au niveau des têtes fémorales exclusivement chez des patients vivants. Le tissu osseux est étiqueté puis conservé sans délai à -20°C (température minimale de transport), du sang veineux est aussi prélevé, il est conservé sans délai à $+5^{\circ}\text{C}$ (température de transport de $+2^{\circ}\text{C}$ à $+8^{\circ}\text{C}$) ; pour une durée maximale de 21 jours.

Après transport réalisé par une société spécialisée et certifiée, les prélèvements biologiques arrivent au sein de BIOBank. Des contrôles internes de conditions de transport sont mis en place (intégrité du colis, présence des scellés et conformité des températures) puis les têtes fémorales sont conservées à -70°C pour une durée maximale de 2ans avant transformation.

Ensuite le prélèvement sanguin du donneur est soumis aux examens de la sélection biologique dont le cadre juridique est régi par les règles de sécurité sanitaire fixées par le Code de la Santé Publique et l'arrêté du 23 décembre 2010 concernant le dépistage des maladies infectieuses. Les résultats sont communiqués au donneur lors d'un examen d'entretien individuel.

Les pathologies recherchées responsables de l'exclusion du prélèvement osseux sont mentionnées dans le tableau ci-dessous (Figure 12) (28) :

Maladie	Elément infectieux	Marqueur
Hépatite B	HBV	Ag HBs, Ac anti HBc, Ac anti HBs
Hépatite C	HCV	Ac anti-HCV
Infection par le virus HIV	HIV 1 et 2	Ac anti-VIH 1 + 2 et Ag P24
Infection par le virus HTLV	HTLV I et II	Ac anti-HTLV I
Syphilis	Treponema pallidum	Ac anti-Syphilis

Figure 12 : Tableau des marqueurs d'infection recherchés dans le cadre de la sélection biologique.

Les résultats de la sélection clinique et de la sérologie biologique sont retranscrits sur la « Fiche d'identité du greffon » document de traçabilité joint avec le greffon délivré.

II.9 Procédé de transformation (32)

Le procédé Supercrit® est la méthode brevetée appliquée par BIOBank pour viro-inactiver leur tissu osseux d'origine humaine.

Il consiste en une délipidation du tissu osseux par un fluide non toxique, le CO₂ à l'état supercritique associée à une oxydation chimique des protéines résiduelles contenues dans les pores de l'os spongieux.

Le procédé Supercrit® a pour objectif l'inactivation virale, l'élimination des graisses, des débris cellulaires et des protéines médullaires tout en préservant la structure organo-minérale du tissu osseux.

Le CO₂ à l'état de fluide supercritique est un composé adapté à la délipidation du tissu osseux, en effet :

- Ses coordonnées supercritiques sont douces : Température 31°C, Pression 7,38MPa
- Ses propriétés de solvant et de diffusion dans le tissu osseux sont élevées avec une faible viscosité
- Il est naturel, reproductible et non toxique
- Il n'engendre pas de dénaturation des protéines donc pas d'effondrement des propriétés mécaniques du tissu.

Il est fondamental de considérer que l'élimination des graisses par un nettoyage approfondi du réseau trabéculaire osseux constitue la pierre angulaire de toutes les étapes ultérieures du traitement. En effet grâce à l'efficacité du dégraissage, la mouillabilité du tissu osseux est totalement modifiée. Cela facilite la pénétration des produits chimiques aqueux qui sont ensuite appliqués pour assurer la viro-inactivation.

Le temps nécessaire pour leur action est réduit, ce qui diminue les altérations de la trame osseuse et contribue à la meilleure préservation des propriétés mécaniques du tissu osseux.

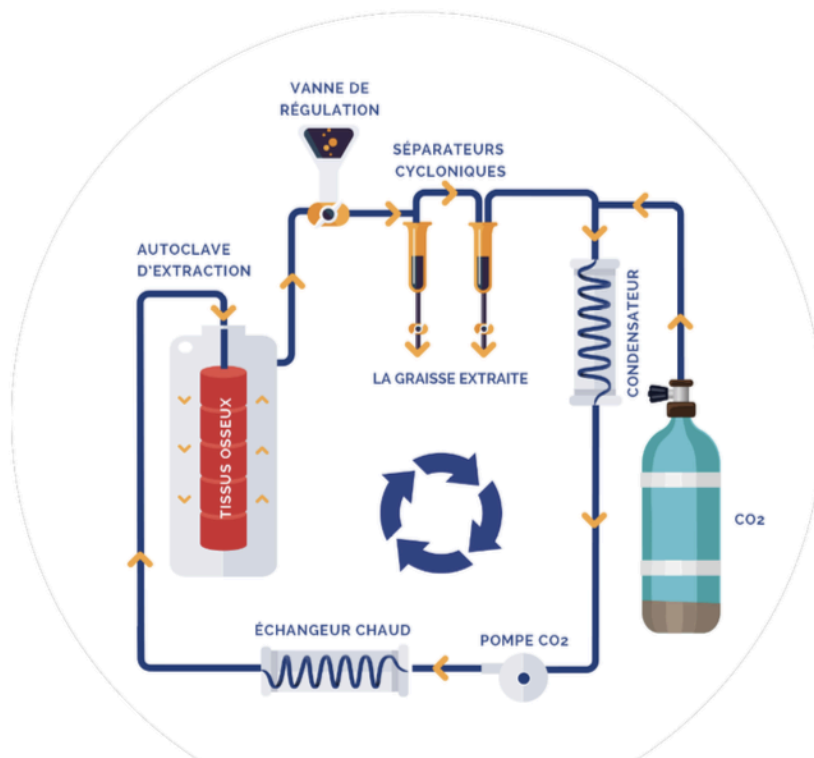


Figure 13 : Schéma du principe d'une machine d'extraction au CO₂ supercritique d'après (28).

Les étapes de ce procédé de transformation (28) se déroulent dans un laboratoire spécialisé constitué de salles blanches à atmosphère contrôlée de classe D/C (ISO 7).

II.9.1 Préparation mécanique et délipidation

Les têtes fémorales sont préparées pour éliminer le cartilage et les ostéophytes. Elles sont ensuite placées dans le réacteur de l'unité d'extraction par CO₂ supercritique.

Dans les conditions du procédé BIOBank, le CO₂ supercritique est appliqué à 50°C et 260 bars. Ces paramètres sont contrôlés et maîtrisés par un équipement industriel adéquat. Le temps de traitement est celui nécessaire au passage d'une quantité suffisante de CO₂ pour dégraisser complètement les tissus. A l'issue de cette étape, les têtes fémorales ont perdu plus de 55 % de leur poids initial et le taux de graisses résiduelles est abaissé à moins de 0,5 %.

II.9.2 Finition mécanique et traitement chimique

II.9.2.1 Finition mécanique

La qualité du tissu osseux est très variable selon l'âge et le sexe du donneur ainsi que de l'étiologie de la maladie qui a conduit à l'arthroplastie de la hanche. Il s'en suit qu'un examen approfondi de chaque tissu est nécessaire. Cet examen est facilité par le dégraissage et permet d'éliminer les parties de la tête fémorale abimées ou trop fragiles.

II.9.2.2 Oxydation chimique

Après délipidation, il subsiste dans les cavités de la trame spongieuse des débris de membranes cellulaires pouvant présenter une antigénicité particulière. Une étape d'oxydation par le peroxyde d'hydrogène à 35 % est appliquée pour nettoyer les pores des résidus protéiques et cellulaires. Cette étape est réalisée à 40 °C pendant 2 heures.

II.9.2.3 Traitement à la soude

L'étape de macération à la soude molaire (4% m/v) pendant une heure à température ambiante est appliquée pour répondre à la note de la Direction Générale de la Santé : DGS/VS2/SQ3/93/26 reprenant une recommandation de la directive de la commission européenne : *guidelines for minimizing the risk of transmitting agents causing spongiform encephalopathy via medicinal products*.

La soude molaire est connue pour inactiver les prions dans les tissus infectés et transmettant l'agent infectieux. Ce traitement pour le tissu osseux est théorique puisque le tissu osseux est

un tissu de classe IV dans la classification de l’OMS, c'est à dire que l'inoculation du prion n'entraîne pas la contagiosité du tissu et ne permet donc pas l'évaluation de l'efficacité du traitement sur ce tissu.

II.9.2.4 Traitement à l'éthanol

Le rinçage dans des solutions d'éthanol a pour but de déshydrater le tissu osseux et de laisser une biocharge faible. L'utilisation de 2 concentrations croissantes d'éthanol (3h à 96% puis 2h à 99%) favorise la substitution des molécules d'eau au profit de celles d'éthanol. La teneur résiduelle en eau devient inférieure à 4%. Ces trempages se font à température ambiante.

II.9.2.5 Séchage

Le séchage à l'air chaud (40°C) permet ensuite de sécher en profondeur le tissu osseux sans altérer les caractéristiques structurales et mécaniques de l'os.

II.9.3 Conditionnement et contrôle qualité

Une fois le procédé de transformation réalisé, les greffons sont systématiquement conditionnés dans un double emballage étanche aux microorganismes. Un contrôle qualité de la production est réalisé pour garantir le respect des spécifications des produits. Les lots de production sont libérés, en vue de leur stérilisation terminale, à l'issue d'une mesure de la biocharge conformément aux modalités de la norme ISO 11737-1.

II.9.4 Stérilisation gamma

L'obtention de l'état stérile est acquise par l'application d'une irradiation aux rayons gamma à une dose stérilisante de 25 à 30 kGy sur les greffons préalablement protégés par un double emballage primaire. Cette étape est réalisée par un prestataire agréé pour la stérilisation des dispositifs médicaux et non par BIOBank.

La stérilisation est validée conformément aux normes EN 552, ISO 11137 et ISO 11737-2.

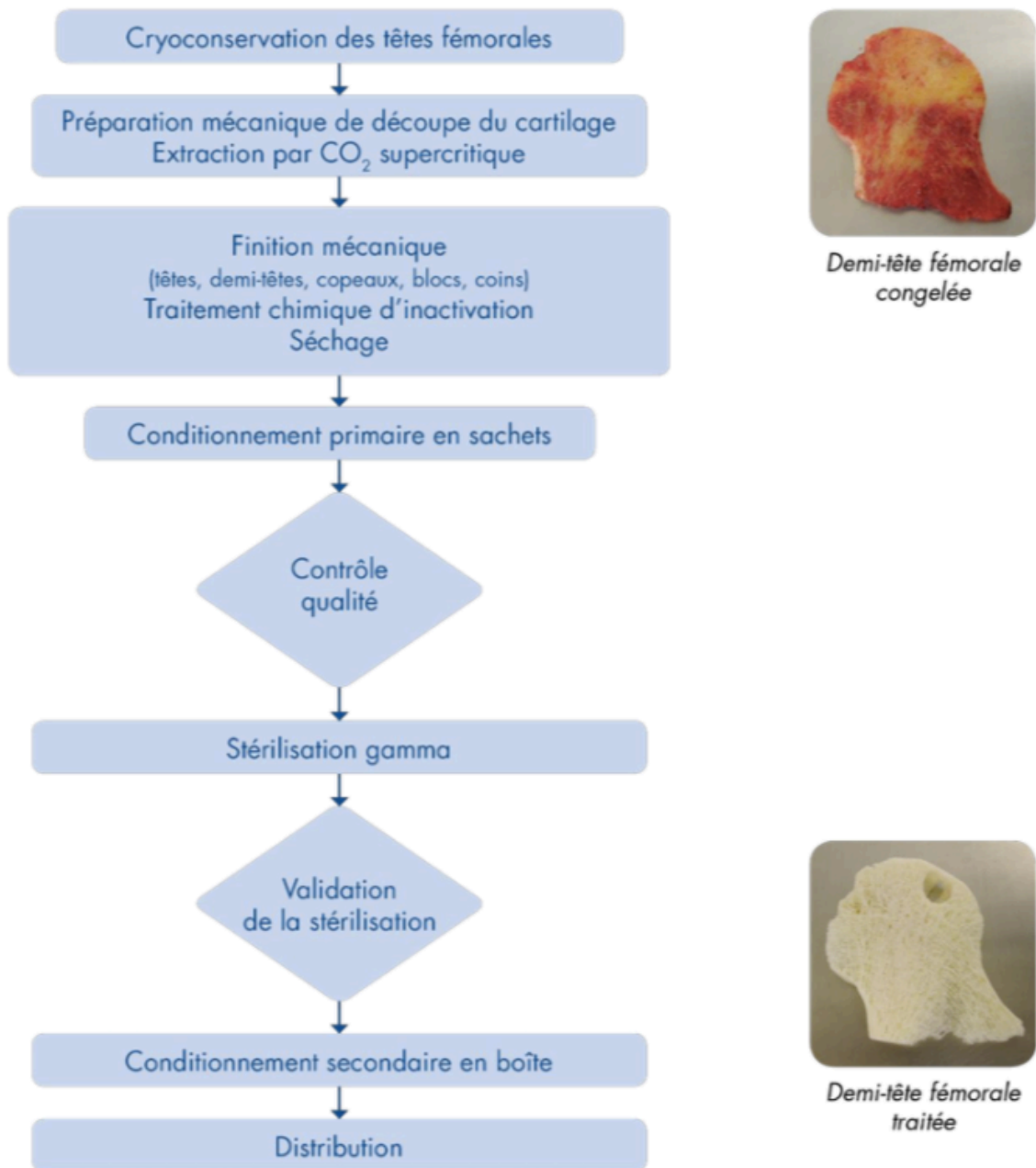


Figure 14 : Synoptique des opérations du procédé Supercrit® d'après (28).

II.9.5 Caractérisation *in vitro*

L'évaluation de l'inactivation virale a fait l'objet de deux études (33,34). Les résultats prouvent l'efficacité des quatre étapes du procédé Supercrit® à inactiver les virus les plus résistants, et cela au cœur de la tête fémorale complète.

La composition minérale, la trame organominérale et l'architecture osseuse du tissu traité sont identiques au tissu non traité avec une absence de dénaturation du collagène type I.

Des tests en compression réalisés sur 2 séries appariées de 100 échantillons d'os traité versus os frais, a permis de déterminer les paramètres biomécaniques des greffons osseux BIOBank avant radiostérilisation, avec une contrainte maximale à la rupture de 10.2 ± 5.2 MPa et un module d'élasticité de 412 ± 149 MPa. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée avec l'os frais (35).

L'analyse ultrasonore de l'influence de la dose du rayonnement gamma a conclu à l'absence de différence entre 10 et 25 kGy sur le module d'élasticité du tissu osseux spongieux traité et déshydraté par rapport à l'os frais non irradié. Ce résultat contribue à démontrer l'intérêt de ce mode de stérilisation terminale pour les allogreffes osseuses compte tenu de son efficacité (36).

Différents procédés de traitement de l'os spongieux ont été comparés par analyse ultrasonore d'échantillons appariés avant et après traitement. Il ressort que le procédé Supercrit® est le procédé de viro-inactivation qui entraîne le moins d'effets sur l'élasticité du tissu osseux spongieux, confirmant ainsi sa capacité à mieux préserver les qualités structurales et architecturales de l'os (37).

II.10 Traçabilité et conservation (28)

Une revue systématique des dossiers de production est réalisée par le Pharmacien Responsable de BIOBank, elle donne lieu à une autorisation de mise en stock et à la mise à disposition des greffons pour une utilisation thérapeutique. Les produits finis stériles sont conditionnés en boîte unitaire contenant les documents de traçabilité réglementaires et la notice d'utilisation.

Un étiquetage comportant les mentions requises est apposé sur chaque boîte. Tous les documents et étiquettes mentionnent le numéro d'identification unique de chaque greffon ou Single European Code (SEC) conformément à la directive européenne 2015/565.

Les greffons BIOBank peuvent être conservés à température ambiante ($+10^{\circ}\text{C}$ à $+30^{\circ}\text{C}$) pendant une durée maximum de 5ans après stérilisation. Toutes les données relatives aux greffons, depuis son prélèvement jusqu'à son implantation, sont conservées par BIOBank pendant 30 ans après greffe.

La traçabilité du greffon à trois objectifs :

- Assurer la traçabilité du donneur au receveur
- Préserver l'anonymat du donneur et du receveur
- Garantir l'historique des données de l'activité de Biobank.

L'enregistrement par BIOBank de données nominatives fait l'objet d'une autorisation délivrée par la Commission Nationale Informatique et Libertés (CNIL). La traçabilité des tissus est centrée autour d'un numéro d'identification unique et anonyme, attribué lors du prélèvement et complété d'un code produit fonction de l'opération.

Les informations nécessaires à la traçabilité sont transcrites sur des étiquettes et des documents qui accompagnent les tissus tout au long de leur cycle de vie, dans le respect de l'anonymat du donneur et du receveur.

Les documents permettant d'assurer la traçabilité en conformité avec les dispositions réglementaires sont classés en deux catégories :

1. Documents intervenants entre les établissements préleveurs et BIOBank pour la traçabilité des têtes fémorales et des échantillons sanguins :

- Fiche de prélèvement signée par le chirurgien préleveur
- Etiquettes de traçabilité apposées sur le kit de prélèvement

2. Documents intervenants entre BIOBank et les utilisateurs pour la traçabilité des greffons osseux validés (documents inclus dans la boîte de suremballage des greffons) :

- La « Fiche d'identité du greffon », certifiée par le responsable médico-technique de BIOBank, reprend les informations nécessaires à la traçabilité (origine, caractéristiques, données cliniques, résultats du dépistage sérologique, conditions de préparation...)
Cette fiche doit être conservée dans le dossier médical du patient
- La « Fiche d'implantation », qui devra être complétée par le chirurgien sur les conditions d'utilisation et retournée à BIOBank par courrier ou télécopie ;
Cette fiche doit être retournée à Biobank qui gère la traçabilité des tissus
- Les étiquettes de traçabilité apposées sur le greffon pour faciliter la tenue du dossier médical et, éventuellement, la tenue du registre de dépôt.

