

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N°19

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 19 avril 2018

Par

Mathilde MEYER

Née le 03 juin 1992 à Strasbourg

**ALLOGREFFES OSSEUSES : INDICATIONS ET PROTOCOLES EN CHIRURGIE
ORALE.**

Président : Professeur Florent MEYER

Assesseurs : Docteur Sophie BAHI-GROSS

Docteur Fabien BORNERT

Docteur Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLES

Membre invité : Docteur Pierre KELLER

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur C. TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur R. FRANK
Professeur M. LEIZE
Professeur Y. HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur W. BACON
Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

Professeurs des Universités

V. BALL	Ingénierie Clinique, Energétique - Génie des Procédés
A. BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
F. CLAUS	Odontologie Pédiatrique
J.-L. DAVIDEAU	Parodontologie
Y. HAIKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
O. HUCK	Parodontologie
M.-C. MANIERE	Odontologie Pédiatrique
F. MEYER	Sciences Biologiques
M. MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
A.-M. MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
C. TADDEI	Prothèses
B. WALTER	Prothèses

Maîtres de Conférences

S. BAHI-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
L. BIGEARD	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Y. BOLENDER	Orthopédie Cranio-Faciale
F. BORNERI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
A. BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
O. ETIENNE	Prothèses
F. FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
C.-L. GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Oculodentaires - Otorhinolaryngologie - Prothèse - Radiologie
S. JUNG	Sciences Biologiques
N. LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Oculodentaires - Otorhinolaryngologie - Prothèse - Radiologie
F. OBRY	Odontologie Pédiatrique
D. OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
R. SERFATY	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SOELL	Parodontologie
E. WALTMANN	Prothèses

Equipes de Recherche

N. JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche
Ph. LAYALLE	INSERM / Directeur de Recherche
H. LESOT	CNRS / Directeur de Recherche
M.-H. METZ-BOUTIQUE	INSERM / Directeur de Recherche
P. SCHAAF	JCS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité
B. SENGHER	INSERM / Directeur de Recherche

A notre président de jury,

Monsieur le Professeur Florent MEYER

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites d'avoir accepté de présider ce jury et pour votre aide précieuse durant ce travail.

A nos juges,

Madame le Docteur Sophie BAHİ-GROSS

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury et d'avoir accepté de nous recevoir dans votre cabinet en stage actif toute une année. Mais surtout nous vous remercions de nous avoir donné le goût de la chirurgie orale et de croire que peu importe la voie il est toujours possible de faire ce que l'on souhaite.

Monsieur le Docteur Fabien BORNERT

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury et de nous avoir guidé tout au long de nos études.

Madame le Docteur Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLES

Nous vous remercions d'avoir accepté d'encadrer ce travail. Ainsi que de nous avoir appris à apprécier et pratiquer la chirurgie orale, tout en gardant en tête qu'il n'y a pas que la chirurgie lorsque l'on est chirurgien-dentiste.

Monsieur le Docteur Pierre Keller

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce jury et de nous avoir permis d'assister certaines de vos chirurgies en dehors du cadre de la faculté.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance :

Au Docteur Philippe LEVY, pour son envie d'échanger qui m'a permis d'assister à des chirurgies de greffes utilisant des matériaux osseux allogéniques. Mais aussi d'assister à la journée BioBank du 15 juin 2017 qui a été une expérience plus qu'enrichissante.

Au Docteur Michel JABBOUR, pour son aide pour iconographier ce travail.

Au Docteur Philippe JABY, pour son aide dans la rédaction de ce travail, ainsi que pour ses iconographies.

Aux Docteurs Aurélien THOLLOT et Laurent VENET, pour m'avoir permis d'échanger avec des praticiens utilisant l'allogreffe osseuse.

A Charlotte COTTIER, biologiste chez Global D, pour m'avoir fourni toutes les informations nécessaires à la rédaction de cette thèse.

A BioBank, pour avoir été si transparent dans les informations données pour rédiger ce travail.

Au Docteur Thomas BRIDONNEAU, qui m'a supporté durant le stage actif même si « je portais la poisse », merci pour ton aide et ton soutien durant cette période du concours de l'internat. Et pour m'avoir dit que j'étais capable de faire de la chirurgie.

A mes amis, merci pour tous les bons moments qu'on a passé ensemble. J'espère qu'ils seront encore nombreux !

A mes coupines, fraise et licorne je vous aime p***** !!

A ma famille, merci de m'avoir toujours soutenue que ce soit dans les pires ou les meilleurs moments. Je ne serais jamais assez reconnaissante de tout ce que vous m'avez apporté et si j'en suis là c'est grâce à vous.

A Sébastien, merci d'être toi et d'être là, je t'aime.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N°19

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 19 avril 2018

Par

Mathilde MEYER

Née le 03 juin 1992 à Strasbourg

**ALLOGREFFES OSSEUSES : INDICATIONS ET PROTOCOLES EN CHIRURGIE
ORALE**

Président : Professeur Florent MEYER

Assesseurs : Docteur Sophie BAHI-GROSS

Docteur Fabien BORNERT

Docteur Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLES

Membre invité : Docteur Pierre KELLER

Table des matières

Table des matières	2
Introduction.....	4
1 Généralités sur les greffes osseuses	6
1.1 Définitions	6
1.1.1 Généralités	6
1.1.2 Allogreffe osseuse	6
1.1.3 Greffe osseuse autogène	7
1.1.4 Xénogreffe osseuse	7
1.1.5 Substituts osseux synthétiques	8
1.2 Mécanismes osseux	9
1.2.1 Le tissu osseux	9
1.2.2 Ostéogénèse	16
1.2.3 Ostéoinduction	16
1.2.4 Ostéoconduction	17
1.2.5 Réparation et régénération osseuse	17
1.3 Classifications et étiologies des pertes de substance osseuse	18
1.3.1 Classification anatomique post-extraction	19
1.3.2 Classification anatomique des défauts osseux d'origine parodontale	20
1.4 Indication des greffes osseuses	21
2 Les différentes formes d'os allogéniques commercialisées	22
2.1 Définitions	23
2.1.1 Familles de greffons	23
2.1.2 Poudre	25
2.1.3 Bloc spongieux	26
2.1.4 Bloc cortico-spongieux	27
2.1.5 Lames corticales	27
2.1.6 Anneaux osseux	28
2.1.7 Bloc 3D	29
2.2 Méthodes de recueil et de fabrication	31
2.2.1 Recueil de l'os	31
2.2.2 Procédé Supercrit	31
2.2.3 Procédé Osteopure	35
2.2.4 Procédé Phoenix	37
2.2.5 Procédé C+TBA (Allotec)	39
3 Aspects médico-légaux des greffes osseuses allogéniques	41
3.1 Recommandations de la HAS et ANSM	41
3.1.1 Normes de mises sur le marché	41
3.1.2 Don du sang	42
3.2 Protocoles de traitement	43
3.2.1 Recueil : le patient donneur	43
3.2.2 Décontamination	45
3.2.3 Stérilisation	45
3.3 Traçabilité	47
3.3.1 Prescription	47
3.3.2 Normes de conservation	49
4 Applications cliniques et données scientifiques	50
4.1 Méthodes et techniques chirurgicales	50

4.1.1	En implantologie	51
4.1.2	En parodontologie.....	74
4.1.3	En chirurgie à visée ODF	79
4.2	<i>Données scientifiques : méta-analyse de la littérature</i>	85
4.2.1	Généralités	86
4.2.2	Indications.....	90
4.2.3	Résultats clinique.....	93
4.2.4	Complications	98
4.2.5	Résultats histologiques.....	102
4.2.6	Comparaison avec d'autres substituts osseux	104
5	Discussion.....	111
	Conclusion	115

Introduction

Les greffes osseuses ont vu leur essor grâce à la chirurgie orthopédique et c'est dans les années 1980 qu'elles sont utilisées pour la première fois en chirurgie dentaire, via l'implantologie, notamment pour le traitement des édentés totaux avec forte résorption osseuse. Elles ont ensuite été démocratisées et trouvent à présent également leur place en parodontologie et en chirurgie orale et maxillo-faciale à visée orthopédie dento-faciale (ODF).

C'est dans les années 1940 qu'ont été créées les premières banques osseuses en France, commercialisant des greffons allogéniques pour la chirurgie orthopédique, mais c'est seulement dans les années 1990 qu'elles se sont développées dans le domaine dentaire. (1) (2)

Aujourd'hui, il existe différent type de greffes osseuses.

Les autogreffes qui sont des produits osseux d'origine humaine, prélevés sur le patient lui-même. Le prélèvement peut être intra- ou extra-oral.

Les xénogreffes qui sont des produits osseux d'origine animale mais non humaine.

Les allogreffes qui sont des produits osseux d'origine humaine prélevés sur d'autres individus. Selon les réglementations internationales en vigueur, les donneurs peuvent être mort ou vivant. En France, seuls les donneurs vivants sont autorisés. On retrouve les greffons dans des banques d'os, après avoir subis différents traitements.

L'utilisation des greffons osseux allogéniques varie d'un type de chirurgie à l'autre, de même que d'une présentation à l'autre. En effet, ils sont commercialisés sous trois formes distinctes, les greffons en blocs standardisés, les greffons en granules et les greffons en bloc usinés en trois dimensions.

Le but de ce travail est de déterminer l'intérêt de l'allogreffe osseuse face aux autres substituts osseux existants, ainsi qu'analyser les avantages et les inconvénients quelle représente, mais aussi de faire une mise au point sur les données scientifiques disponibles dans la littérature.

Pour répondre à ces interrogations nous allons étudier les procédés d'obtention des greffons osseux allogéniques, ainsi que les caractéristiques des produits finaux. Une

brève partie sera consacrée aux aspects médico-légaux associés à ces produits. Nous listerons également les protocoles chirurgicaux impliquant l'utilisation d'un greffon allogénique osseux, car leurs indications sont multiples en chirurgie orale comme l'implantologie, la parodontologie et la chirurgie orale à visée orthopédie dento-faciale. Puis nous aboutirons à une revue de la littérature afin d'évaluer les avantages et les inconvénients de l'allogreffe osseuse, l'intérêt de leur utilisation, les résultats cliniques et de les comparer avec les autres substituts osseux.

1 Généralités sur les greffes osseuses

1.1 Définitions

1.1.1 Généralités

D'après la Société française de recherche orthopédique et traumatologique, un substitut osseux est « tout biomatériau d'origine humaine, animale, végétale ou synthétique destiné à l'implantation chez l'Homme, dans la perspective d'une reconstitution du stock osseux, par le renforcement d'une structure osseuse ou le comblement d'une perte de substance. » (3)

Le matériau idéal devrait être biocompatible, ostéoconducteur, ostéoinducteur et ostéogénique. Avoir une stabilité mécanique, être simple d'utilisation, biorésorbable, sans induire de réaction immunologique ou transmettre d'agent pathogène.

Il existe une multitude de substituts osseux avec différentes propriétés biologiques et mécaniques. Chacun présentant des avantages et des inconvénients.

1.1.2 Allogreffe osseuse

Le donneur et le receveur sont de la même espèce mais sont deux individus différents.

L'allogreffe est un greffon d'origine humaine, prélevé chez un patient vivant selon la législation française. On retrouve des donneurs décédés dans d'autre pays, notamment aux États Unis. Les greffons proviennent de têtes fémorales prélevées lors de chirurgie orthopédique d'arthroplastie de la hanche (ablation des têtes fémorales lors de la pose chirurgicale d'une prothèse totale de hanche). (4)

Elle se divise en plusieurs catégories en fonction des traitements physico-chimiques que subit le fragment osseux après son prélèvement.

1.1.3 Grefe osseuse autogène

Le donneur et le receveur de la greffe sont la même personne. Le greffon est transféré d'un site à un autre.

L'os autogène est souvent considéré comme le matériau « gold standard » quand un apport osseux est nécessaire. (5) Il est caractérisé par la présence de cellules souches pluripotentes capables de produire du tissu osseux. (6) L'os autogène n'a pas d'antigénicité et ne peut contaminer le patient, étant lui-même la source du prélèvement. Il bénéficie d'une sécurité biologique maximale.

Les sites de prélèvements sont nombreux. (7)

Les sites intra-oraux sont la branche montante, la branche horizontale ou la symphyse de la mandibule, le pilier zygomatique, les tori et les tubérosités.

Les sites extra-oraux peuvent être l'os iliaque, la calvaria, le tibia ou les côtes flottantes.

Plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour choisir le site donneur, le volume osseux souhaité, la morphologie du site donneur, ses rapports anatomiques avec les structures à risques et sa répartition en os spongieux et cortical.

1.1.4 Xénogrefe osseuse

Le donneur et le receveur sont d'espèces différentes.

Elles sont obtenues à partir de tissus d'origine animale. Elles peuvent provenir de corail, de seiche ou de mammifères, dont la plupart sont d'origine bovine.

Elles sont le plus souvent céramisées à haute température, ce qui provoque la transformation de la trame phosphocalcique en hydroxyapatite biologique. Tous les éléments organiques sont détruits, de même que les agents pathogènes. Elles n'induisent pas de réaction immunologique et aucun cas de transmission n'a été rapporté à ce jour.

Elles ont le statut de dispositifs médicaux. Suite aux différents traitements subis, il ne s'agit plus à proprement parler d'une xénogrefe. On devrait plutôt parler de substitut osseux d'origine xénogénique.

1.1.5 Substituts osseux synthétiques

Également appelés tissus osseux alloplastiques.

Ils ont l'avantage d'être disponible en quantité illimitée et ne risquent pas de transmettre un agent pathogène. La majorité d'entre eux sont des céramiques de phosphate de calcium, comme l'hydroxyapatite et le phosphate tricalcique, ou des verres bioactifs. Ils ont une structure voisine de la trame minérale de l'os humain.

1.2 Mécanismes osseux

1.2.1 Le tissu osseux

L'os est un tissu conjonctif très différencié, rigide et dur. Il est constitué de cellules conjonctives, de cellules souches, d'une matrice organique, dont du collagène type I en majorité (résistance à la traction), et de sels minéraux (résistance à la compression). Il est en remaniement permanent. (8)

1.2.1.1 Organisation anatomique

Tout os de l'organisme est constitué en proportion variable d'os cortical et d'os spongieux. (Figure 1)

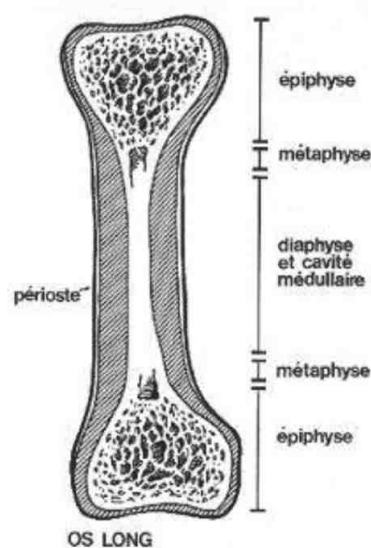


Figure 1 : anatomie osseuse (9)

Répartition de l'os cortical (compact) et de l'os spongieux en fonction du type d'os.

L'os cortical est dense et compact. Il est composé de colonnes osseuses parallèles formées chacune de couches osseuses concentriques ou lamellaires, disposées autour d'un canal central contenant des vaisseaux sanguins, des lymphatiques et des nerfs. (Figure 2) On les appelle canaux de Havers. (10)

L'os spongieux est central, lâche et friable. Il est malléable et très vascularisé. Il est composé d'un réseau de travées interconnectées orientées de façon à produire un maximum de résistance dans un minimum de volume. Ces travées sont constituées d'os lamellaire au sein desquelles on observe des lacunes clairsemées contenant des ostéocytes. (Figure 2) Des canalicules permettent des échanges métaboliques entre elles. Entre les travées osseuses se trouvent la moelle hématopoïétique qui contient les cellules souches mésenchymateuses. (10)

Une double membrane recouvre la surface externe de l'os : le périoste. (Figure 2) La couche externe de ce dernier est une couche fibreuse très vascularisée composée d'un tissu conjonctif dense spécialisé, très fibrillaire. La couche interne est ostéogène contenant des cellules ostéoprogénitrices dérivées du mésenchyme, les ostéoblastes et les ostéoclastes. (10)

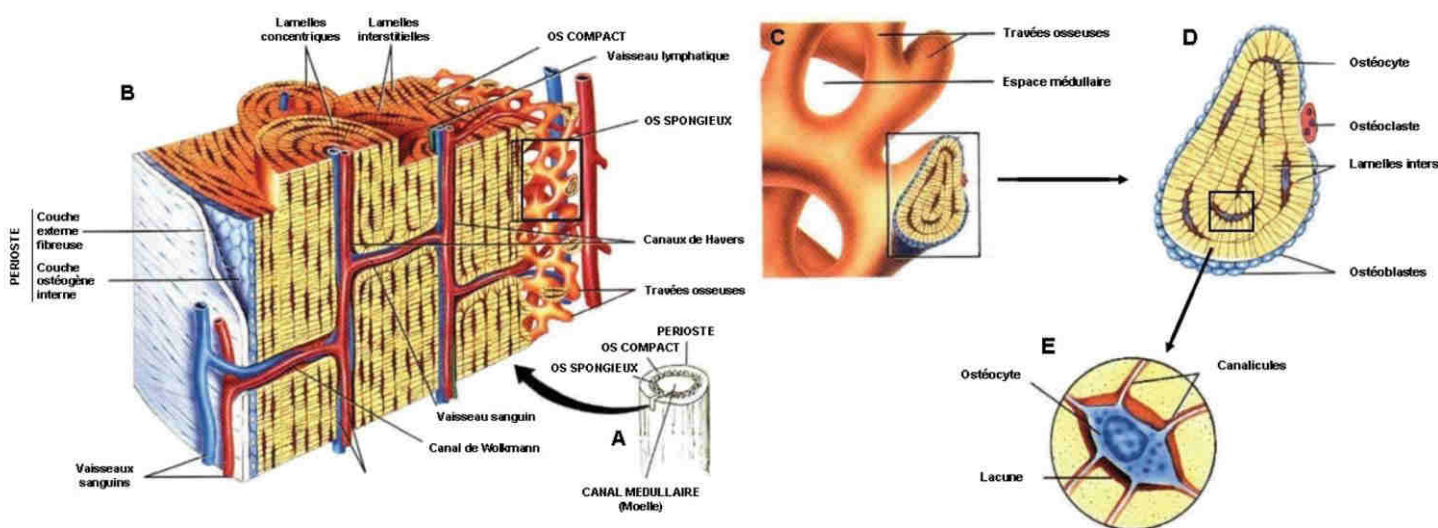


Figure 2 : organisation anatomique de l'os. (11)

Les lamelles concentriques s'enroulent pour former les canaux de de Havers contenant les vaisseaux sanguins et lymphatiques circulants dans l'os. Ces canaux se rejoignent via les canaux de Wolkmann. L'os spongieux observe des. Lamelles interstitielles s'écartant par endroit pour former des lacunes contenant les ostéocytes. Il est entouré d'une couche cellulaire composé d'ostéoblastes et d'ostéoclastes. Le périoste recouvre la surface externe de l'os et se divise en une couche interne et une couche externe.

1.2.1.2 Les cellules osseuses

1.2.1.2.1 Les ostéoblastes et cellules dérivées

Les ostéoblastes sont des cellules d'origine osseuse, ils dérivent des cellules souches mésenchymateuses. Ils se retrouvent à la surface des travées osseuse de l'os spongieux. Ils produisent la matrice osseuse durant la formation osseuse. Il agit d'une cellule mononucléée fonctionnant toujours en groupe. Ils sécrètent des protéines non collagéniques telles que la Bone Sialoprotéine, du collagène, des phosphatases alcalines, des facteurs de croissance (TGF-Béta, IGF, BMP) et contrôle ainsi la minéralisation de la matrice. Ils ont peu de potentiel de prolifération. (10)

Les ostéoblastes se transforment en ostéocytes une fois inclus dans la matrice minéralisée. Ces derniers jouent un rôle dans la nutrition osseuse. (12)

Certains ostéoblastes ayant progressivement stoppés leurs fonctions restent à la surface de l'os et s'aplatissent, ce sont les cellules bordantes.

1.2.1.2.2 Les ostéoclastes

Les ostéoclastes trouvent leurs origines dans les cellules souches hématopoïétiques. Ce sont des cellules multinucléées de 10 à 12 noyaux spécialisées dans l'élimination de tissus calcifiés. (10) On les retrouve à la surface osseuse, dans les systèmes de Havers et parfois sur la surface du périoste. (13) Les ostéoclastes participent à la résorption osseuse.

1.2.1.3 Organisation histologique

1.2.1.3.1 La phase minérale

La phase minérale présente dans la matrice osseuse est principalement constituée de calcium et de phosphore. Le phosphate de calcium du tissu osseux est principalement sous forme d'un cristal de phosphate tricalcique hydraté : le cristal d'hydroxyapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. (10)

1.2.1.3.2 La phase organique

Elle est composée par les cellules osseuses précédemment décrites, des composés de la matrice osseuse tels que le collagène et les protéines non collagéniques, et des cellules souches.

Le collagène de type I représente au moins 90% des protéines de la matrice osseuse et au moins 50% du collagène de l'organisme.

Les protéines non collagéniques sont nombreuses dans l'os mais sont présentes en faible quantité. Elles proviennent de l'activité de synthèse des cellules osseuses et des cellules de la moelle hématopoïétique. Elles peuvent également avoir été synthétisées hors des os et transportées par le sang pour être incorporées dans la matrice osseuse. On retrouve plusieurs glycoprotéines telles que l'ostéonectine, l'ostéopontine, la bone morphogenetic protein, la fibronectine, mais également la bone sialoprotein de la famille des SIBLING.

Les cellules de la moelle hématopoïétique sont plus ou moins différenciées, elles servent à la sécrétion de facteurs de croissance et de cytokines. Ainsi qu'à la différenciation en cellules osseuses. (10)

1.2.1.4 Le métabolisme osseux

Le tissu osseux est renouvelé en permanence tout au long de la vie. Il est le siège de remaniements permanents permettant de garder ses propriétés biomécaniques. Il est composé d'une succession de résorptions et de formations osseuses. Avec entre chaque cycles des phases de quiescence. Son métabolisme fait intervenir un ensemble de cellules formant le « Basic multicellular unit » (BMU). (Figure 3) (10)

L'unité multicellulaire du remodelage est constituée par l'ensemble des cellules du remodelage. Les ostéoclastes sont responsables de la résorption osseuse en détruisant la partie minérale et la matrice protéique de l'os. Les ostéoblastes synthétisent les différents constituants de la matrice osseuse et contrôlent la minéralisation. (14)

À l'état physiologique, la séquence du modelage osseux débute toujours par une phase de résorption osseuse. À la surface du tissu osseux spongieux, les cellules bordantes participent à l'activité métabolique de l'os et assurent un rôle de protection et de barrière dans le flux des ions avec l'espace extra-osseux. Les ostéoblastes libèrent sous l'influence mécanique ou hormonale des métalloprotéases pour dissoudre le collagène de surface de l'os permettant ainsi aux ostéoclastes de venir se fixer. Les ostéoclastes prennent ainsi leur place pour créer une zone de résorption

en érodant la surface osseuse. Ces derniers progressent de proche en proche. Puis les ostéoblastes se différencient et commencent à apposer des lamelles de tissu ostéoïde pour élaborer une nouvelle structure osseuse venant combler la zone résorbée. (10)

La synergie entre les cellules peut s'expliquer par la présence de facteurs de croissance. En effet, lorsque les ostéoblastes élaborent une nouvelle structure osseuse ils enfouissent dans la matrice osseuse des facteurs de croissance (TGF-Béta, IGF, BMP). Lorsque les ostéoclastes vont résorbés la matrice osseuse, ces facteurs de croissance vont alors être libérés dans le milieu environnant. Ils pourront ainsi stimuler localement la différenciation cellulaire des cellules bordantes en ostéoblastes. (10)

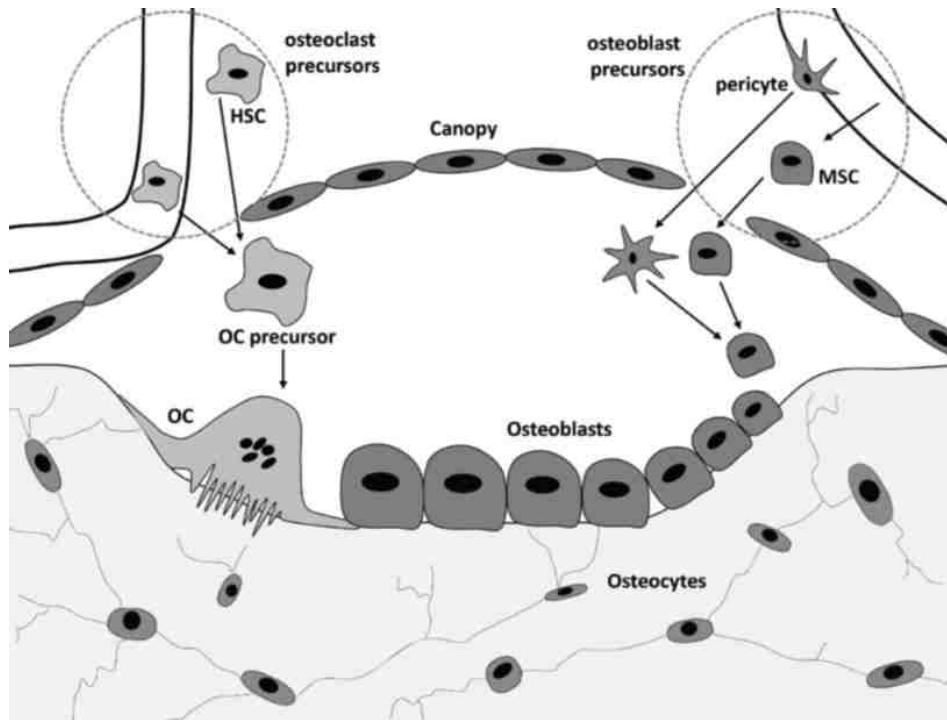


Figure 3 : Basic multicellular unit. (15)

Sous l'influence d'un stimulus d'origine hormonal ou d'une information provenant des ostéocytes. Les cellules bordantes, situées à la surface osseuse, résorbent la fine couche de collagène non calcifié à la surface de l'os pour laisser à nu les surfaces minéralisées. Les précurseurs ostéoclastiques s'approchent de la surface osseuse et se différencient en ostéoclastes. Cette étape est suivie d'une différenciation des précurseurs ostéoblastiques en ostéoblastes, permettant une néoformation osseuse en place de la zone de résorption. Puis les ostéoblastes meurent par apoptose ou se transforment en cellules bordantes.

1.2.2 Ostéogénèse

L'ostéogénèse se définit par la capacité de créer de l'os spontanément à partir d'ostéoblastes. Cette propriété est propre au tissu osseux vivant et au greffon autogène. Les autres matériaux de substitution, y compris les greffons allogéniques, ne contiennent aucune cellule osseuse. (13)

1.2.3 Ostéoinduction

C'est la propriété que possède un tissu d'induire une différenciation cellulaire pour stimuler ou activer la formation osseuse. (16)

L'os a le potentiel de restaurer sa structure originelle, c'est-à-dire qu'il est capable d'induire une néoformation osseuse en tout point d'une perte de substance. On parle d'ostéoinduction, car les cellules osseuses locales et les cellules souches indifférenciées sont stimulées par des messagers, qui vont induire la division, la différenciation et la sécrétion cellulaire. Ces cellules sont ensuite amenées de façon accélérée et renforcée à synthétiser de l'os. (4)

Toutefois, cette capacité de l'os à se régénérer est limitée et modulée par différents facteurs. La régénération peut échouer dans certaines conditions :

- Absence de vascularisation ;
- Instabilité mécanique ;
- Taille trop importante du défaut ;
- Compétition avec des tissus à turn-over cellulaire élevé. (17)

1.2.4 Ostéoconduction

Le pouvoir ostéoconducteur concerne le tissu osseux vivant et tout substitut osseux capable d'être envahi passivement par les cellules osseuses et les tissus périvasculaires environnants. (18)

Les greffons ostéoconducteurs constituent une armature au sein de laquelle les cellules osseuses vont pouvoir déposer l'os nouvellement créé. (13) Le matériau constitue une trame rigide qui sera colonisée grâce à la vascularisation par des cellules mésenchymateuses indifférenciées en vue de leur différenciation. Les cellules souches mésenchymateuses ne peuvent se déplacer que par conduction via un guide.

1.2.5 Réparation et régénération osseuse

Réparation et régénération sont regroupées sous le terme de cicatrisation osseuse même s'ils désignent deux modes distincts.

La réparation d'un tissu restaure ce dernier sans obligatoirement obtenir sa structure ou sa fonction d'origine. Il en résulte un tissu cicatriciel.

La régénération est une réparation tissulaire qui aboutit à la formation d'un tissu en tout point identique à celui d'origine. Il en résulte un tissu néoformé.

1.3 Classifications et étiologies des pertes de substance osseuse

Les étiologies des insuffisances osseuses alvéolaires maxillaires ou mandibulaires sont multifactorielles. (19)

Elles sont :

- Une ou des extraction(s) dentaire(s) non compensée(s) ou ancienne(s) compensée(s) par le port d'une prothèse amovible ;
- Des agénésies, des microdonties ;
- Une maladie parodontale provoquant des défauts infra-osseux ;
- Certaines maladies systémiques ;
- Une tumeur osseuse, un kyste ;
- Un traumatisme ;
- Un processus infectieux : différentes étiologies possibles, traumatique ou endodontique ;
- Une pneumatisation des sinus.

Dans les années 1950 à 1970, plusieurs études cliniques et céphalométriques ont décrit la résorption osseuse des procès alvéolaires après extraction. (20) (21) (22) Cette résorption a été qualifiée de chronique, progressive, cumulative et irréversible.

Les pertes de substances portent sur la zone alvéolaire du maxillaire ou de la mandibule, et s'étendent plus ou moins à l'os basal. Tous les degrés d'ostéolyse peuvent s'observer selon l'étiologie et l'ancienneté de l'édentement.

Ainsi on observe des déficits osseux verticaux, horizontaux ou mixtes (les plus fréquents).

Différentes classifications existent pour décrire les défauts osseux, selon qu'il s'agit de défaut de zones édentées ou de zones dentées.

1.3.1 Classification anatomique post-extraction

Pour les crêtes édentées, on retrouve la classification de Cawood et Howell (Figure 4) (23) qui décrit les morphologies d'un maxillaire édenté. On notera qu'au maxillaire la résorption est centripète alors qu'à la mandibule la résorption est centrifuge.

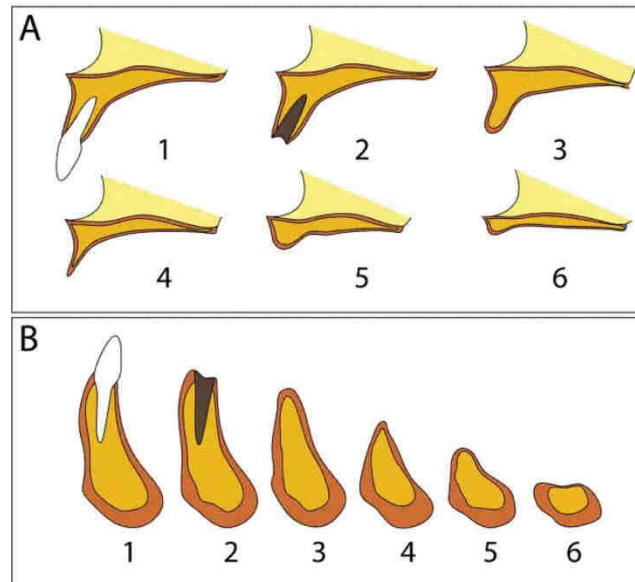


Figure 4 : Classification des maxillaires édentés selon Cawood & Howell. Schéma A représentant la résorption maxillaire, schéma B représentant la résorption mandibulaire. (24)

Classe 1 : denté

Classe 2 : post-extraction

Classe 3 : crête arrondie, hauteur et largeur suffisantes.

Classe 4 : crête en lame de couteau, hauteur suffisante, largeur insuffisante.

Classe 5 : crête plate, hauteur et largeur insuffisante.

Classe 6 : crête concave, avec perte d'os basal.

1.3.2 Classification anatomique des défauts osseux d'origine parodontale

Pour les crêtes dentées, on a défini des lésions infra-osseuses touchant les patient atteints de maladies parodontales. Leur classification est basée sur le nombre de parois osseuses résiduelles entourant la racine d'une dent. (23)

On retrouve notamment la classification de Goldman & Cohen. (Figure 5)

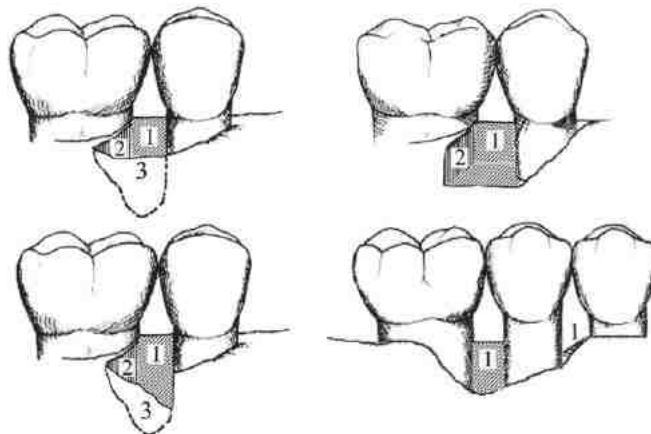


Figure 5 : classification des défauts intra-osseux selon Goldman & Cohen (25)

La lésion infra-osseuse à 3 parois : elle possède 1 paroi dentaire et 3 parois osseuses.

