

UNIVERSITÉ DE NANTES

UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2021

N° 3760

**Intérêts et limites des différentes techniques
d'augmentation de la dimension verticale d'une crête
édentée postérieure mandibulaire. Analyse de la littérature.**

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

Présentée et soutenue publiquement par :

CORNU Pauline

Le 21 octobre 2021 devant le jury ci-dessous :



Président : Monsieur le Professeur Philippe LESCLOUS

Assesseur : Madame le Docteur Alexandra CLOITRE

Assesseur : Monsieur le Docteur Carlos FUENTES

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

LISTE DES ENSEIGNANTS

UNIVERSITE DE NANTES	
<u>Président</u> Pr BERNAULT Carole	
	
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE	
<u>Doyen</u> Pr SOUEIDAN Assem	
<u>Assesseurs</u> Dr GAUDIN Alexis Pr LE GUEHENNEC Laurent Pr LESCLOUS Philippe	
	
PROFESSEURS DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES C.S.E.R.D.	
Mme ALLIOT-LICHT Brigitte M. AMOURIQ Yves Mme CHAUX Anne-Gabille M. LABOIX Olivier	Mme LOPEZ Serena Mme PEREZ Fabienne M. WEISS Pierre
PROFESSEURS DES UNIVERSITES	
M. BOULER Jean-Michel	
MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES	
Mme VINATIER Claire	
PROFESSEURS EMERITES	
M. GIUMELLI Bernard	M. JEAN Alain
ENSEIGNANTS ASSOCIES	
M. GUIHARD Pierre (Professeur Associé)	M. BANDIARY Octave (Assistant Associé)
Mme LOLAH Aoula (Assistant Associé)	
MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES C.S.E.R.D.	ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES DES C.S.E.R.D.
M. AMADOR DEL VALLE Gilles Mme ARMENGOL Valérie Mme BLERY Pauline M. BODIC François Mme CLOITRE Alexandra Mme DAJEAN-TRUTAUD Sylvie M. DENIS Frédéric Mme ENKEL Bénédicte M. HOORNAERT Alain Mme HOUCHMAND-CUNY Madline Mme JORDANA Fabienne M. LE BARS Pierre M. NIVET Marc-Henri M. PRUD'HOMME Tony Mme RENARD Emmanuelle M. RENAUDIN Stéphane Mme ROY Elisabeth M. STRUILLOU Xavier M. VERNER Christian	M. ALLIOT Charles Mme ARRONDEAU Mathilde Mme CLOUET Roselyne M. EVRARD Lucas M. GUIAS Charles M. GUILLEMIN Maxime Mme HASCOET Emilie Mme HEMMING Cécile M. HIBON Charles M. KERIBIN Pierre Mme OYALLON Mathilde Mme QUINSAT Victoire Eugénie M. REMAUD Matthieu M. RETHORE Gilles M. SERISIER Samuel Mme TISSERAND Lise
PRATICIENS HOSPITALIERS	
Mme DUPAS Cécile	Mme HYON Isabelle
ATTACHÉS HOSPITALIERS	
M. ELHAGE Louis-Marie M. GLOMET Jérémy Mme PAGBE NDOBO Pauline Mme PREVOT Diane	Mme RICHARD Catherine M. SARKISSIAN Louis-Emmanuel M. STRUBE Nicolas

Mise à jour le 15/07/2021

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

REMERCIEMENTS

A mon président de thèse
Monsieur le Professeur Philippe LESCLOUS

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des Centres de Soins d’Enseignement et de Recherche
Dentaires
Docteur de l’université de Paris Descartes
Habilité à Diriger les recherches
Chef du Département de Chirurgie Orale

- NANTES -

*Pour m’avoir fait l’honneur d’accepter la présidence de cette thèse,
Pour vos enseignements en chirurgie orale,
Veuillez trouver ici l’expression de mon plus profond respect et de toute
ma reconnaissance*

A mon directeur de thèse
Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Maitre de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires,
Docteur de l'Université d'Orsay,
Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux,
Biophysiques, Radiologie
Chef du département d'implantologie

- NANTES -

*Merci sincèrement d'avoir accepté de diriger ce travail.
Vous avez été à l'écoute et disponible, je vous en suis très reconnaissante.*