II. 11 Commande du GSM BIOBank

La distribution des greffons aux chirurgiens en France est réalisée sur Prescription Médicale Nominative (PMN) (figure 15), dans le respect des règles de bonnes pratiques des banques de tissus.

Dans ce cadre juridique et en prévisualisation de la chirurgie, le chirurgien a adressé sa PMN à la société BIOBank accompagnée des images DICOM sur CD-Rom du cone beam pré-opératoire.

Il a été choisi de commander un greffon cortico-spongieux sur mesure respectant les dimensions maximales.

La PMN et les fichiers DICOM ont été validés par BIOBank, un email est envoyé au chirurgien mentionnant que les étapes de production vont pouvoir débiter.

PRESCRIPTION MEDICALE NOMINATIVE GREFFON OSSEUX SUR MESURE

TISSU D'ORIGINE HUMAINE POUR GREFFE OSSEUSE

Les greffons d'origine humaine n'étant délivrables que sur ordonnance, aucune commande ne peut être prise par téléphone.
Document à adresser à BIOBank par courrier, email, ou fax (coordonnées en pied de page).
Les produits livrés et prestations réalisées seront facturés.

Date de l'intervention* : / / (Prévoir un délai de 8 semaines)	
Facturation : <input type="checkbox"/> Cabinet <input type="checkbox"/> Patient (facturation patient à réception du règlement)	
Jour de livraison à éviter :	
Coordonnées du cabinet*	Patient
Nom :	Nom* :
Adresse :	Prénom :
CP/Ville :	Date de naissance : / /
Email* :	Sexe* : <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F

*** EN ROUGE : OBLIGATOIRE pour traiter la commande**

	Quantité
Greffon osseux conçu et usiné sur mesure	
Modélisation-Conception 3D (à partir des images DICOM)*	
Greffon cortico-spongieux sur mesure (max 22x15x9 mm)	
Greffon spongieux sur mesure (max 32x15x9 mm)	
Option facultative	
Fourniture du greffon en résine stérile	
Poudre d'os cortico-spongieux granulométrie 0.5 mm	
Poudre d'os cortico-spongieux 0,5 mm - flacon 0,5 cc	
Poudre d'os cortico-spongieux 0,5 mm - flacon 1 cc	
Membrane résorbable	
BoneGuard® Membrane résorbable 20x30 mm	

Localisation du site de greffe : Maxillaire Mandibule Secteur :

Protocole :

1. Vous adressez à BIOBank la présente prescription avec un CD-ROM contenant les images DICOM (ou par internet) ;
2. Le modèle osseux imprimé en résine vous est envoyé pour vous permettre de modeler le(s) greffon(s) souhaité(s) en silicone (dans le respect des limites dimensionnelles) ;
3. Vous retournez à BIOBank le modèle en résine et le(s) greffon(s) en silicone ;
4. Le greffon osseux stérile identique à la version en silicone vous est délivré au plus tard 48 h avant l'intervention.

BIOBank
ZA Lavoisier - 4 rue Lebon
77220 Prestes en Brie - France
Tél. : 01 64 42 59 65
Fax : 01 64 42 59 60
commercial@biobank.fr
www.biobank.fr

Chirurgien prescripteur* :

N° RPPS :

Signature* :

Figure 15 : Prescription médicale nominative d'allogreffe BIOBank. D'après (22)

II.12 Modélisation du GSM BIOBank

Les données DICOM issues de l'imagerie sont utilisées pour créer un modèle osseux anatomique, virtuel et tridimensionnel par segmentation et seuillage des contrastes des niveaux de gris.

Cette modélisation osseuse virtuelle du patient est assurée par un prestataire externe à BIOBank ; la société Française Posidental qui transforme les fichiers DICOM en un fichier 3D au format stéréolithographique (STL).

Ce fichier STL est renvoyé à BIOBank, il est pris en charge par un logiciel de pilotage et de paramétrage d'impression 3D (Nauta/fictor) contrôlant l'impression du modèle en résine du patient. Cette impression est réalisée par une imprimante 3D selon la technique de stéréolithographie laser (fabrication additive par solidification d'une résine photosensible avec un laser BluEdge® DWS DigitalWax 020D)

Le modèle en résine est envoyé au chirurgien avec un gabarit de façonnage (selon les dimensions maximales possible du greffon) pour qu'il puisse modéliser son futur greffon osseux (figures 16,17,18).

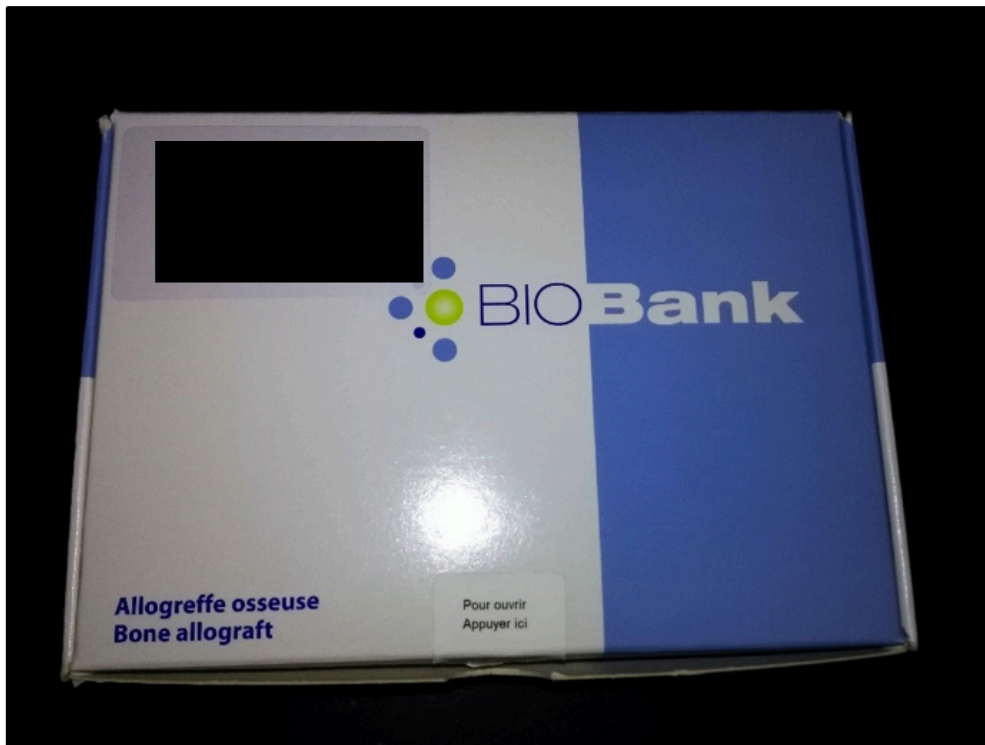
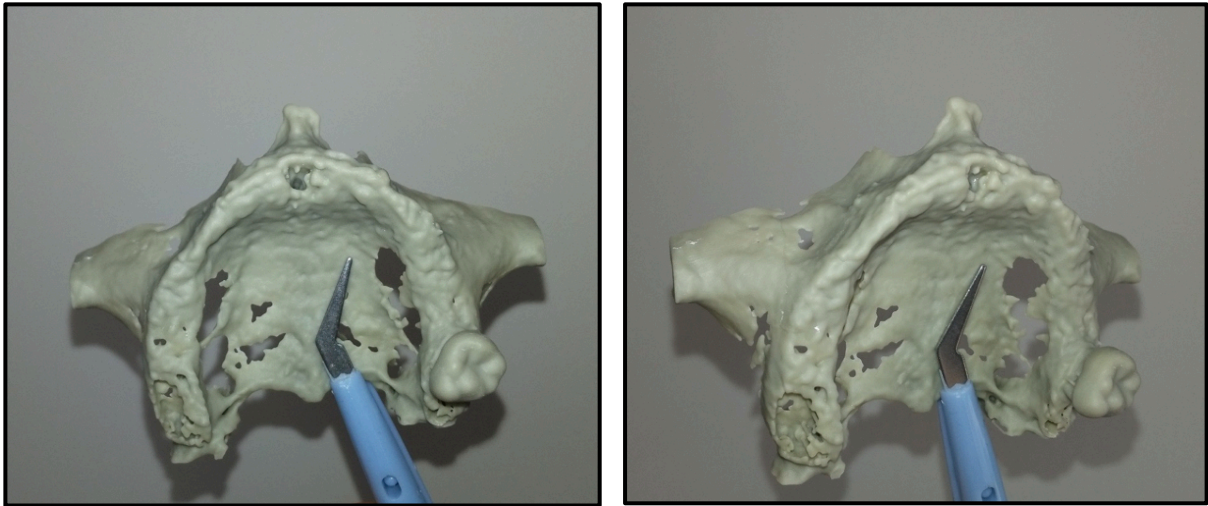
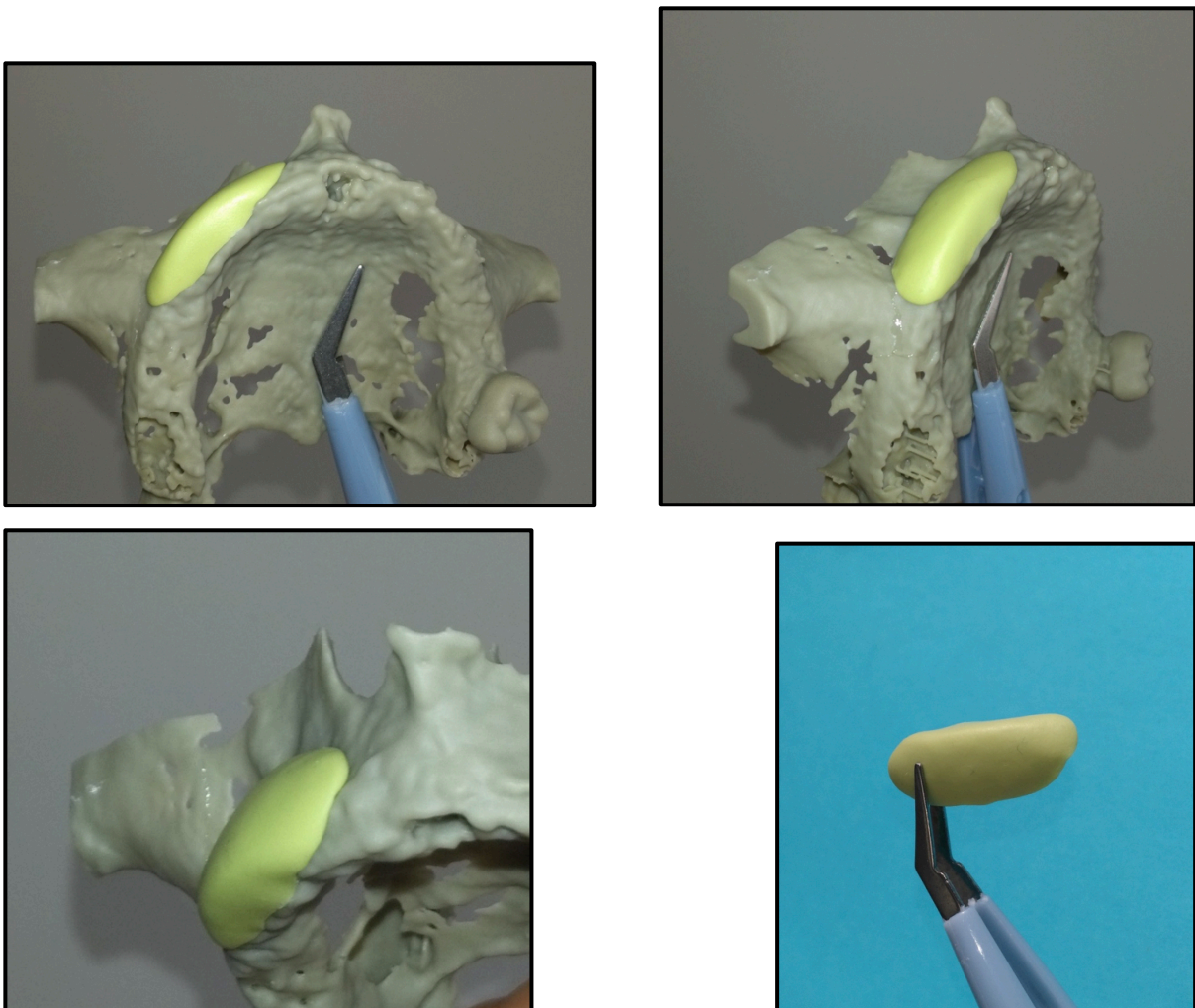


Figure 16 : Réception du modèle stéréolithographique. Courtoisie Dr Baldy.



Figures 17 et 18 : Vues du modèle en résine rapport 1/1 du patient du défaut osseux. Courtoisie Dr Baldy.

La modélisation du greffon est réalisée directement sur le modèle en résine avec un silicone type putty (R&S Turbosil) à l'aide du gabarit fourni par BIOBank (figures 19,20,21,22).



Figures 19,20,21 et 22 : Vues du greffon anatomique modélisé en silicone. Courtoisie Dr Baldy.

II.13 Fabrication du GSM BIOBank

Le tout est renvoyé à BIOBank afin de valider le projet. Le greffon en silicone est ensuite scanné par un scanner 3D (Solutionix, RexCan DS3) piloté par son logiciel ezScan8.

BIOBank génère alors un fichier STL 3D du greffon en silicone qui sera le modèle à copier lors de l'usinage.

L'étape d'usinage du greffon osseux cortico-spongieux se déroule lors du procédé de transformation Supercrit® sur une tête fémorale complète entre l'étape de délipidation du tissu osseux et l'étape de traitement chimique de viro-inactivation.

Le centre d'usinage numérique est composé :

- D'un logiciel de positionnement du greffon au sein de la tête fémorale (Mayka dental, société Picasoft)
- D'une usineuse fraiseuse numérique Charly 4U CNC (société Mécanuméric) à 3 axes composés d'une broche 40 000 tr/min d'une précision de l'ordre du 10ème du millimètre ainsi que G-Pilot son logiciel de pilotage.



Figure 23 : Centre d'usinage Charly4U Mécanuméric.

Comme vu précédemment, le greffon osseux usiné est ensuite conditionné dans un double emballage rappelant le nom du patient et la date d'intervention. La radiostérilisation Gamma y est appliquée.

Un conditionnement final est réalisé dans une boîte unitaire BIOBank, celle-ci est livrée au chirurgien au moins 48h avant l'intervention.

La durée totale de ce processus CAD-CAM est résumé par la figure 24 et nécessite 8 semaines de traitement.

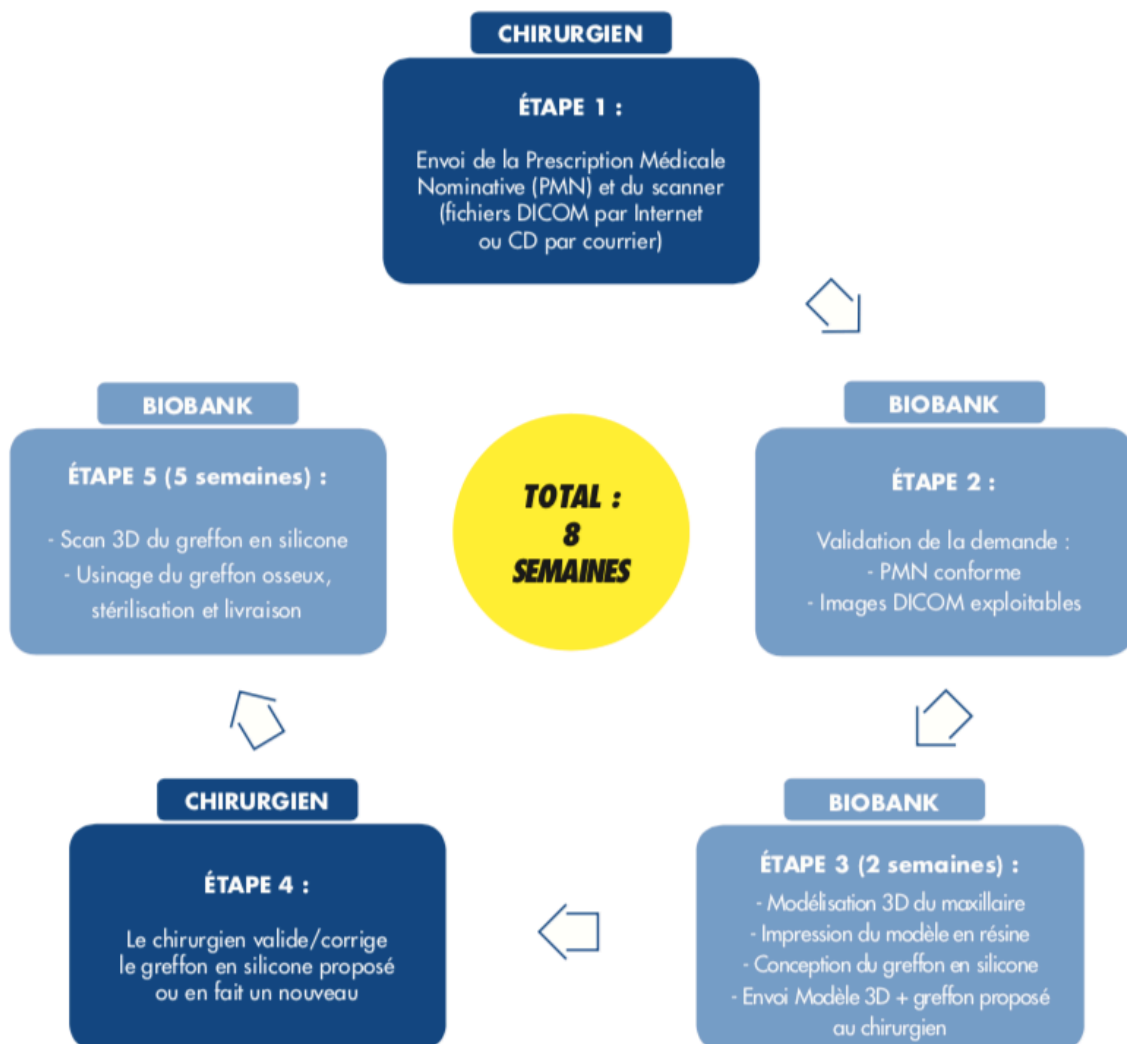


Figure 24 : Étapes du processus CAD-CAM du GSM BIOBank d'après (22).