La lésion infra-osseuse à 2 parois.

La lésion à 1 paroi : elle est limitée par 2 dents, des tissus mous et une face osseuse.

La lésion complexe ou lésion cratériforme : la perte de substance entoure la dent.

Il faut également distinguer la profondeur de la lésion, elle peut être superficielle, moyennes ou profondes selon qu'elle se situe entre le 1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème} tiers de la longueur radiculaire.

1.4 Indication des greffes osseuses

Les indications des greffes osseuses dans la chirurgie orale et la parodontologie sont toutes les situations où il y a un défaut osseux transversal et/ou vertical. Le choix de réaliser une greffe se fait en fonction de la future prothèse, du souhait de maintenir la dent sur l'arcade et du défaut osseux anatomique.

Ainsi on retrouve des indications en implantologie, en parodontologie, mais également en chirurgie à visée orthodontique, elles seront développées ultérieurement dans ce travail.

2 Les différentes formes d'os allogéniques commercialisées

Dans le cadre de cette thèse, seront traités uniquement les produits des banques osseuses dont les produits sont commercialisés en France. Après avoir contacté par mail des commerciaux des quatre banques osseuses en France, seules BIOBank® associé à Global D® et Maxgraft® associé à Straumann® ont répondu à notre démarche. BIOBank® nous a par ailleurs mis en contact avec une biologiste de Global D® que nous avons pu rencontrer pour découvrir les produits commercialisés, leurs indications, leurs intérêts, ainsi que des protocoles de fabrication des produits et leurs utilisations. BIOBank® a ainsi été d'une totale transparence en nous fournissant la documentation commerciale mais également la documentation interne sur les protocoles au sein de l'entreprise. Nous avons également eu la chance d'assister à la 1^{ère} journée BIOBank® organisée le 15 juin 2017 faisant intervenir deux conférenciers et permettant d'assister à deux chirurgies en direct. Le lendemain de cette journée, nous avons pu visiter leurs locaux, pour mieux comprendre la méthode de fabrication des greffons allogéniques.

Malheureusement pour les banques autres que BIOBank®, nous n'avons eu accès qu'aux documents commerciaux pour rédiger cette partie.

2.1 Définitions

2.1.1 Familles de greffons

Les greffes allogéniques se classent en trois familles :

- L'os déprotéinisé ;
- L'os lyophilisé et déminéralisé ;
- L'os lyophilisé et non déminéralisé.

2.1.1.1 *Os déprotéinisé*

Il est plus fréquemment désigné dans la littérature par le terme américain : Mineralized Solvant Deshydrated Bone Allograft (MSDBA).

Il s'agit d'un os délipidé dont seule la trame minérale est conservée ainsi que des résidus collagéniques. (27) (28)

C'est ce type de greffon allogéniques qui est autorisé par la HAS à la commercialisation en France.

- BIOBank® est une allogreffe obtenue grâce au procédé Supercrit Le prélèvement à lieu sur des têtes fémorales lors d'arthroplasties totales de la hanche sur donneurs vivants.
- Allodyn® est une allogreffe obtenue grâce au procédé Osteopure. Le prélèvement osseux se fait également sur des têtes fémorales lors de chirurgies de la hanche.
- TBF® est une allogreffe obtenue grâce au procédé Phœnix. Le prélèvement est identique aux banques précédentes.
- Maxgraft® est une allogreffe obtenue grâce au procédé C+TBA. Le prélèvement est identique à celui des des banques précédentes mais il provient de donneurs allemands, suisses ou autrichiens.

2.1.1.2 Os lyophilisé et déminéralisé

Il est plus fréquemment appelé Demineralized Freeze Dried Bone Allograft (DFDBA).

La lyophilisation consiste à ôter l'eau d'un produit liquide, pâteux ou solide, à l'aide d'une surgélation puis d'une évaporation sous vide de la glace sans la faire fondre. Elle provoque la mort cellulaire et une diminution des antigènes, elle a donc un pouvoir anti-infectieux. (29)

La déminéralisation se fait via un traitement acide ce qui a pour effet de libérer les BMP (Bone Morphogenic Protein) de la matrice minérale. (30) L'élimination des cristaux d'hydroxyapatite fragilise le matériau.

Son utilisation se fait principalement aux États-Unis. Les allogreffes de ce type n'ont pas été étudiées ni autorisées par la HAS et ne sont donc pas commercialisées en France.

2.1.1.3 Os lyophilisé et non déminéralisé

Cet os est également appelé Freeze Dried Bone Allograft (FDBAA).

Il résulte d'un lavage à l'azote liquide et d'une stérilisation par rayons gamma, mais les trames minérales et organiques sont conservées. (31)

Son utilisation se fait principalement aux États-Unis. Les allogreffes de ce type n'ont pas été étudié ni autorisé par la HAS et ne sont donc pas commercialisées en France.

2.1.2 Poudre

Elle est commercialisée en flacons ou en seringues, sous différents volumes en fonction des besoins nécessaires à l'intervention.

Elle est originaire des éléments restant après découpe des têtes fémorales en bloc. Les tissus restants ne permettant pas de réaliser des blocs, ils sont broyés pour créer la poudre.

Ainsi on trouve des poudres uniquement spongieuses, mais également cortico-spongieuse.

Les granulométries sont variables, on retrouve : (Figure 6)

- BIOBank® : 0,5 ou 1mm ;
- Allodyn® : 0,25 à 1,5mm ;
- TBF® : granulométrie contrôlée de 0,2 à 2mm ;
- Maxgraft® : granulométrie strictement inférieure à 2mm



BIOBank®	BIOBank®	Allodyn®	TBF®	Maxgraft®
----------	----------	----------	------	-----------

Figure 6 : représentation commerciale des poudres. De gauche à droite : BioBank® seringue et flacon, Allodyn®, TBF®, Maxgraft®. (32, 33, 34, 35)

Les indications sont multiples en chirurgie orale et parodontologie :

- Comblement pré-implantaire avec mise en fonction différée des implants ;
- Comblement post-extractionnel ;
- Comblement de poches kystiques ;
- Comblement de lésions angulaires des maladies parodontales ;

- Comblement pour élévation sinusienne ;
- Augmentation de volume osseux par régénération osseuse guidée (ROG) ;
- Corticotomies.

2.1.3 Bloc spongieux

Ils sont issus du cœur de la tête fémorale qui n'observe que de l'os spongieux.

Ils sont vendus sur forme de blocs mesurant : (Figure 7)

- BIOBank® : 22x10x10mm ;
- Allodyn® : 25x12x5mm ;
- TBF® : 20x20x10mm ou 30x10x10mm ;
- Maxgraft® : 10x10x10mm ou 20x10x10mm.



BIOBank®	Allodyn®	TBF®	Maxgraft®
----------	----------	------	-----------

Figure 7 : représentation commerciale des blocs spongieux. De gauche à droite : BioBank®, Allodyn®, TBF®, Maxgraft®. (32, 33, 34, 35)

Leurs indications en chirurgie orale sont :

- Comblement des sites de prélèvement ;
- Comblement des ostéotomies segmentaires, la forme géométrique du produit permettant de caler le segment qui a été bougé.

2.1.4 Bloc cortico-spongieux

Ils sont issus des contours de la tête fémorale. Ainsi leurs formes ne peuvent être totalement rectilignes. Seulement une tête sur cinq permet de réaliser une plaquette cortico-spongieuse de qualité suffisante pour conduire à sa mise sur le marché.

Ils sont vendus sur formes de blocs mesurant : (Figure 8)

- BIOBank® : 15x10x4mm ou 22x12x4mm ;
- Allodyn® : 20x10x5mm ;
- TBF® : 15x10x5mm, 15x10x1,5mm ou 20x15x5mm.



BIOBank®	Allodyn®	TBF®
----------	----------	------

Figure 8 : représentation commerciale des blocs cortico-spongieux. De gauche à droite : BioBank®, Allodyn®, TBF®. (32, 33, 34)

Leurs indications sont limitées aux greffes d'apposition des crêtes atrophiques.

2.1.5 Lames corticales

Elles sont issues des contours de la tête fémorale.

Elles sont commercialisées sous les dimensions : (Figure 9)

- BIOBank® : 12x10mm ou 22x10mm ;
- Allodyn® : 20x10x2mm.



BIOBank®	Allodyn®
----------	----------

Figure 9 : représentation commerciale des lames corticales. De gauche à droite : BioBank®, Allodyn®. (32, 33)

Leurs indications sont les reconstructions 2D ou 3D par technique de coffrage en chirurgie orale.

2.1.6 Anneaux osseux

Ils sont uniquement constitués d'os spongieux.

Ils sont uniquement commercialisés par Maxgraft® sous les dimensions : (Figure 10)

- 7mm de diamètre externe et 3,3mm de diamètre interne ;
- 6mm de diamètre externe et 3,3mm de diamètre interne ;
- 7mm de diamètre externe et 4,1mm de diamètre interne.



Figure 10 : représentation commerciale des anneaux osseux Maxgraft®. (35)

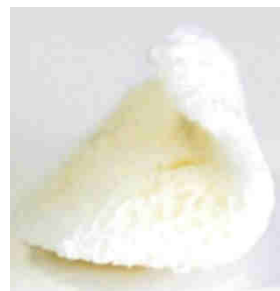
Leurs indications en chirurgie orale sont :

- Les augmentations verticales,
- Les défauts de dent unitaire,
- Les sinus lift.

Avec dans tous les cas une mise en place implantaire dans le même temps chirurgical. En effet, les anneaux sont calibrés au diamètre implantaire des implants Straumann® au niveau du diamètre interne. Et c'est la pose de l'implant qui permet la stabilisation du greffon sur le site opératoire.

2.1.7 Bloc 3D

Le greffon sur mesure est conçu et préparé à partir de données tomodensitométrique (Scanner (TDM) ou Con Beam computed tomography(CBCT)). Il est proposé en deux types d'os, cortico-spongieux et spongieux. (Figure 11)



BIOBank®	Maxgraft®
----------	-----------

Figure 11 : représentation commerciale des blocs 3D. De gauche à droite : BioBank®, Maxgraft®. (32, 35)

Leurs indications sont les augmentations de volume osseux 3D en épaisseur et en hauteur.

Actuellement seules les banques fabricant l'os BIOBank® et Maxgraft® commercialisent ce genre de produits.

On peut noter que le bloc est usiné à partir d'une tête fémorale entière. Et que les résidus, les pertes osseuses, sont récupérées pour être broyées et transformées en poudre. Cela permet de limiter les pertes de substance. On notera également que les puits des vis d'ostéosynthèse sont planifiables à l'avance.

2.2 Méthodes de recueil et de fabrication

2.2.1 Recueil de l'os

Les tissus sont prélevés sur des donneurs vivants, lors d'arthroplasties totale de la hanche à ce titre le prélèvement des tissus est réalisé dans le cadre d'une intervention chirurgicale programmée, garant d'une qualité et d'une asepsie optimale. L'intervention se fait après obtention du consentement libre et éclairé du donneur, en amont de l'intervention. Si le patient ne donne pas son consentement, la tête fémorale est alors détruite.

Cette notion de consentement éclairé est primordiale et contrôlée par l'agence nationale de sécurité du médicament (ANSM).

Cet accord n'est cependant pas l'unique condition à remplir avant de réaliser les prélèvements. Une fois qu'il est obtenu, des tests stricts et complets sont effectués.

Les tissus prélevés sont stockés en quarantaine jusqu'à ce que les résultats des tests soient connus. S'ils sont reconnus valides, conformément à la réglementation en vigueur, les tissus peuvent alors subir les différents procédés de traitement propre à chaque banque de tissus.

2.2.2 Procédé Supercrit

Le procédé Supercrit de BIOBank® est une méthode basée sur la délipidation des tissus osseux par un fluide non toxique, le CO₂ à l'état supercritique, associée à une oxydation chimique des protéines résiduelles dans les pores du tissu spongieux.

Dans ce procédé est utilisé le principe des fluides supercritiques, c'est-à-dire qu'au-delà d'une pression et d'une température critique, le CO₂ n'est plus dans un état gazeux ou liquide, il est dans un état appelé fluide supercritique. Comme un liquide il a une densité élevée et par conséquent une capacité de solvant élevée. Cette propriété peut être grossièrement proportionnelle à la densité est donc variable en fonction de la température et de la pression.

Cet état particulier lui confère également des propriétés de transport similaires à celles des gaz en raison de sa faible viscosité et sa capacité de diffusion élevée.

Ces deux propriétés rendent ce fluide intéressant pour l'extraction des composés contenus dans une matrice poreuse tel que le tissu osseux spongieux.

Les coordonnées sur CO₂ supercritique sont : 7.38 MPa et 31°C. Cette température permet une non dénaturation des molécules biologiques.

Les molécules non polaires, telles que les carbures d'hydrogène, les huiles et généralement tous les lipides sont solubles dans le CO₂ à l'état supercritique. (Figure 12)

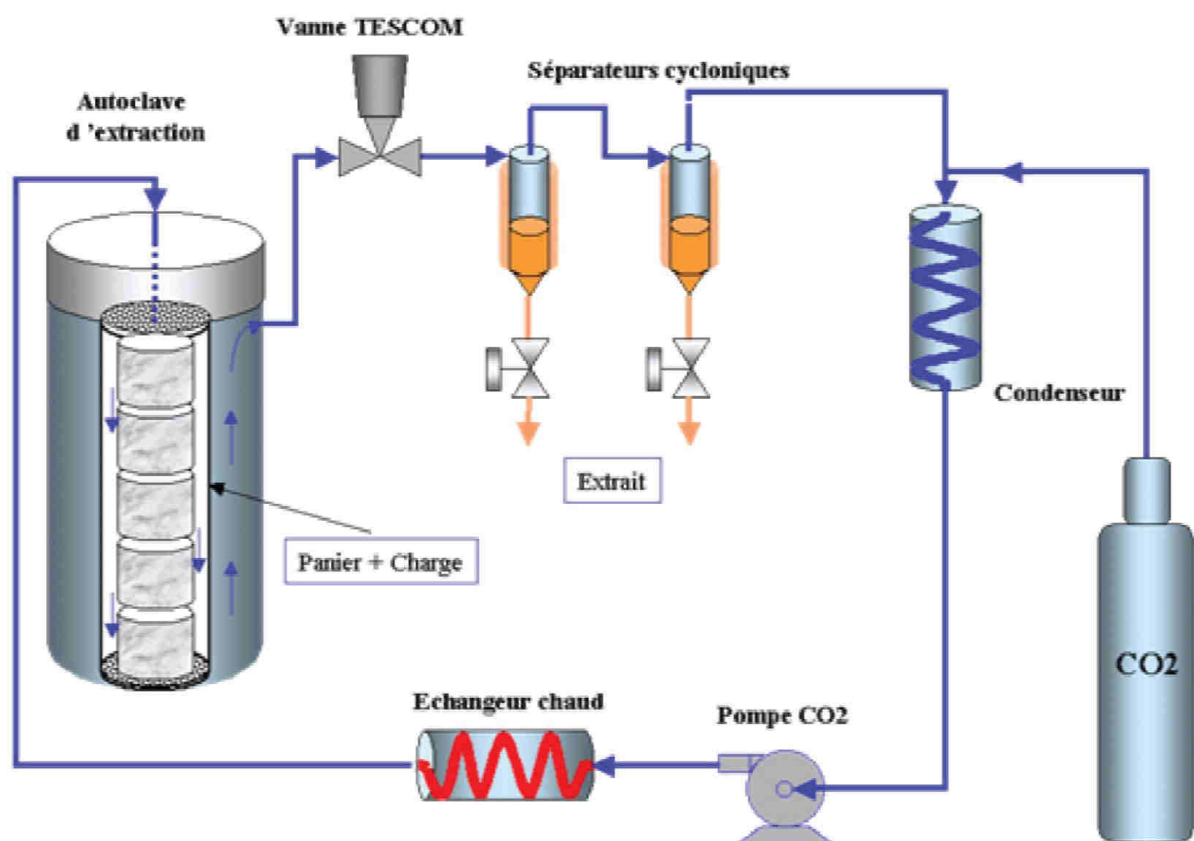


Figure 12 : schéma de principe d'une machine d'extraction au CO₂ supercritique.

(D'après les documents BIOBank® officielle obtenus auprès du directeur commercial 36)

Ce schéma expose le trajet du CO₂ supercritique permettant l'extraction des lipides.

L'objet de ce procédé est donc l'inactivation virale, l'élimination des graisses, débris cellulaires et protéines médullaires afin de ne conserver que la structure organo-minérale du tissu osseux composé d'apatite et de collagène de type I.

Ainsi, après prélèvement des têtes, ces dernières sont cryoconservées à -20°C dans des congélateurs fournis aux centres de prélèvements par BIOBank®. Ces congélateurs sont munis de sonde de températures tout comme les véhicules de transport de tissus qui rapatrient chaque semaine les têtes fémorales.

Avant envoi en procédé de traitement, différents tests sont effectués :

- Vérification de la présence de la lettre de consentement signée par le donneur ;
- Vérification de la présence du questionnaire médical ne contenant que des réponses négatives (une réponse positive étant un critère d'exclusion) ;
- Vérification de la tête fémorale qui doit être intègre, non fracturée, avec un étiquetage correct ;
- Vérification de la présence de deux tubes de sang avec un étiquetage correct, intégrité des tubes de sang ;
- Vérification de l'absence de variation de température entre le prélèvement et l'arrivée chez BIOBank® enregistrée au niveau de la sonde ;
- Mesure du poids de la tête fémorale qui doit être supérieur à 60g ;
- Pour un donneur féminin avec une tête pesant entre 60 et 70g : calcul du rapport poids taille pour vérifier l'absence d'ostéoporose ;
- Sérologie revenue négative.

Une fois tous ces tests effectués, les têtes sélectionnées sont cryoconservées à -70°C avant d'être traitée. (36)

Le traitement par procédé Supercrit se décompose en 7 étapes. (Figure 13)

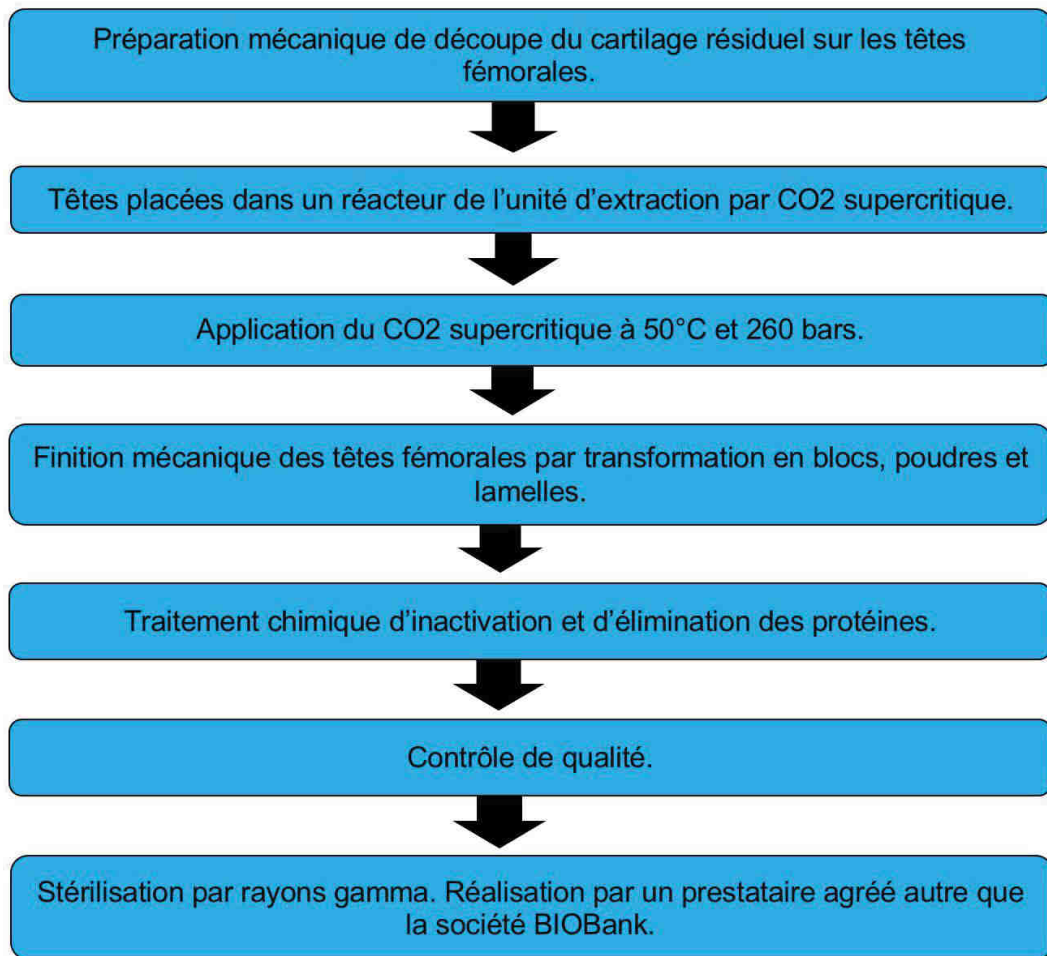


Figure 13 : Description du procédé Supercrit. (32)

Le CO2 super critique permet l'obtention d'un produit sec contenant toujours des protéines. L'extraction se fait selon un cycle de 4 jours. 90% est extrait en une journée. 57% de masse de graisse est extraite sur l'ensemble de la masse d'une tête fémorale. Le traitement chimique est caractérisé par un passage dans différents bain chimique. On retrouve une oxydation par le peroxyde d'hydrogène à 35% à 40°C pendant 2h pour l'élimination des débris de membranes cellulaires pouvant présenter une antigénicité particulière. Ensuite, est réalisé un traitement à la soude molaire pendant 1h à température ambiante, dont le but est l'inactivation des prions. Puis, il y a traitement à l'éthanol pendant plusieurs heures avec des bains de concentrations croissantes (3h à 96% puis 2h à 99%). Le but étant de déshydrater le tissu osseux et de laisser une biocharge faible. Cette étape se termine par un séchage à l'air chaud (40°C) permettant de déshydrater en profondeur le tissu osseux sans en altérer les caractéristiques structurales et mécaniques.

Ce procédé permet l'obtention d'un os caractérisé par des taux de :

- Protéines : non mesurables ;
- Collagène : 30% ;
- Lipides : moins de 0,5%.

2.2.3 Procédé Osteopure

Le procédé Osteopure de Allodyn® se divise en 6 étapes. (Figure 14)

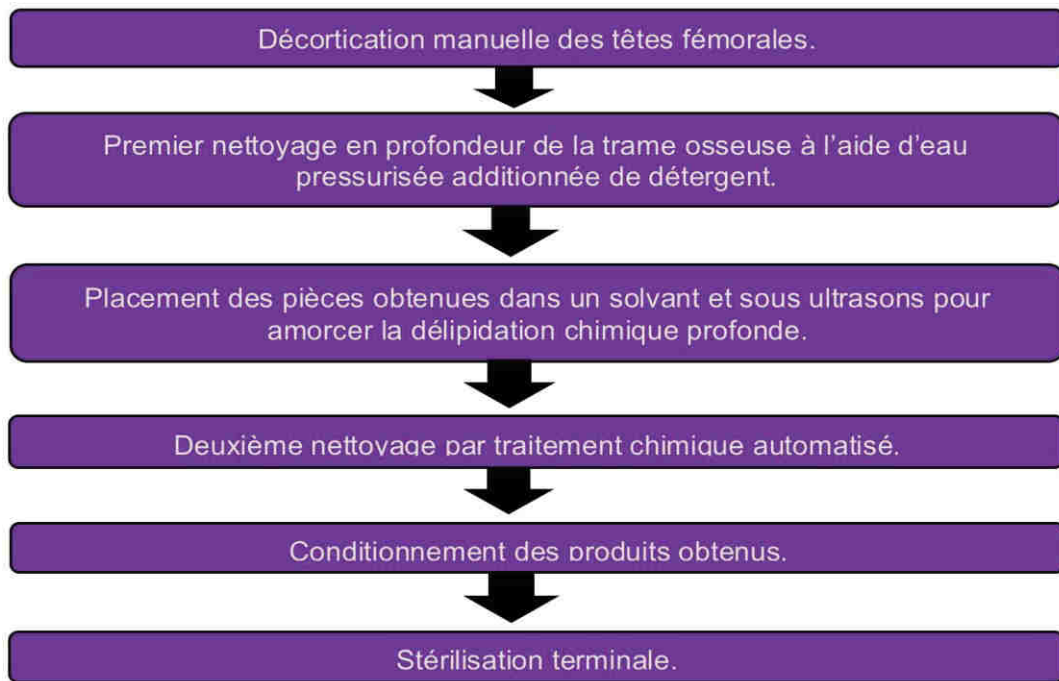


Figure 14 : Description du procédé Ostéopure. (33)

La décortication manuelle est réalisée par des techniciens. La tête fémorale congelée est débarrassée de la couche corticale et des tissus mous résiduels à l'aide d'une micro-meuleuse de telle sorte que la trame spongieuse soit totalement exposée et accessible au traitement. Durant le premier nettoyage, le greffon est découpé en tenant compte des contraintes posées par les caractéristiques dimensionnelles et structurales du greffon. Cette étape permet un nettoyage extrêmement efficace et minutieux de la trame osseuse que l'opérateur contrôle à chaque instant. Lors du deuxième nettoyage, les greffons préparés sont transférés dans une unité de traitement en ligne automatisée. Cette unité fonctionne avec le minimum d'intervention humaine possible, les greffons placés dans des paniers vont être automatiquement transférés d'une cuve à une autre pour subir différents traitements chimiques selon un processus piloté par ordinateur. Les étapes du traitement chimique sont entrecoupées de rinçages à l'eau purifiée. La dernière étape consiste à réaliser une déshydratation du produit par l'éthanol pour obtenir un produit sec. Au terme du traitement complet les greffons sont conditionnés dans leur emballage primaire sans avoir à être sortis de cette unité automatisée. Les greffons conditionnés dans leur double emballage sont envoyés chez un prestataire externe pour être stérilisés. Il s'agit d'une stérilisation par faisceau d'électrons accélérés, dite stérilisation beta, avec une dose minimale délivrée de 25kGy.

Ce procédé permet l'obtention d'un os caractérisé par des taux de :

- Protéines : 24-40% ;
- Collagène : 20-36% ;
- Lipides : moins de 2%.

2.2.4 Procédé Phoenix

TBF® Génie Tissulaire met en œuvre un traitement spécifique d'inactivation virale, de délipidation, de lyophilisation et une radiostérilisation proposant toutes les garanties possibles d'innocuité : le procédé Phoenix. La production est effectuée en zones à atmosphère contrôlée.

Les étapes de la transformation sont au nombre de cinq. (Figure 15)

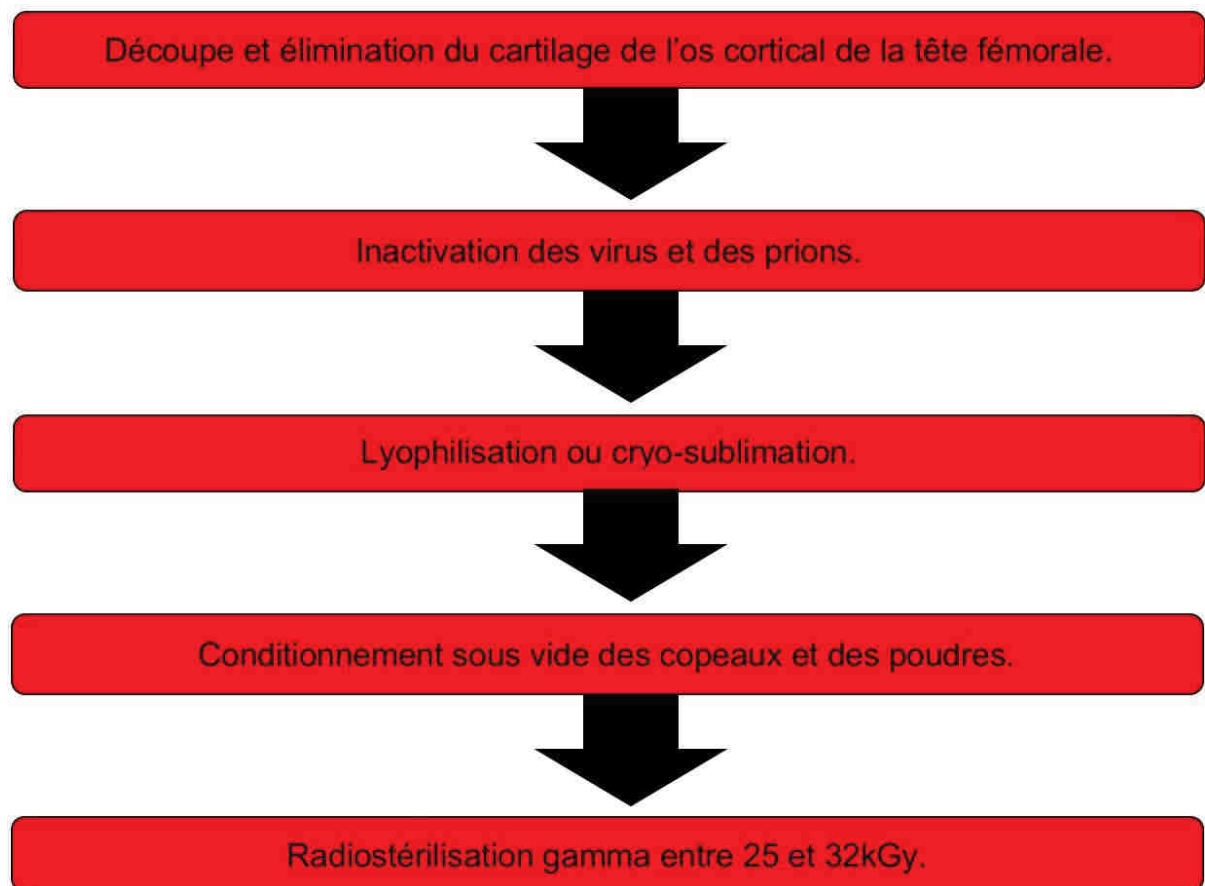


Figure 15 : Description du procédé Phoenix. (34)

L'inactivation des virus et des prions consiste en une alternance de traitements chimiques (bains de lavage et de rinçage) et mécaniques (découpe, fraisage et lavage sous haute pression) permet de nettoyer les travées osseuses et d'éliminer les parties scléreuses ou trop fragiles de l'os, ainsi que les parties molles et les insertions ligamentaires. Les solvants chimiques utilisés sont l'éthanol et le chloroforme pour la délipidation, le peroxyde d'hydrogène et l'hypochlorite de sodium pour l'élimination des prions. Ce dernier bain à 2% permet une inactivation totale des ATNC (agents transmissibles non conventionnels). À l'issue du traitement, on observe un tissu osseux intact, des taux de solvants résiduels quasi inexistantes et un taux de lipides inférieur à 5%.

La lyophilisation ou cryo-sublimation consiste à déshydrater le tissu osseux en profondeur de façon reproductible pour garantir une conservation à long terme des caractéristiques du tissu osseux.

Ce procédé permet l'obtention d'un os caractérisé par des taux de :

- Protéines : non mesurables ;
- Collagène : 30% ;
- Lipides : non spécifié.

2.2.5 Procédé C+TBA (Allotec)

Ce procédé appartient à la banque Allotec, qui commercialise ses produits via Maxgraft® et en France sous l'entreprise Straumann®.