A Madame le Docteur Alexandra CLOITRE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des Centres de Soins d’Enseignement et de Recherche Dentaires
Docteur de l’université de Nantes
Département de Chirurgie Orale

- NANTES -

*Merci de m’avoir fait l’honneur d’être dans ce jury.
Et merci pour tout ce que vous m’avez enseigné durant
mes années de faculté.*

A Monsieur le Docteur Carlos FUENTES

Docteur en Chirurgie-Dentaire

Master Santé Publique et Management de la Santé – fac de médecine Pierre Marie Curie, Paris 6

Diplôme Universitaire de Chirurgie de la Cavité Buccale – fac de médecine de Montpellier

Attestation universitaire d'Implantologie Orale – faculté d'odontologie de Montpellier

*Pour m'avoir fait l'honneur d'être dans ce jury,
Pour m'avoir acceptée en tant que stagiaire,
Pour tes nombreux conseils qui m'ont permis de faire évoluer ma
pratique,
Pour m'avoir appris que le travail dans la bonne humeur est essentiel,
Vois ici l'expression de mes sincères remerciements et mon plus
profond respect.*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	10
I. ANATOMIE DE LA MANDIBULE	11
INTRODUCTION	10
I.1 Rappels anatomiques (5) (6) (7).....	11
I.1.1 Le corps mandibulaire.....	11
I.1.2 Les branches montantes	12
I.2 Types d'os et localisation (5) (8).....	15
I.2.1 La corticale	15
I.2.2 La paroi des alvéoles.....	16
I.2.3 Les septa osseux	16
I.3 Histologie osseuse(5) (8).....	17
I.3.1 La matrice extra-cellulaire.....	17
I.3.2 Les cellules	17
I.3.3 Le remodelage osseux	19
I.3.4 Phénomène de cicatrisation osseuse et de survie des greffes.....	20
II. TECHNIQUES CHIRURGICALES D'AUGMENTATION OSSEUSE.....	21
II.1 La greffe d'apposition	21
II.1.1 Zones de prélèvements (8).....	21
II.1.2 Technique chirurgicale (13) (14) (8) (17) (18) (19) (20)	23
II.2 Les ostéotomies segmentaires.....	26
II.2.1 Les ostéotomies segmentaires immédiates axiales.....	26
II.2.2 Technique chirurgicale (14) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28)	26
II.2.3 Les ostéotomies segmentaires immédiates de rotation (29) (30) (31)	29
II.3 Les ostéotomies segmentaires progressives = distraction alvéolaire	30
II.3.1 Définition.....	30
II.3.2 Technique chirurgicale (2) (33) (17)	30
II.4 La régénération osseuse guidée.....	33
II.4.1 Définition (34) (35) (36) (37)	33
II.4.2 Principe PASS (12) (38)	33
II.4.3 Technique chirurgicale (34) (35) (39) (40).....	34
II.5 La Split Bone Block (SBB) technique	39
II.5.1 Définition (41) (42) (43)	39
II.5.2 Technique chirurgicale (44) (45) (38)	39

III.	ANALYSE DE LA LITTÉRATURE	44
III.1	Stratégie de recherche.....	44
III.1.1	Les mots-clés	44
III.1.2	Les critères d'inclusion et d'exclusion.....	44
III.2	Analyse descriptive.....	46
III.3	Niveau de preuve des articles inclus dans l'analyse de littérature	48
IV.	DISCUSSION	50
IV.1	Etude du gain osseux vertical.....	50
IV.1.1	Résultats de la littérature (Annexe 2)	50
IV.1.2	Discussion.....	56
IV.2	Etude du taux de résorption du greffon	57
IV.2.1	Résultats de la littérature (Annexe 2)	57
IV.2.2	Discussion.....	59
IV.3	Etude du taux de complications.....	60
IV.3.1	Résultats de la littérature (Annexe 2)	60
IV.3.2	Discussion.....	64
IV.4	Etude du taux de survie implantaire	66
IV.4.1	Résultats de la littérature (Annexe 2)	66
IV.4.2	Discussion.....	68
IV.5	Etude de la résorption osseuse péri-implantaire et du taux de succès implantaire	69
IV.5.1	Résultats de la littérature (Annexe 2)	69
IV.5.2	Discussion.....	72
IV.6	Limite des études	73
V.	CONCLUSION	74
	BIBLIOGRAPHIE	79
	LISTE DES ILLUSTRATIONS	84
	ANNEXES	86

INTRODUCTION

L'augmentation verticale de crêtes atrophiées mandibulaires en vue de la pose d'implants reste un challenge pour les chirurgiens-dentistes.