II.14 Procédure clinique pré-implantaire

L'intervention chirurgicale comprenant les augmentations sinusiennes et la greffe d'apposition a été effectuée le 13 Mars 2017 au sein du cabinet du Dr BALDY.

Elle est réalisée au bloc opératoire en conditions aseptiques et sous anesthésie locale à l'Articaïne 40mg adrénalinée à 1/100 000 dont les rigoureuses étapes cliniques vont être décrites.

(Pour améliorer la lisibilité, la chirurgie d'augmentation osseuse sinusienne n'a pas été décrite dans le rapport de cas.)

Trois semaines avant l'intervention, le patient a reçu une ordonnance de prémédication comprenant :

- Nasacorte, 2 pulvérisations/jour pendant 15j,
- Amoxicilline 500mg, (2-2-2) pendant 15j, début du traitement 2 jours pré op.

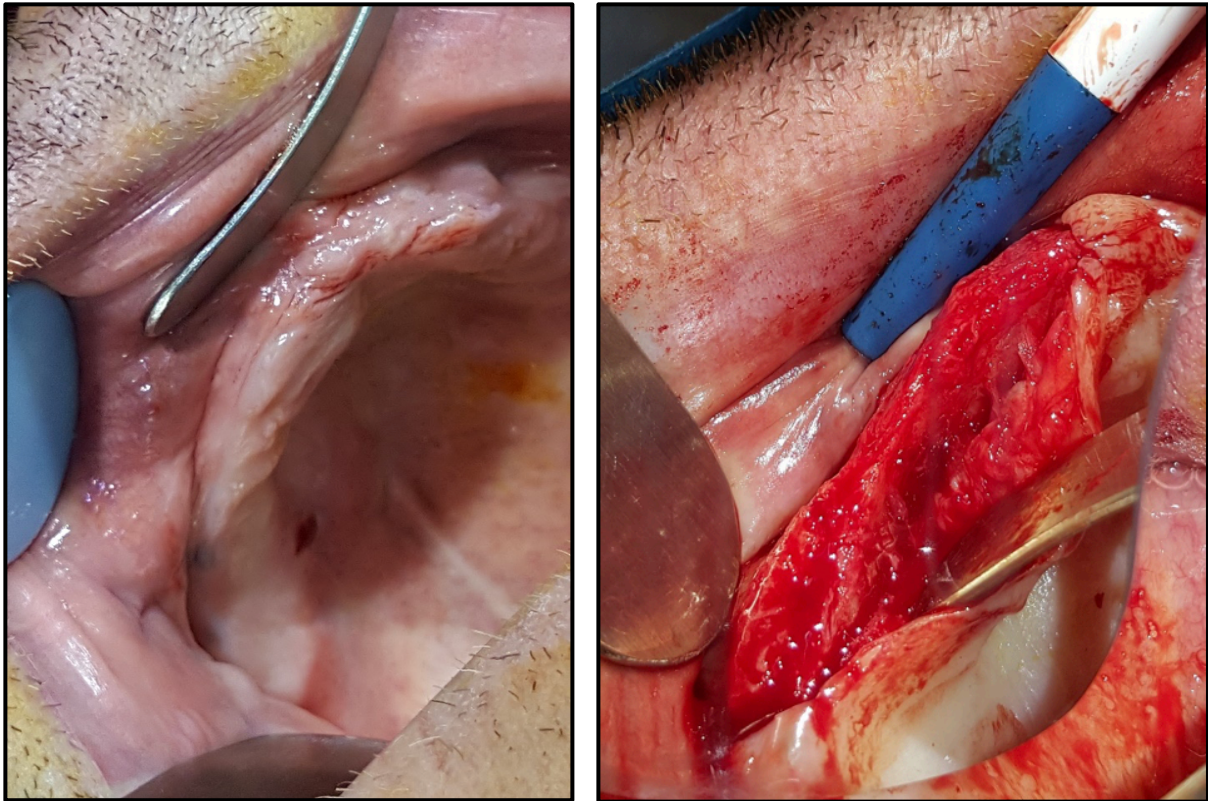
Le patient a été formé à l'hygiène bucco-dentaire et 15jours avant la chirurgie, un nettoyage professionnel des dents restantes a été effectué.

Simultanément à la chirurgie, le praticien a effectué trois injections sub-lingual de Betnesol (corticoïde local) en pré-op, per-op et post-op.

Après avoir pratiqué une incision crestale de pleine épaisseur gingivale de 12 à 16, deux incisions de décharge mésiale et distale en regard de 12 et 16 ont été faites.

Du côté vestibulaire, un lambeau de pleine épaisseur est soulevé jusqu'à la jonction muco-gingivale. Après la séparation du périoste, la préparation du lambeau est poursuivie avec une technique d'épaisseur partielle assurant l'élasticité du lambeau vestibulaire.

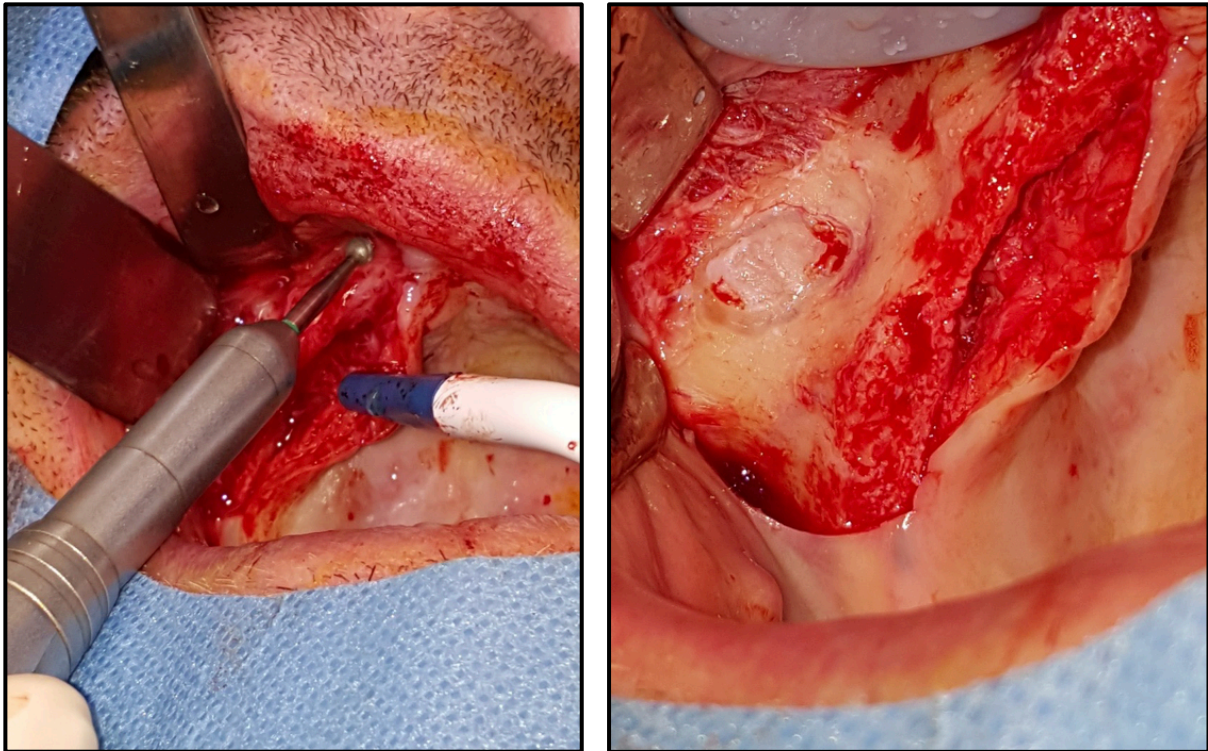
Les tissus sous-périostés, vestibulaire et palatin, ont été soigneusement décollés pour obtenir une visibilité adéquate de l'os sous-jacent. (Figure 26)



Figures 25,26 : Vues pré-opératoires puis per-opératoires de la crête alvéolaire. Courtoisie Dr Baldy.

Le site receveur est préparé à la fraise boule 1mm sous irrigation constante au sérum physiologique afin d'éliminer les brides cicatricielles et le tissu fibreux adhérent à la table osseuse. (Figure 27)

Veillez noter sur la figure 28, le site osseux receveur en secteur 1 préparé ainsi que la fenêtre latérale du sinus lift droit en réalisation. A cette étape du protocole opératoire, le praticien n'a pas réalisé de perforations de la corticale externe du site receveur.



Figures 27,28 : Préparation du site receveur et vue du site préparé. Courtoisie Dr Baldy.

Simultanément à ces étapes, le greffon BIOBank a été sorti de son emballage et déposé délicatement sur le champ opératoire pour permettre sa manipulation.

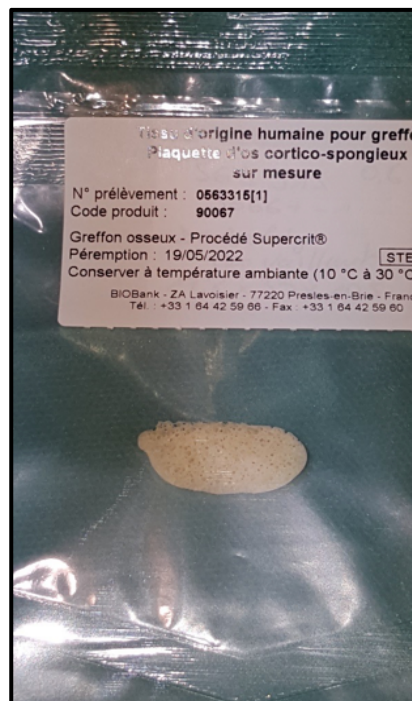
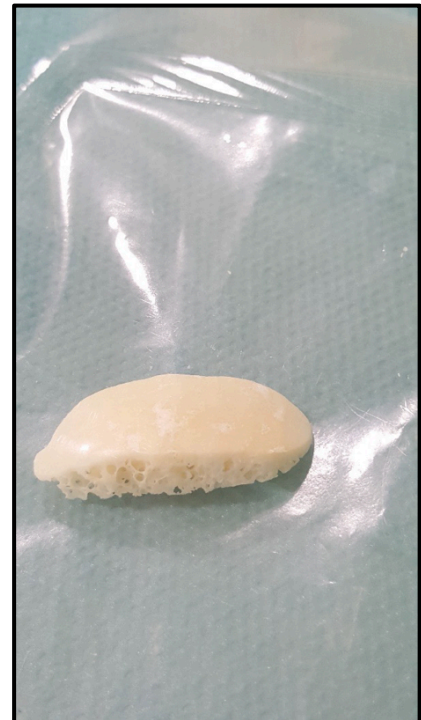
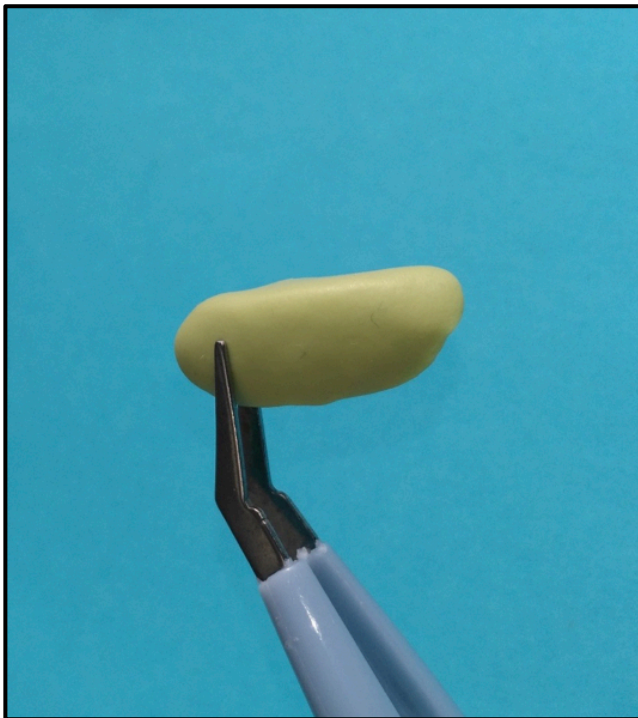


Figure 29 : Le GSM BIOBank dans son emballage stérile. Courtoisie Dr Baldy.

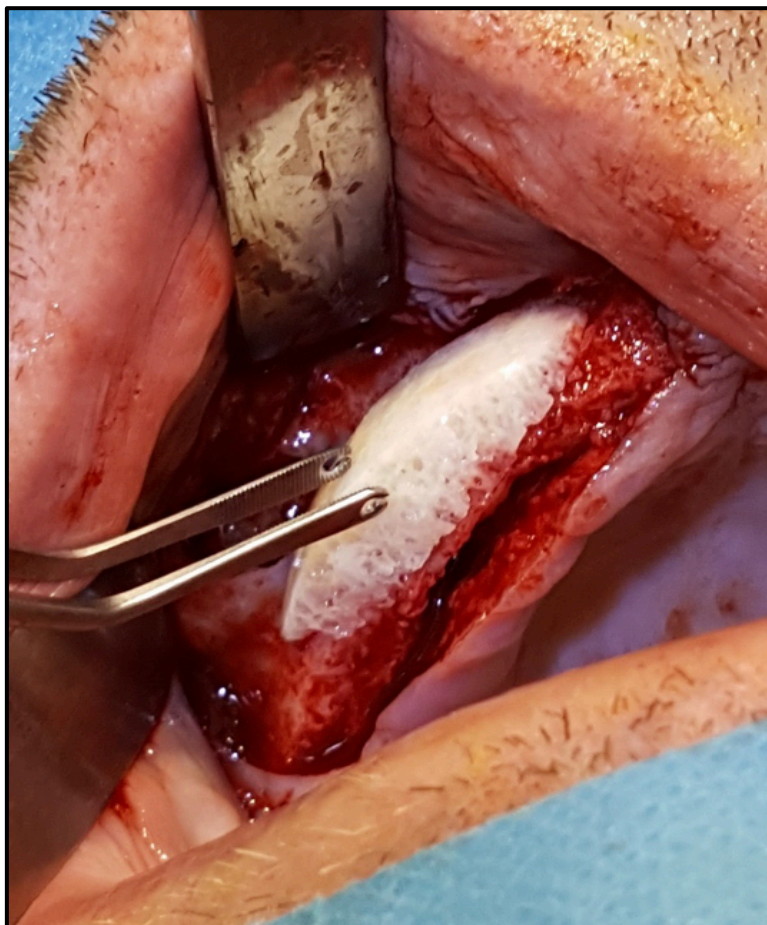
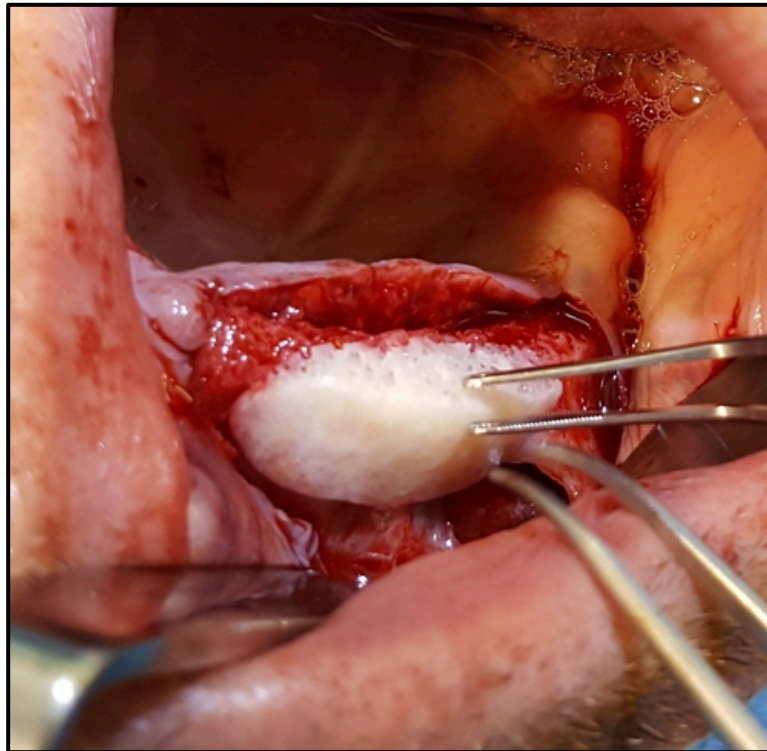


Figures 30,31,32 et 33 : Le greffon allogénique cortico-spongieux sur mesure BIOBank. Courtoisie Dr Baldy.