Il se décompose en 6 étapes. (Figure 16)

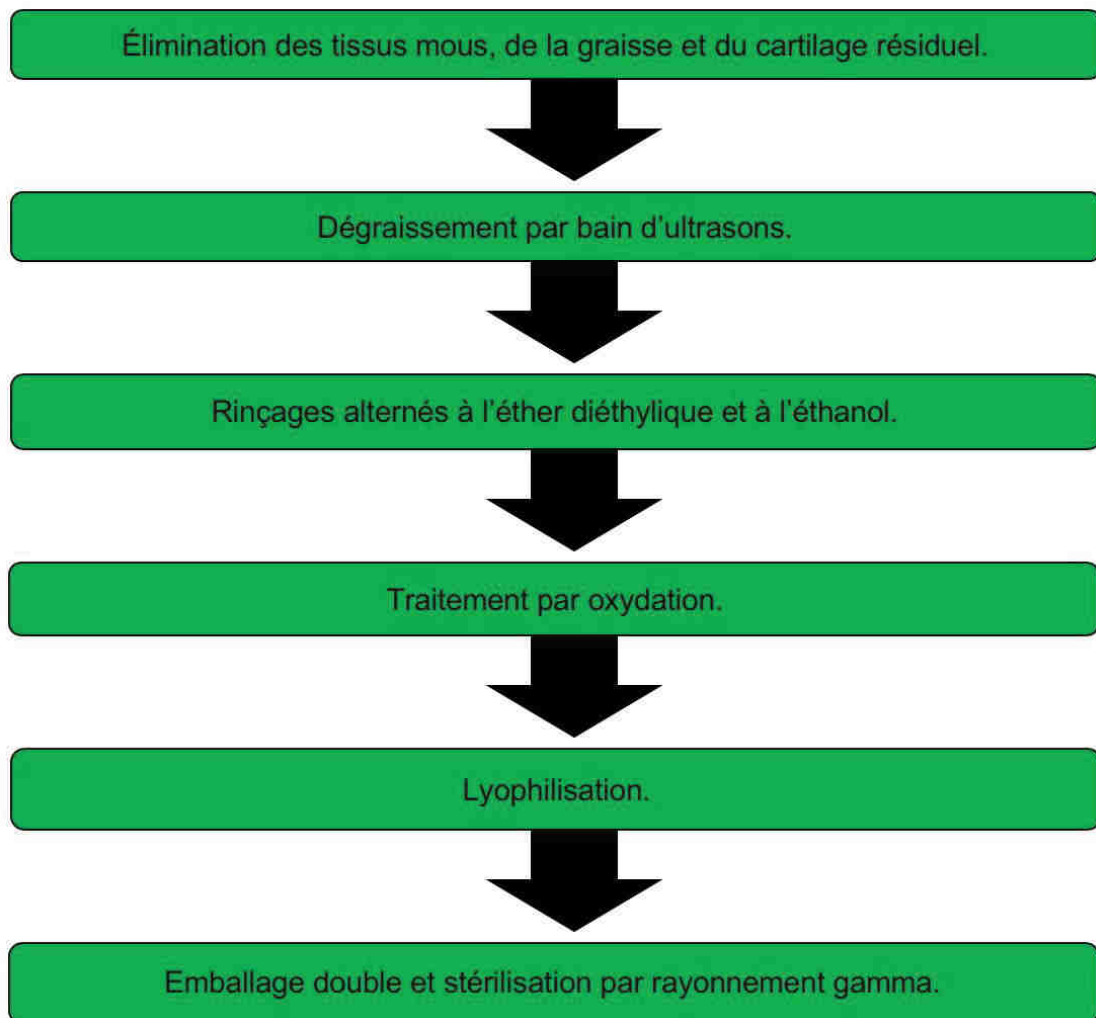


Figure 16 : Description du procédé C+TBA. (35)

Le dégraissage par bain d'ultrasons va permettre aux substances des étapes suivantes de pénétrer dans les tissus. Le sang, les cellules et les éléments tissulaires sont nettoyés dans le bain à ultrasons, le tissu adipeux est notamment détaché de la structure spongieuse de l'os.

Les rinçages qui suivent ont pour but l'élimination des composantes de cellule et la dénaturation des protéines non collagéniques et des virus potentiels.

L'oxydation des protéines solubles persistantes les dénature ce qui permet d'éliminer toute antigénicité potentielle.

La lyophilisation sert à la conservation de la structure naturelle du tissu et laisse une humidité résiduelle inférieure à 5%. Cela supprime l'étape de réhydratation du matériau avant son utilisation.

Le but de la stérilisation est de permettre une conservation pendant 5ans.

3 Aspects médico-légaux des greffes osseuses allogéniques

3.1 Recommandations de la HAS et ANSM

3.1.1 Normes de mises sur le marché

La mise sur le marché d'un produit d'origine humaine est régie par le Code de Santé Publique (CSP). Ainsi, la Haute Autorité de Santé (HAS) et l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) évaluent les procédés de traitement utilisés par les banques avant d'autoriser la mise sur le marché de leurs produits.

En effet, les tissus d'origine humaine destinés à une utilisation thérapeutique doivent être préparés, conservés, distribués et cédés par des établissements ou organismes autorisés par l'ANSM au titre de l'article L. 1243-2 du CSP. (37) Cette autorisation porte aussi sur les procédés de préparation et de conservation mise en œuvre et les indications thérapeutiques reconnues. Les dispositions réglementaires mentionnées aux articles R. 1243-1 (38) et suivants fixent les conditions d'obtention de cette autorisation.

Le cadre juridique de l'activité de greffe de tissus est fixé par l'article L. 1243-6 du CSP. (39) Les directives européennes autorisant la distribution par un établissement autorisé de greffes osseuses d'origine humaine sont : la directive 2004/23/CE (40), complétée par deux directives techniques 2006/17/CE (41) et 2006/86/CE (42) qui établissent les normes de qualité et de sécurité pour le don, la conservation, le stockage et la distribution des tissus.

Les directives européennes ne sont qu'une base de travail pour les directives française. L'ANSM vérifié le respect du CSP et donne l'autorisation d'être une banque de tissus d'origine humaine. Mais en France les critères sont différents de certains pays voisins. En effet, en France seuls les donneurs vivants et consentants peuvent donner leurs tissus. Alors qu'à l'échelle européenne, les donneurs peuvent être vivants ou morts. Ainsi, l'autorisation pour être une banque de tissus d'origine humaine est plus complexe à obtenir et les donneurs sont moins nombreux.

Une fois l'autorisation obtenue par l'ANSM, les procédés de traitement utilisés sont évalués par la HAS.

En effet, la commission nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et des technologies de santé donne un avis favorable ou non au procédé d'une banque en se basant sur des rapports d'études. L'avis favorable est valable pour une durée de 5ans. Cette commission issue de la HAS est composée d'experts choisis en fonction de leur compétence scientifique. (43)

Ainsi, on peut lire dans les comptes rendus de la commission nationale la nature de la demande, l'historique du remboursement, les caractéristiques du produit et de la prestation associée, le service attendu et rendu, les éléments conditionnant le service attendu et rendu, l'amélioration du service attendu et rendu, les conditions de renouvellement et durée d'inscription et la population cible.

Le procédé Supercrit de BIOBank® a été évalué récemment le 18 avril 2017 (44) en complément d'une précédente évaluation datant du 24 mars 2015. (45)

Le procédé Phoenix de TBF® a été évalué dernièrement le 3 novembre 2015. (46)

Le procédé Ostéopure de OST® a été évalué pour la dernière fois le 10 février 2015. (47)

Les banques d'os doivent respecter les règles de bonnes pratiques qu'y s'appliquent à la préparation, conservation, distribution, cession, au transport et à l'utilisation des tissus, des cellules et des préparations de thérapie cellulaire qui sont définies par la décision du 27 octobre 2010 par l'ANSM. (48)

3.1.2 Don du sang

Le don sang après une greffe osseuse allogéniques était interdit (49) avant l'arrêté du 5 avril 2016 (50) fixant les critères de sélection des donneurs de sang. Ainsi, être greffé par de l'os d'origine humaine ne fait plus parti de la liste des contre-indications au don du sang.

3.2 Protocoles de traitement

3.2.1 Recueil : le patient donneur

Le prélèvement des tissus et son organisation est régit par l'article L 1243-1 (51) et suivants du CSP. Elle se fait dans des centres collecteurs qui ont obtenu l'autorisation de prélèvement par la HAS et l'ANSM par respect du CSP.

Elle se fait après obtention du consentement éclairé du patient. Suite à la loi Kouchner du 4 mars 2002 (52), le malade est l'acteur clé des décisions médicales puisqu'il prend lui-même la décision concernant sa santé en tenant compte des informations et préconisations fournies par son médecin.

LETTRE D'INFORMATION DU DONNEUR DE TISSUS

Madame, Monsieur,

Votre chirurgien est amené à vous opérer la hanche afin de vous poser une prothèse. Pour cela, l'extrémité de votre fémur, appelée tête fémorale, doit être enlevée. Avec votre accord, cette tête fémorale pourra être utilisée ultérieurement comme greffon osseux chez d'autres patients. Votre don est important car il permettra de soigner de nombreuses personnes.

BIOBank, banque de tissus française, est agréée par l'ANSM pour récupérer et traiter certains tissus osseux humains en vue d'une utilisation thérapeutique. A ce titre, BIOBank sollicite votre accord pour la récupération de votre tête fémorale. Elle permettra de soigner des patients souffrant d'un traumatisme ou d'une pathologie osseuse. Elle pourra éventuellement être utilisée à des fins de recherche scientifique. Ce don de tissu est réalisé avec le concours de votre chirurgien, il n'entraîne aucun risque ni aucun frais à votre charge.

BIOBank engage sa responsabilité sur le strict respect de l'éthique et des règles de sécurité sanitaire en conformité avec le Code de la Santé Publique et en application des principes suivants :

- le don est gratuit, anonyme (le bénéficiaire n'a pas connaissance de l'identité du donneur) et sans publicité.
- un entretien médical et des analyses de sang sont effectués pour valider le don. Les analyses comprennent la recherche d'infections transmissibles, notamment par le virus HIV, les virus des hépatites B et C, le virus HTLV et par la syphilis. Les résultats de ces examens sont confidentiels, conservés par la banque de tissus et transmis au chirurgien, chargé d'en donner la signification au donneur. Un échantillon de sérum est conservé à visée de biovigilance.
- l'identité du donneur est enregistrée sur ordinateur par la banque de tissus qui a déclaré cette activité auprès de la Commission Nationale Informatique et Libertés.

Concernant ce dernier point, la transmission de votre identité à BIOBank a pour but de faciliter la gestion des données biologiques et médicales nécessaires à la sécurisation de votre tête fémorale. Conformément aux dispositions de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous conservez un droit d'accès et de rectification de ces informations par l'intermédiaire de votre chirurgien ou de tout médecin de votre choix.

BIOBank vous remercie par avance de votre don.

Partie à compléter par le donneur en cas d'acceptation

Je reconnais avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir eu la possibilité de poser les questions que je pensais nécessaires, avoir reçu les réponses satisfaisantes et les avoir comprises. Je confirme que toutes les informations que j'ai fournies sont, à ma connaissance, exactes. J'autorise la récupération de ma tête fémorale par BIOBank et la réalisation d'un dépistage sérologique de maladies transmissibles.

Nom :
 Prénom :

Signature précédée de la mention
 « Lu et approuvé »

Fait le :

Figure 17 : Lettre d'information du donneur de tissus BIOBank®. (92)

Lettre de consentement du patient donneur. La signature de ce document est obligatoire avant tout prélèvement de tête fémorale.

Le chirurgien préleveur soumet alors au patient un questionnaire préalable, qui est accompagné d'un examen clinique. Il a pour but d'éliminer les sujets à risques. Tout facteur de risque d'une pathologie transmissible est écarté.

Les greffons sont prélevés par des chirurgiens orthopédistes lors d'interventions de mise en place de prothèse totales de hanches sur des patients vivants. Pendant l'intervention, un prélèvement sanguin est effectué pour la recherche d'une pathologie infectieuse selon les requis de la loi. Un examen histologique est également réalisé pour éliminer une pathologie tumorale ou infectieuse. (53)

La tête fémorale est ensuite mise en quarantaine dans l'attente du retour des examens effectués lors du prélèvement. Une fois les résultats obtenus, la quarantaine peut être levée.

Durant cette quarantaine, les têtes fémorales sont transférées dans l'une des différentes banques d'os française, en étant conservées dans des congélateurs à des températures de l'ordre de -20°C. Une fois les résultats validées, les têtes sortiront de quarantaine et seront placées dans des congélateurs où elles seront cryoconservées à -70°C, ce qui permet une conservation pendant 2 à 5ans.

3.2.2 Décontamination

Elle se fait selon les différents protocoles de traitement détaillés ci-dessus.

3.2.3 Stérilisation

La stérilisation des greffons osseux allogéniques se fait par irradiation gamma ou bêta selon les banques. Les différentes banques d'os sous-traitent cette étape-là du procédé de traitement des greffons.

À ce jour, il y a environ 150 installations opérationnelles dans le monde entier. La méthode stérilisation gamma est bien établie pour la stérilisation des instruments médicaux et des produits pharmaceutiques. (54)

La stérilisation gamma se fait à l'aide de Cobalt 60 ce qui permet une grande fiabilité du procédé mais également un fonctionnement 24h/24 et 7 jours sur 7. Elle se réalise dans un intervalle d'irradiation de 25 à 40 kGy, à une température inférieure à 50°C. (55) La libération du cobalt est paramétrée de sorte qu'il ne reste aucun résidu, ainsi il n'y a pas besoin de mettre les éléments stérilisés sous quarantaine avant qu'ils soient distribués. En effet, leur énergie est insuffisante pour générer une radioactivité. Ce procédé est avantageux car il est reproductible et sa validation est simple.

La méthode de stérilisation dite bêta, ou par faisceaux d'électrons accélérés, est produite par des générateurs électriques qui utilisent des électrons de haute énergie très pénétrants. Le traitement s'effectue en continu, il est rapide et le temps d'exposition au rayonnement ne dure que quelques secondes. (56)

3.3 Traçabilité

La traçabilité est double, elle se fait avant la greffe au niveau du patient donneur, mais également après la greffe car il y a une traçabilité à faire au niveau du patient receveur.

3.3.1 Prescription

La traçabilité du greffon est sous la responsabilité du praticien et conditionné la sécurité et ainsi la réussite de la greffe.

Avant toute intervention, l'obtention d'un consentement éclairé signé par le patient est fondamentale. Le consentement éclairé doit être complet et juridiquement acceptable.

Il doit contenir les éléments suivants :

- La situation : un défaut osseux est présent.
- La procédure : qu'est-ce-qu'un greffon allogénique, comment se déroule l'intervention, quelles sont les complications possibles.
- Les alternatives.
- Les conséquences en cas de refus.
- L'absence de garantie.
- La responsabilité du patient.
- La compréhension du patient.

Le patient doit être informé de l'utilisation d'un tissu d'origine humaine.

Suite au consentement éclairé, une prescription médicale nominative est réalisée et transmise au fabricant. Seule cette ordonnance va permettre au praticien d'obtenir un greffon.

Cette prescription médicale nominative (Figure 17) comprend les informations relatives au praticien (nom, prénom, numéro RPPS, adresse et téléphone du cabinet, signature), celles relatives au greffon (date de l'intervention, la référence et la quantité de produit demandé), et les informations relatives au patient (nom, prénom, date de naissance, sexe).

PRESCRIPTION MEDICALE NOMINATIVE D'UN KIT DE GREFFONS OSSEUX

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).

N° de client :	Date de livraison pour la 1 ^{ère} intervention : / /
Personne à contacter pour le suivi du kit :	Jour de livraison à éviter :
<u>Coordonnées du cabinet</u>	<u>Patient</u>
Nom :	Nom :
Adresse :	Prénom :
Code Postal :	Date de naissance : / /
Ville :	Sexe : ☐ M ☐ F

	Volume	Flacon		Seringue		Prix TTC	Montant TTC
		Réf.	Qté	Réf.	Qté		
 Poudre d'os SPONGIEUX Granulométrie 0,5 mm « S »	0,5 cc	90031		90033		90 €	
	1 cc	90032		90036		160 €	
	2 cc	90033		90037		280 €	
	4 cc	90034				380 €	
 Poudre d'os SPONGIEUX Granulométrie 1 mm « L »	0,5 cc	90041				90 €	
	1 cc	90042				160 €	
	2 cc	90043				280 €	
	4 cc	90044				380 €	
 Poudre d'os CORTICO-SPONGIEUX Granulométrie 0,5 mm « S »	0,5 cc	90051		90055		90 €	
	1 cc	90052		90056		160 €	
	2 cc	90053		90057		280 €	
	4 cc	90054				380 €	
Formes géométriques							
 Plaquette d'os CORTICO-SPONGIEUX	Taille	Réf.	Qté	Prix TTC	Montant TTC		
	15x10x4 mm	90065		325 €			
 Lame d'os CORTICAL	22x12x4 mm	90066		440 €			
	12x10 mm	90067		190 €			
 Bloc d'os SPONGIEUX	18x10 mm	90068		280 €			
	20x10x10 mm	90012		350 €			
Formes combinées							
 Plaquette d'os CORTICO-SPONGIEUX + Poudre d'os CORTICO-SPONGIEUX Granulométrie 0,5 mm « S »	Taille + volume	Quantité	Prix TTC	Montant TTC			
	15x10x4 mm + 0,5 cc		390 €				
 Lame d'os CORTICAL + Poudre d'os CORTICO-SPONGIEUX Granulométrie 0,5 mm « S »	22x12x4 mm + 1 cc		490 €				
	12x10 mm + 0,5 cc		255 €				
 Membrane Résorbable BoneGuard®	18x10 mm + 1 cc		380 €				
	Taille	Quantité	Prix TTC	Montant TTC			
	1 membrane 20x30 mm		126 €				
	5 membranes 20x30 mm + 1 gratuite (P.U. 105 € TTC)		630 €				
Montant total TTC							

BIOBank
ZA Lavoisier - 4 rue Lebon
77220 Presles 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 :

REME-ENR-16 / Version 21
Avril 2017

Figure 18 : ordonnance d'un greffon BioBank®.

Exemple d'ordonnance de greffon BIOBank®. Permettant un choix sur la forme choisi mais également sur les dimensions ou la quantité de produit souhaité. (32)

Pour chaque greffon, un certificat individuel est fourni. Celui-ci doit être complété et signé par le praticien qui réalise la greffe. Ce certificat doit être conservé dans le dossier médical du patient. Les informations de ce certificat concernent :

- La catégorie ;
- La date et le lieu de prélèvement ;
- Le nom du praticien ;
- La date et la méthode de stérilisation ;
- La date de péremption ;
- La date de l'implantation et le nom du praticien réalisant la greffe ;
- Les résultats du test sérologique ;
- Les coordonnées de l'organisme de préparation et de l'organisme importateur.

Pour assurer la traçabilité de chaque greffon, il est obligatoire de retourner au fabricant la fiche d'implantation du greffon remplie avec le nom du chirurgien poseur et du patient receveur. De même, le praticien se doit d'archiver la fiche d'identité du greffon dans le dossier du patient.

3.3.2 Normes de conservation

A la réception du greffon, il est de la responsabilité du praticien de vérifier l'intégrité de l'emballage et du conditionnement, la date de péremption et les documents de traçabilité.

Les fabricants recommandent de ne pas utiliser le greffon si le conditionnement ou l'emballage ne sont pas intacts ; de même qu'en cas de non utilisation du greffon il doit être retourné au fabricant dans son conditionnement.

Seule la banque d'os BIOBank® a répondu à mes questions sur les normes de conservation. Ainsi, pour les greffons BIOBank®, ces derniers ont une durée de péremption de 5ans après stérilisation. Il est préconisé de les stocker à l'abri de la lumière avec une température variant entre +10°C et +30°C en admettant une amplitude allant de 0°C à +40°C, notamment durant le transport. Ces valeurs ont été choisies pour prévenir d'une altération des protéines collagéniques pouvant survenir à des températures supérieures ou inférieures. (36)

4 Applications cliniques et données scientifiques

Pour nous aider dans la rédaction de cette partie, en plus des références bibliographiques, nous avons pris contact avec des chirurgiens-dentistes utilisant l'allogreffe osseuse. Cela nous a permis d'avoir des informations supplémentaires sur les techniques opératoires, ainsi qu'un recul clinique qui n'est pas accessible dans la littérature car il s'agit de matériaux d'utilisation récente dont le nombre de publications abordant le sujet est encore réduit.

4.1 Méthodes et techniques chirurgicales

Un préalable avant toute utilisation d'os allogénique est sa réhydratation. En effet, l'os livré au praticien, stérilisé, est totalement sec. Une hydratation est nécessaire avant sa mise en place pour garantir l'efficacité de la greffe, car l'hydratation uniquement par le sang du patient du site opératoire ne permet pas une hydratation de l'intégralité du greffon. (36)

Ainsi avant toute chirurgie, les blocs et la poudre sont hydratés à l'aide de sérum physiologique une dizaine de minutes avant leur mise en place au niveau du site opératoire. Les blocs sont alors immergés dans une cupule remplie de sérum physiologique. La poudre conditionnée en flacon est ouverte pour pouvoir ajouter du liquide dans le flacon. La poudre conditionnée en seringue est connectée, à l'aide d'un connecteur, à une seringue contenant du sérum physiologique. Cette dernière permet d'injection de sérum physiologique dans la seringue d'allogreffe osseuse jusqu'au piston.

Certains praticiens tels que le Dr Carole Leconte, préconisent même une réhydratation à l'aide du sang du patient. (57) Soit en récupérant le sang du site opératoire, qui apparaît suite à la réalisation du lambeau, à l'aide d'une seringue. Ou bien à l'aide d'une prise de sang, en utilisant des techniques de PRF (platelet rich fibrin). Cette dernière technique nécessite du matériel particulier et des connaissances supplémentaires. Mais après discussion avec BIOBank®, il n'existe à leur échelle

aucune étude justifiant scientifiquement l'utilisation du sang à la place du sérum physiologique.

4.1.1 En implantologie

L'utilisation de l'os allogéniques en implantologie date des années 80. Elle varie selon la forme d'os utilisée. En effet, l'os sous forme de poudre servira essentiellement à la technique de régénération osseuse guidée. Alors que les blocs serviront par exemple aux techniques de greffe par apposition d'un bloc, plus proche des techniques de greffe autogéniques.

4.1.1.1 Les greffes osseuses d'apposition ou en onlay

4.1.1.1.1 Les greffes par bloc

La technique est similaire à celle des greffons autogènes, simplement elle permet d'avoir un seul et unique site opératoire, d'éviter donc un site de prélèvement, les suites opératoires sont limitées de même que les risques (hémorragique, anatomique, fracture, infectieux). La chirurgie est donc simplifiée, avec une durée opératoire et un risque de complications post-opératoires réduits. (36)

Elle trouve son indication face à des pertes de substance verticale ou horizontale.

Un lambeau de pleine épaisseur, mucopériosté, est réalisé pour mettre en évidence le défaut osseux. (Figures 18 et 19) Sachant qu'un volume osseux va être positionné sur ce défaut, il faut libérer le lambeau au niveau de sa partie apicale pour gagner d'avantage de souplesse. Ainsi, une section des adhérences fibreuses et musculaires est réalisée en niveau apical du lambeau. L'os mis à nu est nettoyé de tous résidus de périoste à l'aide de curettes, de rugine ou bien de fraises montées sur pièces à main. Une perforation de la corticale est réalisée pour ouvrir les espaces médullaires et permettre une revascularisation du greffon. (58) Cet apport sanguin permet également d'apporter, au sein du tissu osseux greffé, des facteurs de croissances ainsi que des cellules souches qui vont ainsi pouvoir se différencier pour créer un BMU. Ce dernier

sera le centre d'une néo-formation osseuse qui rend possible une transformation du greffon en véritable os du patient.

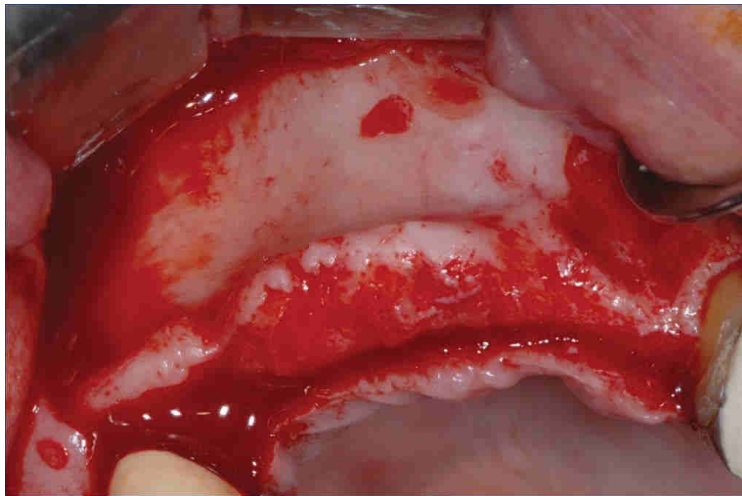


Figure 18 : site opératoire maxillaire visible après réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur muco-périosté. Photo du Dr Michel Jabbour. (59)

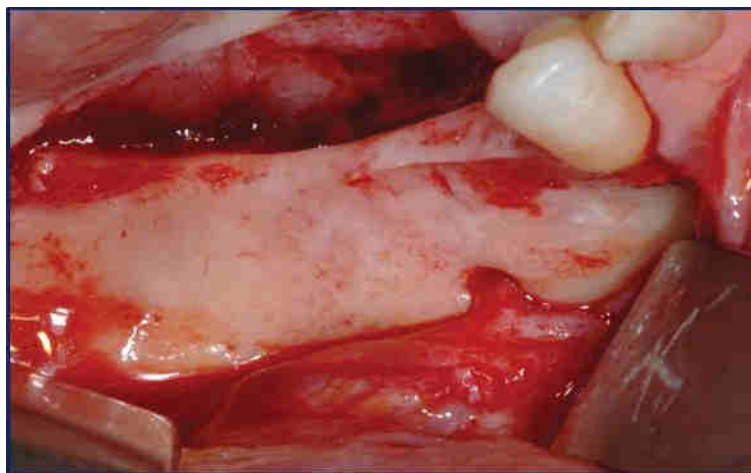


Figure 19 : site opératoire mandibulaire visible après réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur muco-périosté. Photo du Dr Michel Jabbour. (59)

Le façonnage des blocs est réalisé à la fraise boule en carbure de tungstène ou au disque montés sur pièce à mains. Le but étant que le bloc s'adapte au mieux au site receveur. Pour éviter toute contamination du greffon, ce dernier sera toujours manipulé à l'aide d'instruments et jamais avec les mains.

Une fois cette étape achevée, le bloc est mis en place au niveau du site, puis fixé par des vis d'ostéosynthèse afin qu'il soit parfaitement immobilisé. Un façonnage final est alors réalisé pour s'assurer que l'ensemble des angles du bloc sont émoussés pour éviter toute lésion des tissus mous de recouvrement. Et que les têtes des vis d'ostéosynthèse sont enfouies pour les mêmes raisons.

Les interstices entre le bloc et l'os alvéolaire sont comblées par de la poudre d'os allogénique. (60) (Figures 20 et 21)

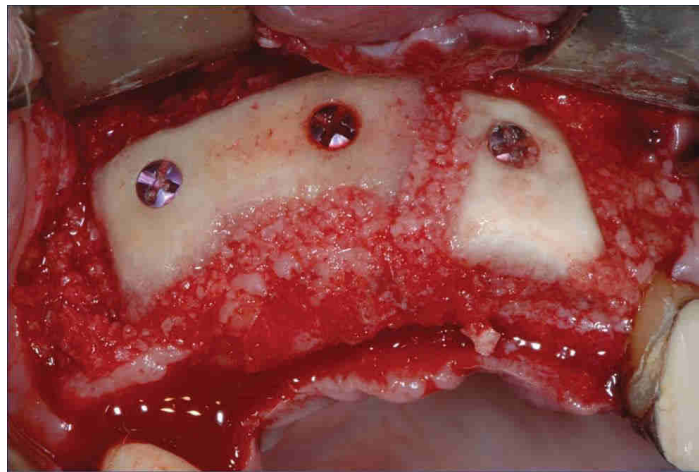


Figure 20 : site opératoire maxillaire après mise en place de deux greffons allogéniques en bloc de BIOBank® via 3 vis d'ostéosynthèse et de greffon particulaire pour combler les interstices entre l'os du patient et les greffons en bloc.

Photo du Dr Michel Jabbour. (59)

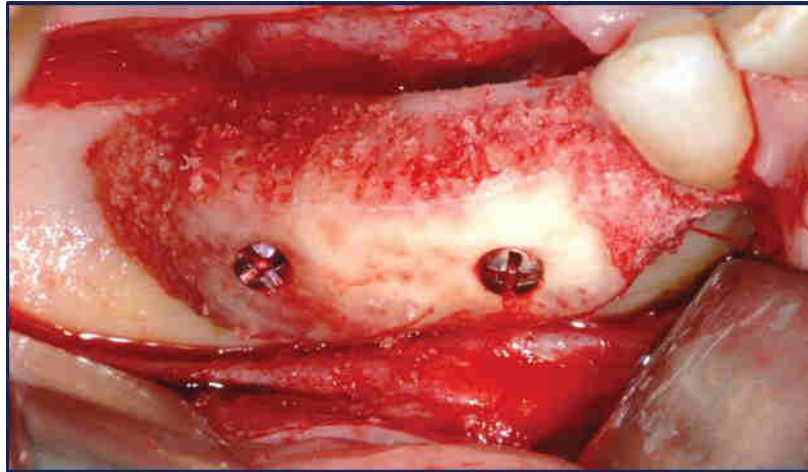


Figure 21 : site opératoire mandibulaire après mise en place de un greffon allogénique en bloc de BIOBank® via 2 vis d'ostéosynthèse et de greffon particulaire pour combler les interstices entre l'os du patient et les greffons en bloc.
Photo du Dr Michel Jabbour. (59)

Selon les publications, certains auteurs préconisent à cette étape de mettre en place une membrane résorbable afin de protéger le site greffé de tout risque d'exposition dans la cavité buccale par réouverture des berges.

Des sutures sans tension des tissus sont ensuite réalisées avec des sutures de sustentions du lambeau, ainsi que des points de fermeture bord à bord, assurant un recouvrement complet du site opératoire.

Les vis d'ostéosynthèses sont retirées le jour de la mise en place des implants. (61)
 (Figures 22, 23 et 24)

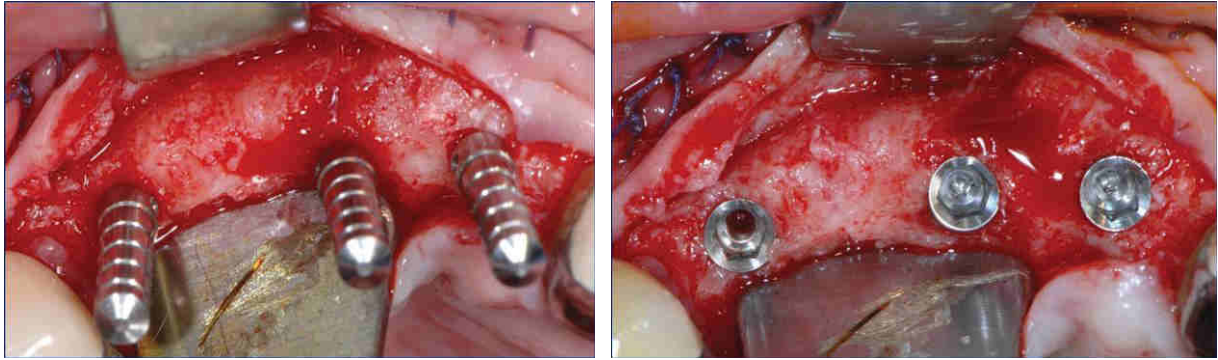


Figure 22 : chirurgie implantaire au maxillaire après cicatrisation d'une greffe osseuse par bloc d'apposition allogénique.

On peut observer la qualité visuelle des tissus osseux obtenus après greffe osseuse allogénique, par l'absence de différenciation possible entre l'os du patient et le greffon mis en place précédemment, ainsi que par la présence d'une vascularisation du greffon osseux. Mise en place de trois implants. Photos du Dr Michel Jabbour (59)

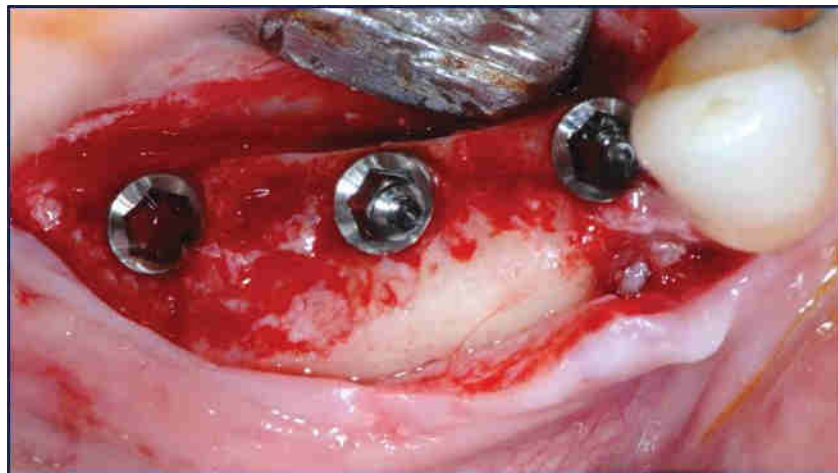


Figure 23 : chirurgie implantaire à la mandibule après cicatrisation d'une greffe osseuse par bloc d'apposition allogénique.

On peut observer la qualité visuelle des tissus osseux obtenus après greffe osseuse allogénique, par l'absence de différenciation possible entre l'os du patient et le greffon mis en place précédemment, ainsi que par la présence d'une vascularisation du greffon osseux. Mise en place de trois implants. Photos du Dr Michel Jabbour (59)



Figure 24 : photos post-opératoires de la situation intra-buccale après greffe osseuse par bloc d'apposition allogénique.