En effet, la résorption de la mandibule se faisant de manière centripète, il en résulte une perte osseuse verticale et horizontale ne permettant pas toujours la pose d'implants dans les meilleures conditions. De ce fait plusieurs techniques sont possibles pour envisager la pose d'implants en secteur mandibulaire atrophié telles que la greffe d'apposition, la greffe d'interposition, la distraction alvéolaire, la régénération osseuse guidée, la split-bone technique mais aussi la pose d'implants courts ou la latéralisation du nerf alvéolaire inférieur. Cependant, cette dernière présente des risques de complications neurologiques majeures tandis que la pose d'implants courts ne traitera pas le problème esthétique et possède un taux d'échecs augmenté lié à des contraintes trop importantes. En effet, la résorption de la mandibule provoque une relation intermaxillaire défavorable qui, non traitée, conduit à un résultat fonctionnel et esthétique insatisfaisant.(1-4). Cependant, aujourd'hui, aucun consensus n'a été trouvé concernant la technique la plus favorable pour traiter les atrophies mandibulaires postérieures.

C'est pourquoi nous nous sommes intéressés, dans cette thèse, aux intérêts et limites des différentes techniques d'augmentation de la dimension verticale d'une crête édentée postérieure mandibulaire en vue de déterminer quelle technique semble la plus efficace. Ainsi nous nous intéresserons aux cinq techniques suivantes :

- La greffe d'apposition
- La greffe d'interposition
- La distraction alvéolaire
- La régénération osseuse guidée
- La méthode de Khoury ou split-bone technique

Une première partie de rappels généraux anatomiques permettra de situer et comprendre la situation physiologique de la mandibule. Une deuxième partie expliquera les différentes techniques chirurgicales citées précédemment afin de comprendre les enjeux liés à ces techniques. Les dernières parties permettront d'analyser la littérature scientifique et de démontrer l'absence de consensus ainsi que les avantages et inconvénients de chaque technique.

I. ANATOMIE DE LA MANDIBULE

I.1 Rappels anatomiques (5) (6) (7)

La mandibule est un os impair et symétrique. Il est le seul os mobile du massif cranio-facial. Il comprend trois parties distinctes : un corps horizontal et deux branches montantes verticales aussi appelées Ramus.

I.1.1 Le corps mandibulaire

Le corps de la mandibule est horizontal et présente une concavité postérieure. Il comprend une face externe et une face interne.

I.1.1.1 Face externe

❖ Anatomie osseuse

La face externe est marquée par une ligne médiane dite symphyse mentonnière. Cette dernière longe verticalement l'os et s'arrête au sommet d'un triangle formé à sa base par les deux protubérances mentonnières. Un peu plus postérieur, situé à l'aplomb de la deuxième prémolaire, se trouve le foramen mentonnier duquel ressortent les vaisseaux et nerfs mentonniers.

On y trouve aussi la ligne oblique externe qui part d'un tubercule mentonnier, puis longe la branche horizontale en haut et en arrière pour se terminer en formant la partie antérieure du Ramus.

❖ Insertions musculaires

La face externe du corps de la mandibule est le siège d'insertion de nombreux muscles peauciers permettant l'expression du visage :

- Muscle mentonnier
- Muscle incisif inférieur
- Muscle abaisseur de la lèvre inférieure
- Muscle platysma
- Muscle abaisseur de l'angle de la bouche
- Muscle buccinateur

❖ Rapports vasculo-nerveux

Le nerf alvéolaire inférieur s'engage dans le foramen mandibulaire puis chemine le long du corps mandibulaire. Lors de son parcours intra-osseux, il distribue les rameaux sensitifs des dents inférieures. Enfin, sa branche terminale, appelée nerf mentonnier, ressort au niveau foramen mentonnier et distribue des rameaux sensitifs dans la région du menton et de la lèvre inférieure.