A première vue il semble être l'exacte copie du greffon en silicone qu'a modelé le chirurgien sur la réplique en résine. La manipulation du greffon se fait l'aide de précelles stériles non souillées en bouche pour éviter tout risque de contamination de celui-ci.

Le GSM BIOBank est essayé pour vérifier son adaptation au site osseux receveur.

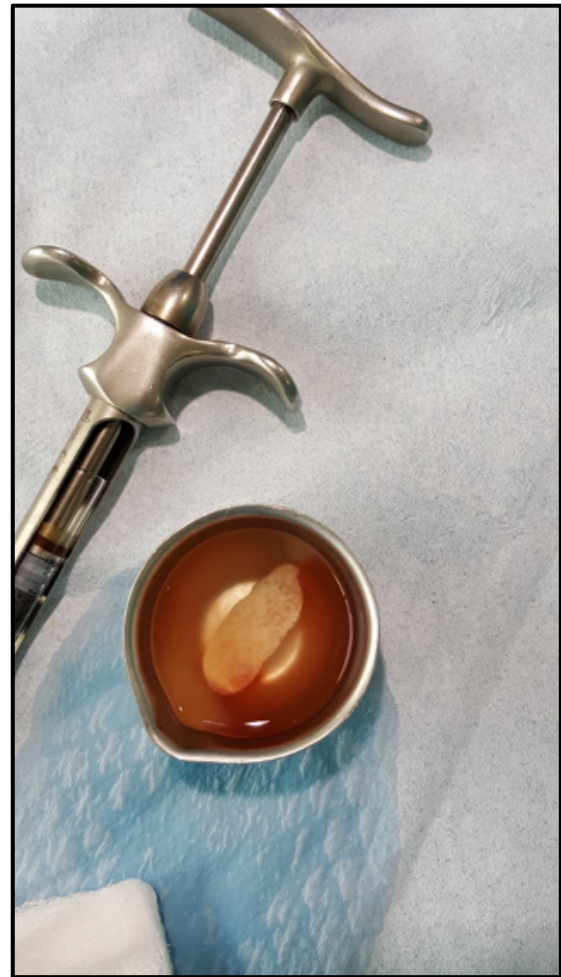
A noter ici la parfaite congruence du GSM BIOBank avec le site receveur (Figures 34,35)



Figures 34,35 : Essayage du GSM BIOBank sur le défaut osseux. Courtoisie Dr Baldy.

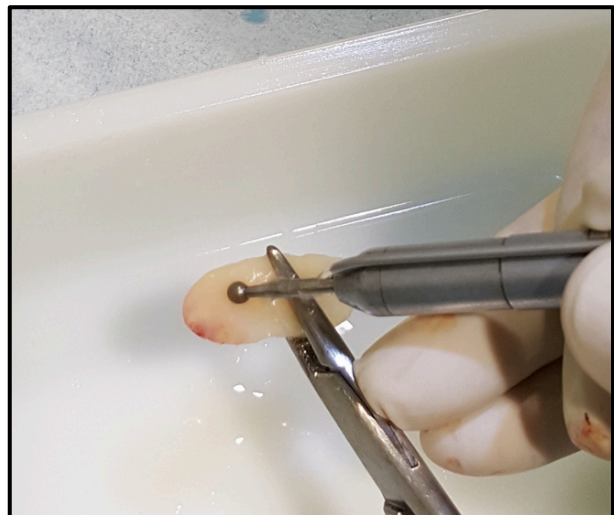
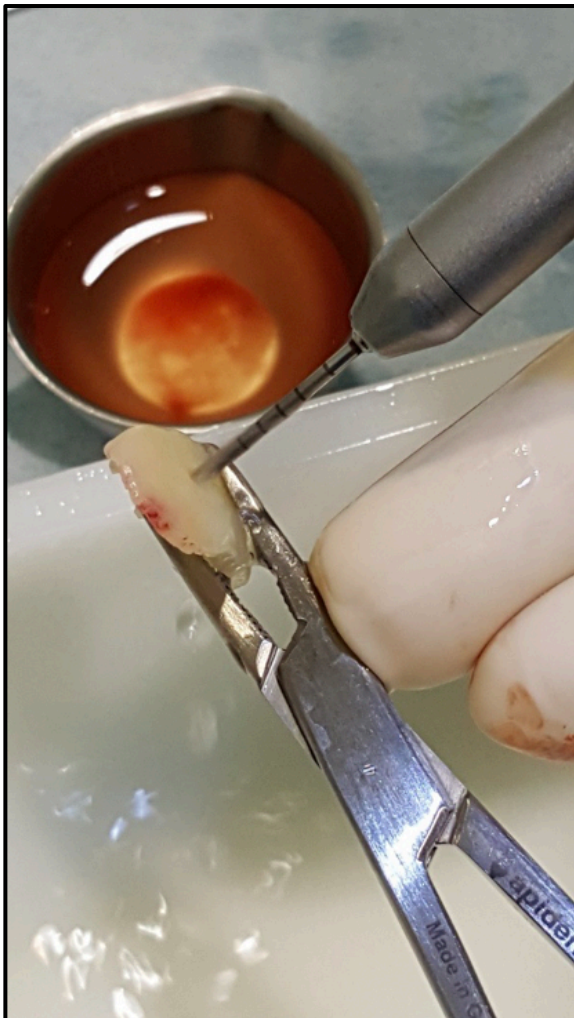
Après validation du praticien et selon ses habitudes, le greffon est réhydraté dans une solution comprenant du sérum physiologique mélangé à une poudre antibiotique (Clamoxyl 1g, poudre pour solution injectable IV).

Pour une réhydratation plus rapide, le greffon est mis dans seringue stérile jetable, et le vide est réalisé plusieurs fois. (Figures 36,37)



Figures 36,37 : Réhydratation du GSM BIOBank. Courtoisie Dr Baldy.

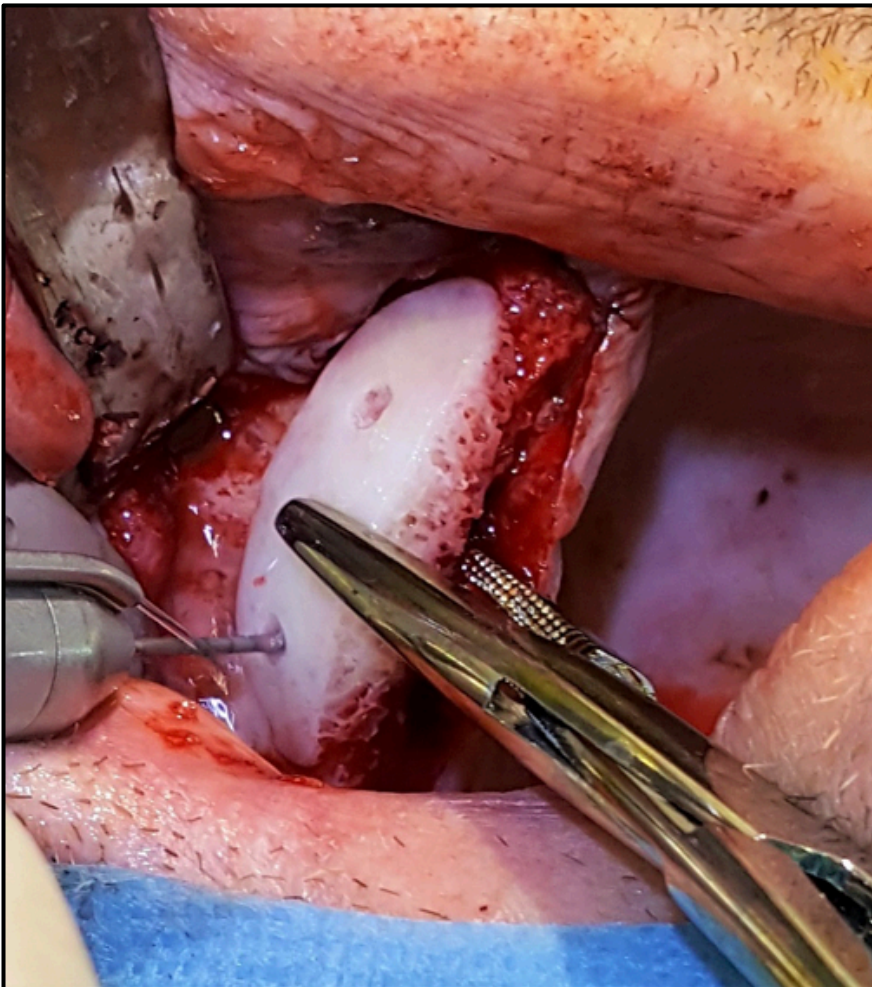
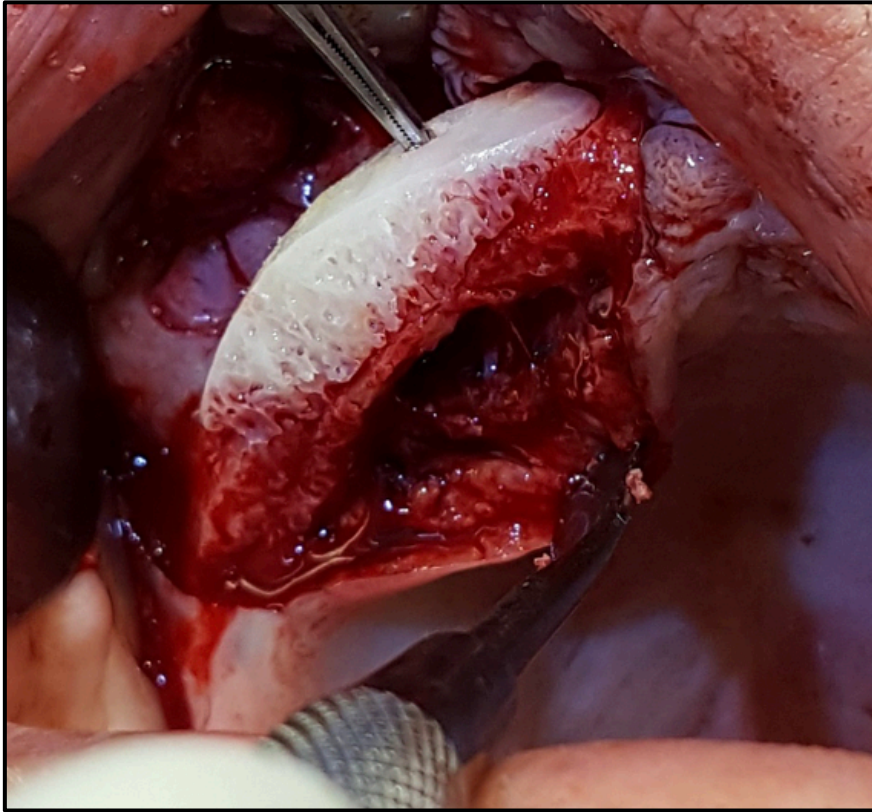
Après réhydratation, le praticien vient à réaliser deux puits transversaux dans le greffon avec un foret d'ostéosynthèse Stoma® monté sur pièce à main sous irrigation constante au sérum physiologique. Une fraise boule est ensuite réinstallée permettant d'élargir les entrées des puits au niveau de la corticale pour que les têtes de vis ne dépassent pas et soient enfouies dans le greffon. (Figures 38,39)



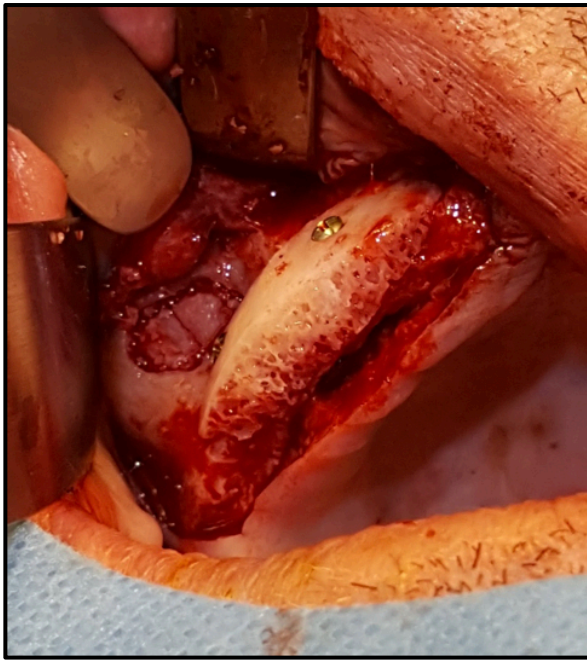
Figures 38,39 : Réalisation des puits pour ostéosynthèse. Courtoisie Dr Baldy.

Le GSM est repositionné idéalement sur son site receveur, immobilisé, puis ce dernier est trépané à travers le greffon à l'aide de foret Stoma®. (Figures 40,41)

Le GSM BIOBank est ensuite fixé rigidement à l'aide de vis d'ancrage Stoma® de 2mm de diamètre. (Figures 42,43)



Figures 40,41 : Immobilisation du greffon puis trépanation de l'os receveur. Courtoisie Dr Baldy.



Figures 42,43 : Fixation du greffon au tissu osseux receveur. Courtoisie Dr Baldy.

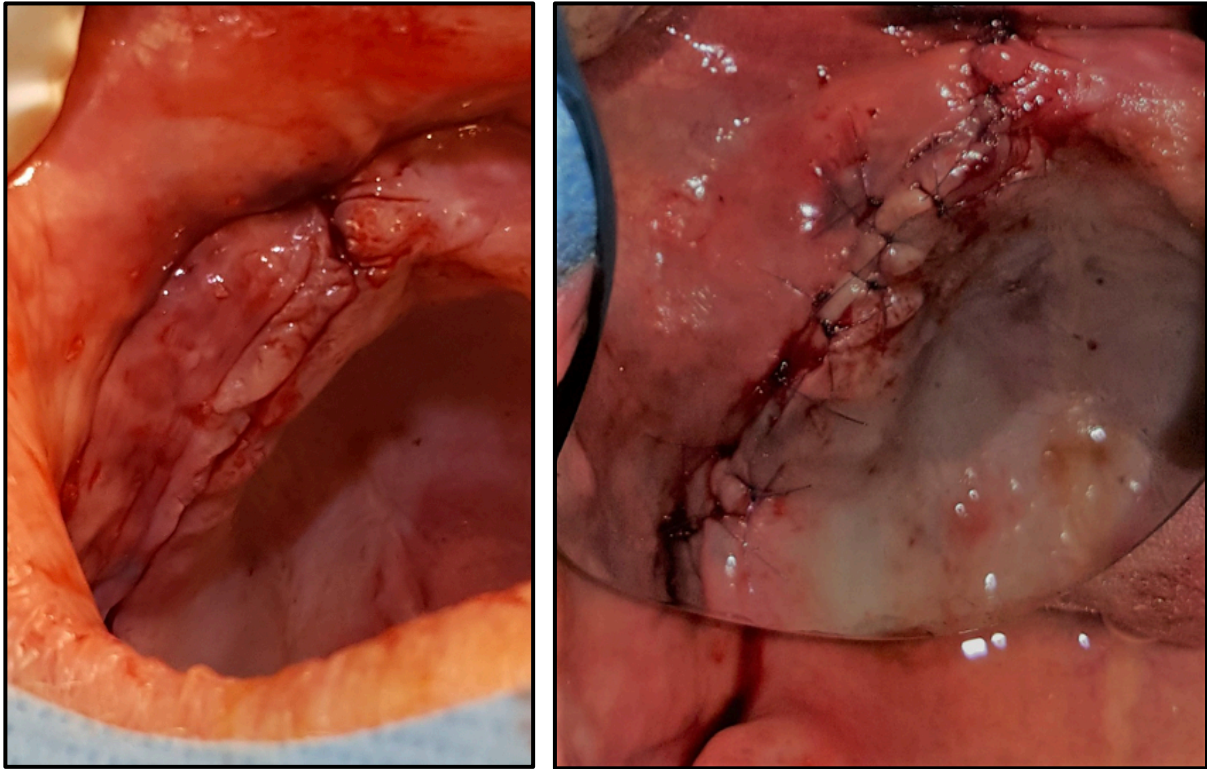


Figure 44 : Le greffon recouvert de la membrane Copios Zimmer. Courtoisie Dr Baldy.

A la suite de sa fixation, l'allogreffe est recouverte par une membrane en collagène résorbable Copios de Zimmer 30x40mm pincée. (Figure 44)

Enfin, les lambeaux sont remplacés passivement afin de contrôler que leurs berges soient en contact et sans tension.

La fermeture du site est donc réalisée hermétiquement au fil 5.0 Glycolon 4/8C par des points matelassés et en O.



Figures 45,46 : Fermeture du site. Courtoisie Dr Baldy.

Des conseils post-opératoire ont été données : application de froid, interdiction de tabac et de sport pendant 15j, pas d'hyperpression nasal, position semi-assise pour la nuit, pas de port de la prothèse amovible.

Une prescription médicale post-opératoire contenant du Paracétamol 1g (1-1-1) pendant 3j est faite.