La première photo permet d'observer les tissus mous entourants les implants. La deuxième photo nous montre le résultat après mise en place des couronnes sur implants. Photos du Dr Michel Jabbour (59)

4.1.1.1.2 Les greffes par bloc 3D

La différence entre les blocs 3D et les blocs standardisés n'est pas ou peu marquée au niveau des étapes chirurgicales. Elle se retrouve dans les étapes pré-chirurgicales. En effet, toutes les étapes de conception et préparation des blocs 3D sont basées sur l'utilisation de données tomodensitométriques. (Figure 25) (36)

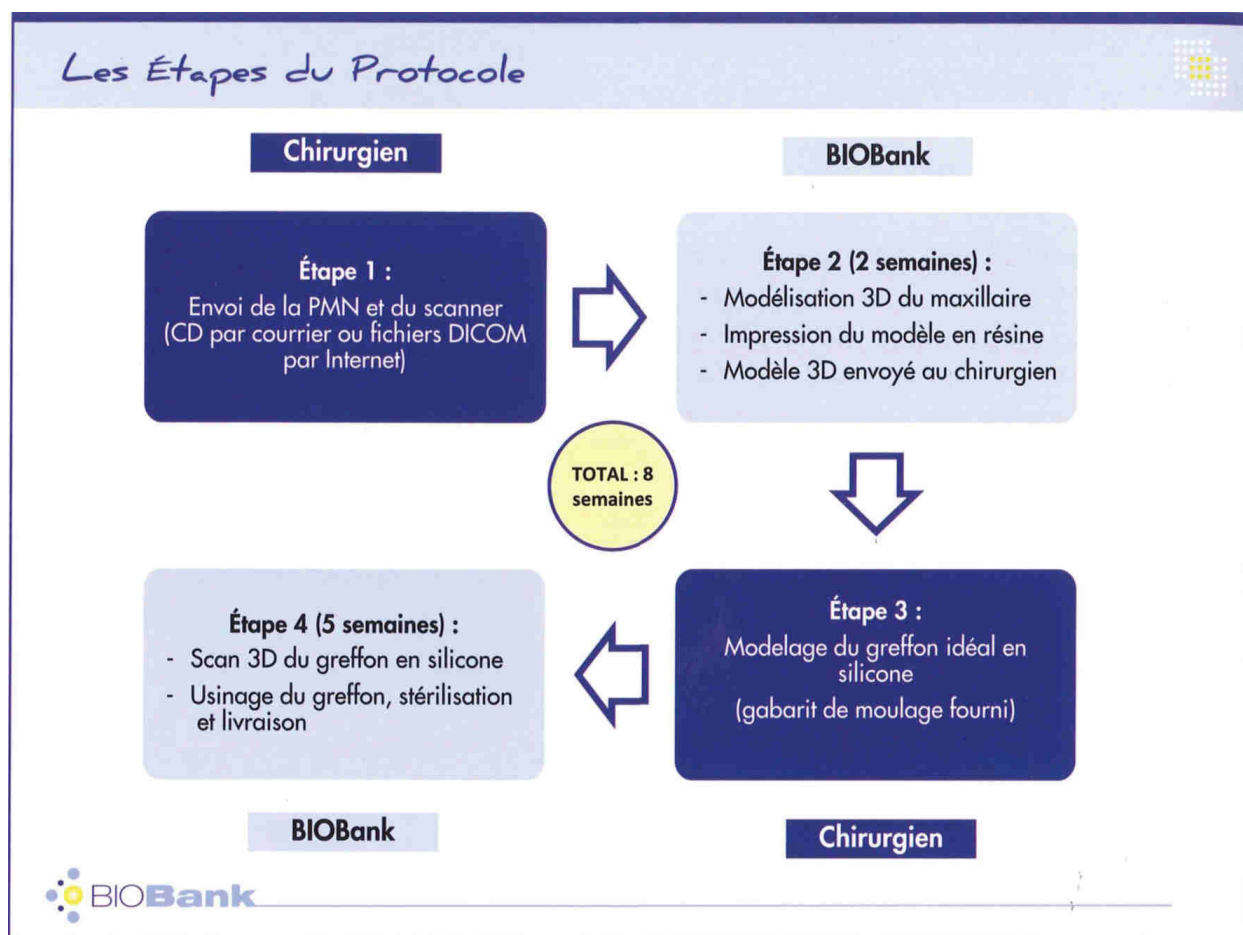


Figure 25 : Résumé du protocole de réalisation d'un bloc 3D par BIOBank®.

Schéma récapitulatif des différentes étapes de conception et réalisation d'un greffon sur mesure par BIOBank®. La première étape est une étape de traitement des données d'acquisition. La seconde permet l'obtention d'un modèle stéréolithographique. La troisième et la quatrième correspondent à la conception du futur greffon de la première esquisse jusqu'à la validation du projet. La sixième correspond à la fabrication du greffon. (62)

L'examen initial du patient comprend un examen clinique et une radiographie panoramique. Cet examen est ensuite complété par un examen radiologique tomodensiométrique de type CBCT ou TDM, afin d'évaluer la perte osseuse dans les trois plans de l'espace et de planifier le positionnement implantaire.

Les données d'acquisition (DICOM) sont transmises à l'une des banques d'os allogénique équipées pour ce genre de technique. Actuellement, seules BioBank® (Global D®) et Maxgraft® (Straumann®) le sont. Aux données d'acquisition sont associées une prescription médicale, qui fixe la nature du greffon (spongieux ou cortico-spongieux, le nombre de greffons qui est fonction des dimensions maximales possibles (pour BIOBank®, un greffon cortico-spongieux mesure maximum 22x15x9mm, un greffon spongieux mesure maximum 32x15x9mm), renseigne sur le site receveur et indique une demande de modélisation et conception 3D.

Les coupes radiologiques sont transformées en un modèle tridimensionnel virtuel, par segmentation des données DICOM, décrivant l'os et les dents du patient.

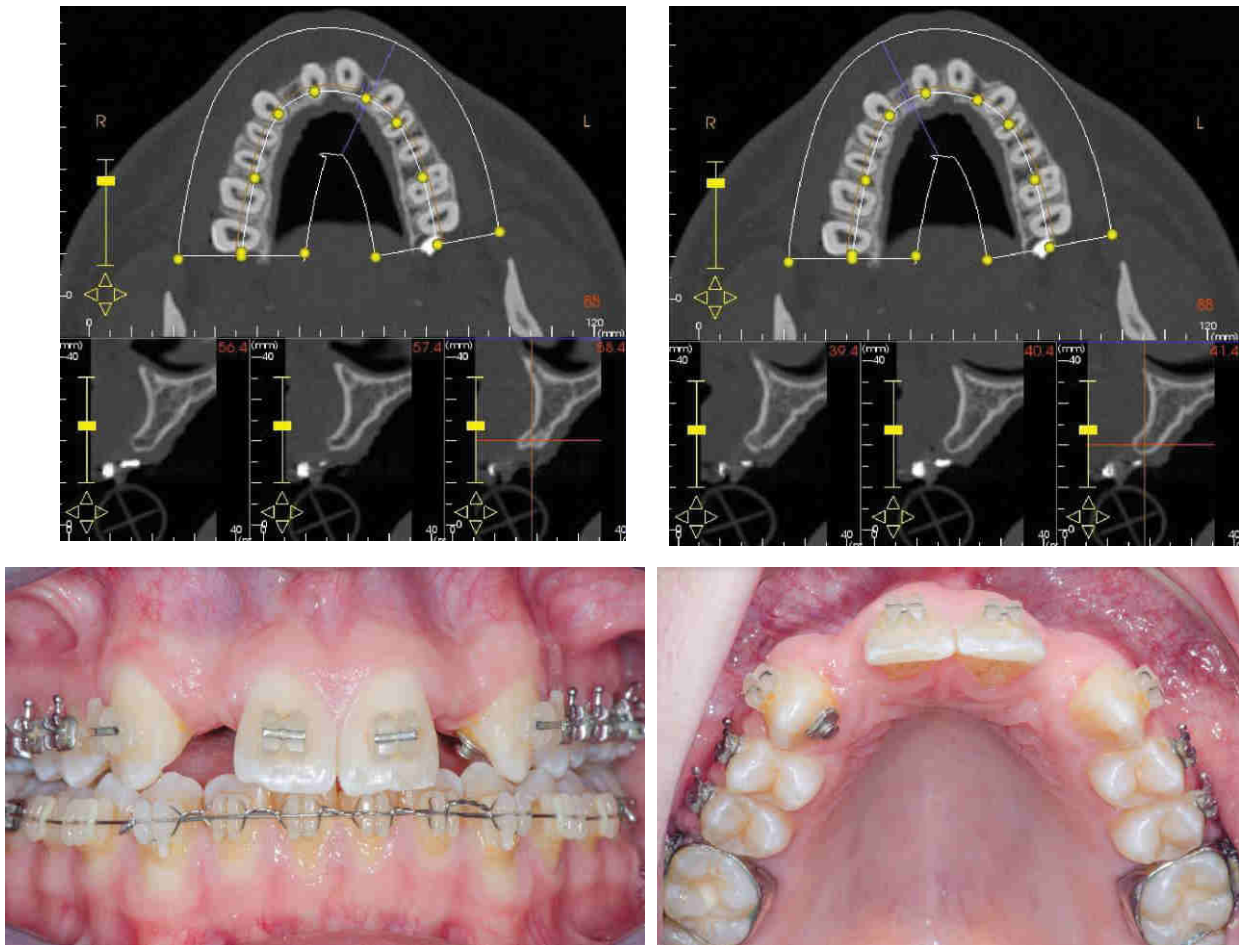


Figure 26 : image du CBCT et photos intra-buccales d'un patient de 20ans atteint d'une agénésie des deux incisives latérales maxillaires. Mesure du volume osseux en vestibulo-palatin et en hauteur, en vue de la réalisation de deux blocs usinés en 3D.

(117)

L'étape suivante consiste en la conception du greffon souhaité.

Une première technique a été utilisée, elle consistait à dessiner le futur greffon sur un schéma papier détaillé établi à partir de la segmentation des données d'imagerie. Ce schéma réalisé par la banque d'os était transmis au praticien prescripteur. Ce dernier avait pour rôle de dessiner les contours du greffon souhaité et de retourner la planche à la banque. Ainsi la banque pouvait réaliser la conception assistée par ordinateur à partir des informations fournies. Le projet était envoyé au praticien pour obtenir sa validation avant sa réalisation. Cette technique observait souvent des sur- ou sous-dimension du greffon. Elle a donc été modifiée au profit d'une nouvelle technique établie courant 2016.

Définition du besoin - greffon osseux sur mesure

Coordonnées du cabinet :

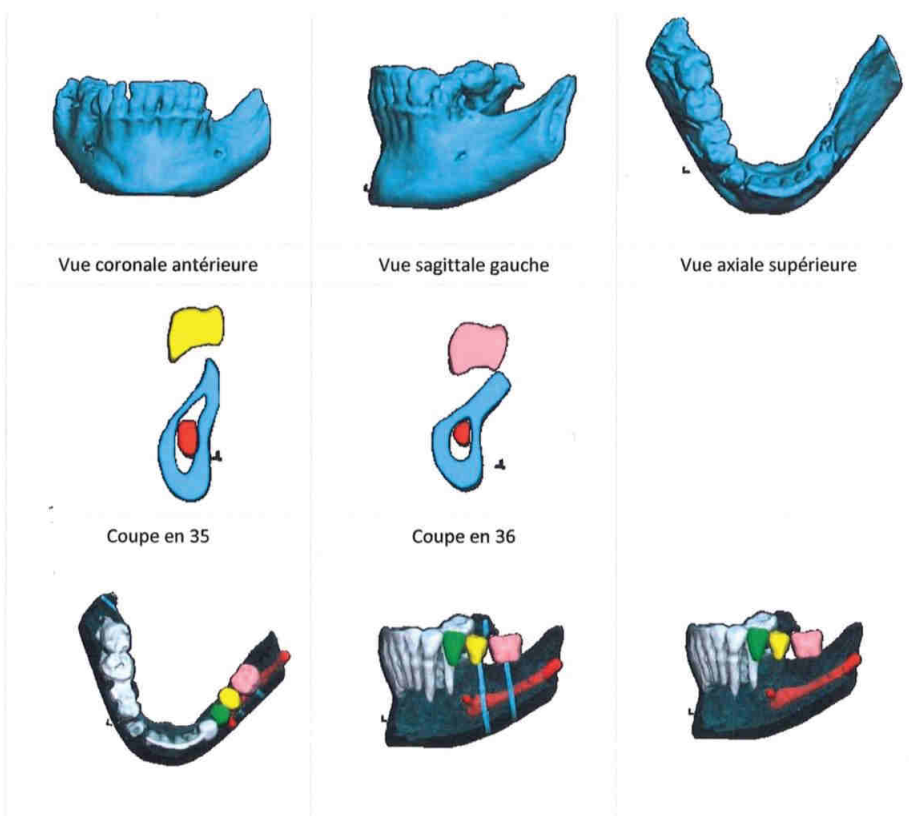
Nom :	Dr Xxxx YYYYYY
Adresse 1 :	Cabinet dentaire
Adresse 2 :	0 rue adresse
Code postal :	00000 Ville : VILLE
E-mail :	xxxxx.YYYYY@gmail.com

Coordonnées du patient :

Nom :	XXXXXXX Yyyy
Sexe (M/F) :	X
Né(e) le :	00/00/0000
Prescription reçue le :	00/00/0000
Intervention le :	00/00/0000

Caractéristiques du greffon sur mesure :

Nombre de greffons cortico-spongieux : 1 Dimensions (L*h*e) : 18*11*6 mm
Nombre de greffons spongieux : 0 Localisation : 35-36



Merci de dessiner les contours du greffon souhaité sur chaque vue ci-dessus et de nous retourner ce document scanné par mail à : rbardonnet@biobank.fr

10 mm



Figure 27 : Définition du besoin pour un greffon osseux sur mesure pour BIOBank®.

(63)

Modélisation du modèle 3D de l'arcade dentaire nécessitant une greffe osseuse transmise au praticien prescripteur pour le dessin et la description du greffon souhaité.

Cette dernière consiste à réaliser un modèle par impression 3D de l'arcade dentaire du patient et ainsi du défaut, issu de l'examen radiologique 3D. Le modèle stéréolithographique est envoyé au chirurgien. Ce dernier comble le défaut osseux à l'aide d'un silicone pour modeler le futur greffon. Cette pièce en silicone est alors renvoyée avec le modèle stéréolithographique à la banque osseuse pour pouvoir être scanné.

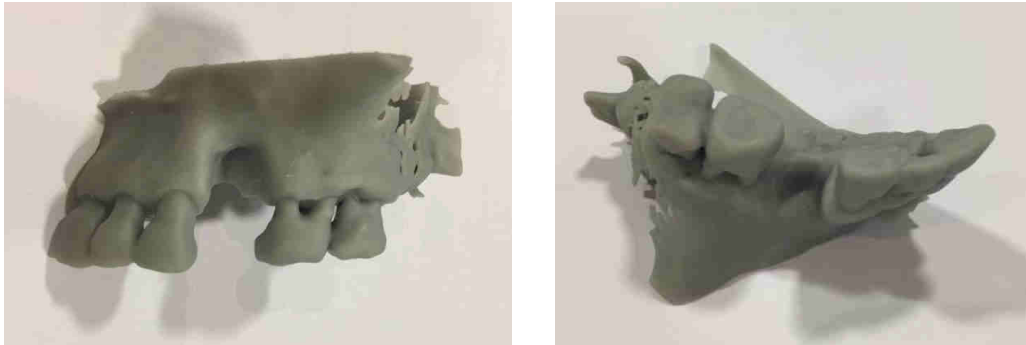


Figure 28 : Modèle stéréolithographique de BIOBank® pour la conception d'un greffon osseux sur-mesure. (64)

Le défaut osseux sur le modèle est comblé à l'aide d'un silicone et façonné pour obtenir les dimensions et la forme souhaité du futur greffon. Photos du Dr Philippe Levy.

La tête fémorale, traitée, peut alors être fraisée dans une usineuse 3D à partir de ce modèle en silicone qui aura été scanné. La pièce obtenue sera donc parfaitement adapté au défaut osseux du patient. On notera que le trou des vis d'ostéosynthèse peut être prévu par avance pour être réalisé dans le même temps que la découpe 3D.

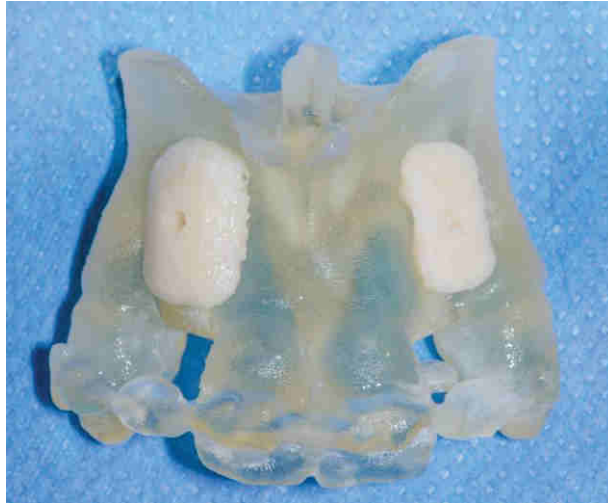


Figure 29 : Modèle stéréolithographique pour la conception d'un greffon osseux sur-mesure. (117)

Le défaut osseux sur le modèle est comblé par le greffon osseux réalisé. Photo du Dr Philippe Jaby.

Les greffes par bloc 3D peuvent se dérouler de deux manières :

- Une similaire à celle des blocs classiques à la seule différence que le bloc n'a pas besoin d'être adapté au site opératoire car grâce à la découpe 3D il est déjà adapté au défaut osseux.
- Une autre qui consiste à une tunnelisation du site opératoire. En effet, une seule incision verticale est réalisée. La muqueuse et le périoste sont décollés via cette incision unique. Pour obtenir plus de laxité du lambeau, une incision périostée est réalisée. Ce qui permet d'éviter les incisions de décharge, et surtout qui limite le risque d'exposition du site opératoire laissant apparaître le greffon dans la cavité buccal par réouverture des berges, ce qui peut entraîner une infection du greffon donc une résorption osseuse, voir une perte totale du greffon, et selon le volume visible en bouche, un échec chirurgical complet.

Pour la technique par tunnelisation, l'incision verticale est réalisée au niveau du collet d'une dent adjacente à l'édentement, en mésial ou en distal de celle-ci. Elle est parfois associée à une incision sulculaire sur cette même dent, afin de donner une visibilité plus importante et une laxité suffisante aux tissus mous.

Si l'édentement nécessite la mise en place de deux greffons, l'incision verticale est alors située à mi-chemin des deux sites d'édentement. (65) (66)

Un décolleur est ensuite introduit par l'incision sous la muqueuse, pour décoller les tissus dans un plan sous périoste. Le décollement doit être suffisamment étendu autour de la zone à greffer pour éviter tout refoulement du greffon vis-à-vis de sa bonne position.

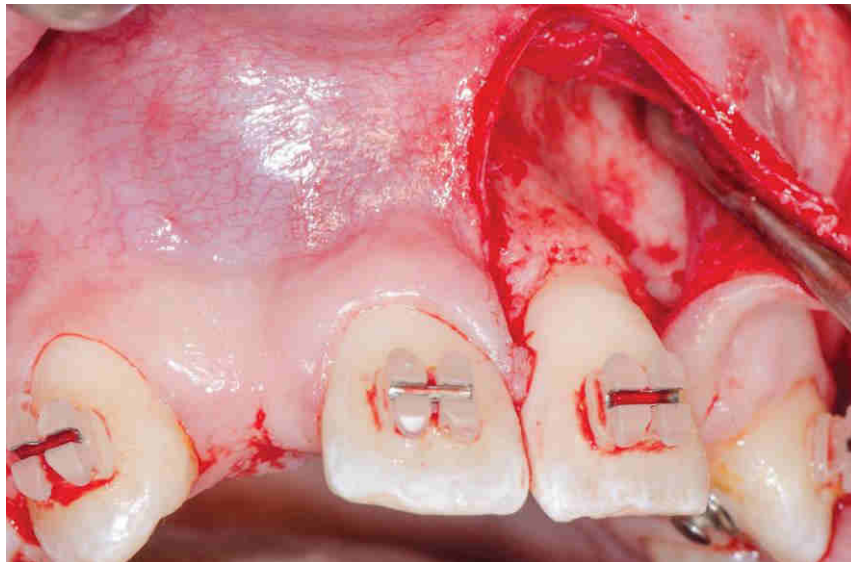


Figure 30 : Photos du Dr Philippe Jaby après réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur pour la réalisation d'une greffe par tunnelisation sur 22. (117)

Le greffon personnalisé est alors introduit et positionné sur le défaut osseux. Son bon positionnement est vérifié tactilement par sa stabilité, et visuellement en comparant sa position à celle sur le modèle. Le greffon est alors maintenu fermement dans sa position puis fixé par une ou deux vis d'ostéosynthèse.

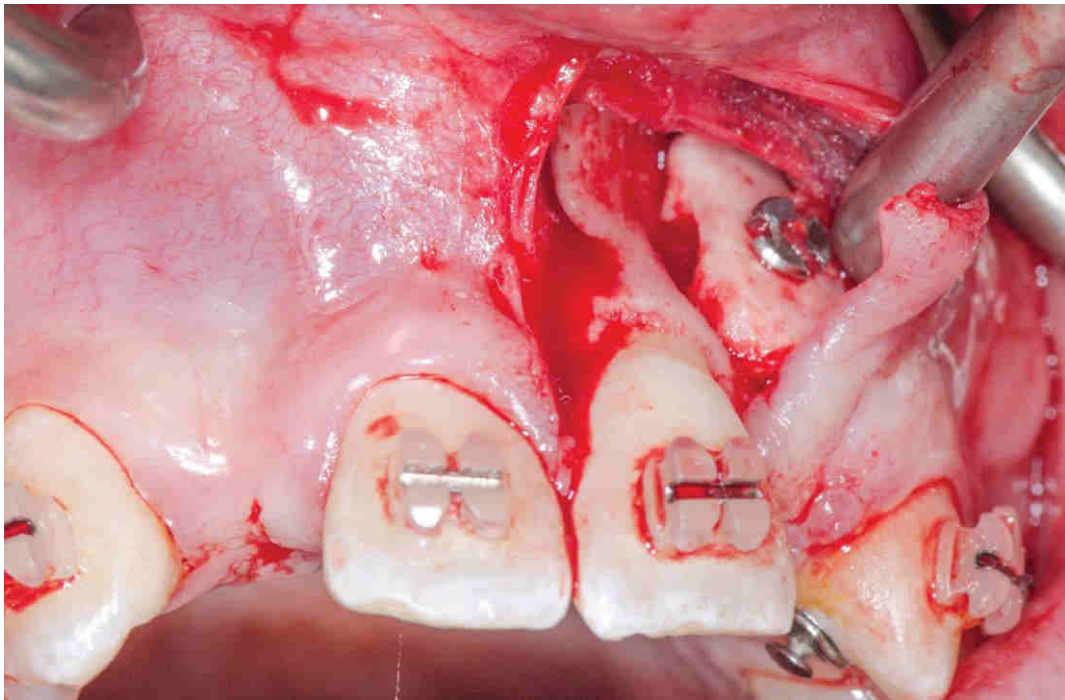


Figure 31 : Photos du Dr Philippe Jaby après mise en place du greffon sur mesure en place de 22 et sa fixation à l'aide d'une vis d'ostéosynthèse. (117)
 La même chose est réalisée en place de 12.

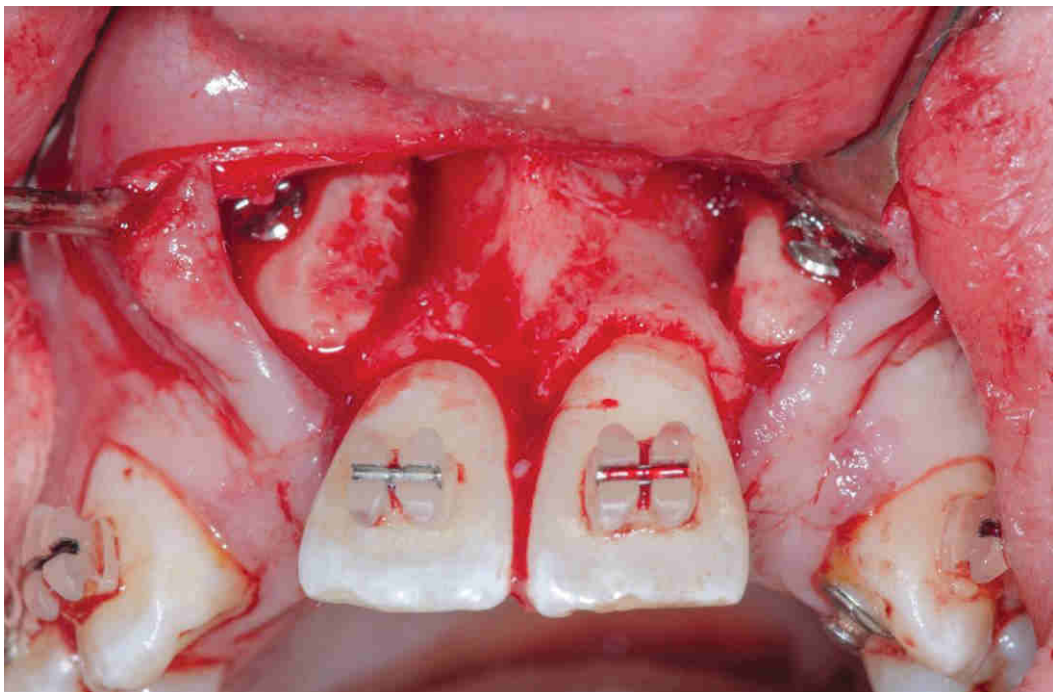


Figure 32 : Photos du Dr Philippe Jaby après mise en place du greffon sur mesure en place de 22 et de 12. Photo avant fermeture du site opératoire. (117)

Le lambeau est alors refermé berge à berge, sans tension. (67) (68) (69)

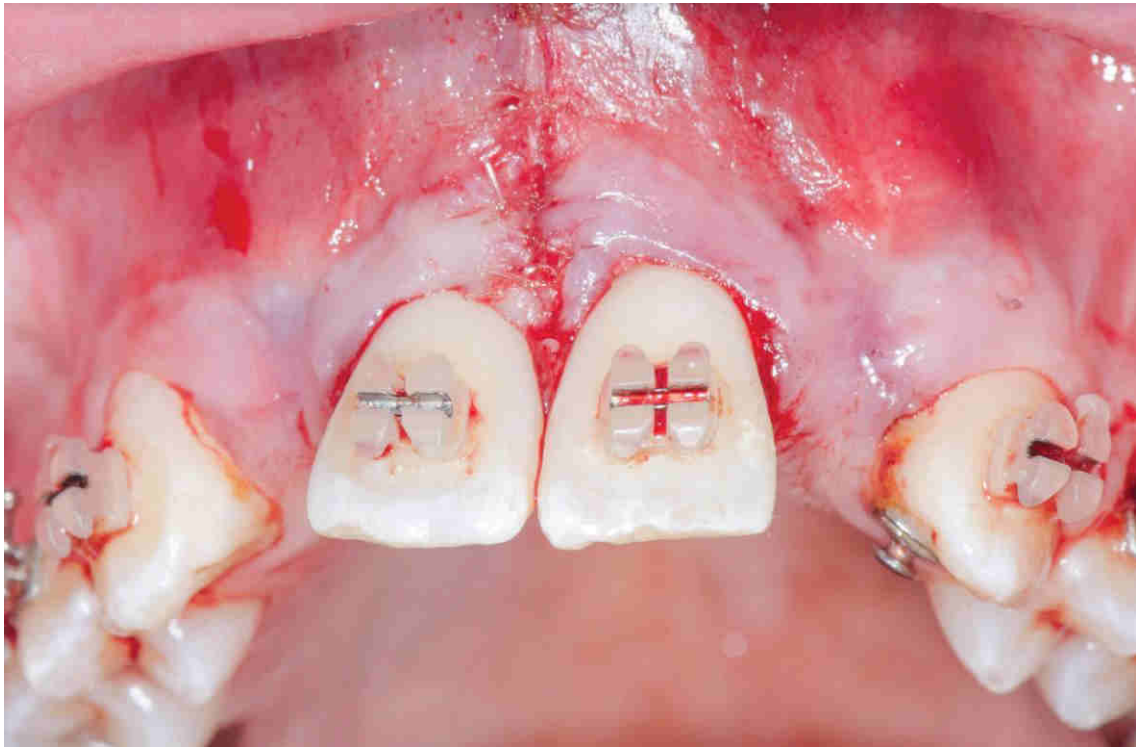


Figure 33 : Photos du Dr Philippe Jaby après fermeture du site opératoire à l'aide de sutures fermées hermétiquement. (117)

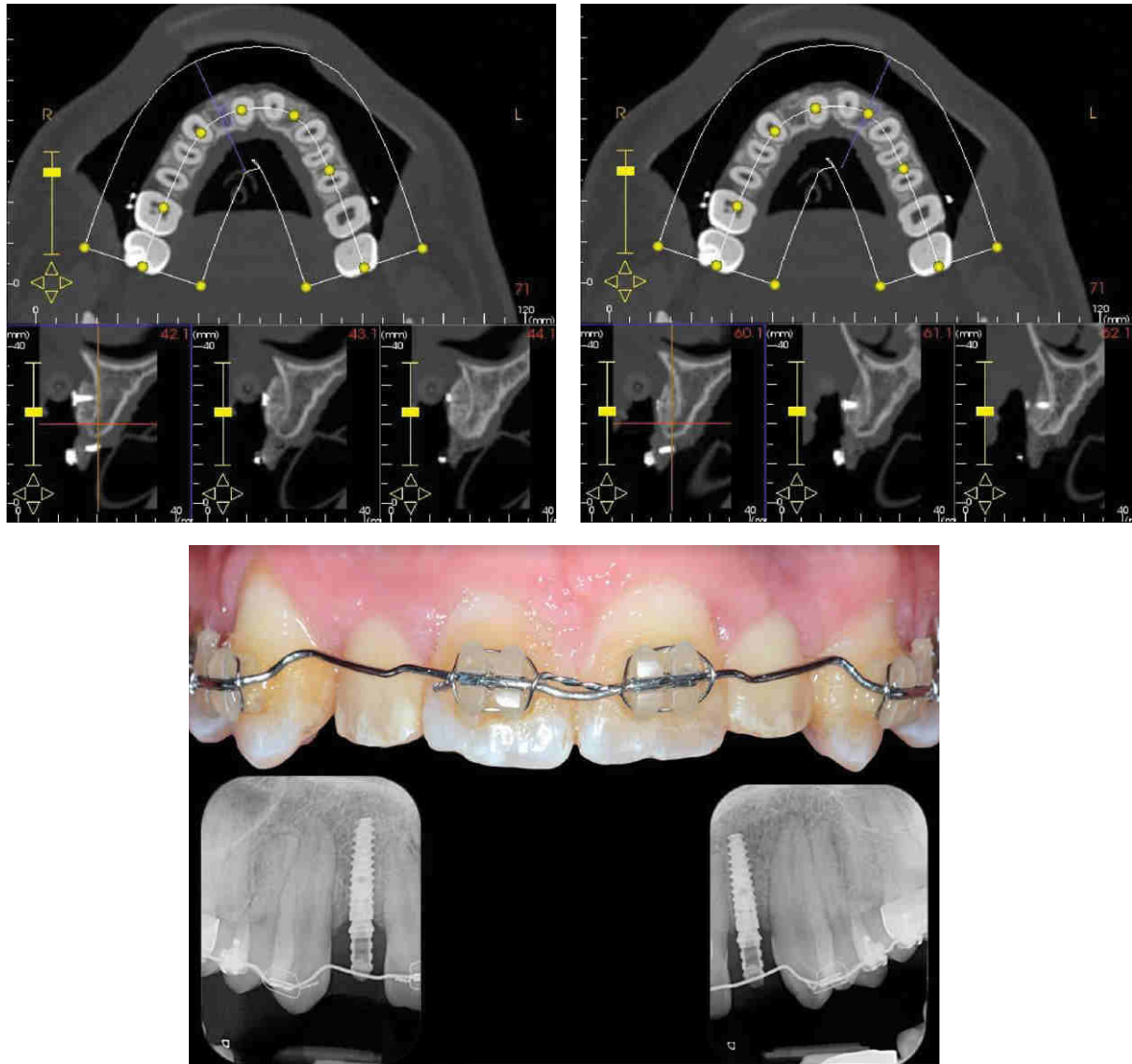


Figure 34 : image du CBCT pour la planification implantaire et photos à 5mois post-opératoires du Dr Philippe Jaby. Chirurgie implantaire avec mise en esthétique immédiate. La photo des couronnes provisoires a été prise à 3 semaines post-opératoires. (117)

Les avantages pour le chirurgien sont : (36)

- Meilleure planification de la greffe osseuse ;
- Gain de temps chirurgical ;
- Un seul site opératoire ;
- Amélioration de la congruence greffon et site receveur ;
- Facilité d'ostéosynthèse et meilleure stabilité du greffon ;
- Optimisation de l'ostéoconduction.

Les avantages pour le patient sont : (36)

- Diminution du temps d'ouverture du site de greffe ;
- Diminution des suites opératoires ;
- Amélioration du résultat clinique et esthétique.

4.1.1.1.3 Les anneaux osseux

Leurs commercialisation est récente, Straumann® étant pour le moment le seul revendeur de ce type de produit.

La technique Maxgraft Bonering® est un anneau préfabriqué d'os allogénique inséré par l'intermédiaire d'un foret hélicoïdal dans le défaut osseux à combler, après réhydratation de l'anneau. Dans le même temps chirurgical, un implant est introduit dans l'anneau, permettant ainsi la fixation du greffon au site opératoire.

L'ostéointégration entre le greffon et l'implant dentaire se fait à travers la régénération de l'os vital adjacent. (35)



Figure 35 : représentation commerciale des anneaux osseux Maxgraft®. (35)

L'avantage de cette technique est l'augmentation osseuse et l'implantation en une seule et même séance. Ainsi la durée de traitement est réduite de plusieurs mois.

L'indication principale de cette technique est l'augmentation osseuse verticale, mais elle peut être associée à une augmentation horizontale de petite ampleur. Les défauts unitaires mais aussi les sinus lift. (35)

Avec dans tous les cas une mise en place implantaire dans le même temps chirurgical. En effet, les anneaux sont calibrés au diamètre implantaire des implants Straumann® au niveau du diamètre interne. Et c'est la pose de l'implant qui permet la stabilisation du greffon sur le site opératoire.