Enfin, l'artère faciale et l'artère submentonnière passent sous le bord inférieur de la mandibule pour se retrouver au niveau de la face externe de celle-ci.

I.1.1.2 Face interne

❖ Anatomie osseuse

La face interne de la mandibule présente 2 épines mentonnières de part et d'autre de la ligne symphysaire. Elles sont le siège d'insertion des muscles génio-glosse et génio-hyoïdien. Sous ces épines mentonnières se trouve la fossette du digastrique sur laquelle s'insère le ventre antérieur du muscle digastrique.

Un peu plus postérieur, on retrouve la ligne mylo-hyoïdienne oblique d'avant en arrière qui part d'une épine mentonnière et se termine en distal en formant la face interne de la branche montante de la mandibule. Elle est le siège d'insertion du muscle mylo-hyoïdien.

On retrouve aussi, la fosse sublinguale dans laquelle on trouvera la glande sublinguale, et la fosse submandibulaire qui abrite la glande submandibulaire.

❖ Insertions musculaires

La face interne du corps de la mandibule renferme les insertions musculaires des muscles du cou :

- Muscle génio-glosse
- Muscle génio-hyoïdien
- Muscle digastrique
- Muscle mylo-hyoïdien

❖ Rapports vasculo-nerveux

Le nerf lingual, branche collatérale du V3 (nerf mandibulaire), chemine le long de la face médiale de la branche montante puis continue au niveau de la partie alvéolaire de la face interne du Corpus. Ce nerf présente un risque lors des chirurgies en secteur postérieur mandibulaire.

On retrouve aussi les vaisseaux et nerfs mylo-hyoïdiens qui longent la ligne mylo-hyoïdienne ainsi que le nerf sublingual qui innerve la glande sublinguale.

I.1.2 Les branches montantes

Les branches montantes verticales sont situées de part et d'autre du corps mandibulaire. La partie haute de ces branches, est formée, en avant, du processus coronoïde et du condyle, en arrière, qui vient s'articuler avec la fosse mandibulaire du temporale pour former l'articulation temporo-mandibulaire.

I.1.2.1 Face externe

❖ Anatomie osseuse

La face externe de l'angle mandibulaire présente des saillies appelées tubérosités massétériques sur lesquelles le muscle masséter vient s'insérer.

❖ Insertions musculaires

La face externe des Ramus permet l'insertion de deux muscles masticateurs :

- Muscle temporal
- Muscle masséter

I.1.2.2 Face interne

❖ **Anatomie osseuse**

En distal de la 3^{ème} molaire se trouve le trigone rétromolaire. Cette fossette donne insertion au muscle constricteur supérieur du pharynx et au raphé ptérygo-mandibulaire.

La face interne de l'angle mandibulaire est parcheminée de crêtes appelées tubérosités ptérygoïdiennes. Elles sont le lieu d'insertion du muscle ptérygoïdien médial.

Au milieu de la face interne, on retrouve le foramen mandibulaire dont le bord antérieur présente une épine proéminente appelée la lingula mandibulaire ou épine de Spix. Cette lingula est le lieu d'insertion du ligament sphéno-mandibulaire.

❖ **Insertions musculaires**

La face interne de la branche montante de la mandibule est le lieu d'insertion de la majorité des muscles masticateurs ainsi que de certains muscles et ligaments du pharynx :

- Muscle ptérygoïdien latéral
- Muscle ptérygoïdien médial
- Muscle temporal
- Muscle constricteur supérieur du pharynx
- Ligament sphéno-mandibulaire
- Ligament stylo-mandibulaire

❖ **Rapports vasculo-nerveux**

Le nerf mandibulaire (V3) donne naissance au nerf lingual et au nerf alvéolaire inférieur (NAI). Ces derniers descendent le long de la face interne du Ramus. Le nerf lingual ira en direction du trigone rétromolaire puis de la langue tandis que la NAI pénétrera dans la mandibule via le foramen mandibulaire.

En arrière du bord postérieur de la branche montante de la mandibule se trouvent l'artère carotide externe et la glande parotide. L'artère carotide externe donne naissance à l'artère maxillaire qui longe horizontalement le ramus et donnera naissance à l'artère alvéolaire inférieure qui pénètre dans le foramen mandibulaire accompagnant ainsi le nerf du même nom.