La prise d'Amoxicilline a été poursuivie 13j après l'intervention et le Betnesol est maintenu 1 fois par jour pendant 3jours en injection intra musculaire effectuée par le patient lui-même.

Le patient a été revu et examiné cliniquement une fois par semaine pendant 2 semaines puis 1 mois avant la chirurgie implantaire. Lors du 2^{ème} contrôle, soit à 15j post op, les points ont été déposées.

Il n'a pas été rapporté par le patient de suites post opératoire difficiles. Un œdème associé à un léger hématome se sont formés 24h après l'acte, néanmoins vite résorbés.

Les antalgiques de palier 1 ont été suffisant pour contrer les douleurs.

Le processus de cicatrisation gingivale s'est déroulé sans incident comme en témoigne la figure 48 montrant une photo clinique du site chirurgical à 15j post opératoire.

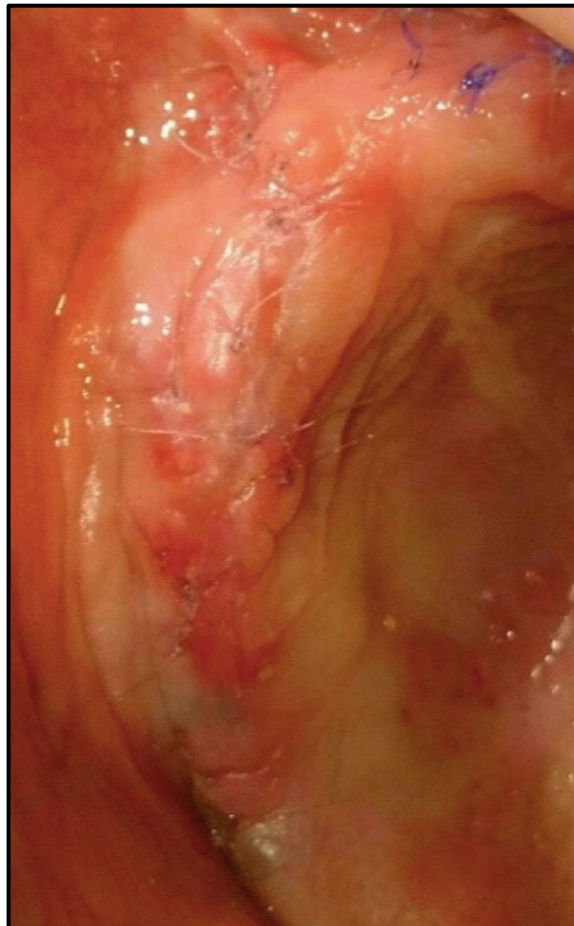


Figure 47 : Vue clinique de la cicatrisation gingivale à 15j post-op. Courtoisie Dr Baldy.

II.15 Résultats

6 mois après la chirurgie, un cône beam a été réalisé par le même cabinet de radiologie, avec le même matériel dans la même zone d'intérêt.

Il en résulte une augmentation et une densité osseuse suffisantes pour la mise en place des implants. Les images radiologiques seront développées dans la partie **RESULTATS**.

II.16 Procédure clinique implantaire.

La chirurgie implantaire a été réalisée par la même équipe opératoire, le 07 Février 2018 soit à 11 mois de cicatrisation osseuse.

Dans les conditions d'asepsie et d'anesthésie similaires à la chirurgie pré-implantaire, une incision crestale de pleine épaisseur a été faite de 16 à 26, les tissus gingivaux ont été réclinés sans trop exposer le site greffé.

6 implants Zimmer® ont été posés sur les sites #12 ; #14 ; #16 et #22 ; #25 ; #26 choisis au préalable par le chirurgien.

- Zimmer MPX 3,1 x 11,5 mm sur les sites #12 #14 #22
- Zimmer MPX 3,7 x 13 mm sur les sites #16 #25 #26

Les vis de couverture ont été mises en place puis les tissus mous ont été suturés au 5.0 Glycolon 4/8C.

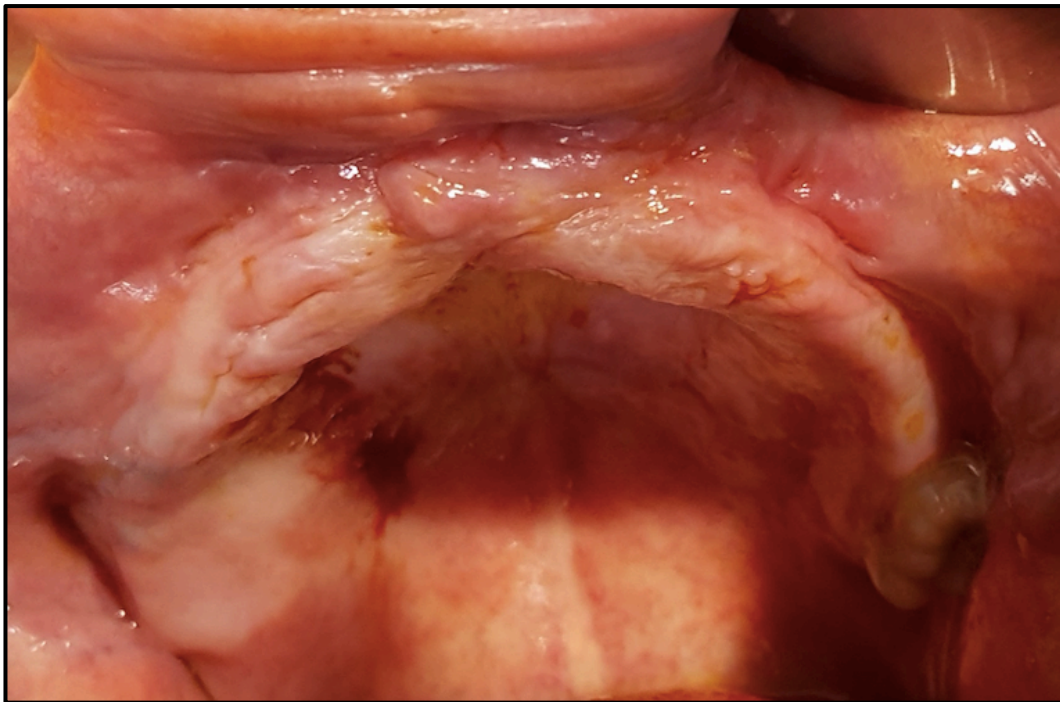


Figure 48 : Vue clinique pré-opératoire à la chirurgie implantaire. Courtoisie Dr Baldy.

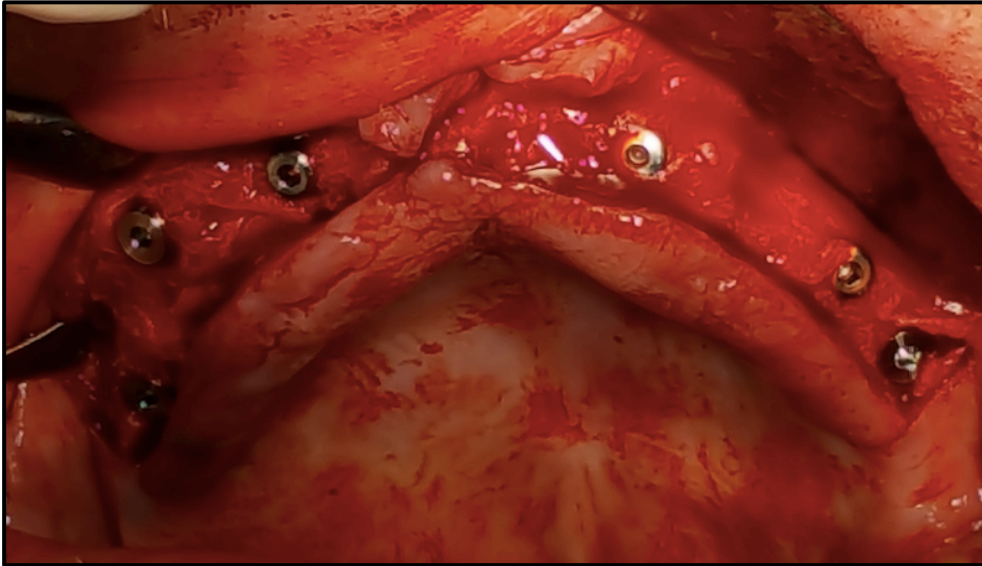


Figure 49 : Vue clinique après la pose des implants Zimmer dans les sites greffés. Courtoisie Dr Baldy

Les mêmes conseils post-opératoires ont été prodigués au patient, une prescription médicale contenant du Paracétamol 1g (1-1-1) pendant 3 jours a été remise au patient et la prothèse amovible n'a pas été en bouche pendant 3 semaines.

Panoramique de contrôle à 6 mois après la pose du bridge implanto-porté maxillaire.

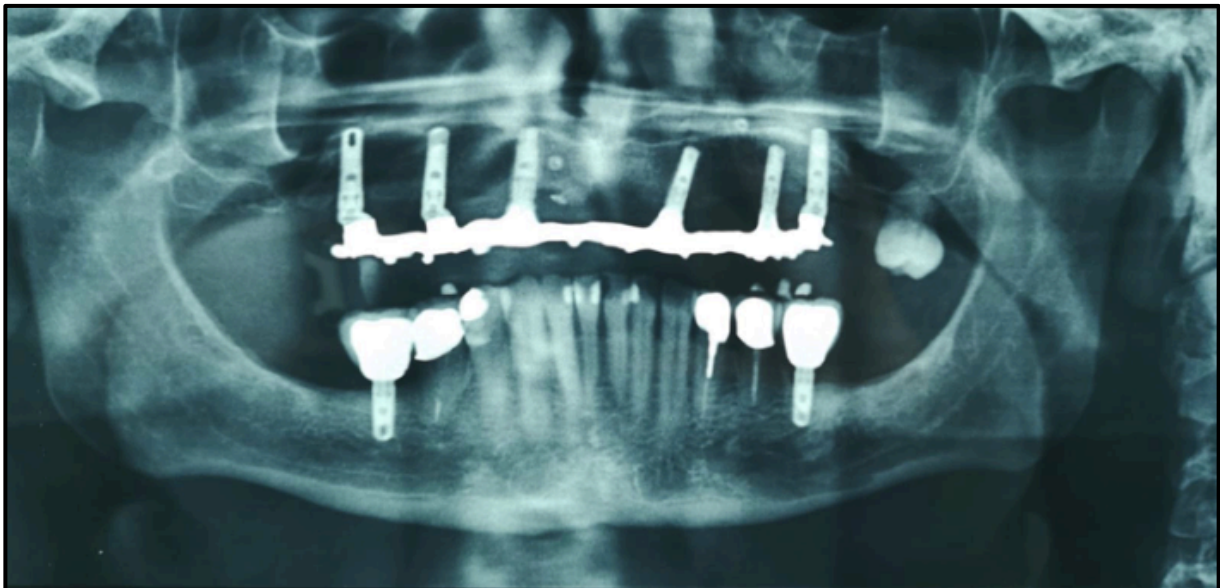


Figure 50 : Panoramique de contrôle bridge complet maxillaire en place

Un questionnaire été remis au chirurgien pour récolter son avis sur la procédure du GSM BIOBank :

- Depuis quand utilisez-vous les allogreffes en particulier BIOBank ?

« Les allogreffes dans ma pratique, je les utilise depuis environ 10ans »

- Depuis quand le processus CFAO fait partie de votre arsenal thérapeutique des allogreffes ?

« Cela fait bientôt 4ans que je travaille avec le processus de greffon sur mesure Biobank. L'adaptation et la précision du greffon se sont très nettement améliorées ces derniers temps, de plus, depuis peu nous avons accès à des greffons cortico-spongieux, ce qui est très important pour diminuer le taux de résorption post opératoire »

- Quels sont les avantages du GSM ?

« Il sont nombreux selon moi : l'adaptation du greffon, la planification de la chirurgie en amont, la diminution du stress pour le chirurgien et l'augmentation du confort pour le patient lors de la chirurgie.

Mais aussi bien sûr la suppression du site de prélèvement et ses suites opératoires, la rapidité de la mise en place avec une intervention globalement beaucoup plus courte.

Le temps d'exposition osseuse du site receveur est très largement diminué avec cette technique.

Le GSM permet en outre de gérer avec un seul greffon des problèmes de manque osseux transversaux et verticaux »

- Quels sont les inconvénients du GSM ?

« Le coût ; cela reste globalement assez onéreux avec un surplus important à apporter à la chirurgie. La possible infection du greffon même si cela m'est arrivé qu'une seule fois.

Et malheureusement, la résorption du greffon entre la chirurgie et la pose implantaire est acceptable mais bien présente, à voir comment sur le long terme à 10ans, 15ans, 20ans les implants évolueront chez les patient greffés »

RESULTATS

Lors de la procédure de greffe, le GSM BIOBank s'adaptait exactement sur le site osseux receveur. Aucun apport nécessaire granulaire n'a été nécessaire pour réadapter la congruence du greffon. Le temps total de la chirurgie comprenant les augmentations sinusiennes droite et gauche a été de 2h30 minutes. Si l'on prend en compte seulement la durée nécessaire pour la greffe d'apposition avec le GSM BIOBank il a été relevé que 40 minutes suffiraient.

Aucune infection n'a été relevé lors de la phase de cicatrisation et après 6mois le site opératoire a montré des tissus mous sans inflammation.

Après élévation du lambeau muco-périosté lors de la phase implantaire, la zone greffée a montré une revitalisation avec un saignement physiologique.

Tous les implants prévus initialement ont pu être posés.

L'augmentation osseuse a été évaluée radiologiquement en comparant les coupes horizontales, verticales et sagittales de 1mm rapport 1/1 sur les tomodensitogrammes pré-opératoires avec celles obtenues 6mois après la greffe.

Il en résulte le tableau ci-dessous (mesures prises au niveau de l'allogreffe personnalisée) :

	Horizontal	Vertical	Sagittal
T0	5mm	16mm	5mm
T6mois	10mm	18mm	10mm

Figure 51 : Tableau récapitulant les résultats d'augmentation du volume osseux

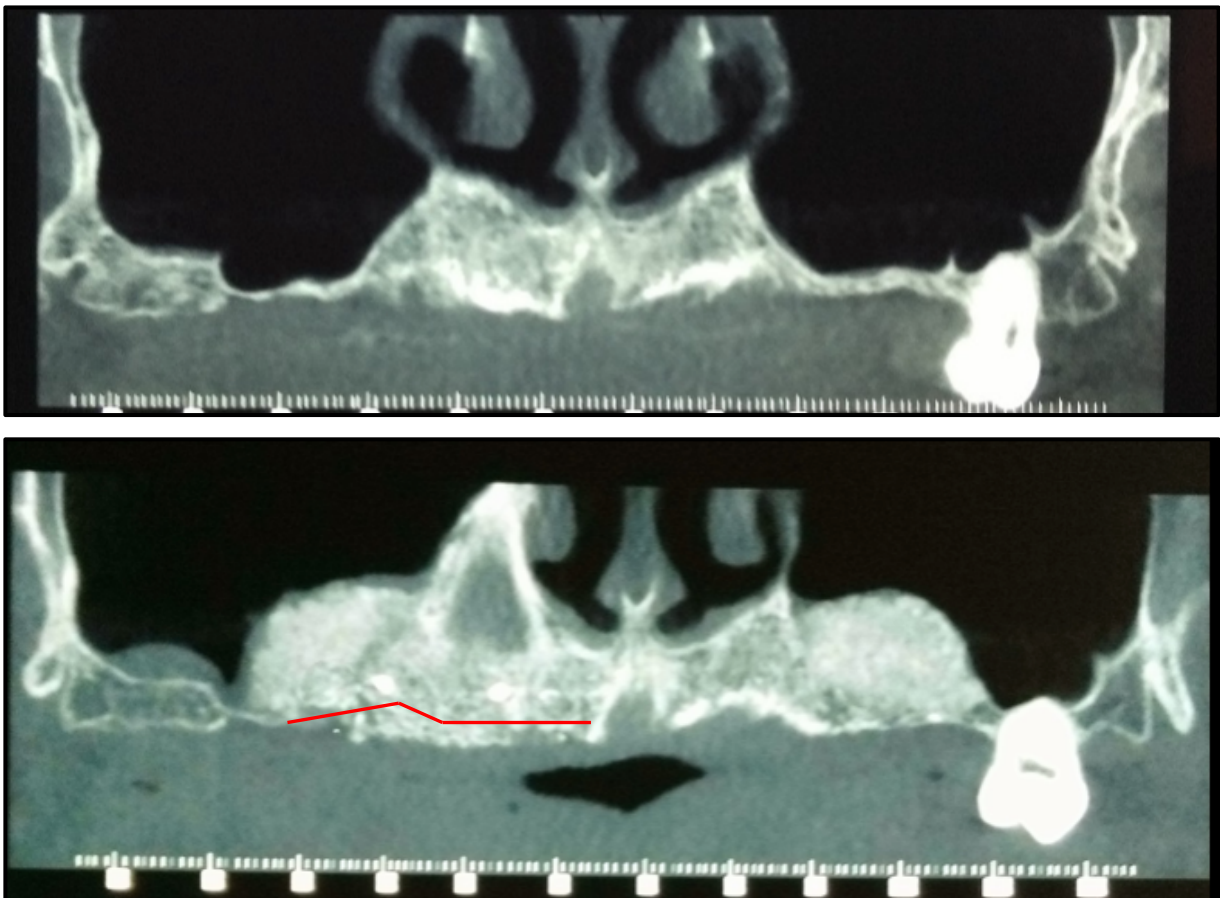
Après 6 mois de cicatrisation du greffon allogénique, une augmentation osseuse est notée dans les 3 dimensions de l'espace. Une augmentation de 5mm a été notée dans les plans horizontaux et sagittaux (soit le double).