L'entreprise Straumann réalise actuellement des tests de protocoles opératoires, il ne nous a donc pas été permis d'obtenir de photos ni plus de précisions techniques.

4.1.1.2 Les ostéotomies

4.1.1.2.1. Les techniques d'expansion alvéolaire ou Bone Splitting

L'expansion osseuse a été développée dans les années 70. Elle peut être obtenue par différents moyens. Certaines expansions sont réalisées à l'aide d'ostéotomes pour obtenir une condensation osseuse.

La technique trouve son indication face à des crêtes trop fines avec une hauteur suffisante.

Le protocole chirurgical (figure 36) consiste à réaliser un lambeau de pleine épaisseur permettant de visualiser la zone opératoire. Des traits de corticotomies sont réalisés pour permettre une séparation des corticales osseuses vestibulaires et linguales (ou palatines) à l'aide d'un ostéotome plat. Une fois la largeur souhaitée obtenue il y a deux écoles. Celle des chirurgies en deux temps avec cette étape d'expansion maxillaire stabilisée via des vis d'ostéosynthèse, suivi d'un temps de cicatrisation osseuse avant la deuxième chirurgie de mise en place des implants dentaires. Et l'école de la chirurgie en un temps, dans laquelle les implants sont mis en place avant les matériaux de substitution osseuse, ce sont les implants qui permettent le maintien de l'espace créé par l'ostéotomie. (70) (71) (72) (73)

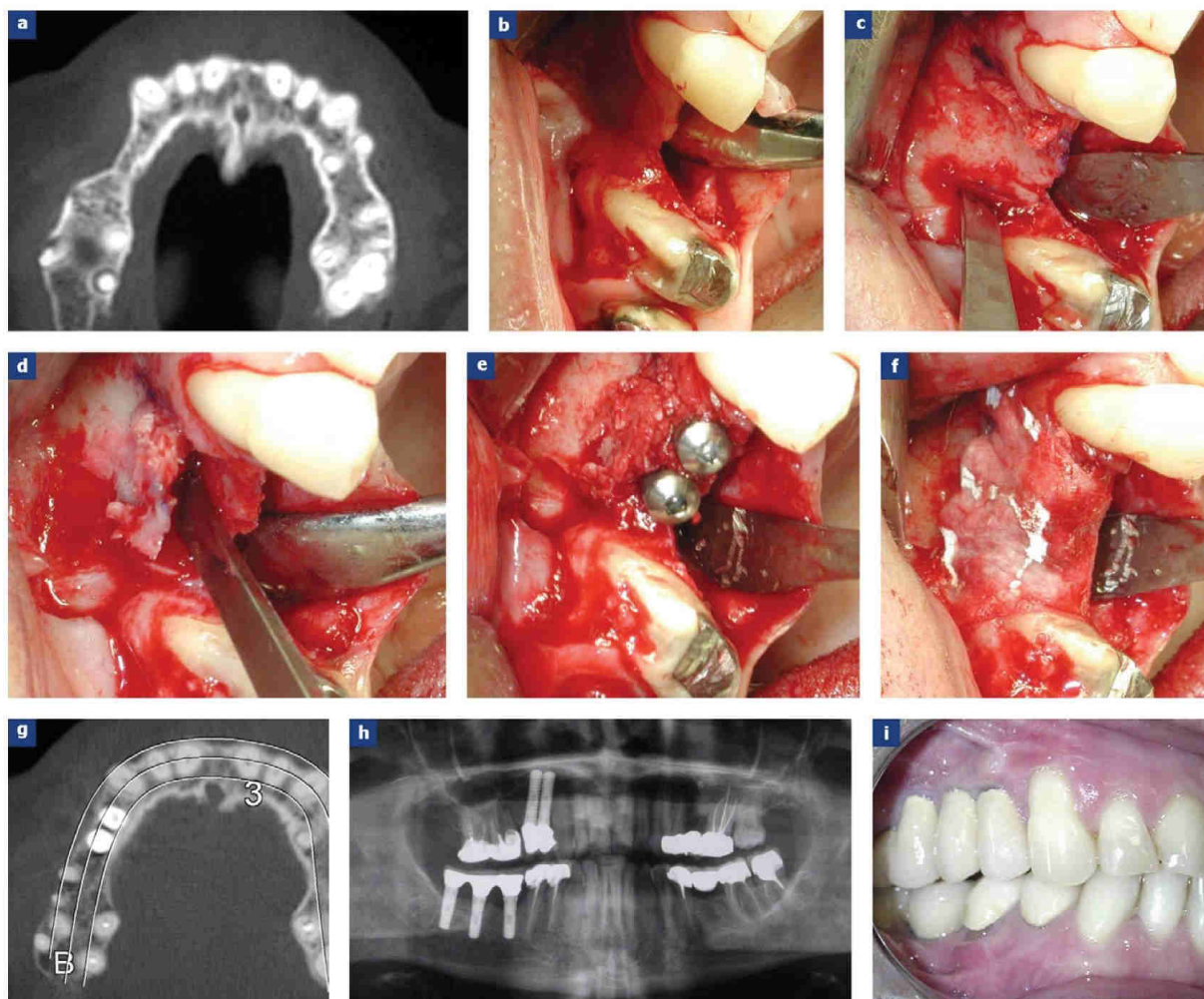


Figure 36 : photos opératoires d'une expansion alvéolaire en secteur 14-15 selon J. Lalo et Al. (70)

- a) Scanner pré-opératoire, coupe horizontale : déficit osseux transversal au détriment de la paroi externe.
- b) Exposition chirurgicale.
- c) Corticotomie verticale à l'ostéotome plat.
- d) Séparation des crêtes et expansion.
- e) Post immédiate de deux implants cylindriques et greffe osseuse cervicale.
- f) Mise en place d'une membrane de collagène.
- g) Scanner de contrôle.
- h) Contrôle panoramique à deux ans post-opératoires.
- i) Résultat prothétique.

Dans tous les cas, cette technique chirurgicale peut être associée à l'utilisation de poudre osseuse allogénique permettant de combler l'espace créé entre les deux corticales osseuses.

4.1.1.2.2. Les ostéotomies pré-implantaires

Les ostéotomies consistent à sectionner un segment osseux bicortical à l'aide d'un piézotome ou d'une fraise à os, qui sera maintenu vascularisé par ses attaches muqueuses et déplacé en ouvrant l'espace entre lui et l'os basal. Il est ensuite stabilisé dans sa position finale par des vis d'ostéosynthèse. L'espace créé est alors comblé à l'aide d'un substitut osseux. (78) (73)

Il existe différents types d'ostéotomies (translation de crête, expansion de crête, ...). Le but de ce travail n'est pas de décrire ces techniques, simplement de comprendre au sein du protocole chirurgical la place de l'allogreffe osseuse.

Ainsi, toutes ces techniques chirurgicales ont pu être utilisées en association avec des greffons allogéniques. En effet, les techniques restent les mêmes mais le comblement de l'espace créé entre le fragment coronaire et l'os mandibulaire se fait à l'aide de poudre d'os allogénique ou bien à l'aide d'un bloc d'os spongieux allogénique. Ainsi, aucun prélèvement osseux n'est réalisé sur un second site opératoire.

4.1.1.3 La régénération osseuse guidée

Le concept de régénération osseuse guidée associée à des substituts osseux (ROG) trouve son origine dans les premières utilisations de xéno greffes.

La chirurgie se réalise à l'aide de poudre osseuse allogénique de diamètre plus ou moins important. Elle peut être associée ou non à l'utilisation d'une membrane souple ou rigide, résorbable ou non, permettant de séparer les particules osseuses des tissus mous.

Au départ, ce type de technique se réalisait uniquement sur des zones d'édentement unitaire. Mais au fil du temps et de l'évolution des techniques elle peut à présent s'utiliser sur des édentements de grande étendue voir des édentements complets.

Le protocole chirurgical consiste à réaliser tout d'abord une incision vestibulaire, d'épaisseur totale d'une largeur de minimum 1 dent, mais variable selon la taille du défaut osseux à combler. Suivi d'un nettoyage de l'os cortical avec une fraise boule, le but étant de supprimer toutes les fibres résiduelles du périoste.

Ensuite, la corticale est perforée. Les tissus mous sont libérés pour permettre une couverture totale et sans tension du site. Le substitut osseux est mis en place, il peut être surmonté d'une membrane qui sera fixée ou non. Le site est alors refermé à l'aide de sutures.

Lors du second temps chirurgical, correspondant à la mise en place des implants, il est mis en évidence un os cortical dur, avec des perforations de vaisseaux du périoste. Les particules mise en place ne doivent plus être différentiables. (74) (75)

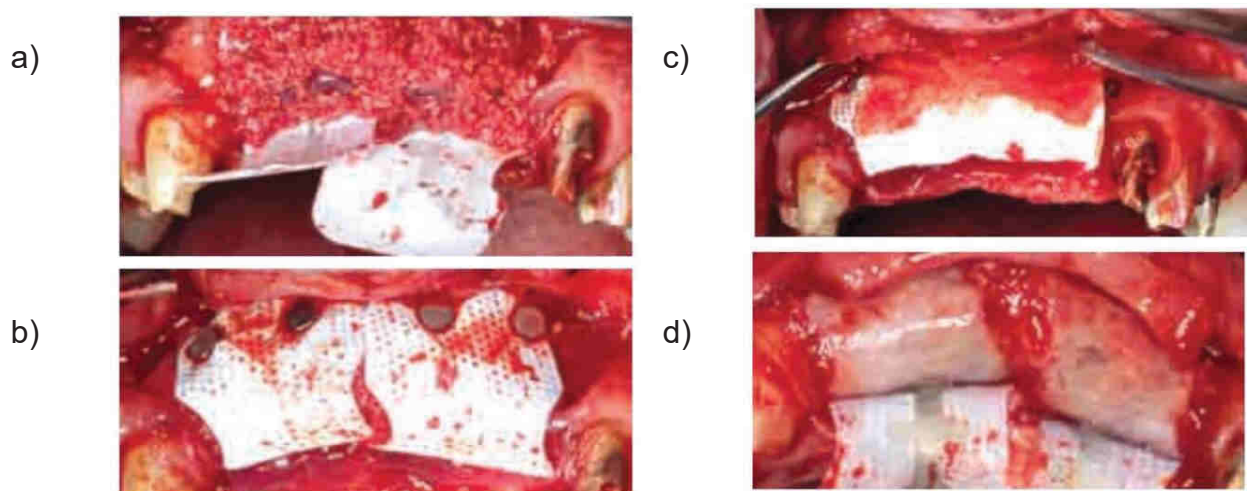


Figure 37 : photos opératoires d'une régénération osseuse guidée selon C. Leconte. (74)

- a) Comblement péri-implantaire avec du BioBank®.
- b) Mise en place de 2 cytoplast dPTFE renforcées.
- c) Sur-couverture en Biogide (membrane de collagène).
- d) Réouverture à 6 mois, l'os a recouvert les implants, meilleure formation osseuse sous le dPTFE, légère résorption sous la membrane de collagène et fibrose superficielle.

4.1.1.4 Les soulevés de sinus

Les techniques chirurgicales des soulevés de sinus ou sinus lift a été de nombreuses fois décrites dans la littérature. Elle varie selon les auteurs entre autre par le type de biomatériaux utilisés pour le comblement, et par l'abord du sinus qui peut être crestal ou latéral.

La technique chirurgicale par volet latéral se résume en une première étape de décollement d'un lambeau d'accès sinusien. Suivie par la réalisation d'une fenêtre osseuse à l'aide d'une fraise en carbure de tungstène ou bien d'un piézotome.

Une fois cette fenêtre osseuse levée, on réalise un décollement doux de la muqueuse sinusienne à l'aide de curettes manuelles ou montées sur piézotome. Le décollement doit être le plus délicat possible pour éviter toute perforation de la membrane de Schneider. On réalise ensuite le comblement de l'espace sous-membranaire avant de refermer le site opératoire à l'aide de sutures. (76)

La technique ci-dessus peut être complétée par une mise en place d'implant durant le même temps chirurgical. Le choix de mise en place simultanée des implants dépend de la hauteur osseuse résiduelle car l'os présent doit pouvoir permettre une stabilité primaire des implants (2mm peuvent suffire pour une mise en place simultanée d'un implant si la dextérité du praticien est aidée par un design adapté d'après le Dr Carole Leconte (76), la hauteur minimum généralement indiquée par d'autres auteurs est de 5mm), si le défaut vertical et/ou horizontal ne nécessite pas une pose différée. Une fois ce choix défini, il reste encore le choix de la mise en place de l'implant avant la mise en place du biomatériau. Il dépend de l'espace disponible, si le bas fond sinusien est large, une quantité modérée de biomatériau est préalablement mise en place. Dans la majorité des cas décrit, les implants sont mis en place avant les matériaux de comblement. Ce qui permet de mieux contrôler la protection de la membrane de Schneider et d'économiser en quantité de matériaux utilisé. (76)

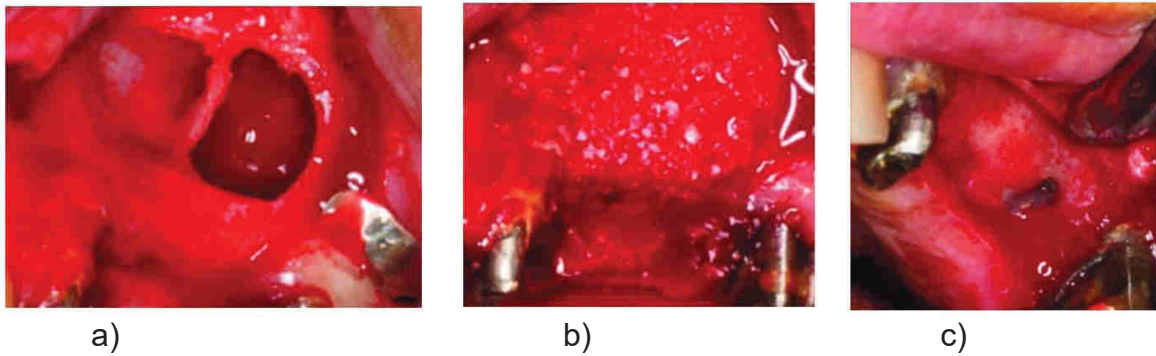


Figure 38 : photos opératoires d'un soulevé de sinus par abord latéral selon C. Leconte. (76)

- a) Fenêtre obtenue par fraisage, type peeling, ne conservant pas la paroi osseuse. Mise en évidence d'une cloison de Refend. Base ce de perforation et bon saignement du site.
- b) Aspect des particules de BioBank®, mélangées au sang, en comblement du sinus, mais également en vestibulaire. Le biomatériau recouvre à ras les vis de couvertures (Nobel Biocare® en Titane pur).
- c) Deuxième temps chirurgical, 8 mois après la greffe et mise en place immédiate d'implants simultanée. La vis de l'implant 25 est totalement sous l'os néoformé. Au niveau de la vis de 26, nous notons l'ostéo-intégration : il est impossible de différencier la néo-corticale de l'os résiduel.

La technique chirurgicale par abord crestal consiste en l'utilisation d'ostéotomies de diamètres croissants. Les auteurs s'accordent pour éviter l'utilisation de substituts osseux. Ainsi, dans ce protocole opératoire l'utilisation de l'allogreffe osseuse est simplement anecdotique. (77)

4.1.2 En parodontologie

L'utilisation de greffe osseuse en parodontologie date des travaux de Hegedus en 1923. Il réalisa une étude en utilisant de l'os autogénique provenant du tibia des patients. Durant les années qui suivirent, les études se sont plutôt orientées vers l'utilisation de substituts osseux xénogéniques. (79)

Les lésions parodontales infra-osseuses présentées précédemment, les lésions inter-radiculaires, ainsi que les récessions gingivales sont les principales indications de chirurgie en parodontologie.

4.1.2.1 Les lésions infra-osseuses

La présence de défauts angulaires infra-osseux ou bien de lésions inter-radiculaires est un facteur pronostique local négatif, pouvant expliquer la persistance de poches supérieures à 5mm après la thérapeutique parodontale initiale. (80)

L'objectif du traitement chirurgical des lésions infra-osseux est la réduction de la profondeur de la poche, pour améliorer le pronostic de la dent concernée à long terme. Aucun résultat optimal, allant dans le sens de la conservation dentaire, n'est obtenu avec le débridement non chirurgical ou la chirurgie résectrice non conservatrice. Ainsi la régénération des tissus parodontaux apparaît comme le traitement idéal. (80)

La technique chirurgicale est simple. Elle consiste en la réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur pour l'accès à la poche parodontale de manière visuelle et mécanique, à l'aide des différents instruments de curetage. La surface radiculaire doit être surfacée afin d'être rendue biocompatible avec les tissus à son contact. Cela permet l'ostéointégration mais également limite les risques de sur-infection liés à la présence de bactéries au contact du greffon. (80)

Cette technique a souvent été complétée par l'utilisation de matériaux de comblement ou l'utilisation de membrane.. Le but étant de maintenir l'écart entre l'os et les tissus

mous, pour que le caillot sanguin formé puisse avoir suffisamment d'espace pour engendrer une régénération des tissus.

C'est là que trouve sa place l'os osseux allogéniques en poudre. En effet, au même titre que les autres substituts osseux il permet un comblement du défaut osseux après son nettoyage. Une régénération du système d'attache ne peut être obtenue qu'en empêchant la migration apicale de l'épithélium.

Son utilisation peut être associée à l'utilisation d'une membrane collagénique résorbable ou non, ou d'une membrane PRF. Mais l'utilisation des membranes reste controversée.

En effet, une étude de D. Jain et D. Deepa a évalué la différence de résultats cliniques pour le comblement d'une atteinte de furcation de Classe II avec une allogreffe osseuse, recouverte ou non d'une membrane collagénique résorbable. La réduction de la profondeur au sondage était significative dans les deux groupes, mais la différence entre les deux groupes n'était pas significative. Ainsi, il n'est pas possible d'établir que l'utilisation d'une membrane améliore les résultats cliniques d'un comblement osseux.

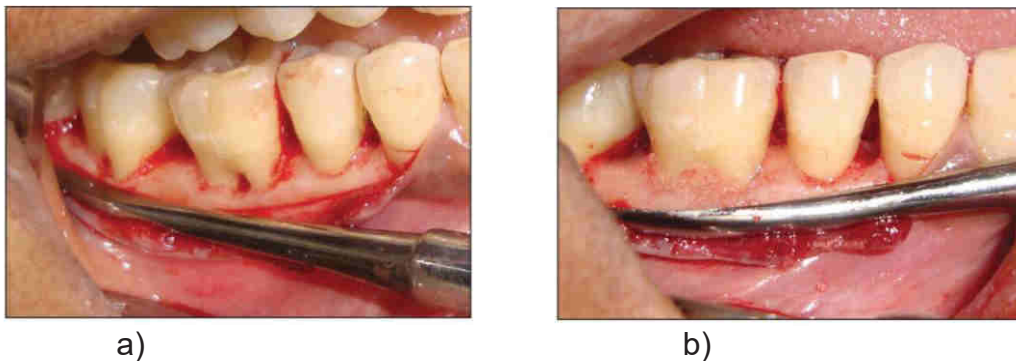


Figure 39 : photos opératoires d'un lambeau d'assainissement parodontal en vue du traitement d'une atteinte de furcation de Classe II selon D. Jain et D. Deepa. (96)

- a) Atteinte de furcation de Classe II sur 46 visible après réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur et débridement du site opératoire.
- b) Mise en place d'une allogreffe osseuse dans l'atteinte de furcation de Classe II.

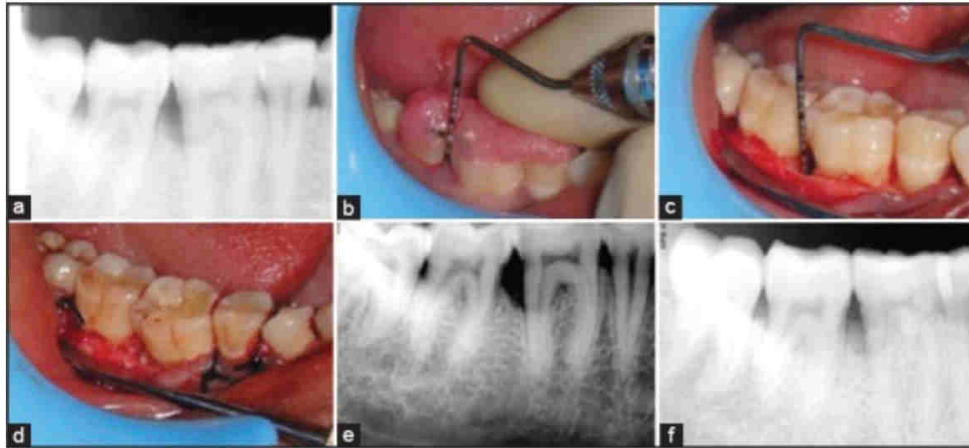


Figure 40 : photos opératoires d'un lambeau d'assainissement parodontal en vue du traitement d'une poche parodontale selon R. Gothi et Al. (97)

- a) Radiographie pré-opératoire.
- b) Niveau d'attache pré-opératoire.
- c) Profondeur du défaut osseux.
- d) Mise en place de l'allogreffe osseuse.
- e) Radiographie à 3 mois post-opératoire.
- f) Radiographie à 6 mois post-opératoire.

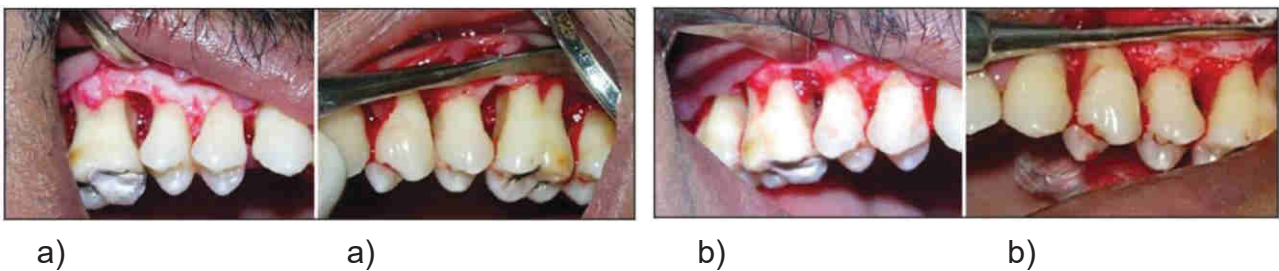


Figure 41 : photos opératoires d'un lambeau d'assainissement parodontal en vue du traitement d'une poche parodontale selon K. K. Katuri et Al. (112)

- a) Défauts infra-osseux.
- b) Mise en place de l'allogreffe osseuse.

4.1.2.2 Les récessions gingivales

Les récessions gingivales sont liées à un défaut à la fois osseux et gingival vertical laissant apparaître la racine d'une dent dans la cavité buccale.

Ce défaut est généralement traité à l'aide d'un lambeau déplacé de gencive ou bien d'une greffe de tissus mous. Cette greffe peut être uniquement conjonctive ou bien épithélio-conjonctive. Le but étant alors de traiter le défaut esthétique de la récession. Mais ce traitement ne permet pas de traiter le défaut osseux sous-jacent. Les tissus gingivaux ne se rétractent que lorsqu'ils ne sont plus soutenus par l'os, ou bien lors de traumatismes mécaniques. (81)

C'est pourquoi la technique chirurgicale établie par Gholami et Al. publiée en 2015 combine la chirurgie des tissus mous avec l'utilisation de substituts osseux, permettant ainsi une régénération osseuse au niveau du site, en complément du recouvrement radiculaire réalisé via les tissus mous. C'est en quelque sorte une régénération osseuse guidée qui est réalisée mais dans un but esthétique et non d'obtention de volume osseux.

La chirurgie se déroule donc en trois étapes (81) :

- La première étape consiste en la réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur muco-périosté. Et d'un débridement de la racine mise à nu. Il est important que le site opératoire soit propre de toute plaque bactérienne notable.
- La seconde étape consiste en la réalisation d'un prélèvement conjonctif palatin.
- La troisième étape consiste en la mise en place de l'os particulaire allogénique au niveau du défaut osseux, au contact de la racine dentaire mise à nu.
- La quatrième étape consiste en la mise en place des tissus mous par-dessus l'os allogénique pour qu'ils recouvrent le défaut osseux. Une fois les tissus en place, ils sont suturés aux tissus mous voisins sans tension.
- La cinquième étape consiste en le repositionnement et les sutures du lambeau de pleine épaisseur.

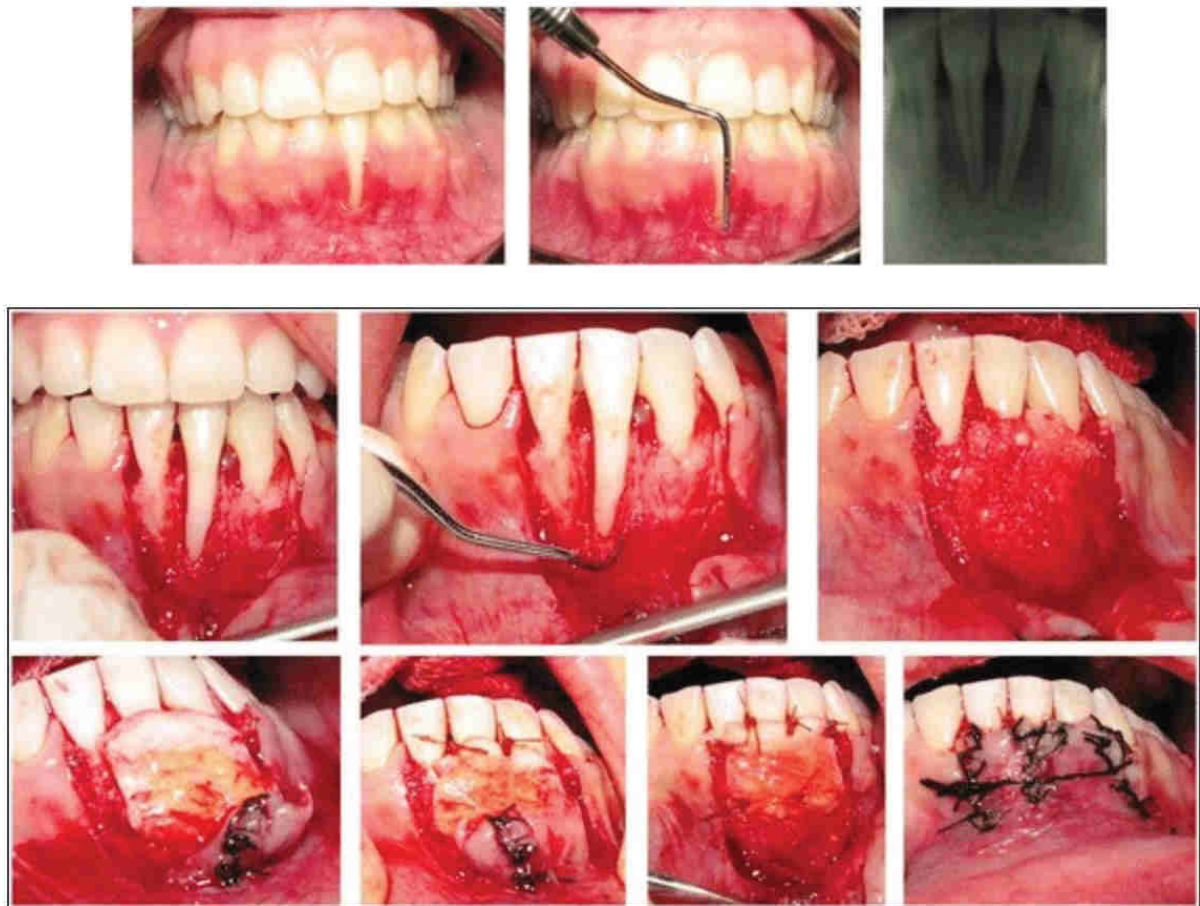


Figure 42 : Photos opératoires d'un traitement d'une récession parodontale par greffe de tissus mous associée à une greffe d'os allogénique particulaire selon G. A. Gholami. (81)

Récession de Classe II de Miller localisation sur 31. Préparation du site opératoire par débridement de la surface radiculaire. Mise en place du substitut osseux, mélangé avec du sang du patient, en recouvrant l'ensemble du défaut osseux. Mise en place de la greffe de tissu conjonctif. Fermeture du site opératoire à l'aide de sutures.

4.1.3 En chirurgie à visée ODF

De nouveaux mécanismes de traitement orthodontiques sont développés tous les jours. Le but des recherches étant de faciliter les traitements pour pouvoir Les raccourcir et repousser les limites de la chirurgie orthognatique. (82)

Mais des recherches se font également sur le traitement des fentes palatines, car ces malformations observent un défaut osseux gênant les mouvements orthodontiques. Il est donc primordial de traiter le défaut osseux pour pouvoir réaliser le traitement et obtenir un résultat le plus satisfaisant possible à la fois sur le plan occlusal mais également sur le plan esthétique. (90)

4.1.3.1 Les corticotomies

Les corticotomies reposent sur le phénomène d'accélération orthodontique ostéogénique parodontale. L'objectif est d'accélérer et de repousser les limites des traitements orthodontiques chez l'adulte et le jeune adulte en fin de croissance squelettique. (82) (83)

Principes biologiques :

- La corticotomie chirurgicale crée une ostéopénie post-traumatique déclenchant un processus de réparation tissulaire locale.
- Les dents vont se déplacer dans une région à densité osseuse réduite, ce qui augmente la vitesse des mouvements dentaires.
- L'accélération est limitée dans l'espace aux environs immédiats des incisions de l'os cortical.
- L'ostéopénie est passagère et devra être prolongée par la stimulation mécanique orthodontique.

Les indications des corticotomies sont nombreuses, on retrouve :

- Accélération des traitements orthodontiques ;
- Augmentation de l'amplitude des mouvements orthodontiques ;
- Maintien d'une stabilité parodontale ;
- Obtention d'une meilleure stabilité osseuse et occlusale ;
- Diminution des résorptions radiculaires (observées notamment dans l'orthodontie de l'adulte).

Ces indications permettent :

- La limitation des extractions et des indications de la chirurgie orthognatique ;
- Les mouvements orthodontiques délicats, tels que le passage vestibulaire d'une dent en occlusion inversée, ingression ou distalisation d'une molaire, ...

Wilcko depuis les années 2000 a développé la corticotomie associée à la greffe osseuse xénogénique. Le protocole consiste en la réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur vestibulaire et lingual, une fois l'os à nu, des incisions dans l'os, dans les zones inter-radiculaires vestibulaires et linguales, sont réalisées à l'aide d'une fraise à os ou d'un piézotome. Suite aux incisions osseuses, un substitut osseux est déposé sur ces dernières pour les recouvrir. Le but étant d'éviter les risques de déhiscence et de fenestrations osseuses au niveau notamment de la corticale vestibulaire. Deux semaines après l'intervention les mouvements dentaires sont activés et maintenus constant tout le long du mouvement.

Actuellement, certains praticiens ont modifié la technique chirurgicale en supprimant le lambeau lingual, pour rendre la technique moins invasive.

La mise en place d'os particulé est indiquée pour une prévention parodontale dans le cadre des chirurgies à visées ODF. Les substituts osseux sont utilisés dans le cas d'expansion de crête ou bien lorsque sur une imagerie tridimensionnelle on observe une épaisseur osseuse vestibulaire réduite. Mais également lorsqu'en pré-traitement orthodontique ou s'aperçoit qu'une fenestration osseuse en vestibulaire est déjà présente, et qu'ainsi le mouvement des dents aggraverait cette fenestration et pourrait causer des récessions dentaires. (88) La mise en place d'un substitut osseux n'est jamais associée à la mise en place d'une membrane.

Lors de l'utilisation d'une greffe osseuse, il est recherché : (84) (85)

- Une reminéralisation complète du Bone Matrix péri-radicaire ;
- Lorsqu'il y a expansion : une création osseuse vestibulaire pour prévenir les risques de fenestrations et récessions osseuses. Cela se fait par transformation du Biotype parodontale, par augmentation de l'épaisseur corticale.