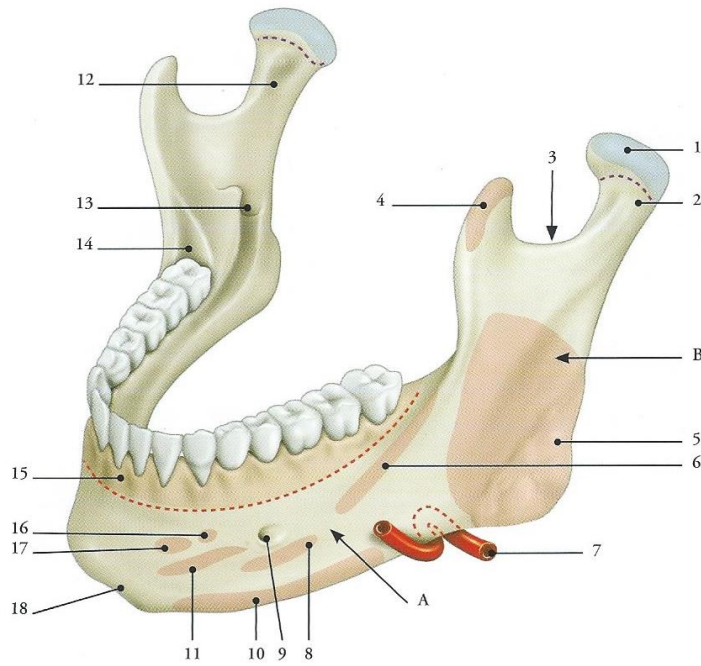


FIG. 4.12. Mandibule (vue latérale et antéro-supérieure)

- A. corps de la mandibule
- B. branche de la mandibule
- 1. tête
- 2. col
- 3. incisure mandibulaire
- 4. processus coronoïde (m. temporal)
- 5. tubérosité massétérique (m. masséter)
- 6. ligne oblique (m. buccinateur)
- 7. a. faciale
- 8. m. abaisseur de l'angle de la bouche
- 9. foramen mentonnier
- 10. m. platysma
- 11. m. abaisseur de la lèvre inf.
- 12. fossette ptérygoïdienne
- 13. foramen mandibulaire
- 14. trigone rétomolaire
- 15. insertion de la muqueuse orale
- 16. m. incisif inf.
- 17. m. mentonnier
- 18. protubérance mentonnière

Figure 1 : vue latérale et antéro-supérieure de la mandibule (6)

FIG. 4.13. Mandibule (vue médiale)

- 1. épine mentonnière inf. (m. génio-hyoïdien)
- 2. épine mentonnière sup. (m. génio-glosse)
- 3. insertion de la muqueuse orale
- 4. m. constricteur sup. du pharynx et raphé ptérygo-mandibulaire
- 5. crête médiale
- 6. processus coronoïde (m. temporal)
- 7. incisure mandibulaire
- 8. tête de la mandibule
- 9. fossette ptérygoïdienne (m. ptérygoïdien latéral)
- 10. lingula mandibulaire et lig. sphéno-mandibulaire
- 11. lig. stylo-mandibulaire
- 12. foramen mandibulaire
- 13. sillon mylo-hyoïdien
- 14. m. ptérygoïdien médial
- 15. a. faciale
- 16. ligne et m. mylo-hyoïdiens
- 17. fosse submandibulaire
- 18. fosse sublinguale
- 19. fossette et m. digastriques