Dans le plan vertical une augmentation osseuse de 2mm est rapportée.

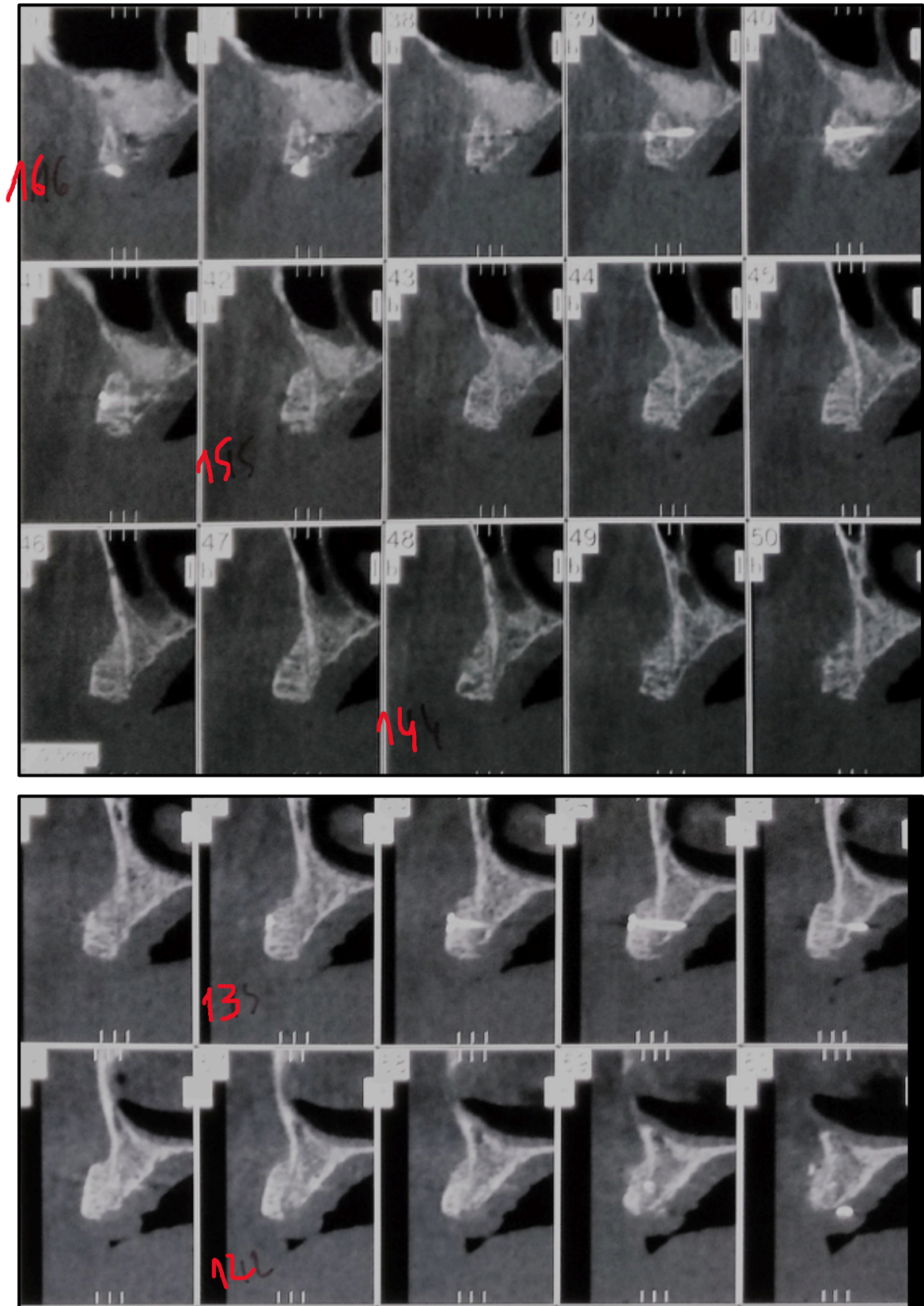
Les tomodensitogrammes suivants (figures 52,53,54,55) témoignent du volume osseux néoformé après 6 mois de cicatrisation.



Figures 52 et 53 : Coupes horizontales avant et après la chirurgie à 6mois. Courtoisie Dr Baldy.



Figures 54 et 55 : Coupes coronales avant et après la chirurgie à 6mois. Courtoisie Dr Baldy.



Figures 56 et 57 : Coupes sagittales après la chirurgie à 6mois. Courtoisie Dr Baldy.

DISCUSSION

Les augmentations importantes de l'os alvéolaire gravement résorbé nécessitent des compétences et une expérience chirurgicales élevées et sont le plus souvent traitées par des blocs autogènes provenant de sites donateurs intraoraux ou extraoraux (18).

En chirurgie orale, la greffe osseuse autogène est encore considérée comme l'un des « gold standard », cependant dans un article de revue de littérature concernant les techniques d'autogreffes (38), plusieurs inconvénients majeurs sont rapportés :

- Prélèvement extra-buccal indiqué lors de grande résorption osseuse
- Plaintes et complications postopératoires principalement au niveau du site donneur
- Accès du site donneur difficile
- Anatomie osseuse du patient pouvant contre-indiquer le prélèvement
- Possibilité de léser des éléments nobles (notamment le V3 à la mandibule)
- Temps de chirurgie long et dépendant de l'expérience du praticien
- Morbidité augmentée
- Résorption du greffon

Depuis quelques années d'autres origines des greffes osseuses sont utilisées pour palier à ces inconvénients.

Les allogreffes dans la thérapeutique de reconstruction de la crête alvéolaire apportent actuellement une alternative séduisante aux greffes autogènes ; lors d'absence en quantité suffisante de tissus osseux sur le site donneur, de réticence du patient à un site de prélèvement extra-oral ou de risque de morbidité lié au deuxième site opératoire (39).

Contrairement aux autogreffes qui ont des propriétés ostéogéniques, ostéoinductrices et ostéoconductrices, la cicatrisation des allogreffes repose essentiellement sur l'ostéoconduction, l'ostéoinduction étant controversée dans la littérature (40).

Selon Jabbour (16) les quatre facteurs à respecter lors d'une greffe osseuse d'apposition seraient les suivants :

- protéger le greffon par une barrière rigide (exemple de la corticale) ;
- respecter le contour physiologique de la crête ;
- faire une chirurgie par addition ;
- permettre une cicatrisation par ostéoconduction.

Ces propriétés sont parfaitement remplies lors d'une chirurgie par addition avec les greffons cortico-spongieux allogéniques puisque la corticale constitue une barrière rigide qui protège le spongieux sous-jacent qui, lui, cicatrisera par ostéoconduction. Dans la pratique libérale du Dr Jabbour, l'utilisation des blocs allogéniques cortico-spongieux est devenue une routine quasi quotidienne avec un taux d'échec avoisinant les 5% (16).

Rappelons que ces différentes techniques d'augmentations osseuses par auto ou allogreffe sont très opérateur-dépendant, chaque praticien maîtrise la technique qui lui est la plus appropriée au cas clinique correspondant avec des taux de réussite très satisfaisant.

Les études sur les allogreffes sont cependant moins nombreuses et ont souvent un recul inférieur aux études sur les autogreffes très documentées.

Néanmoins plusieurs publications montrent l'absence significative de différence entre une autogreffe et une allogreffe au niveau du taux de survie du greffon et des implants (41–45).

Selon Al-Abdella et al. en 2015 (46) la qualité osseuse obtenue après une allogreffe est similaire à l'os natif (étude sur 46 patients) et le taux de succès implantaire est identique dans un os allogreffé que dans un os natif (étude sur 369 patients).

Spin et coll. en 2013 (47) ont publié une étude comparative entre greffe autogène et greffe allogène pour les augmentations de crête alvéolaire latérale : 34 patients ont été greffés; 20 par allogreffe et 14 par autogreffe. Des mini- implants ont aussi été implantés lors de la chirurgie. A 6 mois les auteurs ont réalisé des biopsies et déposé les mini-implants.

Le taux d'os vital mesuré s'élève à 27.6% pour les greffes autogènes et 8.4% pour les greffes allogéniques. Le tissu conjonctif est de 16.4% pour les autogreffes et de 48.4% pour les allogreffes.

Il n'y a pas eu de différence remarquée par les auteurs au niveau du contact os-implant ni de différence d'os entre les spires des mini-implants entre les 2 types de greffes. Les auteurs concluent que l'allogreffe est une bonne alternative aux autogreffes, cependant ils déclarent que la performance à long terme reste à prouver.

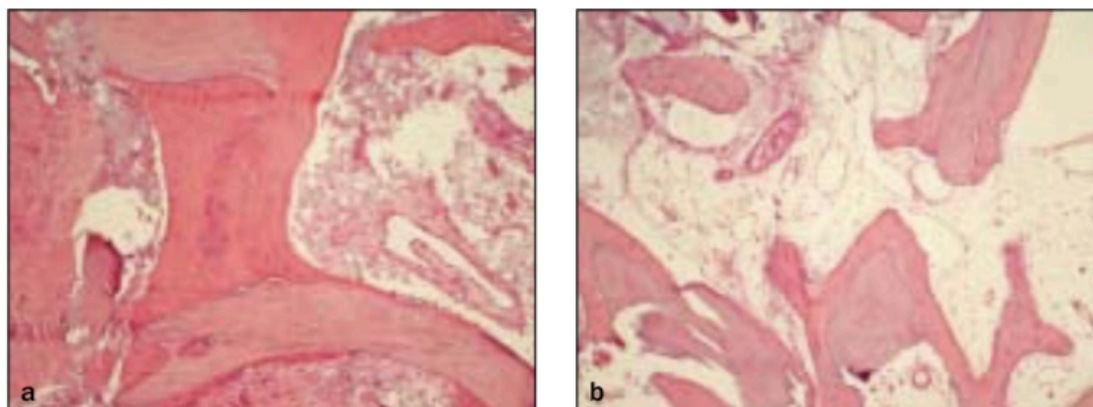
De plus, sur une dizaine d'études, plus de 1000 implants ont été posés dans des os ayant subi une allogreffe, avec un taux de survie implantaire moyen de plus de 95 % sur 3 à 5 ans quel que soit le type d'allogreffe utilisée (FFBA, DFDBA, FDBA, os déprotéinisé) (42,43,45,48–51). La littérature montre de bons taux de survie des greffons allogéniques, en particulier au niveau des sites antérieurs maxillaires, environ 92 % (48).

Dans une étude de Nissan et Al en 2012 (40) portant sur l'analyse histomorphométrique après allogreffes en block réalisées en secteur maxillaire antérieur, 40 patients d'âge différent ont été inclus dans l'étude et 83 implants ont été placés dans de l'os préalablement augmenté par 60 allogreffes de bloc osseux spongieux lyophilisés.

Le taux de survie des implants était de 98,8% et le suivi moyen était de 48 ± 22 mois.

Les biopsies réalisées ont montré un os spongieux mature avec une structure principalement lamellaire. Les espaces intertrabéculaires bien vascularisés étaient remplis de tissu conjonctif et de moelle osseuse. Le pourcentage moyen d'os nouvellement formé était de $33\% \pm 18\%$ et celui de l'allogreffe de bloc spongieux résiduel était de $26\% \pm 17\%$, la moelle et le tissu conjonctif représentaient $41\% \pm 2\%$.

Des différences histomorphométriques statistiquement significatives concernant l'allogreffe osseuse nouvellement formée et le bloc spongieux résiduel ont été trouvées entre les patients plus jeune (<40ans) et plus âgé (>40ans) respectivement.



Tissue type	Younger (< 40 y)	Older (≥ 40 y)	P
Newly formed bone	38.6%	19.8%	.04
Residual graft	20.1%	38.4%	.05
Marrow/connective tissue	41.3%	41.8%	.49

Figure 58 : Photomicrographies de biopsies osseuses à 6mois. L'allogreffe résiduelle (lacunes vides) en contact étroit avec l'os nouvellement formé (ostéocytes dans la lacune) et le tissu conjonctif sont apparents. (H&E grossissement x200)

(a) Sujet jeune <40 ans

(b) Sujet âgé >40 ans

Les auteurs concluent que les allogreffes spongieuses en blocs sont biocompatibles et ostéoconductrices, permettant une nouvelle formation osseuse dans les sites greffés, cependant dépendante de l'âge.

Contar et coll. réalise en 2011 une étude histologique (52) dans laquelle est comparée blocs osseux allogéniques versus blocs osseux autogéniques dans la reconstruction de maxillaires atrophiés. Les résultats de prélèvement osseux à 9 mois lors de la réentrée ne montrent aucune différence statistique. Le schéma de formation osseuse est identique dans les deux groupes.

Dans le traitement de la mandibule postérieure atrophique, le taux de survie osseuse de l'allogreffe rapporté dans la littérature est de 97,2% à 97,6% (50,53).

Cependant, d'après Keith et coll., 71 % des échecs d'allogreffes correspondraient à des sites opératoires situés à la mandibule postérieure liés à la vascularisation et à la dureté de l'os (43).

De même, un taux de survie de seulement 79,3 % est retrouvé par Nissan et coll. pour 29 allogreffes mandibulaires postérieures (49). On peut donc noter d'après (43,49) que les allogreffes restent principalement une thérapeutique efficace pour les sites maxillaires.

La principale complication de l'utilisation d'allogreffe est l'infection ; elle dépendrait du temps et de la procédure de mise en forme de la greffe pour l'adapter au site receveur (54).

Dans une étude décrivant les complications d'allogreffes réalisée en 2010 (50), Chaushu a signalé que l'infection du site greffé est survenue dans 18 (13%) des 137 blocs osseux.

Dans 7 (39%) des 18 blocs infectés, une rupture totale de la greffe a été notée, et dans 4 (22%) des 18 échecs partiels de la greffe a été notée.

Depuis 2013, plusieurs études de cas (similaire au cas clinique décrit dans ce travail) de reconstruction de la crête alvéolaire par allogreffe utilisant le processus CAD-CAM sont rapportées dans la littérature (17,27,54–56).

Au total dans ces études, 7 patients ont bénéficié de cette thérapeutique restauratrice et 9 greffons allogéniques sur mesure ont été implantés.

Sur les 9 défauts rapportés par les études :

- 2 ont été traités par l'allogreffe Biobank (27) et 7 par l'allogreffe FDBA Maxgraft® bone builder (société Botiss) (17,54–56).
- 3 présentaient une lyse alvéolaire horizontale (27,54) et 6 une lyse alvéolaire mixte (horizontale et verticale) (17,55,56).
- 2 étaient localisés en secteur maxillaire antérieur (27,56), 2 en secteur maxillaire postérieur (55) et 5 en secteur mandibulaire postérieur (17,27,54).

L'évaluation clinique de l'adaptation du GSM à J0 a été jugée optimale pour 7 sites greffés (17,27,54,55).

L'étude de Schlee et Al. en 2013 (17) mentionne un hiatus au niveau de l'adaptation d'un des GSM sur son site receveur. Cabov en 2014 (56) ne précise pas dans son étude l'adaptation du greffon au site destinataire.

A la suite de leur fixation, tous les greffons ont été recouvert d'une membrane résorbable.

Les cicatrises des zones greffées se sont déroulées dans de bonnes conditions dans 8 cas et un des trois cas de l'étude de Schlee et Al. a rapporté une infection du site opératoire (17),

avec cependant un traitement efficace à 8 semaines post opératoire par réduction de l'os infecté puis réalisation d'une greffe conjonctive.

Tous les implants initialement prévus sur les 9 défauts osseux ont pu être posés dans les sites greffés.

Cliniquement, lors de la phase implantaire 100% des auteurs ont conclu à une intégration des greffons réussie.

L'évaluation de l'intégration du greffon osseux s'est effectuée grâce à l'imagerie 3D pour 4 cas (27,54,56) dont l'étude de Jacotti (54) démontre une augmentation osseuse de 7,2mm horizontale.

L'imagerie 3D est accompagnée d'un examen histologique dans 5 cas (17,55).

D'après Schlee et Al (17), la perte volumique des greffons évalués sur les vis d'ostéosynthèse lors de la phase de pose implantaire a montré une perte de taille moyenne de 2 mm dans le cas où il y a eu exposition du greffon, alors que les 2 autres zones greffées ne révélaient aucune résorption. L'os crestale au niveau des implants à 6 mois après la réhabilitation prothétique montre une perte osseuse moyenne de $1,69 \pm 3,31$ mm et à 12mois $1,64 + 1,22$ mm soit des valeurs proches de celles observées autour d'implants placés au niveau d'un tissu osseux non greffé.

Toujours d'après (17), les analyses histologiques de l'ensemble des 6 carottes osseuses prélevées dans les sites greffés ont montré une régénération osseuse complète de l'allogreffe. La majorité du substitut osseux est entouré par l'os nouvellement formé. Une moelle osseuse normale est visible entre les trabécules osseux. L'absorption du greffon est observée, directement liée à la nouvelle apposition osseuse.