En 2011, Sebaoun décrit une technique mini-invasive des corticotomies. Aucun lambeau chirurgical n'est réalisé, seules des incisions gingivales vestibulaires inter-radicales et sous les papilles inter-dentaires sont réalisées. Les traits de corticotomies sont réalisés à travers ces incisions gingivales. Il y a possibilité de tunnelisation pour pouvoir réaliser un apport d'allogreffe osseuse. Le site opératoire est suturé uniquement dans les cas de greffe osseuse. (86) (87)

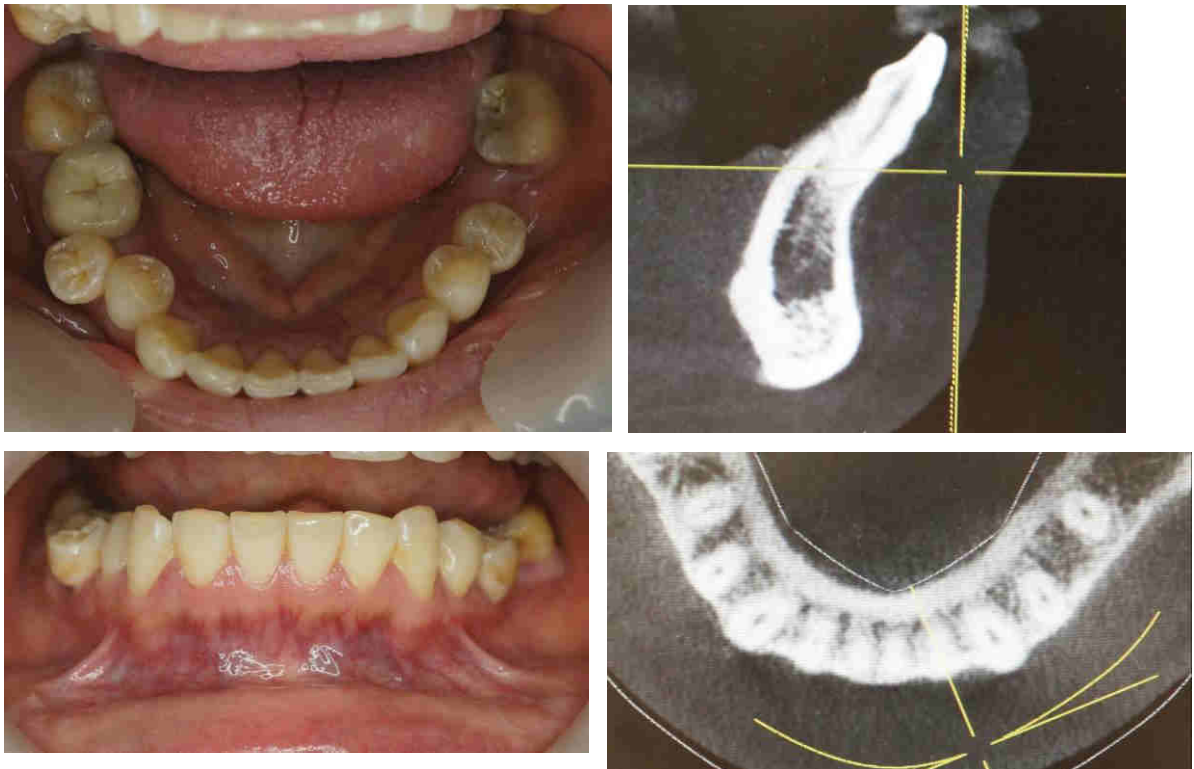
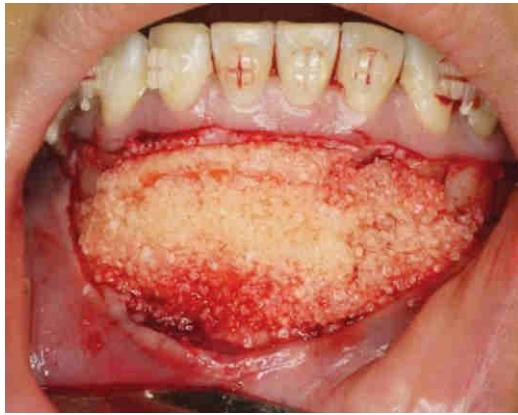


Figure 43 : patient qui présente un encombrement dentaire mandibulaire. Un alignement avec expansion du secteur incisivo-canin mandibulaire doit être réalisé.

(89)

Cliniquement, le parodonte est fin, on voit l'empreinte des racines incisivo-canines mandibulaires sous la muqueuse vestibulaire.

La radiographie tomodensitométrique confirme l'absence de la corticale vestibulaire périradicaire de ce secteur. Photos du Dr Sylvia Riemenschneider-Chillès.



a)



b)



c)

Figure 44 : photos per-opératoires : (89)

- a) Appositionnement d'un mélange de poudre d'os cortico-spongieux 0,5mm, 2cc (allogreffe BioBank®, Global D) et de PRF liquide sur les traits de corticotomies inter-radiculaires de 34 à 44.
- b) Disposition de membranes PRF sur le greffon.
- c) Sutures résorbables monofil 5-0.

Photos du Dr Sylvia Riemenschneider-Chillès.

4.1.3.2 Le traitement des fentes palatines

Les fentes palatines ou alvéolo-palatines ou encore labio-palatines sont des malformations apparaissant au cours du développement embryonnaire. Elles sont associées à des défauts osseux plus ou moins importants au niveau du défaut de fusion osseux, et peuvent être unilatérales ou bilatérales.

Ces malformations, dues aux défauts osseux, peuvent être associées à des diastèmes car les dents font leur éruption à distance de la fente, ou bien à des dents incluses car ces dernières ne peuvent faire leur éruption à leur place de par le manque osseux. Mais également à des agénésies dentaires.

Le traitement chirurgical de la fente consiste en la mise en place d'un greffon osseux, généralement un greffon issu d'un prélèvement iliaque.

Le but de ce traitement est de pouvoir permettre : (90)

- L'éruption des dents permanentes incluses adjacentes à la fente ;
 - Les mouvements des dents adjacentes à la fente ;
 - De fermer les fistules oro-nasales lorsqu'elles sont présentes ;
 - De stabiliser l'os maxillaire ;
 - Dans le cas des agénésies dentaire, après traitement orthodontique d'ouverture de l'espace, la mise en place d'un implant dentaire à l'âge adulte du patient.
- Ainsi, le sourire pourra être symétrisé.

Actuellement, le développement des greffons sur-mesure pourrait permettre d'éviter les prélèvements iliaques et d'obtenir des greffons adaptés aux défauts osseux liés à la fente. Même si d'après l'étude de G. Shirani et Al. les greffons iliaques permettent de meilleur résultat clinique que les greffons allogéniques. (91)

En effet, cette étude compare le volume des fentes alvéolo-palatines chez 32 patients après une greffe osseuse autogène ou allogénique. L'ensemble des patients traités subissent une deuxième voire une troisième intervention de greffe osseuse. La stabilité de ces deux matériaux dans le temps peut donc être discutée. La durée de cicatrisation observée était de 6 mois. Durant cette période, la résorption des greffons allogéniques a été démontrée comme plus importante que pour les greffons autogéniques (1 seul

patient du groupe allogénique a conservé entre 76 et 100% du volume d'os greffé, contre 6 pour le groupe iliaque, 7 patients du groupe allogénique ont conservé moins de 50% du volume greffé, contre 2 pour le groupe iliaque).

4.2 Données scientifiques : méta-analyse de la littérature

Le but de la revue bibliographique de la littérature scientifique est de connaître la place qu'ont les allogreffes osseuses de nos jours dans la pratique de la chirurgie orale.

Pour cela, nous nous sommes intéressés à différentes données concernant les greffes osseuses allogéniques, qui sont notamment les indications en chirurgie orale, les sites opératoires les plus fréquents, le gain osseux obtenu à l'aide du greffon, son évolution histologique et les complications post-opératoires. Ces données seront comparées à celles des autogreffes et des xélogreffes.

Pour répondre à ces questions, une analyse de la littérature scientifique des 5 dernières années a été réalisée (2012-2017).

Date de fin de recherche : 25/11/2017.

La base de données électronique utilisée est PubMed.

Les critères d'inclusion des articles sont :

- Études humaines,
- Datant de 2012 ou plus récent,
- Utilisant des matériaux allogénique osseux.

Les critères d'exclusion sont :

- Études animales,
- Méta-analyses de la littérature scientifique,
- Mélange de différents substituts osseux.

Seuls 25 articles sont retenus pour réaliser une analyse de l'utilisation de l'allogreffe osseuse en chirurgie orale.

4.2.1 Généralités

Le choix des articles étudiés s'est fait sur leur date de publication. L'allogreffe osseuse étant un sujet d'actualité, les articles datant d'au-delà de 2012 ont été exclu de cette étude.

L'année de publication des 25 articles sélectionnés se répartie comme indiquée ci-dessous. (Figure 45)

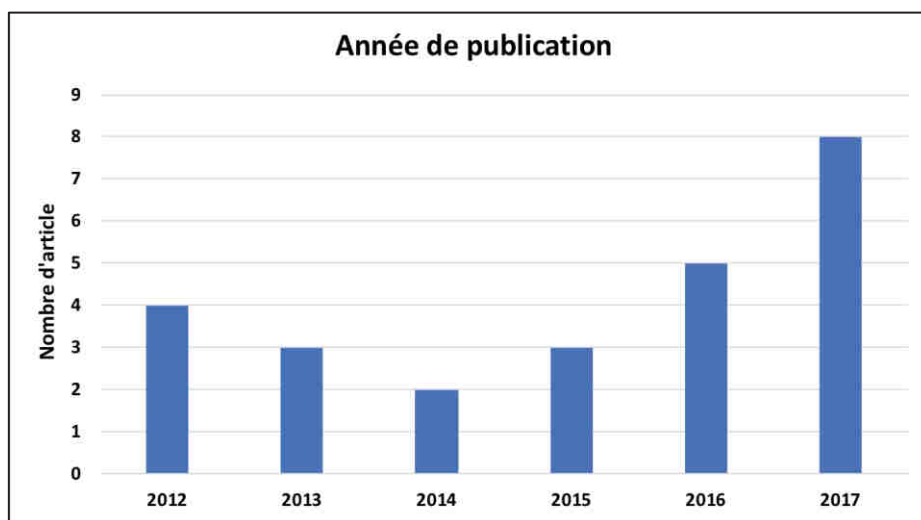


Figure 45 : Histogramme de répartition des dates de publication des articles. (67, 68, 91, de 93 à 114)

Le nombre d'articles publiés augmente d'année en année, en effet, un tiers des études sélectionnées datent de 2017. Ce qui démontre un intérêt croissant pour ce type de matériaux de comblement osseux.

4.2.1.1 Type d'étude

Les études sélectionnées sont de 4 types, réparties ainsi :

- 4 études randomisées,
- 15 séries de cas,
- 5 études comparatives,
- 1 étude prospective.

Le niveau de preuve scientifique est différent pour chaque type, selon la figure 46 les séries de cas présentent un faible niveau de preuve. Or il s'agit là des études les plus

présentes dans ce travail. Leur utilisation se justifie de par le fait que ces études permettent un recul clinique sur de nombreux patients et ne peuvent ainsi donc pas être exclues. Les autres articles étudiés sont eux catégorisés dans le niveau 2 de preuve scientifique et sont ainsi recommandés à titre de présomption scientifique.

NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE FOURNI PAR LA LITTÉRATURE	GRADE DES RECOMMANDATIONS
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés de faible puissance - Études comparatives non randomisées bien menées - Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 - Études cas-témoin Niveau 4 - Études comparatives comportant des biais importants - Études rétrospectives - Séries de cas - Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	C Faible niveau de preuve scientifique

Figure 46 : tableau descriptif des niveaux de preuve scientifique fourni par la littérature. (D'après la HAS)(115)

4.2.1.2 Les patients

Les articles sélectionnés traitant à la fois des chirurgies parodontales, implantaire et à visée ODF, l'âge des patients inclus est large (8 à 81ans). L'âge moyen est de 49,87ans. Les patients les plus jeunes faisant partis d'une étude sur le traitement des fentes alvéolo-palatines (91), chirurgies devant être réalisées durant l'enfance. Les patients les plus âgés faisant parties d'études traitant soit des chirurgies implantaire soient des chirurgies parodontales. (94) (Figure 47)

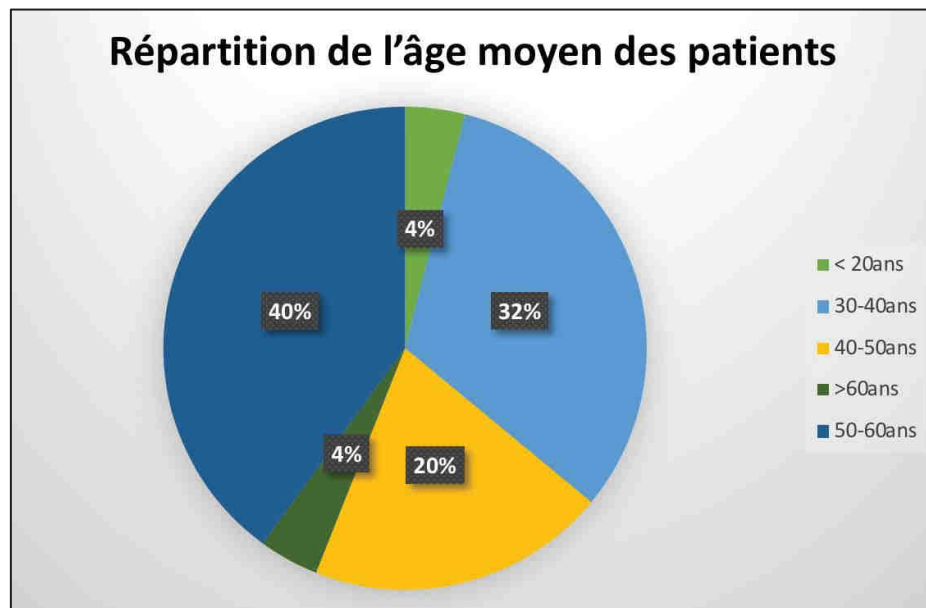


Figure 47 : Répartition de l'âge moyen des patients. (67, 68, 91, de 93 à 114)

Les 25 articles sélectionnés permettent d'obtenir des résultats cliniques sur 518 patients. Ce chiffre permet d'avoir une vue d'ensemble de la population traitée. En effet, le pool de patients traités est hétérogène et international ce qui lui permet d'être à l'image de la population générale.

Le rapport entre les sexes est de 2 hommes pour 3 femmes, la répartition des sexes révèle ainsi une majorité de femmes. (Figure 48)

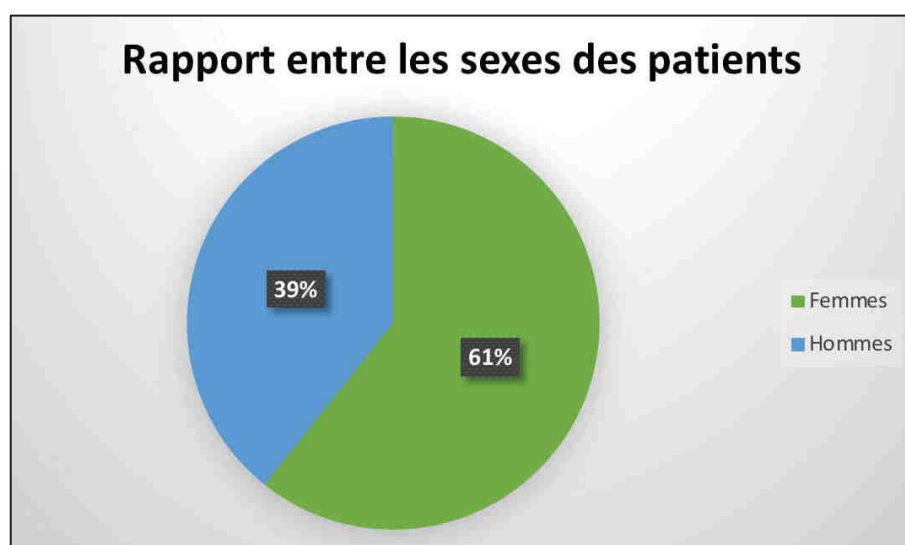


Figure 48 : Répartition des sexes. (67, 68, 91, de 93 à 114)

4.2.1.3 Sites opératoires

Les sites opératoires sont nombreux et varient selon l'indication chirurgicale.

Ainsi 59% des patients ont été traité pour des défauts osseux de l'arcade maxillaire, 28% en antérieur, 18% en postérieur et 13% pour un traitement de l'arcade complète. 41% des patients ont été traité pour des défauts osseux de l'arcade mandibulaire, 39% en postérieur et 2% pour un traitement de l'arcade complète. L'arcade mandibulaire antérieure n'est jamais traitée seule (0%), et dans de rares cas où elle est traitée il s'agit d'un traitement de l'arcade mandibulaire complète. (Figure 49)

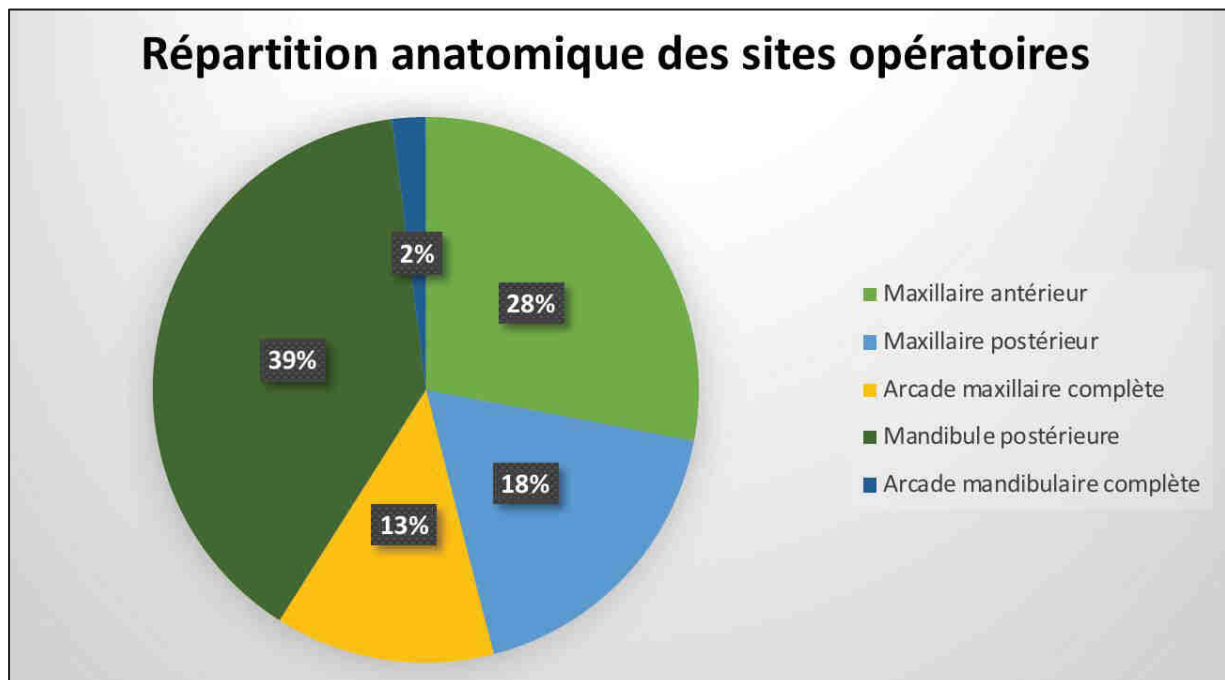


Figure 49 : Répartition des sites opératoires. (67, 68, 91, de 93 à 114)

4.2.2 Indications

4.2.2.1 *Indication chirurgicale*

Les articles sélectionnés abordent 3 types de chirurgies : les chirurgies parodontales, les chirurgies à but implantaire et les chirurgies à visée ODF.

Malheureusement seul un article traite les allogreffes osseuses dans le cadre des chirurgies à visée ODF, en parlant des reconstructions de fentes palatines.

Ainsi, 18 articles étudient la chirurgie implantaire, 6 la chirurgie parodontale et 1 la chirurgie à visée ODF. (Figure 50)

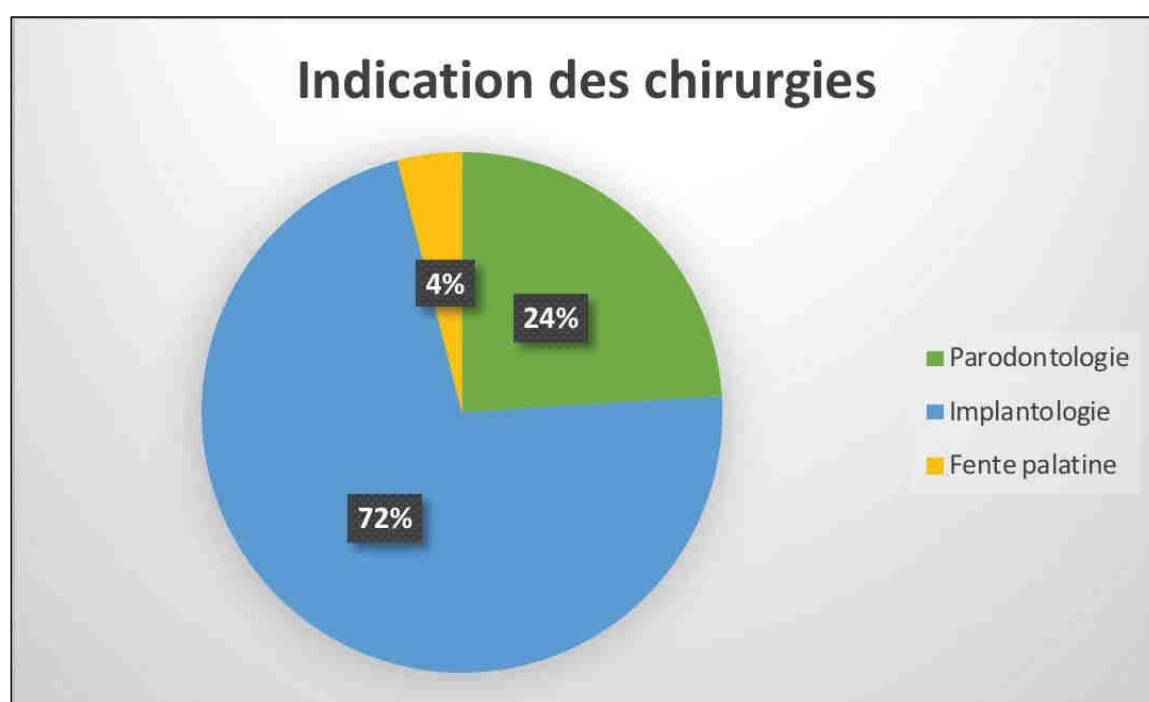


Figure 50 : répartition des articles en fonction de l'indication chirurgicale. (67, 68, 91, de 93 à 114)

On note également qu'au sein de chaque indication d'augmentation osseuse, la forme et la localisation du défaut osseux font varier la technique opératoire.

- En implantologie on retrouve :
 - Le traitement des défauts osseux verticaux (6 articles), (68, 100, 104, 105, 106, 107)
 - Le traitement des défauts osseux horizontaux (11 articles), (67, 68, 93, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 113)
 - Le comblement des alvéoles dentaires après extractions dentaires (2 articles), (94, 95)
 - Les sinus lift (1 article). (103)

- En parodontologie on retrouve :
 - Le traitement des défauts intra-osseux (5 articles), (97, 98, 99, 111, 112)
 - Le traitement des atteintes de furcation (1 article). (96)

- En chirurgie à visée ODF on retrouve :
 - Le traitement des fentes alvéolo-palatine (1 article),
 - Les corticotomies (non traitées).

4.2.2.2 Blocs et particules

L'utilisation des blocs ou des particules varie en fonction du type de chirurgie. En effet, les chirurgies parodontales n'utilisent que des greffons sous forme de particules. Les chirurgies implantaires ou à visée ODF peuvent utiliser l'un ou l'autre, voir associer les deux.

Parmi les 25 articles sélectionnés, 12 traitent des blocs seuls, 12 des granules seuls et un article traite des deux associés. (Figure 51)

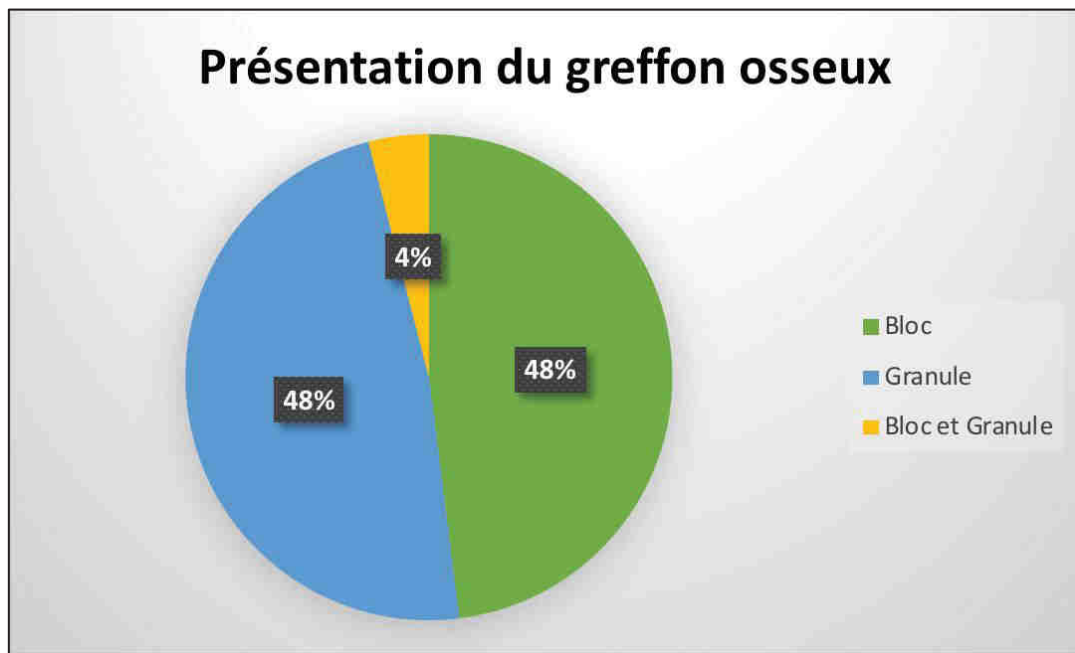


Figure 51 : répartition des articles en fonction de la forme du greffon. (67, 68, 91, de 93 à 114)

Au niveau de l'utilisation des blocs allogéniques, on retrouve les blocs spongieux, cortico-spongieux et corticaux standardisés mais également les blocs usinés en 3D adaptés au défaut osseux.

La répartition des articles montre que les blocs 3D sont encore peu étudiés (4 articles contre 9 pour les blocs standardisés).

4.2.3 Résultats clinique

4.2.3.1 Gain osseux

4.2.3.1.1 En implantologie

Parmi les articles sélectionnés, 18 abordent le sujet des greffes osseuses allogéniques à visée implantaire. Seul 5 articles nous donnent des informations sur le gain osseux, en mesurant ce dernier. (Figure 52)

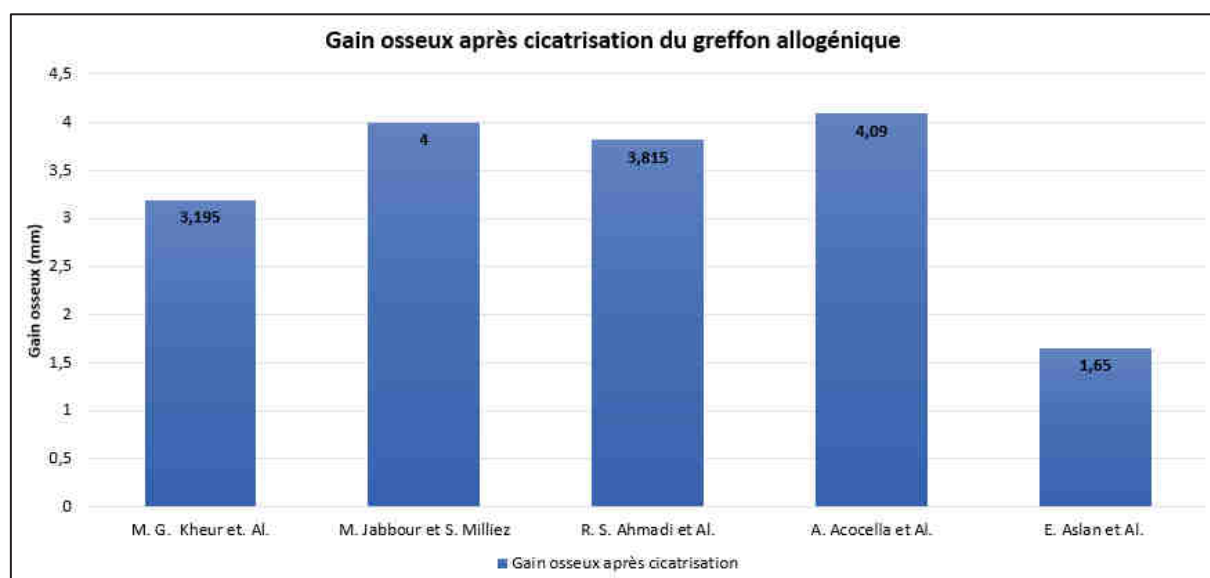


Figure 52 : Histogramme du gain osseux (en mm) après greffe allogénique. (113, 93, 101, 105, 108)

A partir de cet histogramme, on observe que selon les auteurs le gain osseux observé après une greffe osseuse d'os allogénique varie de 1,65mm à 4,09mm.

Seuls deux articles (M. Jabbour et S. Milliez, et R. S. Ahmadi et Al.) ont indiqué l'épaisseur osseuse moyenne pré-opératoire. Il n'est donc pas possible de comparer les résultats des différents articles pour établir pourcentage moyen de gain osseux. On établira simplement que le gain osseux moyen observé à partir de ces différents articles est d'environ 3,35mm. Ce résultat reste cependant peu révélateur par manque d'auteurs indiquant ce type de données.

La résorption du greffon durant la phase de cicatrisation n'a pas été évoquée de manière récurrente. Il n'est donc pas possible d'établir une moyenne. On notera simplement qu'il faut toujours évaluer les mesures du greffon en se basant sur les mesures souhaitées et en ajoutant une marge de 5 à 15% pour être sûre d'obtenir un site opératoire post-cicatrisation avec un volume osseux suffisant à la mise en place d'implants dentaires. (93, 105, 108, 101)

En conclusion de l'analyse des résultats on peut constater qu'il est difficile de comparer des articles. En effet, il y a une vraie disparité dans le recueil des données ainsi que dans les données indiquées par les auteurs. Ainsi les articles ne sont malheureusement pas superposables.

4.2.3.1.2 En parodontologie

Parmi les articles sélectionnés, 6 abordent le sujet des greffes osseuses allogéniques à visée implantaire. Chacun de ces articles traitent de la réduction de la profondeur de poche et donc du gain osseux. (Figure 53)

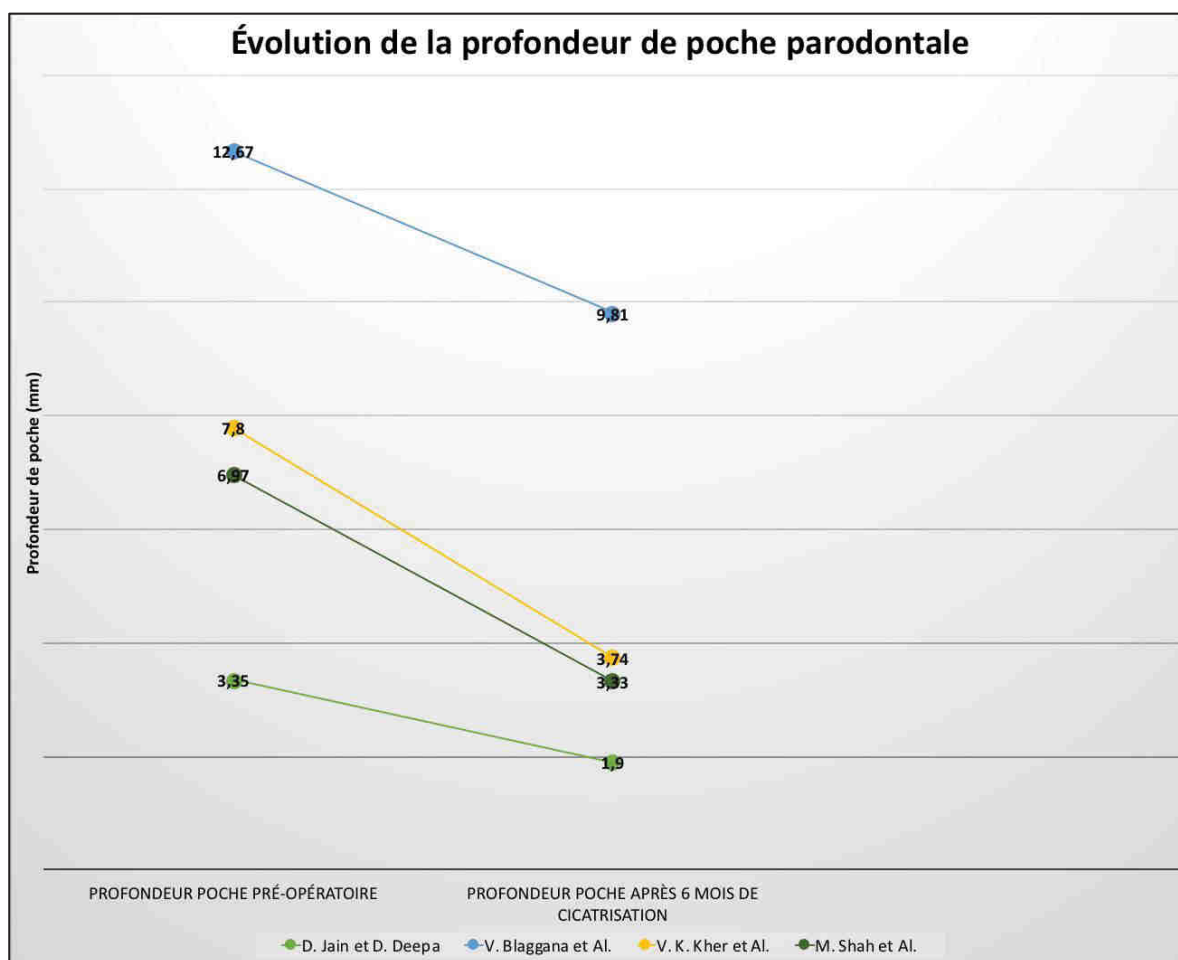


Figure 53 : Courbe d'évolution de la profondeur de poche (en mm) après une greffe allogénique osseuse. (96, 98, 99, 111)

D'après la figure 53, la profondeur de poche au départ varie de 12,67mm à 3,35mm. Ainsi, la gravité de la maladie parodontale n'est pas au même stade dans les différents articles étudiés ce qui les rend peu superposable pour comparer les résultats.