Les auteurs de ces études concluent que les allogreffes sur mesure représentent une très bonne alternative aux autogreffes. Elles permettent de réduire la morbidité et le temps opératoire. Elles ont également l'avantage d'être disponibles en quantité suffisante. La personnalisation CAD-CAM de l'allogreffe permet de diminuer les manipulations du greffon donc le risque de contamination bactérienne et augmente de façon considérable son adaptation au site receveur ; deux facteurs primordiaux pour la cicatrisation du greffon (57,58).

De plus il a été démontré une précision de l'ajustage supérieure pour les blocs sur mesure par rapport aux greffes autogènes conventionnelles avec des valeurs respectives de 200 μm contre 590 μm (59).

Le recouvrement du greffon par une membrane collagénique est un sujet sensible à la discussion. Selon le protocole opératoire de BIOBank, lors de l'utilisation d'une allogreffe cortico-spongieuse il n'est pas nécessaire de recouvrir le greffon car la corticale externe qui est une barrière rigide sert de membrane. Histologiquement il s'agit d'un os sous chondrale (le cartilage est éliminé lors du procédé de traitement Supercrit®) issue de la surface de la tête de fémur ; cette fine couche osseuse pleine protège l'os spongieux sous-jacent de l'invasion cellulaire issue du tissu gingival.

Une analyse histologique du Dr Patrick BELMON réalisée en 2009 à partir de carottes osseuses 6 mois après allogreffe en région maxillaire antérieur (bloc BIOBank cortico-spongieux) nous permet d'apprécier précisément le rôle de cette corticale externe.

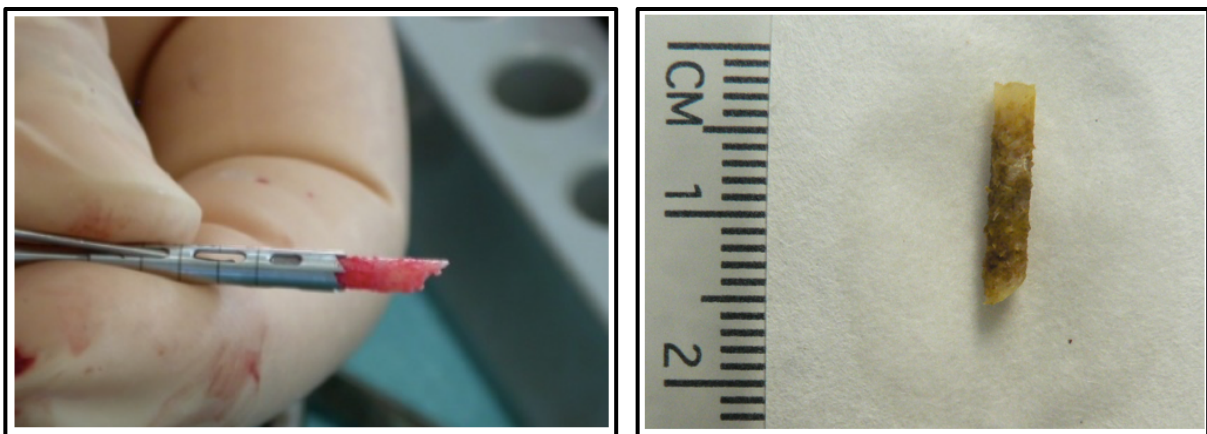


Figure 59 et 60 : Carotte osseuse prélevée à 6 mois dans la zone greffée. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

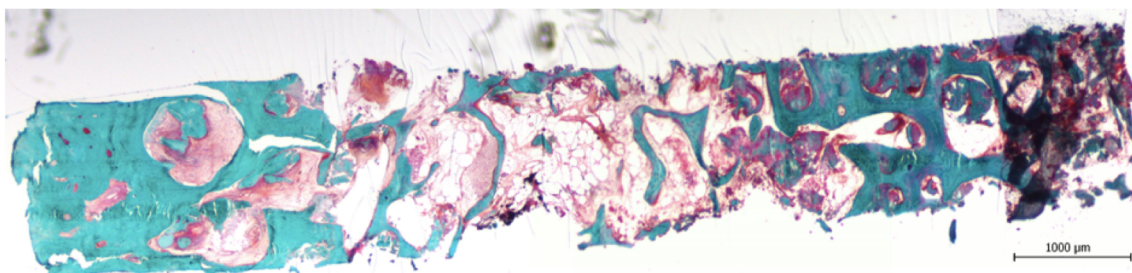


Figure 61 : Coupe histologique de la carotte osseuse. Fixation en formol modifié. Coloration HES (Hématoxyline-Eosine-Safran). Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.

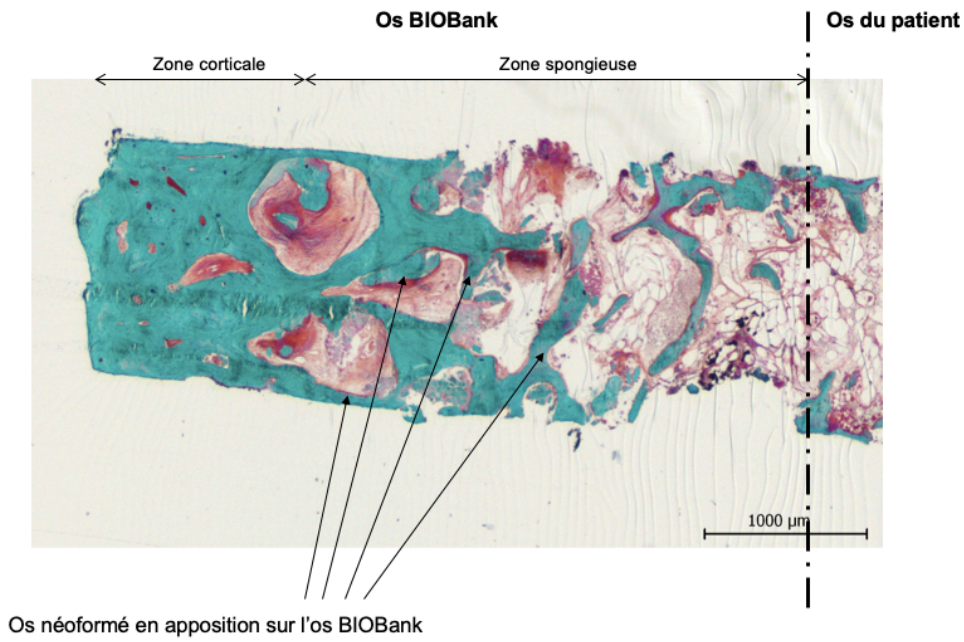
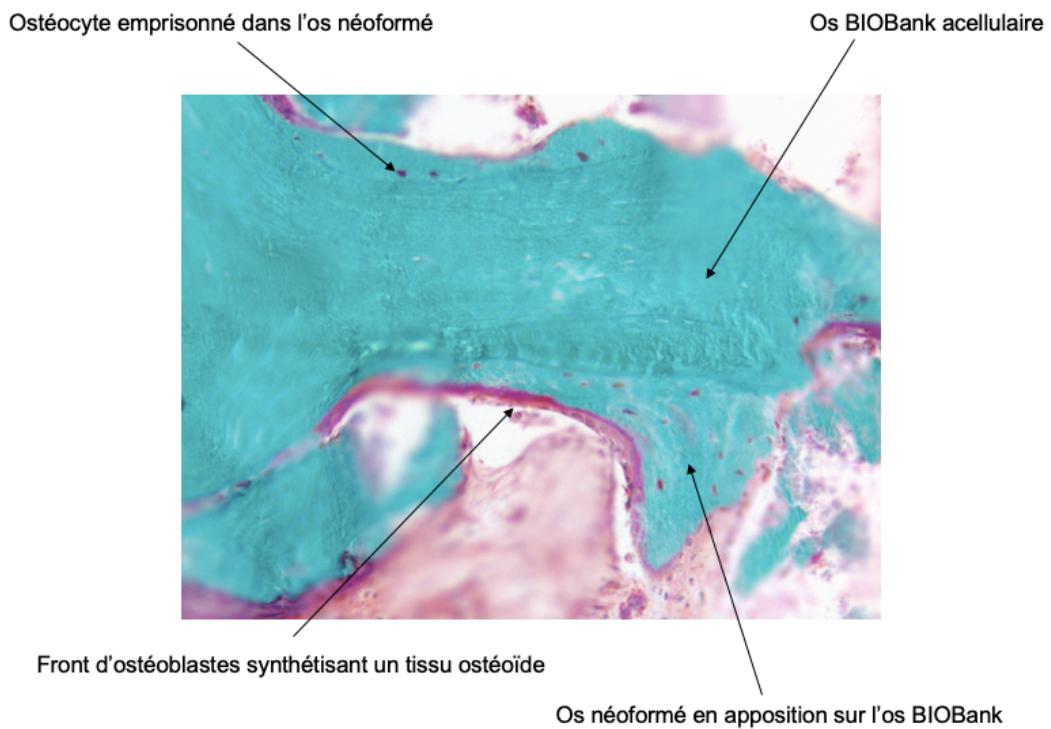


Figure 62 : Interprétation histologique de la carotte osseuse. Source BIOBank, Courtoisie Dr Patrick Belmon.



*Figure 63 : Interprétation histologique de la carotte osseuse à fort grossissement. Source BIOBank, Courtoisie
Dr Patrick Belmon.*

L'analyse de ces coupes montre :

- Des alvéoles du bloc cortico-spongieux remplies de cellules de moelle normale, signe d'une très bonne ostéoconduction
- Une absence de résorption du côté de la corticale vestibulaire
- Une absence de distinction de la jonction allogreffe-os patient, signifiant une parfaite ostéointégration garantissant un ancrage solide
- Une absence de signe de fibrose, nécrose ou réaction cellulaire
- La présence dans le greffon de zones de tissu ostéoïde avec des ostéoblastes du patient en phase de synthèse (liserés orangés)
- La formation d'un os néoformé (visualisé par la présence d'ostéocytes dans la matrice osseuse) au contact des travées osseuses du greffon BIOBank,
 - Au niveau de la jonction allogreffe-os patient
 - A l'intérieur de l'allogreffe

Une autre société concurrente de BIOBank commercialise des allogreffes personnalisées.

Le maxgraft® bone builder (Société Botiss Biomaterials) est distribué en France par la société Straumann. Cette allogreffe est caractérisée par (60) :

- Une origine du donneur en Europe
- Une CAO réalisée en Allemagne avec conception virtuelle du greffon osseux
- Une FAO réalisée en Autriche (Krems) issue de la Tissubank Austria
- La même origine anatomique que BIOBank (tête fémorale)
- Des dimensions maximales du bloc de 23x13x13 mm
- Un délai de livraison : 4 à 6 semaines
- Une allogreffe spongieuse
- Un procédé de transformation ALLOTEC® (Allogreffe FDBA) dont les étapes sont :
 - Enlèvement du tissu mou, graisse et cartilage,
 - Meulage et découpe en forme finale,
 - Dégraissage par ultrasonication,
 - Traitement chimique au diéthyléther + éthanol,
 - Traitement oxydant au peroxyde d'hydrogène,
 - Lyophilisation,
 - Stérilisation gamma

Limites

Liées à l'allogreffe BIOBank :

Les dimensions du bloc allogénique cortico-spongieux BIOBank sont limitées à 22x15x9mm (22), ce qui, pour le traitement des défauts supérieurs nécessite plusieurs greffons.

La réticence du patient au recours de tissu osseux humain peut contre-indiquer cette thérapeutique, en effet la littérature rapporte que le risque de transmission virale et/ou d'agents transmissibles non conventionnels ne peut être totalement écarté pour les allogreffes. Ce risque est évalué à 1 sur 2,8 milliards pour le VIH concernant l'os déminéralisé et lyophilisé (61).

Le coût du greffon allogénique sur mesure BIOBank est non négligeable puisque la société le facture 900 euros, conception et usinage compris (22).

Les artéfacts métalliques des dents adjacentes au défaut osseux lors de l'acquisition radiologique peuvent empêcher une lecture correcte du site opératoire par les logiciels d'exploitation et donc contre indiquée la technique CFAO.

Pour minimiser les risques de fracture et d'infection du greffon lors de sa manipulation, durant la procédure CFAO, le tracé des puits d'ostéosynthèse ainsi que son usinage pourraient être mis en œuvre afin de diminuer encore le temps de manipulation manuelle du greffon.

BIOBank propose un protocole utilisant un flux numérique de travail pour la réalisation de greffe en bloc allogénique personnalisée. Cependant une étape de modélisation manuelle du greffon est imposée.

Les sources d'erreurs possibles peuvent être corrélées à cette phase précise du protocole BIOBank.

L'impression du modèle en résine est une potentielle première source d'erreur et le scan du greffon en silicone en est une deuxième.

Mais surtout cela rallonge le temps de fabrication et cela peut devenir chronophage pour le praticien car la fluidité de communication praticien-société est diminuée.

Liées au protocole opératoire :

La procédure clinique de ce cas est fiable, reproductible mais perfectible. En effet, à l'ère de la dentisterie numérique, et pour une thérapeutique encore plus précise, un wax up prothétique virtuel, un positionnement des implants ainsi qu'un positionnement de la greffe osseuse auraient pu être envisagés.

Le couplage de ces informations du volume 3D du greffon virtuel directement avec le centre d'usinage permettrait de s'affranchir d'une modélisation manuelle du greffon.

Le praticien lors de l'immobilisation du greffon n'a au préalable pas perforé la corticale du site receveur, pré-requis pourtant conseillé selon BIOBank pour initier un saignement et permettre un afflux sanguin vers l'os spongieux du greffon pour augmenter sa mouillabilité (17,18).

Mais la situation maxillaire de la zone greffée, la réhydratation complète du greffon ainsi que la bonne vascularisation du tissu receveur lors de la chirurgie ont permis une très bonne ostéoconduction aboutissant à la réussite de l'allogreffe.

La résorption du greffon est selon le Dr Baldy un des inconvénients majeurs de l'allogreffe.

Elle est augmentée comme pour tout autre greffon à chaque décollement muco-périosté (62).

Pour éviter cette résorption iatrogène du greffon, lors du protocole clinique de la phase implantaire, la technique sans lambeau *flapless* aurait pu être utilisée.

Les résultats de ce cas de restauration du volume osseux sont uniquement radiologiques, des prélèvements histologiques des sites greffés et leurs études permettraient d'analyser la présence d'os néoformé.

La résorption clinique du greffon à 6mois post opératoire n'a pas été mesurée.

Perspectives

La société BIOBank développe un greffon allogénique cortico-spongieux dont le procédé de transformation Supercrit® fait preuve d'une grande efficacité pour l'inactivation virale (33,34) et qui démontre des qualités architecturales et structurales équivalentes à l'os natif (35).

Grâce à la création d'un greffon allogénique à l'aide d'un système CAD-CAM, nous avons pu greffer un bloc osseux qui s'adaptait parfaitement au site receveur sans aucune modification nécessaire lors de l'acte opératoire. La chirurgie pré-implantaire peut désormais se planifier en amont, le greffon une fois usiné est prêt à être implanté dans l'environnement de travail. Il doit seulement être positionné et fixé au site receveur. Cela se traduit par une diminution de la morbidité et du temps opératoire due à l'absence du site donneur, par une diminution des manipulations du greffon et donc du risque d'infection et par une augmentation considérable de la congruence du greffon avec le site receveur.

Cette procédure d'une manière globale simplifie considérablement le geste chirurgical, pouvant se démocratiser et être plus facilement accessible à un chirurgien moins expérimenté.

La réussite de ce type de traitement s'appuie cependant sur des connaissances et une expérience solide de la chirurgie orale et en font des thérapeutiques très opérateur-dépendant.

A l'ère du tout numérique, ce protocole pourrait s'affranchir du greffon réel en silicone par un greffon directement façonné par ordinateur sur le modèle osseux virtuel du patient, comme peut le montrer la figure 64.

Le fichier STL du greffon virtuel une fois validé ou corrigé informatiquement pourrait ensuite être utilisé pour l'usinage du greffon final.

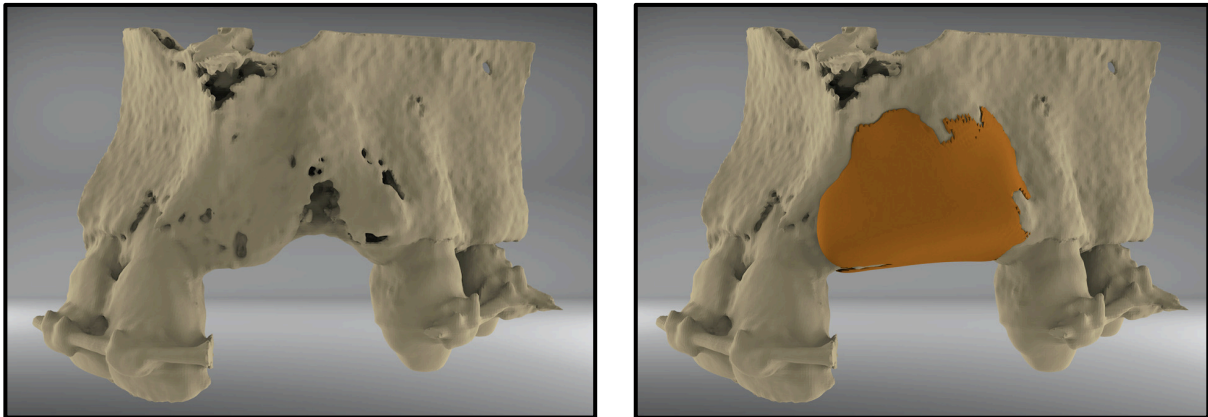


Figure 64 : Modélisation virtuel par CAO d'un greffon sur un défaut osseux maxillaire. Source Geistlich, YXOSS CBR®, pré-design osseux en vue de fabrication de grille métallique; Dr Popelut.

Le passage de la conception manuelle d'un greffon à un greffon virtuel reste une perspective intéressante à étudier pour entrer dans une approche thérapeutique exclusivement informatisée

CONCLUSION

À l'ère du flux numérique de travail, la reconstruction osseuse des dimensions de la crête alvéolaire à visé implantaire peut être réalisée sur mesure par un greffon allogénique cortico-spongieux, conçu et fabriqué par la technologie CAD-CAM.

L'utilisation de la CFAO présente des avantages importants pour le patient et le clinicien. Elle permet une planification préopératoire détaillée, elle a le potentiel de produire des greffons personnalisés avec une adaptation et une stabilité optimale, deux facteurs essentiels du succès des procédures d'augmentation par apposition de blocs osseux (57,58).

Elle permet une réduction significative du temps peropératoire entraînant généralement moins de complications avec un risque de morbidité diminué, moins d'inconfort pour le patient et une expérience globale améliorée (63).

Il est encourageant de dire que l'allogreffe en bloc utilisant la procédure CAD-CAM devient en chirurgie orale une technologie prometteuse, mais le niveau de preuve reste faible, limité aux études sur des séries de cas (17,27,54–56).

Les études chez l'homme incluent des données à court terme sur la survie des implants et la stabilité de la crête alvéolaire greffée.

Des essais cliniques contrôlés randomisés et un suivi sur le long terme des implants placés dans les sites greffés seront nécessaires pour évaluer la prévisibilité et la stabilité de cette technique.

Il est à prévoir que, à mesure que le temps et le coût de fabrication diminueront, les greffes allogéniques cortico-spongieuses sur mesure seront largement acceptées et utilisées, et deviendront le futur de la chirurgie restauratrice de l'os alvéolaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. d'Aquino R, De Rosa A, Lanza V, Tirino V, Laino L, Graziano A, et al. Human mandible bone defect repair by the grafting of dental pulp stem/progenitor cells and collagen sponge biocomplexes. *Eur Cell Mater.* 12 nov 2009;18:75-83.
2. Catros S, Guillemot F, Amédée J, Fricain J-C. Ingénierie tissulaire osseuse en chirurgie buccale et maxillo-faciale : applications cliniques. *Médecine Buccale Chir Buccale.* nov 2010;16(4):227-37.
3. Chai F, Raoul G, Wiss A, Ferri J, Hildebrand HF. Les biomatériaux de substitution osseuse : classification et intérêt. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* sept 2011;112(4):212-21.
4. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust M.-H. Physiologie du tissu osseux. 2008. (EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-002-B- 10,).
5. Beltrami M, Bickel M, Baehni PC. The effect of supragingival plaque control on the composition of the subgingival microflora in human periodontitis. *J Clin Periodontol.* mars 1987;14(3):161-4.
6. Del Fabbro M. Effets de la carence en oestrogène sur le remodelage du tissu osseux alvéolaire. [Thèse]. Toulouse; 2013.
7. Lekholm U, Zarb GA, Albrektsson T. Patient selection and preparation. *Tissue integrated prostheses.* Quintessence Publishing Co Inc. 1985;199-209.
8. Juodzbaly G, Kubilius M. Clinical and Radiological Classification of the Jawbone Anatomy in Endosseous Dental Implant Treatment. *J Oral Maxillofac Res [Internet].* 1 juill 2013 [cité 18 sept 2019];4(2). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3886111/>
9. Trisi P, Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res.* févr 1999;10(1):1-7.
10. Rebaudi A, Trisi P, Cella R, Cecchini G. Preoperative evaluation of bone quality and bone density using a novel CT/microCT-based hard-normal-soft classification system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* févr 2010;25(1):75-85.
11. Hiasa K, Abe Y, Okazaki Y, Nogami K, Mizumachi W, Akagawa Y. Preoperative Computed Tomography-Derived Bone Densities in Hounsfield Units at Implant Sites Acquired Primary Stability. *ISRN Dent [Internet].* 2011 [cité 18 sept 2019];2011. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3235676/>
12. Sikkou K, Abdelkoui A, Merzouk N, Berrada S. Prévenir la résorption osseuse pour une meilleure intégration des réhabilitations prothétiques amovibles complètes. *Actual Odonto-Stomatol.* déc 2016;(280):2.

13. Atwood D. Post-extraction changes^[13] in adult mandible as illustrated by micrograph of midsagittal section and serial cephalometric roentgenograms. *J Prosthet Dent.* 1963;
14. Lejoyeux J, Ogolnik R. Résorption et édentation totale. 2e partie. *Cah Prothèse* 1974; 6: 79-93. *Cah Prothèse.* 1974;
15. Cawood Ji, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988;
16. Jabbour M. Os allogénique versus os autogène en chirurgie pré-implantaire Arbre décisionnel thérapeutique et résultats cliniques. *Information Dentaire.* 22 mai 2019;
17. Schlee M, Rothamel D. Ridge Augmentation Using Customized Allogenic Bone Blocks: Proof of Concept and Histological Findings. *Implant Dent.* juin 2013;22(3):212-8.
18. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:237-59.
19. Colombier M-L, Lesclous P, Tulasne J-F. La cicatrisation des greffes osseuses. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* juin 2005;106(3):157-65.
20. Ben Slama L. Greffes osseuses autologues, allogreffes et biomatériaux. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* juin 2005;106(3):133-5.
21. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres M, Fine DH, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018;89 Suppl 1:S173-82.
22. Biobank. Le greffon osseux sur mesure. 2019.
23. Gallardo YNR, da Silva-Olivio IR, Gonzaga L, Sesma N, Martin W. A Systematic Review of Clinical Outcomes on Patients Rehabilitated with Complete-arch Fixed Implant-Supported Protheses According to the Time of Loading. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* 21 août 2019;
24. Kim HJ, Yea S, Kim K-H, Lee Y-M, Ku Y, Rhyu I-C, et al. A retrospective study of implants placed following 1-stage or 2-stage maxillary sinus floor augmentation by the lateral window technique performed on residual bone of <4 mm: Results up to 10 years of follow-up. *J Periodontol.* 2 août 2019;
25. HAS. Allogreffes Osseuses. *Comm Natl Eval Dispos Médicaux Technol Santé.* 12 janv 2010;5.
26. Décret n° 2014-1066 du 19 septembre 2014 relatif aux conditions de prélèvements d'organes, de tissus et de cellules humaines et aux activités liées à ces prélèvements. 2014-1066 sept 19, 2014.

27. Matthieu Moret, Marion Canonica, Edouard Henriot, Thierry Piral, Guy Princ. Greffons osseux d'apposition allogéniques BioBank "modélisés" 3D À propos de deux cas. vol2. Information Dentaire. 3 févr 2016;2-8.
28. Biobank. Présentation de Biobank et du procédé Supercrit□. 2019.
29. Journal officiel de la république Française. Décision du 16 février 2009 modifiant la décision du 28 février 2006 modifiée fixant la forme et le contenu du questionnaire que remplit le candidat au don de sang en application de l'article R. 1221-5 du code de la santé publique. Sect. Texte 46 sur 122 févr 28, 2009.
30. Journal officiel de la république Française. Décision du 27 avril 2016 fixant la forme et le contenu du questionnaire que remplit le candidat au don de sang en application de l'article R. 1221-5 du code de la santé publique. Sect. Texte 33 sur 194 mai 11, 2016.
31. EU Coding Platform [Internet]. [cité 1 oct 2019]. Disponible sur: <https://webgate.ec.europa.eu/eucoding/reports/te/index.xhtml>
32. Fages J, Marty A, Delga C, Condoret JS, Combes D, Frayssinet P. Use of supercritical CO2 for bone delipidation. Biomaterials. juill 1994;15(9):650-6.
33. Fages J, Poirier B, Barbier Y, Frayssinet P, Joffret ML, Majewski W, et al. Viral inactivation of human bone tissue using supercritical fluid extraction. ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs 1992. août 1998;44(4):289-93.
34. Fages J, Jean E, Frayssinet P, MATHON D, Poirier B, Autefage A, et al. Bone allografts and supercritical processing: effects on osteointegration and viral safety. J Supercrit Fluids. juill 1998;13(1-3):351-6.
35. Mitton D, Rappeneau J, Bardonnnet R. Effect of a supercritical CO2 based treatment on mechanical properties of human cancellous bone. Eur J Orthop Surg Traumatol. 1 déc 2005;15:264-9.
36. Vastel L, Masse C, Crozier E, Padilla F, Laugier P, Mitton D, et al. Effects of gamma irradiation on mechanical properties of defatted trabecular bone allografts assessed by speed-of-sound measurement. Cell Tissue Bank. 2007;8(3):205-10.
37. Vastel L, Masse C, Mesnil P, Crozier E, Padilla F, Laugier P, et al. Comparative ultrasound evaluation of human trabecular bone graft properties after treatment with different sterilization procedures. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. juill 2009;90(1):430-7.
38. Faverani LP, Ramalho-Ferreira G, dos Santos PH, Rocha EP, Garcia Júnior IR, Pastori CM, et al. Surgical techniques for maxillary bone grafting - literature review. Rev Col Bras Cir. févr 2014;41(1):61-7.
39. Silva ER, Ferraz EP, Neto ECM, Chaushu G, Chaushu L, Xavier SP. Volumetric Stability of Fresh Frozen Bone Blocks in Atrophic Posterior Mandible Augmentation. J Oral Implantol. févr 2017;43(1):25-32.

40. Nissan J, Marilena V, Gross O, Mardinger O, Chaushu G. Histomorphometric analysis following augmentation of the anterior atrophic maxilla with cancellous bone block allograft. *Int J Oral Maxillofac Implants*. févr 2012;27(1):84-9.
41. Araújo PPT, Oliveira KP, Montenegro SCL, Carreiro AFP, Silva JSP, Germano AR. Block allograft for reconstruction of alveolar bone ridge in implantology: a systematic review. *Implant Dent*. juin 2013;22(3):304-8.
42. Carinci F, Brunelli G, Franco M, Viscioni A, Rigo L, Guidi R, et al. A retrospective study on 287 implants installed in resorbed maxillae grafted with fresh frozen allogeneous bone. *Clin Implant Dent Relat Res*. 1 juin 2010;12(2):91-8.
43. Keith JD, Petrungaro P, Leonetti JA, Elwell CW, Zeren KJ, Caputo C, et al. Clinical and histologic evaluation of a mineralized block allograft: results from the developmental period (2001-2004). *Int J Periodontics Restorative Dent*. août 2006;26(4):321-7.
44. Laino L, Iezzi G, Piattelli A, Lo Muzio L, Cicciù M. Vertical Ridge Augmentation of the Atrophic Posterior Mandible with Sandwich Technique: Bone Block from the Chin Area versus Corticocancellous Bone Block Allograft—Clinical and Histological Prospective Randomized Controlled Study. *BioMed Res Int* [Internet]. 2014 [cité 18 sept 2019];2014. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4020564/>
45. Novell J, Novell-Costa F, Ivorra C, Fariñas O, Munilla A, Martinez C. Five-year results of implants inserted into freeze-dried block allografts. *Implant Dent*. avr 2012;21(2):129-35.
46. Al-Abedalla K, Torres J, Cortes ARG, Wu X, Nader SA, Daniel N, et al. Bone Augmented With Allograft Onlays for Implant Placement Could Be Comparable With Native Bone. *J Oral Maxillofac Surg*. nov 2015;73(11):2108-22.
47. Spin-Neto R, Stavropoulos A, Coletti FL, Faeda RS, Pereira LAVD, Marcantonio E. Graft incorporation and implant osseointegration following the use of autologous and fresh-frozen allogeneic block bone grafts for lateral ridge augmentation. *Clin Oral Implants Res*. févr 2014;25(2):226-33.
48. Nissan J, Gross O, Mardinger O, Ghelfan O, Sacco R, Chaushu G. Post-traumatic implant-supported restoration of the anterior maxillary teeth using cancellous bone block allografts. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. déc 2011;69(12):e513-518.
49. Nissan J, Ghelfan O, Mardinger O, Calderon S, Chaushu G. Efficacy of Cancellous Block Allograft Augmentation Prior to Implant Placement in the Posterior Atrophic Mandible: Cancellous Block Allografts in the Posterior Atrophic Mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*. déc 2011;13(4):279-85.
50. Chaushu G, Mardinger O, Peleg M, Ghelfan O, Nissan J. Analysis of Complications Following Augmentation With Cancellous Block Allografts. *J Periodontol*. déc 2010;81(12):1759-64.
51. Leonetti JA, Koup R. Localized maxillary ridge augmentation with a block allograft for dental implant placement: case reports. *Implant Dent*. 2003;12(3):217-26.

52. Contar CMM, Sarot JR, da Costa MB, Bordini J, de Lima AAS, Alanis LRA, et al. Fresh-frozen bone allografts in maxillary ridge augmentation: histologic analysis. *J Oral Implantol.* avr 2011;37(2):223-31.
53. Waasdorp J, Reynolds MA. Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* juin 2010;25(3):525-31.
54. Jacotti M, Barausse C, Felice P. Posterior Atrophic Mandible Rehabilitation With Onlay Allograft Created With CAD-CAM Procedure: A Case Report. *Implant Dent.* févr 2014;23(1):22-8.
55. Blume O, Donkiewicz P, Back M, Born T. Bilateral maxillary augmentation using CAD/CAM manufactured allogenic bone blocks for restoration of congenitally missing teeth: A case report. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al.* mai 2019;31(3):171-8.
56. Cabov T. Rehabilitation of the anterior maxilla with onlay allograft created with cad-cam procedure used for horizontal and vertical regeneration. *Clinical Oral Implants Research* [Internet]. 2014 [cité 18 sept 2019]; Disponible sur: <https://onlinelibrary.eao.org/eao/2014/rome/149946/cabov.tomislav.rehabilitation.of.the.anterior.maxilla.with.onlay.allograft.html?f=media=1>
57. Mirković S, Budak I, Puskar T, Tadić A, Sokac M, Santosi Z, et al. Application of modern computer-aided technologies in the production of individual bone graft: A case report. *Vojnosanit Pregl.* déc 2015;72(12):1126-31.
58. Mangano F, Zecca P, Pozzi-Taubert S, Macchi A, Ricci M, Luongo G, et al. Maxillary sinus augmentation using computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technology: Sinus augmentation using CAD/CAM technology. *Int J Med Robot.* sept 2013;9(3):331-8.
59. Plaud A. Elaboration d'un substitut osseux par prototypage rapide. [Thèse]. Bordeaux; 2015.
60. botiss_maxgraft_bonebuilder_SurgicalGuide_EN.pdf [Internet]. [cité 13 févr 2020]. Disponible sur: https://www.botiss-dental.com/pdf/botiss_maxgraft_bonebuilder_SurgicalGuide_EN.pdf
61. Colombier M-L, Lesclous P, Tulasne J-F. [Bone graft healing]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* juin 2005;106(3):157-65.
62. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res.* févr 2002;13(1):103-11.
63. Yen HH, Stathopoulou PG. CAD/CAM and 3D-Printing Applications for Alveolar Ridge Augmentation. *Curr Oral Health Rep.* juin 2018;5(2):127-32.

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre:

Les greffes allogéniques en chirurgie pré-implantaire : la reconstruction osseuse par le processus CFAO, à partir d'un cas clinique

Résumé:

Actuellement lors de chirurgie osseuse en phase pré-implantaire, les allogreffes apportent une alternative séduisante aux autogreffes. Que ce soient lors d'absence de tissus osseux en quantité suffisante, de réticence du patient à un site de prélèvement extra-oral ou de risque de morbidité lié au deuxième site opératoire.

En parallèle, l'avènement de la conception et fabrication assistée par ordinateur ; CFAO en dentisterie moderne permet de nous offrir des choix thérapeutiques jusque-là jamais atteints. Il est désormais possible de modéliser puis usiner sur mesure un bloc osseux.

À partir d'un cas clinique d'un patient présentant un défaut osseux tridimensionnel en secteur maxillaire antérieur, nous allons examiner après utilisation d'une allogreffe en bloc, personnalisée par la société BIOBank, le gain osseux. Le processus de fabrication du greffon ainsi que le protocole clinique seront décrits. La fiabilité, la pérennité, les avantages et les limites de cette thérapeutique seront discutés ouvrant le débat sur ses perspectives à venir.

Mots clés:

Greffe, Régénération osseuse, CFAO, Implant, Déficit osseux

Title:

Allogeneic grafts in pre implant surgery : bone reconstruction by CAD/CAM process, from a clinical case

Abstract:

Currently during bone surgery in pre implant phase, allografts provide an attractive alternative to autografts. Whether in the absence of sufficient bone tissue, the patient's reluctance to an extra-oral sampling site or the risk of morbidity linked to the second operating site. At the same time, the advent of CAD/CAM computer-aided design and manufacturing in modern dentistry allows us to offer therapeutic choices that have never been achieved before. It's now possible to model and then machine a bone block measure.

From a clinical case of a patient with three-dimensional bone defect in the anterior maxillary sector, we will examine after using personalized block allograft by BIOBank, bone gain. The graft manufacturing process and the clinical protocol will be described. The reliability, durability, advantages and limits of this therapy will be discussed opening the debate on its future prospects.

Keywords:

Transplant, Bone regeneration, CAD/CAM, Implant, Bone deficiency