Les résultats obtenus montrent une profondeur de poche après cicatrisation allant de 9,81mm à 1,9mm. Ce qui permet d'évaluer que la réduction de profondeur de poche a varié entre les auteurs de 4,06mm à 1,45mm de profondeur en moins.

La profondeur de poche moyenne établie est de 6,83mm. Avec une réduction moyenne de la profondeur de poche à 6 mois de 3,05mm.

Ce qui nous permet d'évaluer la réduction de poche à 6 mois à :

- 38,96% pour D. Jain et D. Deepa, respectivement avec et sans membrane. (La différence entre les deux résultats a été évaluée comme non significative par les auteurs.) ; (96)
- 22,57% pour V. Blaggana ; (98)
- 52,05% pour V. K. Kher ; (99)
- 52,22% pour M. Shah. (111)

Nous obtenons ainsi une moyenne de réduction de poche à 6 mois estimée à 40,95%.

On notera que seuls les articles évaluant les profondeurs de poches exposent des résultats cliniques sur l'allogreffe osseuse. Ainsi, il ne nous a pas été possible d'évaluer les appositions vestibulaires abordées précédemment dans les protocoles chirurgicaux.

4.2.3.1.3 En chirurgie à visée ODF

Seul l'article de G. Shirani et Al. aborde le sujet des chirurgies à visée ODF. Il s'agit du traitement des fentes alvéolo-palatines. (91)

Les patients étant au nombre de 32, répartis en deux groupes, un groupe traitant des greffes secondaires un autre traitant des greffes tertiaires. Dans ces deux groupes, les patients étaient ensuite répartis en deux sections, l'une associée à une greffe osseuse d'origine allogénique, l'autre associée à une greffe osseuse autogénique d'origine iliaque.

Au niveau des patients ayant eu une greffe d'os allogénique, le volume moyen mesuré de la fente en pré-opératoire était de 1,5cm³. Le gain osseux mesuré, c'est à dire le volume d'os néoformé, était de 0,72cm³.

Il s'agit là de la seule étude répondant à l'ensemble des critères de cette revue de la littérature. Il n'est pas possible d'établir une moyenne à l'aide d'un seul article. Mais cela permet de constater qu'un gain osseux est obtenu après cicatrisation durant 6 mois d'une greffe osseuse allogénique au niveau d'une fente alvéolo-palatine.

On notera qu'il s'agit tout de même de défauts osseux spécifiques, répondant à un défaut de développement embryonnaire ce qui n'est en rien comparable aux études précédentes dont l'origine des défauts osseux est acquise. C'est pourquoi le gain osseux peut sembler plus faible que pour les chirurgies implantaires ou parodontales.

4.2.3.2 Cicatrisation osseuse

La durée de cicatrisation après une greffe osseuse allogénique varie selon les articles et le sujet traité, elle va de 3 à 12 mois de cicatrisation. (Figure 54)

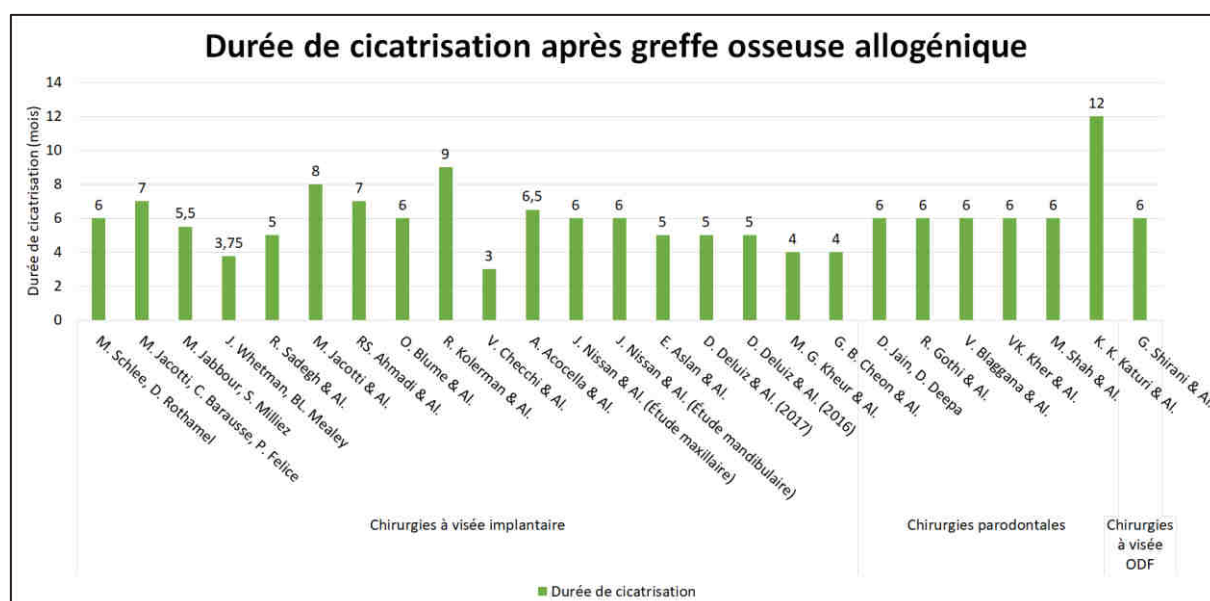


Figure 54 : Histogramme de la durée de cicatrisation selon le type de chirurgie. (67, 68, 91, de 93 à 11)

La durée de cicatrisation, des greffons iliaques et des greffons osseux allogéniques, étudiée dans l'article de G. Shirani et Al. évoquant les fentes palatines est de 6 mois. (91)

Les articles traitant d'implantologie observent une durée de cicatrisation de la greffe osseuse allogénique allant de 3 à 9 mois. La durée moyenne observée est de 5,7 mois.

Les articles traitant de parodontologie montrent une durée de cicatrisation de la greffe osseuse allogénique allant de 6 à 12 mois. Sur les 6 articles traitant des chirurgies parodontales, un seul article (K. K. Katuri et Al.) observe une durée de cicatrisation supérieure à 6 mois. La durée moyenne calculée est de 7 mois.

On notera que les durées de cicatrisation moyenne en implantologie et en parodontologie sont proches, allant de 5,7 à 7 mois. Ainsi, on peut estimer qu'une durée moyenne de cicatrisation nécessaire pour un greffon allogénique osseux est d'environ 6 mois en implantologie, mais également en parodontologie et en chirurgie à visée ODF.

4.2.4 Complications

Seul 8 articles sur 25 abordent le sujet des complications post-opératoires. On notera que cela ne signifie pas que les 17 autres articles n'ont pas observé de problème suite à l'intervention, mais que s'il y en a eu ces derniers n'ont pas été évoqués.

Sur ces 8 articles, un seul article traite des greffons sous forme de granule il s'agit de l'article de G. Shirani et Al. (91). Un seul article aborde les complications des blocs allogéniques 3D, il s'agit de l'étude de M. Schlee et D. Rothamel (68). Parmi les 7 articles traitant des blocs allogéniques 4 ont indiqué le nombre totale de blocs utilisés et permettent ainsi de calculer un pourcentage de complications. Il s'agit des articles de M. Jabbour et S. Milliez, M. Schlee et D. Rothamel, A. Acocella et Al., J. Nissan et Al.. (93, 68, 105, 106)

On peut séparer les complications en 2 types :

- Les expositions du greffon allogénique dans la cavité buccale,
- Les infections post-opératoires.

On remarquera que les deux types de complications peuvent être combinées, l'une engendrant l'autre. C'est le cas dans l'article de D. Deluiz et Al.. (109) (Figure 54)

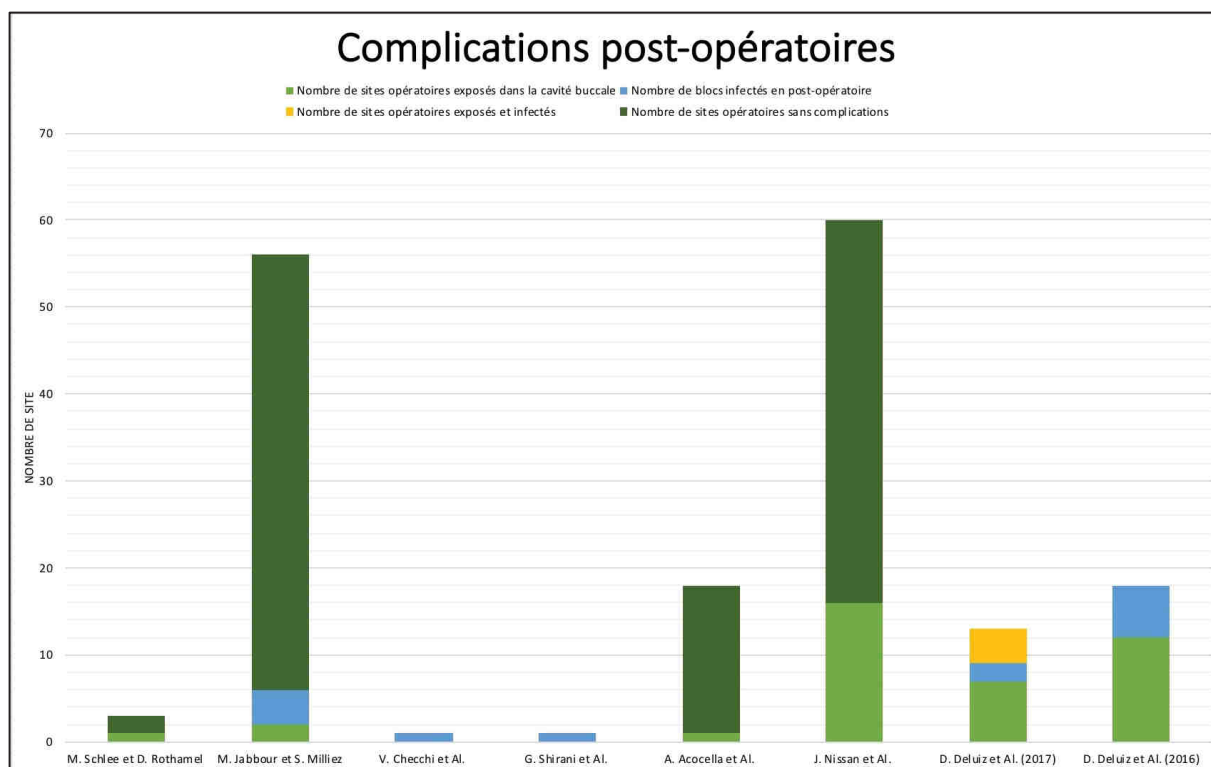


Figure 55 : Histogramme descriptif de la répartition des complications post-opératoires sur le nombre total de blocs allogéniques utilisés. (68, 93, 104, 91, 105, 106, 109, 110)

Dans la majorité des cas, les complications dues à une exposition ont pu être prises en charge rapidement. Le traitement a généralement consisté en la réouverture du lambeau, l'élimination de la partie exposée du greffon par débridement et la fermeture du site de manière hermétique. Dans quelques cas, la mise en place d'un greffon de tissu conjonctif ou épithélio-conjonctif pour recouvrir les tissus osseux greffés restant a été nécessaire. (68, 105, 106, 109, 110)

Dans le cas des infections, où le greffon n'était pas d'office perdu, un traitement antibiotiques et un traitement local similaire aux expositions a été mis en place. (93, 104, 109, 110)

En tenant compte uniquement des 4 articles indiquant le nombre total de blocs utilisés, on arrive à la conclusion que 14% des blocs ont subi une exposition dans la cavité

buccale. Ce chiffre n'est malheureusement pas significatif car nous manquons d'information dans 21 des articles traités. Ainsi ce chiffre correspond à 99 patients contre 518 patients au total des différents articles. (68, 93, 105, 106)

Une mauvaise prise en charge des complications peut entraîner dans certains cas la perte totale du greffon. C'est le cas dans 3 articles. On notera également que, dans l'article de M. Jabbour et S. Milliez, les auteurs ont systématiquement considéré comme perdu chaque bloc exposé ou infecté. (Figure 55)

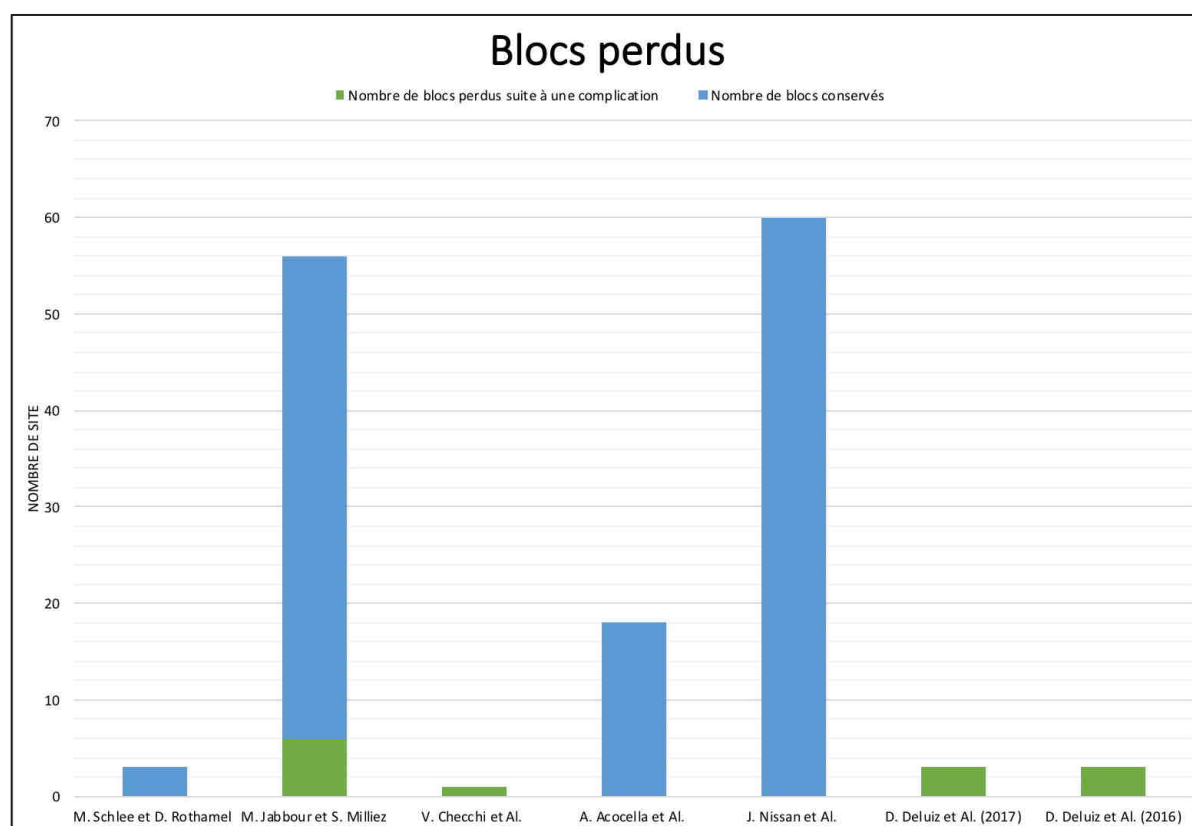


Figure 56 : Histogramme descriptif de la répartition des blocs perdus sur le nombre total de blocs utilisés. (68, 93, 104, 91, 105, 106, 109, 110)

Les articles de M. Schlee et D. Rothamel, A. Acocella et Al., et J. Nissan et Al. observent 100% de blocs conservés malgré une exposition de certains blocs dans la cavité buccale.

L'article de M. Jabbour et S. Milliez (93) étant le seul indiquant une perte de blocs, tout en indiquant le nombre total de blocs utilisés, il est donc le seul permettant de calculer un pourcentage de perte. On calcule donc que 10,7% (6 blocs sur 56) des blocs ont

été perdus. Ce chiffre ne peut être représentatif, car il se base sur un seul article et sur seulement 56 patients.

On soulignera qu'il est précisé dans cet article que parmi les blocs perdus, 5 étaient greffés sur l'arcade maxillaire et un sur l'arcade mandibulaire.

L'absence d'information sur le nombre de blocs et leur localisation ne permet pas de faire une différenciation sur le nombre de complications post-opératoires à la mandibule par rapport au maxillaire. Il serait intéressant dans les prochaines études de voir si une différence de cicatrisation et de complication peut s'observer entre les deux arcades.

Pour conclure, on notera que les recueils de données sont très hétérogènes. Ainsi, les résultats cliniques sont difficilement superposables. Il est donc complexe d'obtenir un résultat moyen utilisable comme base lors de prochaines études.

4.2.5 Résultats histologiques

Une analyse histologique par prélèvement d'une carotte osseuse lors de la mise en place des implants a été réalisée dans 9 des 25 articles abordés. (Figure 57)

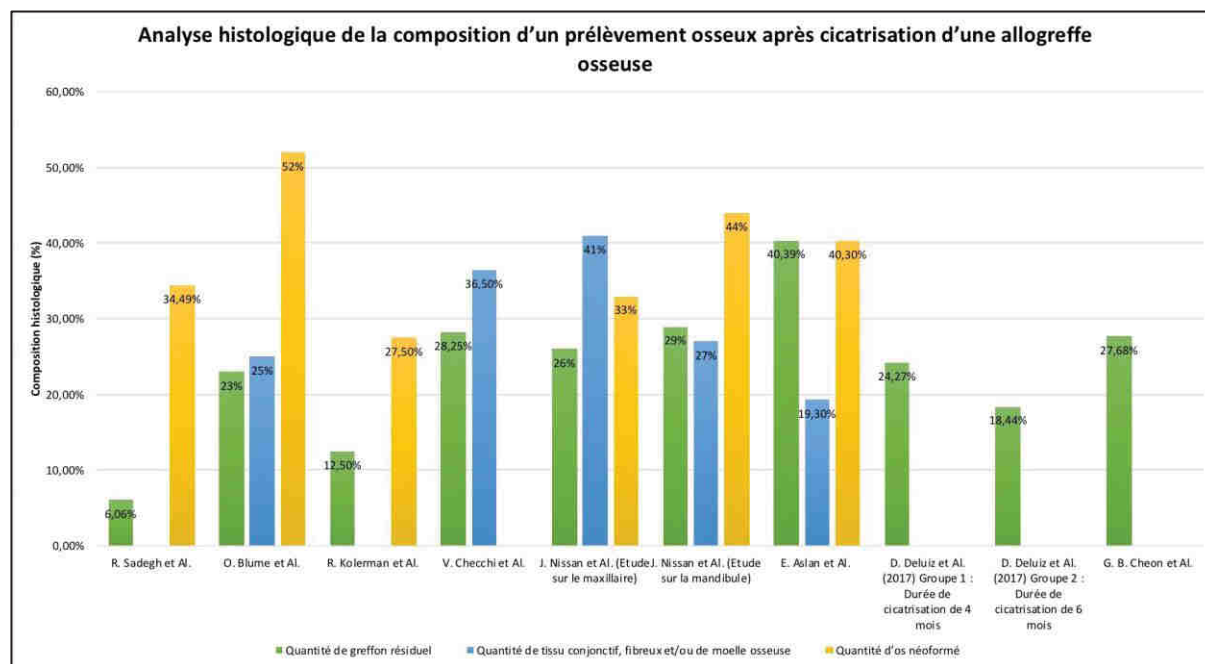


Figure 57 : composition histologique des zones greffées après cicatrisation. (95, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 114)

Les 9 articles étudiés ont mesuré la quantité de greffon résiduel, alors que la quantité de tissu non minéralisé ainsi que la quantité d'os néoformé n'ont pas été évalués dans tous les cas.

Cet histogramme nous permet de définir les valeurs moyennes de la composition du site opératoire après une allogreffe osseuse. On obtient les valeurs moyennes suivantes : 23,56% de greffon résiduel, 38,55% d'os néoformé et 29,76% de tissu non minéralisé (tissu conjonctif, fibreux et moelle osseuse).

On pourra noter que la quantité d'os néoformé correspond à la composante prédominante des prélèvements osseux étudiés. Sauf pour l'article de J. Nissan et Al. (traitant du maxillaire), dans lequel il s'agit de la deuxième valeur la plus importante après le tissu conjonctif, fibreux et la moelle osseuse. C'est un signe de remodelage

osseux. C'est ce qui est recherché lors d'une greffe, le greffon s'intègre dans la masse osseuse voisine.

Les deux études de J. Nissan et Al. ce sont déroulées avec le même mode opératoire, la seule différence est le site traité. L'un aborde les chirurgies sur l'arcade maxillaire, l'autre sur l'arcade mandibulaire. Ainsi, ces deux articles sont comparables et permettent d'observer une différence de cicatrisation entre les deux arcades.

Les résultats observés sur l'arcade maxillaire sont : 26% de greffon résiduel, 41% de tissus non minéralisés et 33% d'os néoformé. Au niveau de l'arcade mandibulaire, observe les résultats suivant : 29% de greffon résiduel, 27% de tissus non minéralisés et 44% d'os néoformé.

Ces résultats se différencient de manière notable au niveau des quantités d'os néoformé et de tissus non minéralisés.

La question serait de savoir si cette différence se retrouve dans toutes les études, et dans ce cas là s'il y a un moyen d'expliquer cette différence (notamment par la composition originelle de l'os des deux arcades, la mandibule étant un os plus corticalisé que l'os maxillaire).

Malheureusement les autres articles traitent à la fois du maxillaire et de la mandibule, il n'est donc pas possible de généraliser cette différence entre les deux arcades sur la composition du site opératoire après une allogreffe osseuse. Et d'obtenir une réponse à notre interrogation.

Il serait intéressant dans les prochaines études d'étudier la différence de composition après cicatrisation entre les deux arcades pour définir si la néoformation est plus importante sur l'une ou l'autre.

4.2.6 Comparaison avec d'autres substituts osseux

4.2.6.1 En implantologie

L'étude de M. G. Kheur de 2017 (113) inclue 23 patients avec un âge moyen de 51,08ans (âges extrêmes non communiqués). Elle traite des chirurgies par régénération osseuse guidée dans le traitement des défauts osseux horizontaux à but implantaire. Elle compare les résultats cliniques (figure 58) entre l'utilisation d'une allogreffe osseuse et d'un matériau alloplastique.

Il s'agit là de la seule étude sélectionnée dans notre analyse de la littérature qui indique les résultats cliniques obtenus en mm.

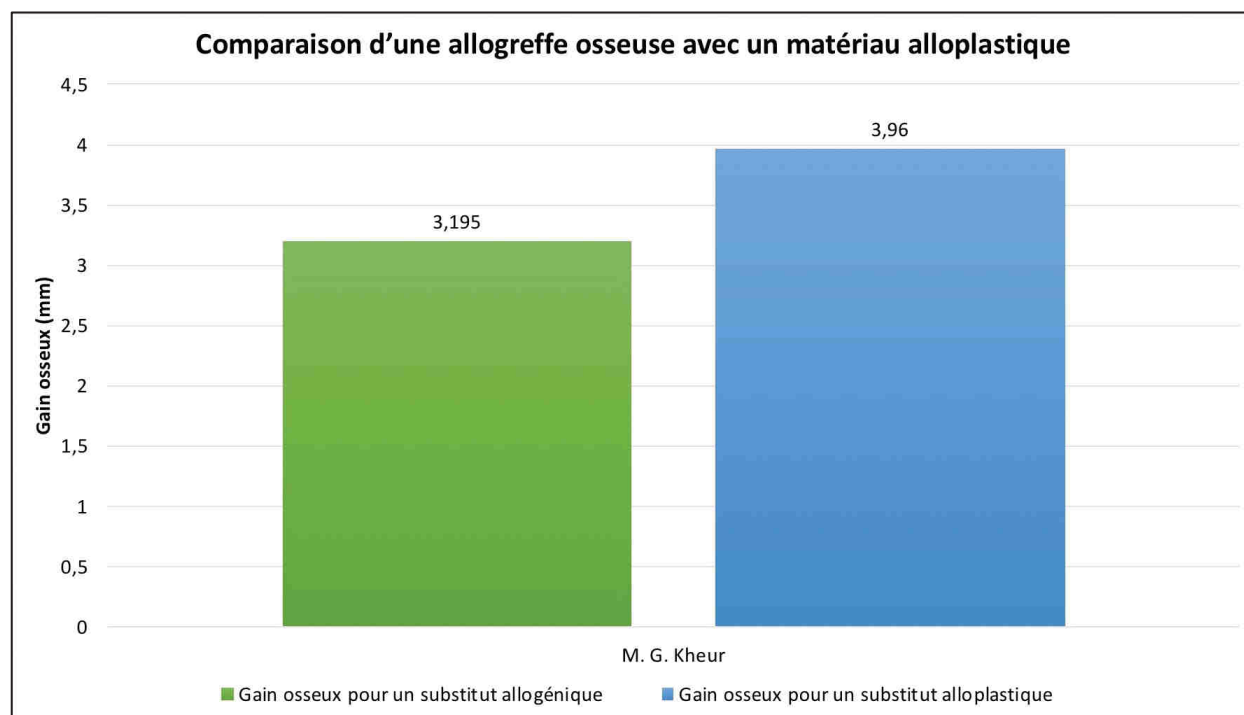


Figure 58 : mesure du gain osseux dans les zones greffées après cicatrisation.

Valeurs indiquées en mm. (113)

Le gain osseux a été mesuré cliniquement après 4 mois de cicatrisation. Pour l'allogreffe osseuse, il est de 3,195mm. Pour le matériau alloplastique il est de 3,96mm.

Pour les deux matériaux, le gain osseux est notable. Il est par ailleurs statistiquement supérieur pour le matériau alloplastique.

On peut donc conclure que le gain est meilleur pour une utilisation d'un matériau alloplastique. La résorption du substitut osseux serait donc plus importante pour l'allogreffe osseuse. Mais il manque à cette étude une analyse histologique qui permettrait d'établir la qualité de l'os obtenu après cicatrisation.

L'étude de R. Kolerman et Al. de 2017 (103) compare les résultats cliniques de comblements sinusiens pour les granules d'os allogénique (FDBA) et les granules de phosphate de calcium (PCa). (Figure 59) Elle inclue 13 patients de 43 à 68ans (âge moyen : 58ans).

L'étude de R. Sadegh et Al. de 2016 (95) inclue 20 patients de 21 à 62ans (âge moyen : 35,3ans). Elle compare les résultats cliniques des comblements alvéolaires post-extraction à visée implantaire en utilisant de l'os allogénique (DFDBA) et une xénogreffes (Bio-Oss®). (Figure 59)

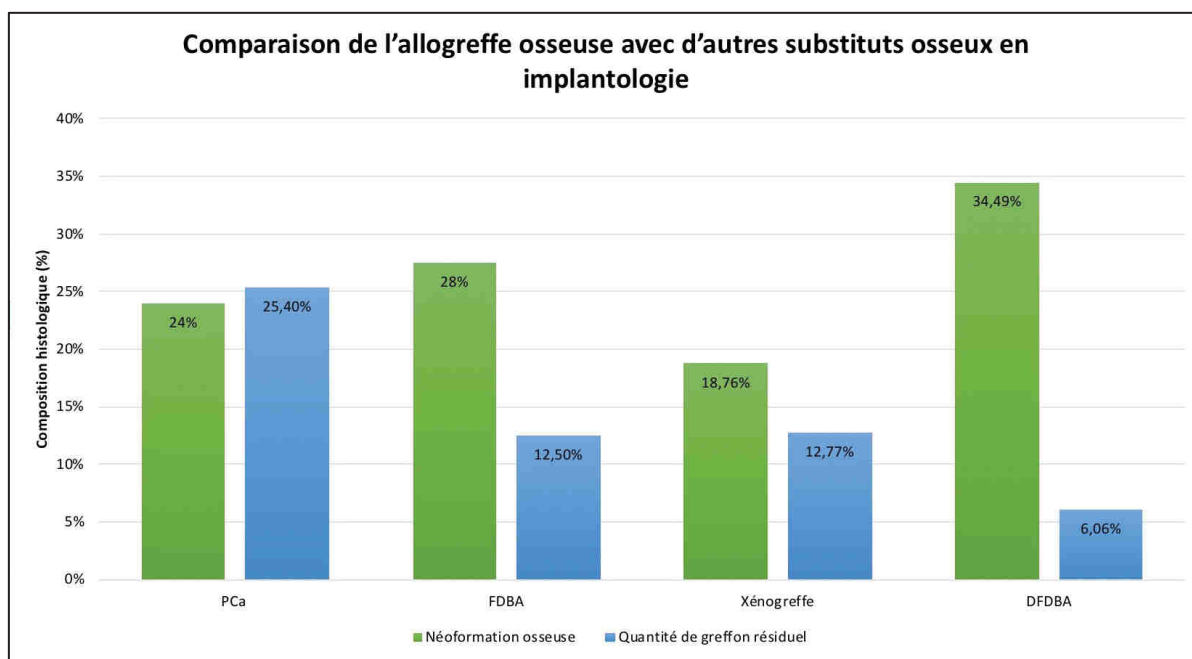


Figure 59 : mesure en pourcentage de la composition d'une carotte osseuse prélevée lors du forage implantaire dans les zones greffées après cicatrisation. (103,95)

La durée de cicatrisation était de 9 mois pour l'étude de R. Kolerman & Al., et de 6 mois pour l'étude de R. Sadegh & Al..

Dans l'étude de R. Kolerman & Al., on évalue une néoformation osseuse de 24% pour le PCa et 27,5% pour le FDBA. On note une quantité de greffon résiduel de 25,4% pour le PCa et 12,5% pour le FDBA.

Dans l'étude de R. Sadegh & Al., la néoformation osseuse est évaluée à 34,49% et 18,76% respectivement pour le DFDBA et le Bio-Oss®. La quantité de greffon résiduel est de 6,06% et 12,77% respectivement pour le DFDBA et le Bio-Oss®. La différence entre les valeurs est statistiquement significative.

Ainsi, dans l'étude de R. Kolerman & Al., l'ostéoconductivité a été évalué à 52,6% pour le FDBA et de 26,7% pour le PCa. La différence entre les valeurs est évaluée significative pour la quantité de greffon résiduel et l'ostéoconductivité, mais pas pour la mesure de la néoformation osseuse.

Ces deux études nous permettent de conclure que la qualité de l'os obtenu est meilleure après utilisation d'un matériau osseux allogénique. En effet, la quantité d'os néoformé est plus importante pour l'allogreffe osseuse. Ainsi l'ostéoconductivité est meilleure.

4.2.6.2 En parodontologie

L'étude de V. K. Kher et Al. de 2013 (99) inclue 16 patients de 21 à 52ans (âge moyen : 35,06ans) atteints de défauts intra-osseux d'origine parodontale.

Les défauts ont été traités via un lambeau d'assainissement parodontal seul ou associé à un comblement à l'aide d'os particulaire allogénique (DFDBA). (Figure 60)

L'étude de V. Blaggana et Al. de 2014 (98) inclue 15 patients de 25 à 50ans (âge moyen : non communiqué) atteints de défauts intra-osseux symétriques d'origine parodontale.

Les défauts sont traités par un lambeau d'assainissement parodontal associé à un comblement osseux. Les sites opératoires se trouvant sur la droite de l'arcade sont comblés via de l'os particulaire allogénique (DFDBA), les sites à gauche par de l'os xénogénique d'origine bovine (ABBX : anorganic bovine bone xenograft). (Figure 60)

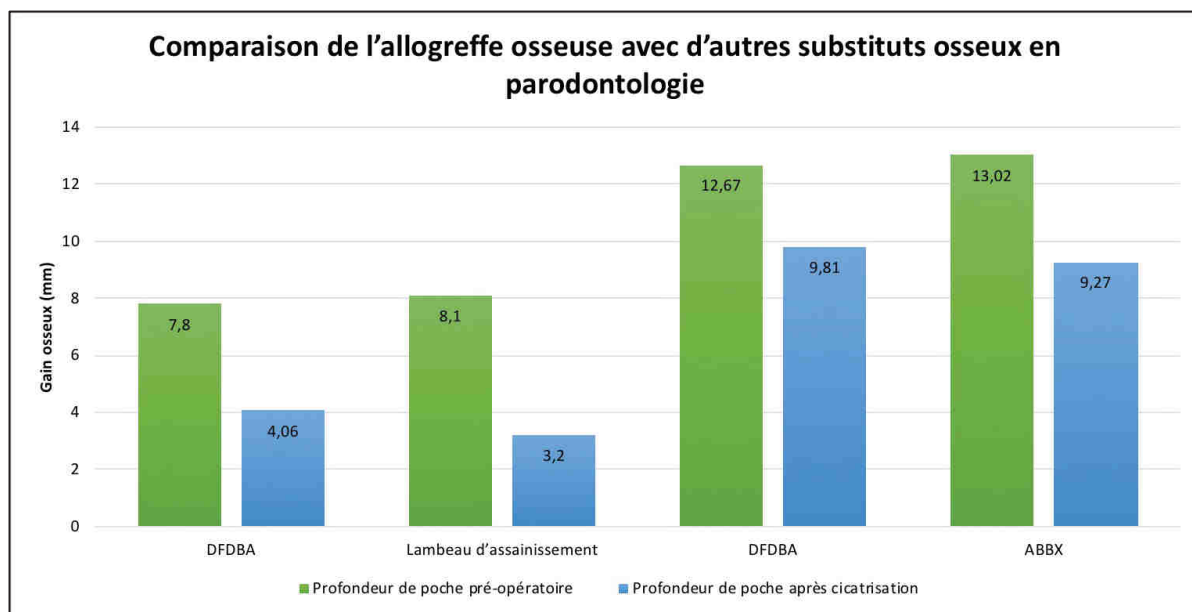


Figure 60 : mesure en mm de la profondeur de poche avant et après la réalisation d'un lambeau d'assainissement parodontal, associé ou non à l'utilisation d'un substitut osseux. (98, 99)

La différence de résultat dans l'étude de V. K. Kher & Al. est statistiquement significative, le gain osseux est supérieur pour les lambeaux d'assainissement parodontales associés à l'utilisation d'une allogreffe osseuse (DFDBA).

Pour l'article de V. Blaggana & Al., le gain est statistiquement significatif dans les deux groupes, mais la différence entre les deux n'est pas significative.

On peut conclure que le gain osseux après un lambeau d'assainissement parodontal est accéléré lorsqu'il est associé à un comblement osseux de granule d'os allogénique. Mais que la diminution de profondeur de poche est présente peu importe le matériau de comblement associé à un lambeau d'assainissement parodontal.

D'autres études, avec plus de patients, devraient être conduites pour pouvoir déterminer si une réelle différence existe selon le matériau utilisé.

4.2.6.3 En chirurgie à visée ODF

L'étude de G. Shirani et Al. de 2017 (91) inclue 32 patients de 8 à 27ans (âge moyen : 15ans), atteint d'une fente alvéolo-palatine. Elle compare l'utilisation d'un greffon osseux autogénique issue de l'os iliaque, broyé sous forme de granules, avec un greffon osseux allogénique particulière pour obtenir un comblement de la fente. (Figure 61)

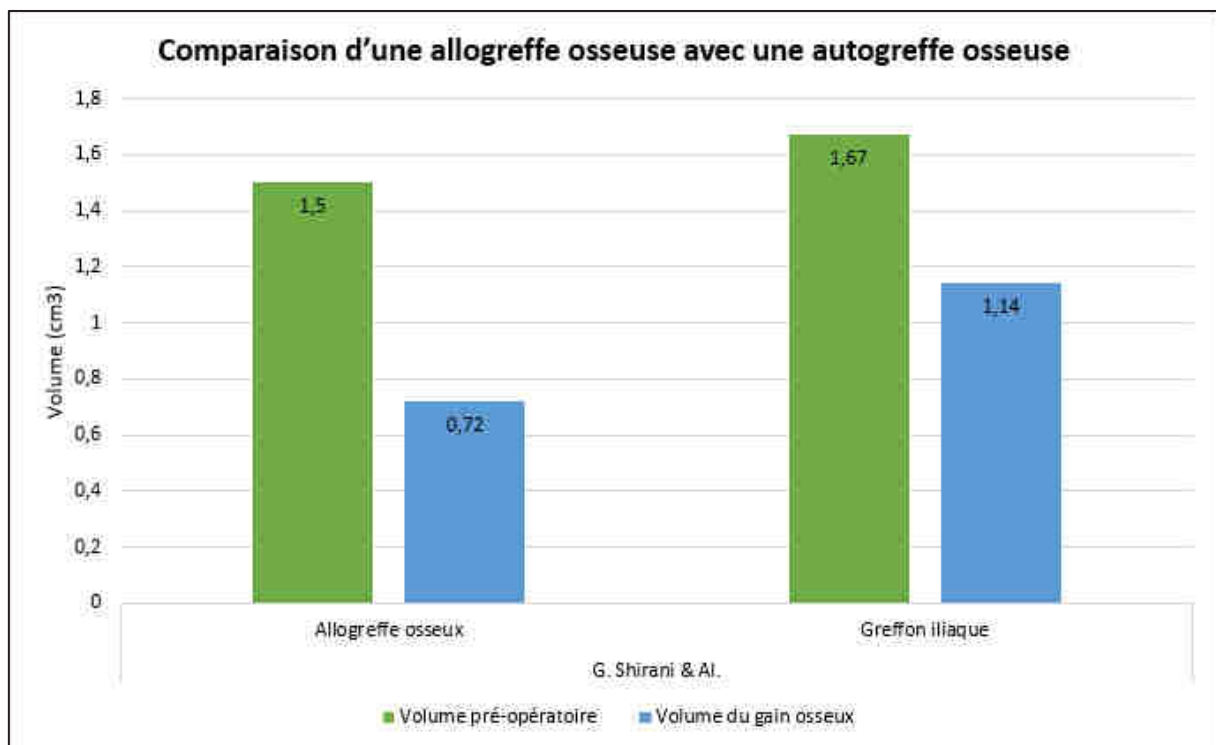


Figure 61 : comparaison d'une allogreffe osseuse avec une auto greffe osseuse par mesure en cm3 du volume des fentes alvéolo-palatines, avant et après greffe osseuse. (98, 99)

La différence entre les deux groupes au niveau de l'âge ou du volume de la fente n'est pas statistiquement significative, contrairement à la différence en gain osseux. Ce dernier est supérieur pour le groupe ayant eu une greffe autogène d'origine iliaque.

On peut conclure que le succès chirurgical est plus important pour le groupe avec utilisation d'os autogène.

Des études supplémentaires sur le sujet seraient intéressantes pour observer les résultats cliniques sur un panel de patients plus important. De même que des études utilisant l'os sous forme de bloc 3D préparé à partir des données d'acquisition d'imagerie 3D de la fente plutôt que sous forme de granules. Car ainsi, le greffon serait parfaitement adapté au défaut osseux observé.

5 Discussion

L'utilisation de l'allogreffe osseuse en chirurgie orale a beaucoup évolué depuis les 5 dernières années. En effet, les études abordant ce sujet sont de plus en plus nombreuses.

Dans ce travail, nous avons voulu faire une synthèse des connaissances actuelles. Ainsi, une description des étapes allant de la fabrication jusqu'à la mise sur le marché a été faite. Nous avons pu voir que chaque banque d'os en France a son propre mode de fabrication qui a préalablement été validé par la Haute Autorité de Santé. Malheureusement, il n'existe pas de méthode de fabrication normalisée. Chaque pays observe ses propres législations. Par exemple, en France seul les donneurs vivants sont autorisés à donner leurs têtes fémorales, alors que dans d'autres pays, les donneurs morts sont également autorisés. De même, en France seul l'os déprotéinisé est autorisé, les précautions sont plus sévères face au risque de contamination par rapport à d'autres pays, notamment les États Unis qui autorise la commercialisation d'os lyophilisé.

Ces disparités entre pays rendent la comparaison de différents articles scientifiques complexe. En effet, les études abordées dans notre méta-analyse de la littérature sont internationales (France, Inde, Allemagne, États Unis...), donc la méthode de traitement de l'allogreffe osseuse ainsi que son origine (donneur vivant ou mort) diffèrent.

Le recueil de données est très hétérogène, les critères d'étude ainsi que le but des études sont propres à chaque auteur. Certains ont évalué l'allogreffe osseuse seule, d'autres face à différents type de matériaux de substitution osseuse. De plus, l'allogreffe osseuse étant employée dans les chirurgies à visée implantaire, parodontale et ODF, les critères recherchés et évalués sont également distincts car le but de chaque chirurgie diffère.

Malgré ces difficultés, nous avons pu établir des gains osseux moyens après utilisation d'une allogreffe osseuse. En implantologie, ce gain est évalué à 3,35mm que l'apposition osseuse soit horizontale ou verticale. En parodontologie, la réduction de

la profondeur de poche est de 40,95%. En chirurgie à visée ODF, les chirurgies des fentes alvéolo-palatines observent un gain de volume osseux après allogreffe osseuse évalué à 0,72cm³. (91)

La différence entre chaque substitut osseux pourrait se faire sur la qualité de l'os obtenu après cicatrisation, mais les études histologiques sont encore trop peu nombreuses.

D'un point de vue histologique, la composition d'un prélèvement osseux après cicatrisation d'une allogreffe osseuse a été évaluée en moyenne à 23,56% de greffon résiduel, 29,76% de tissus non minéralisés (tissus conjonctif, fibreux et moelle osseuse) et 38,55% d'os néoformé. Ce qui démontre de meilleur résultat que les xénogreffes (21,38% d'os néoformé).

Il est vrai qu'en implantologie, lors de la mise en place des implants il est possible de prélever une carotte osseuse, mais ce n'est pas le cas en parodontologie ou en chirurgie à visée ODF. Mais cela ne permet pas une observation de la maturation des tissus au-delà de la durée de cicatrisation propre à l'intervention du fait qu'il est impossible de justifier auprès des patients une réintervention pour prélever de l'os de la zone greffée pour pouvoir observer la qualité de l'os néoformé.

Ainsi, le recul clinique sur la qualité histologique d'une zone greffée par allogreffe osseuse est réduit.

Les allogreffes osseuses observent des avantages face aux autres greffons osseux. D'une part, il n'y a qu'un seul site opératoire face aux greffons autogéniques. La chirurgie voit son temps opératoire réduit et son protocole simplifié.

D'autre part, l'ostéoconductivité de l'os allogénique a été évalué comme significativement supérieure à celle des matériaux alloplastiques (103).

De plus, l'allogreffe osseuse observe de bons résultats histologiques pour la néoformation osseuse.

L'utilisation de greffon allogénique présente aussi des inconvénients. D'une part, le recul clinique encore faible sur ce type de matériaux en France. On notera qu'une seule étude de ce travail est française.

D'autre part, les études sélectionnées démontrent un faible niveau de preuve scientifique (niveau 2 ou 4). Il serait intéressant à l'avenir de réaliser des études de niveau 1 telles que des essais comparatifs randomisés de forte puissance pour évaluer l'allogreffe osseuse mais également pour la comparer avec d'autres matériaux de substitutions osseuse.

Les greffons allogéniques présentent également un coût pour le patient. En effet, ces matériaux sont onéreux. Les prix varient avec la quantité de poudre (de 90 à 380€ pour BIOBank®) et le type de bloc et sa dimension (de 190 à 440€ pour BIOBank® selon s'il s'agit d'une lame corticale, d'un bloc spongieux ou d'un bloc cortico-spongieux). Toutefois ce coût est similaire à celui des xélogreffes. Seul le coût des autogreffes est inférieur, mais il s'agit de greffons nécessitant deux sites opératoires et une durée d'intervention supérieure.

De par leur origine biologique, les matériaux allogéniques représentent un potentiel risque sanitaire. Ce dernier est le plus redouté par les patients et les chirurgiens, mais il est faible compte tenu du soin porté aux normes de mise sur le marché en France. Notons par ailleurs, que l'allogreffe osseuse n'est plus considéré comme un risque pour le don du sang puisque depuis avril 2016 les patients greffés par allogreffe osseuse peuvent à nouveau donner leur sang.

Les greffons allogéniques ouvrent de nombreuses possibilités notamment avec l'apparition des blocs usinés individualisés. Ces derniers, si la zone opératoire le permet, autorisent une chirurgie réduite, voir minimaliste par tunnelisation qui réduit de manière conséquente l'ouverture muqueuse permettant l'accès au site opératoire. Ce qui simplifie les greffes osseuses par apposition de blocs. Et limite le risque de complications post-opératoires.

Mais ils pourraient également simplifier les chirurgies des fentes alvéolo-palatines dont l'anatomie du défaut osseux est souvent particulière.

Ils rendent également possible un comblement sinusien, sans risque de fuite de greffon par la membrane sinusienne, ce qui limiterait les complications post-opératoires. C'est une possibilité qui est critiquable car actuellement les protocoles opératoires des soulèvements de sinus tendent à supprimer toute utilisation d'un matériau de comblement.

Il serait intéressant à l'avenir de déterminer s'il existe une différence de cicatrisation entre une greffe osseuse allogénique sur l'arcade maxillaire par rapport à l'arcade mandibulaire. Mais également d'avoir plus d'études histologiques sur la composition osseuse après cicatrisation à long terme. Ainsi que des études randomisées pour évaluer les différences entre les allogreffe et les autres substituts osseux.

Il reste à préciser et objectiver la cicatrisation osseuse et la survie du greffon allogénique par rapport à la greffe autogène, « gold standard » de la greffe tridimensionnelle en chirurgie pré-implantaire et orthognatique.

Conclusion

Le greffon d'os allogène présente un intérêt notable en chirurgie orale pour obtenir un gain osseux. De par son caractère ostéoconducteur et sa facilité d'utilisation.

Il présente l'avantage d'une utilisation simplifiée par rapport aux greffons autogènes, avec une durée chirurgicale réduite. Un seul site opératoire permettant de diminuer les risques per- et post-opératoires. Mais également de se transformer plus rapidement en os nouvellement formé que les greffons xénogéniques, et ainsi de laisser après cicatrisation une quantité moindre de greffon résiduel. C'est un produit biocompatible et ostéoconducteur.

Il observe l'inconvénient de faire peur aux patients. Le recul clinique sur ce type de produits, notamment sur les blocs 3D est encore faible. Les études réalisées à ce jour ne présentent pas un haut niveau de preuve scientifique.

Les blocs et les greffes particulées allogéniques ont une place encore faible face aux matériaux déjà sur le marché. Notamment la xénogreffe, utilisées depuis de nombreuses années, dont le nombre d'étude sur le sujet est bien plus élevé.

Une étude clinique histologique allant au-delà d'un an de cicatrisation sera intéressante pour observer plus en détail l'évolution du greffon dans la cavité buccale. De même que des études françaises seraient intéressantes pour pouvoir mieux évaluer les résultats cliniques des matériaux répondant aux normes législatives françaises.

Dans tous les cas, il est certain que l'allogreffe osseuse est un produit de substitution osseuse dont les possibilités d'utilisation sont encore peu connues. On peut imaginer que sa place, parmi les autres substituts osseux, peut devenir plus importante si le recul clinique confirme une cicatrisation et une survie comparable à la xénogreffe et surtout à l'autogreffe osseuse, notamment pour les blocs usinés en 3D.

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : MEYER Mathilde

Titre de la thèse : Allogreffe osseuse : indications et protocoles en chirurgie orale

Directeur de thèse : Docteur Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLES

VU

Strasbourg, le : 13.03.2018

Le Président du Jury,

Professeur F. MEYER



VU

Strasbourg, le : 23 MARS 2018

Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,

Professeur C. TADDEI-GROSS



Faculté de Chirurgie Dentaire de Strasbourg - service de scolarité / bureau des thèses
8 rue Sainte Elisabeth - 67000 Strasbourg - Tel : 03 88 85 60 60

Bibliographie

1. Misch CE, Dietsch F. Bone-grafting materials in implant dentistry. Implant Dent. 1993.
2. Perriat M, Chavrier C. Reconstruction osseuse à l'aide de greffons allogéniques. Implant. 2000.
3. Société française de recherche orthopédique et traumatologique. Les substituts de l'os, du cartilage et du ménisque en 2011. Paris : Romillat, 2011.
4. Sebbag P, Missika P. Les matériaux de comblement : classification et propriétés. Implants. 1995.
5. Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption : morbidity, resorption and implant survival. Eur J Oral Implantol. 2014.
6. Khan SN, Cammisa FP, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. Thé biology of bone grafting. J Am Acad Orthop Surg. 2005.
7. Zouhary KJ. Bone graft harvesting from distant sites : concepts and techniques. Oral Maxillofac Surg Clin N Am. 2010.
8. Precheur HV. Bone graft Materials. Dental Clinics of North America. Juillet 2007.
9. <http://recap-ide.blogspot.fr/2015/02/anatomie-de-lappareil-locomoteur.html>
Site consulté le 20/11/2017.
10. Audran M, Guillaume B, Chappard D. Tissu osseux et biomatériaux en chirurgie dentaire. Quintessence International. 2015.

11. <http://tetudiant.blogspot.fr/2012/10/le-tissu-osseux.html> Site consulté le 20/11/2017.
12. Monnet-Corti V, Roche-Poggi P. Principes biologiques mis en jeu dans la cicatrisation osseuse. Journal de Parodontologie & d'Implantologie Orale. Février 2006.
13. Khoury F. Greffe osseuse en implantologie. Quintessence international. 2011.
14. Meunier PJ. L'ostéoporose. Issy-les-Moulineaux : Masson : « Le Quotidien du médecin ». 2005.
15. https://www.researchgate.net/figure/261410407_fig1_Cellular-events-in-the-basic-multicellular-unit-BMU-Under-the-canopy-generated-by-bone Site consulté le 20/11/2017.
16. Mattout P. Bases biologiques de la reconstruction osseuse. Journal de Parodontologie et d'Implantologie Orale. 2012.
17. Precheur HV. Bone graft Materials. Dental Clinics of North America. Juillet 2007.
18. Jabbour M, Missika P, Chassignole V. Les augmentations osseuses complexes et les reconstructions 3D. Implant. 2008.
19. Jabbour M, Tourbah B. Le bloc osseux allogénique PUROS : propriétés et techniques d'utilisation. Implant. 2011.
20. Atwood DA. Some clinical factors related to the rate of resorption of residual ridges. J Prosthet Dent. 1962.
21. Carlsson GE, Persson G. Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. Odont rev. 1967.

22. Tallgren A. The continuing reduction of residual alveolar ridges in complete denture wearers : a mixed longitudinal study covering 25 years. J Prosthet Dent. 1972.
23. Lindhe J. Manuel de Parodontologie clinique. Paris : Cdp, 1986.
24. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/stomat_ortop/classes_stud/en/stomat/ptn/Orthopedic%20stomatology/5/6%20module/11.%20Dentoalveolar%20deformities.%20Mechanisms.%20Clinical%20forms.%20The%20principles%20of%20a%20comprehensive%20evaluation%20and%20treatment.htm
Site consulté le 14/11/2017
25. https://www.researchgate.net/figure/273351848_fig1 FIGURE-1-Classification-scheme-for-intrabony-defects-Figure-1-reproduced Site consulté le 14/11/2017
26. Borghetti A, Monnet-Corti V. Chirurgie plastique parodontale. Rueil-Malmaison, CdP, 2000.
27. Khoury G. Reconstruction maxillaire par blocs osseux allogéniques et implants transitoires. Le Fil Dentaire. 2010.
28. Mainard D, Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique, Gouin F et al. Les substituts osseux et du cartilage. Orléans : Romillat. 2007.
29. Colombier M-L, Lesclous P, Tulasne J-F. La cicatrisation des greffes osseuses. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2005.
30. Noubissi SS, Lozada JL, Boyne PJ, et al. Clinical, histologic, and histomorphometric evaluation of mineralized solvent-dehydrated bon allograf (Puros) in human maxillary sinus grafts. J Oral Implantol. 2005.

31. Clement L. L'aménagement des défauts osseux des sites implantaires à l'aide de PUROS : intérêts et indications. Université Henri Poincaré, Nancy, faculté d'odontologie ; 2011.
32. <http://www.biobank.fr/professionnel-dentaire/produits/> Site consulté le 14/12/2017
33. http://www.allodyn.com/grefe_osseuse_dentaire.php/ Site consulté le 14/12/2017
34. <http://www.tbf-lab.com/dent/greffons-osseux-phoenix.html/> Site consulté le 14/12/2017
35. <http://www.straumann.fr/fr/professionels-dentaires/allografts/maxgraft.html/>
Site consulté le 14/12/2017
36. Informations obtenues auprès d'une biologiste de Global D®, du pharmacien responsable de BIOBank®, et de leur documentation interne officielle mise à ma disposition.
37. Article L. 1243-2 du Code de la Santé Publique.
38. Article R. 1243-1 CSP du Code de la Santé Publique.
39. Article L. 1243-6 CSP du Code de la Santé Publique.
40. Directive 2004/23/CE.
41. Directive 2006/17/CE.
42. Directive 2006/86/CE.

43. https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_412130/fr/la-commission-nationale-d-evaluation-des-dispositifs-medicaux-et-des-technologies-de-sante/ Site consulté le 14/12/2017
44. Autorisation HAS Supercrit 2017.
45. Autorisation HAS Supercrit 2015.
46. Autorisation HAS Phoenix 2015.
47. Autorisation HAS Osteopure 2015.
48. Arrêté du 27/10/2010 de l'ANSM.
49. Arrêté don du sang du 16/02/2009.
50. Arrêté don du sang du 05/04/2016.
51. Article L. 1243-1 du Code de la Santé Publique.
52. Loi Kouchner.
53. <http://osteobanque.com/la-greffe-osseuse/vous-etes-un-professionnel-de-la-sante/etapes-de-securisation> site consulté le 20/11/2017.
54. <http://medicalpackaging-conference.com/IMG/uploads/files/ALAIN%20CHALLAND%20-%20STERIS%20-%20La%20contrainte%20de%20la%20stérilisation%20dans%20le%20choix...pdf> site consulté le 20/11/2017.
55. <http://www.medicalgroup.fr/index.php/fr/sterilisation-par-rayonnement-et-vapeur> site consulté le 20/11/2017.

56. http://www.ionisos.fr/fr/technique_beta.html site consulté le 20/11/2017 Site consulté le 20/11/2017.
57. Conférence du Dr Carole Leconte lors de la Première journée BIOBank® du 15 juin 2017.
58. Princ G., Piral T., Benhamou A., et al. Chirurgie osseuse préimplantaire. CdP, 2008.
59. Photos opératoires du Dr Michel Jabbour.
60. Conférence et chirurgie en direct du Dr Michel Jabbour lors de la Première journée BIOBank® du 15 juin 2017.
61. Durant R-A, Beauvais G, Gaultier F, Milliez S, Bouaziz F, Renault P. Agénésies de 12 et 22 – greffe osseuse allogénique en onlays et implants. Le Fil Dentaire. 2014.
62. Schéma résumé du protocole de conception fabrication des blocs 3D par BIOBank.
63. Fiche de définition du besoin pour la conception des greffon sur mesure par BIOBank®.
64. Photo de la réalisation d'un greffon sur mesure par le Dr Philippe Levy avec BIOBank®.
65. Jaby P, Venet L, Perriat M, Fortin T. Greffe d'apposition par tunnelisation : présentation d'un cas clinique. 92^{ème} congrès de la SFCO. 2014.
66. Jaby P. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire. Faculté de chirurgie dentaire, université Claude Bernard Lyon I. 2015.

67. Jacotti M, Barausse C, Felice P. Posterior atrophic Mandible rehabilitation with onlay allograft created with CAD-CAM procedure: a case report.
68. Schlee M, Rothamel D. Ridge augmentation using customized allogenic bone blocs : proof of concept and histological findings. *Implant Dent.* 2013
69. Jacotti M. Simplified onlay grafting with a 3-dimensional block technique : a technical note.
70. Lalo J, Chassignolle V, Beleh M, Djemil M. L'expansion osseuse transversale pré-implantaire de la crête maxillaire par corticotomie alvéolaire. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale.* 2008.
71. Vinay N, Fauroux M-A, Torres J-H. Expansion transversale de la crête. Alvéolaire mandibulaire en deux temps. Illustration par un cas clinique. *Actual. Odonto-Stomatol.* 2012.
72. Alno N, Henry-Savajol O, Missika P, Khoury G. Simplifier la gestion atrophie transversale mandibulaire. *Lettre de la Stomatologie.* 2013.
73. Khoury G, Khoury E, Richie H. Ostéotomies segmentaires d'augmentation verticale des crêtes alvéolaires atrophiées. *Le fil dentaire.* 2010.
74. Leconte C. ROG : réflexions, analyse et reflet d'expérience. *Lettre de stomatologie.* 2016.
75. Leconte C. Os : de la greffe à la régénération. *Lettre de stomatologie.* 2015.
76. Leconte C. Soulevés de sinus, étude rétrospective. Etude de 50 comblements sinusiens réalisés avec une allogreffe osseuse (BioBank). *Lettre de stomatologie.* 2014.

77. Drouhet G. Augmentation de volume osseux sous sinusien par accès crestal, une alternative au comblement sous sinus par voie latérale. Le fil dentaire. 2014.
78. Colomb R, Verdalle P-M. Ostéotomie crestale sans comblement. Le fil dentaire. 2015.
79. Mellonig J. Autogenous and allogeneic Bone Graft in Periodontal Therapy. Critical Reviews in Oral Biology and Medicine. 1992.
80. Gatti C, Agossa K, Huck O. Intérêt des matériaux de substitution osseuse dans le traitement des lésions infra-osseuses. Biomatériaux d'aujourd'hui et de demain. 2016.
81. Gholami G. A. et al. Bone-added periodontal plastic surgery : a new approach in esthetic dentistry. Annals of surgical innovation and research. 2015.
82. AlGhamdi A. Corticotomy facilitated orthodontics : Review of a technique. The Saudi Dental Journal. 2010.
83. Krole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1959.
84. Wilcko M-T, Wilcko W-M, Bissada NF. An evidence- based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques : a synthesis of scientific perspective. Seminars Orthod. 2008.
85. Wilcko W-M, Wilcko M-T, Bouquot J-E., Ferguson D-J. Accelerated orthodontics with alveolar reshaping. Ortho Practice. 2000.
86. Sebaoun J-D, Ferguson D-J, Wilcko M-T, Wilck W-M. Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments. Orthod. 2007.

87. Sebaoun J-D, Kantarci A, Turner J-W, Carvalho R-S, Van Dyke T-E, Ferguson D-J. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *Journal Periodontol.* 2008.
88. Sebaoun J-D, Surmenian J, Diebart S. Traitement orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. *Orthod. France.* 2011.
89. Photos opératoires du Dr Sylvia Riemenschneider-Chillès.
90. Seike T et al. Early postoperative evaluation of secondaire bone grafting into the alveolar clefts and its effects on subsequent orthodontic treatment. *The Journal of Medical Investigation.* 2012.
91. Shirani G, Abbasi A-J, Mohebbi S-Z, Moharrami M. Comparison between autogenous Iliac bone and Freeze-Dried bone allograft for repair of alveolar clefts in the presence of plasma rich in growth factors : a randomized clinical trial. *Journal Craniomaxillofac. Surg.* 2017.
92. Lettre d'information donneur de tissus par BIOBank®. Obtenue auprès de Charlotte Cottier, biologiste pour Global D®.
93. Jabbour M, Milliez S. Augmentations osseuses pré-implantaires en apposition horizontale avec des blocs d'os allogénique. *JPIO.* 2016.
94. Whetman J, Mealey BL. Effect of Healing Time on New Bone Formation After Tooth Extraction and Ridge Preservation With Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft: A Randomized Controlled Clinical Trial. 2016.
95. Sadeghi R, Babaei M, Miremadi SA, Abbas FM. A randomized controlled evaluation of alveolar ridge preservation following tooth extraction using deproteinized bovine bone mineral and demineralized freeze-dried bone allograft. 2016.

96. Jain D, Deepa D. A comparative evaluation of freeze-dried bone allograft with and without bioabsorbable guided tissue regeneration membrane Healiguide(®) in the treatment of Grade II furcation defects: A clinical study. 2015.
97. Gothi R, Bansal M, Kaushik M, Khattak BP, Sood N, Taneja V. A comparative evaluation of freeze dried bone allograft and decalcified freeze dried bone allograft in the treatment of intrabony defects: A clinical and radiographic study. 2015.
98. Blaggana V, Gill AS, Blaggana A. A clinical and radiological evaluation of the relative efficacy of demineralized freeze-dried bone allograft versus anorganic bovine bone xenograft in the treatment of human infrabony periodontal defects: A 6 months follow-up study. 2014.
99. Kher VK, Bhongade ML, Shori TD, Kolte AP, Dharamthok SB, Shirao TS. A comparative evaluation of the effectiveness of guided tissue regeneration by using a collagen membrane with or without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of infrabony defects: A clinical and radiographic study. 2013.
100. Jacotti M, Wang HL, Fu JH, Zamboni G, Bernardello F. Ridge augmentation with mineralized block allografts: clinical and histological evaluation of 8 cases treated with the 3-dimensional block technique. 2012.
101. Ahmadi RS, Sayar F, Rakhshan V, Iranpour B, Jahanbani J, Toumaj A, Akhoondi N. Clinical and Histomorphometric Assessment of Lateral Alveolar Ridge Augmentation Using a Corticocancellous Freeze-Dried Allograft Bone Block. 2017.
102. Blume O, Hoffmann L, Donkiewicz P, Wenisch S, Back M, Franke J, Schnettler R, Barbeck M. Treatment of Severely Resorbed Maxilla Due to Peri-Implantitis by Guided BoneRegeneration Using a Customized Allogenic Bone Block: A Case Report. 2017.

103. Kolerman R, Nissan J, Rahmanov M, Vered H, Cohen O, Tal H. Comparison between mineralized cancellous bone allograft and an alloplast material for sinus augmentation: A split mouth histomorphometric study. 2017.
104. Checchi V, Mazzoni A, Zucchelli G, Breschi L, Felice P. Reconstruction of Atrophied Posterior Mandible with an Inlay Technique and Allograft Block: Technical Description and Histologic Case Reports. 2017.
105. Acocella A, Bertolai R, Ellis E 3rd, Nissan J, Sacca R. Maxillary alveolar ridge reconstruction with monocortical fresh-frozen bone blocks: a clinical, histological and histomorphometric study. 2012.
106. Nissan J, Marilena V, Gross O, Mardinger O, Chaushu G. Histomorphometric analysis following augmentation of the anterior atrophic maxilla with cancellous bone block allograft. 2012.
107. Nissan J, Marilena V, Gross O, Mardinger O, Chaushu G. Histomorphometric analysis following augmentation of the posterior mandible using cancellous bone-block allograft. 2012.
108. Aslan E, Gultekin A, Karabuda C, Mortellaro C, Olgac V, Mijiritsky E. Clinical, Histological, and Histomorphometric Evaluation of Demineralized Freeze-Dried Cortical Block Allografts for Alveolar Ridge Augmentation. 2016.
109. Deluiz D, Santos Oliveira L, Ramôa Pires F, Reiner T, Armada L, Nunes MA, Muniz Barretto Tinoco E. Incorporation and Remodeling of Bone Block Allografts in the Maxillary Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. 2017.
110. Deluiz D, Santos Oliveira L, Fletcher P, Ramôa Pires F, Nunes MA, Tinoco E. Fresh-Frozen Bone Allografts in Maxillary Alveolar Augmentation: Analysis of Complications, Adverse Outcomes, and Implant Survival. 2016.
111. Shah M, Patel J, Dave D, Shah S. Comparative evaluation of platelet-rich fibrin with demineralized freeze-

driedbone allograft in periodontal infrabony defects:

A randomized controlled clinical study. 2015.

112. Katuri KK, Kumar PJ, Swarna C, Samy DN, Arun KV. Evaluation of bioactive glass and demineralized freeze dried bone allograft in the treatment of periodontal intraosseous defects: A comparative clinico-radiographic study. 2013.
113. Kheur MG, Kheur S, Lakha T, Jambhekar S, Le B, Jain V. Does Graft Particle Type and Size Affect Ridge Dimensional Changes After Alveolar Ridge Split Procedure? 2017.
114. Cheon GB, Kang KL, Yoo MK, Yu JA, Lee DW. Alveolar Ridge Preservation Using Allografts and Dense Polytetrafluoroethylene Membranes With Open Membrane Technique in Unhealthy Extraction Socket. 2017.
115. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf Site consulté le 09/02/2018.
116. Reingewirtz Y, Tenenbaum H, Nezzal M. Choix d'un biomatériau de substitution osseuse par les patients : étude sur un groupe de 108 patients. 2016.
117. Photo d'une chirurgie de tunnelisation de bloc 3D chez un patient de 20ans atteint d'une agénésie des incisives latérales maxillaires, réalisée par le Dr Philippe Jaby. CHU Lyon.

MEYER Mathilde – Allogreffes osseuses : indications et protocoles en chirurgie orale.

(Thèse 3^{ème} cycle Sci. Odontologie. : Strasbourg : 2018 ; N°)

N°43.22.18.

Résumé :

Les greffes osseuses ont été utilisées pour la première fois en chirurgie dentaire dans les années 80. C'est une dizaine d'années plus tard que l'allogreffe osseuse a commencé à être utilisée en chirurgie orale. On observe un intérêt croissant pour ce type de matériau de substitution osseuse durant les 5 dernières années.

Ce travail a pour objectif de déterminer l'intérêt de l'allogreffe osseuse face aux autres substituts osseux existants, ainsi qu'analyser les avantages et les inconvénients quelle représente. Mais aussi de faire une mise au point sur les données scientifiques disponibles dans la littérature.

Ainsi, dans une première partie l'allogreffe osseuse sera présentée, avec des explications sur son origine, sa fabrication, ses normes de mises sur le marché français.

Dans une seconde partie, le but sera d'évaluer l'utilisation de ce matériau en chirurgie orale, en exposant les protocoles opératoires.

Dans une troisième partie, une revue de la littérature sera réalisée pour évaluer les résultats cliniques de l'utilisation de l'allogreffe osseuse en implantologie, en parodontologie et en chirurgie à visée orthopédie dento-faciale.

Rubrique de classement : CHIRURGIE ORALE.

Mots clés : Greffe osseuse
Allogreffe
Implantologie
Parodontologie

Me SH : Bone graft
Allograft
Implantology bone graft

Jury :

Président : Professeur Florent MEYER

Assesseeurs : Docteur Sophie BAHY-GROSS

Docteur Fabien BORNERT

Docteur Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLES

Membre invité : Docteur Pierre KELLER

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale : 15 rue Charles Appell

67000 Strasbourg

Adresse de messagerie : meyer_mathilde@yahoo.fr