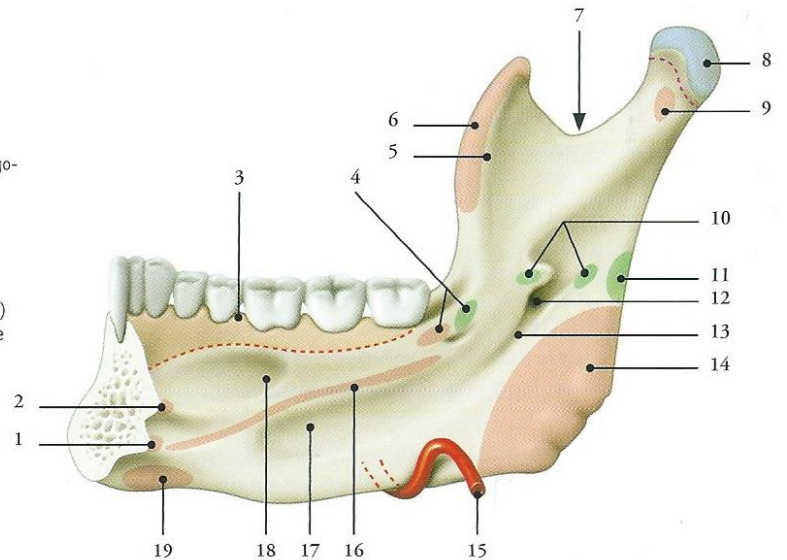


Figure 2 : vue médiale de la mandibule (6)

I.2 Types d'os et localisation (5) (8)

La mandibule est un os extrêmement dense et compact. Son point d'épaisseur maximale est situé au niveau de la ligne oblique externe et de la ligne mylo-hyoïdienne. Ceci s'explique par le fait que cette zone correspond à la zone qui subit le plus de force lorsque les mâchoires sont serrées.

4 types d'os sont retrouvés :

- Tissu osseux lamellaire périosté
- Tissu osseux lamellaire haversien
- Tissu osseux fasciculé
- Tissu osseux spongieux

I.2.1 La corticale

La corticale correspond à l'os situé au niveau des parois vestibulaires et linguales de la mandibule. Elle est constituée de deux types de tissu osseux compact : le tissu osseux compact périosté et le tissu osseux compact haversien.

I.2.1.1 Tissu osseux compact périosté

Le tissu osseux compact périosté, ou périoste, est une fine couche richement vascularisée et en relation étroite avec la gencive. Il peut être divisé en deux couches :

- Une couche externe fibreuse qui permet d'encapsuler l'os.
- Une couche interne qui comprend des cellules endothéliales, des préostéoblastes et des ostéoblastes. Cette couche doit impérativement être conservée lors des chirurgies puisqu'elle a un rôle ostéogénique.

I.2.1.2 Tissu osseux compact haversien

Le tissu osseux compact haversien est formé par la juxtaposition d'ostéons, eux-mêmes formés par la superposition de lamelles concentriques centrées sur le canal de Havers où circulent vaisseaux et nerfs. La corticale est traversée de canaux perforants ou canaux de Volkmann permettant d'interconnecter les canaux de Havers les uns avec les autres et avec le périoste. Ainsi, leur présence permettra de ramener les vaisseaux du périoste dans l'os et donc d'amener les éléments énergétiques et nutritifs aux ostéons.

Cette organisation lamellaire concentrique est à l'origine de la résistance mécanique de l'os.

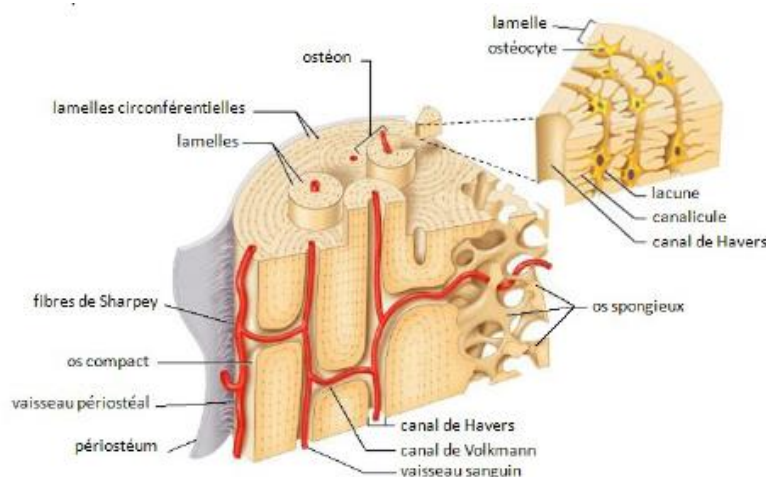


Figure 3 : schéma du tissu osseux de gauche à droite : le périoste, le tissu osseux compact haversien, le tissu osseux spongieux (9)

I.2.2 La paroi des alvéoles

Les procès alvéolaires correspondent à une extension de l'os mandibulaire et comportent des alvéoles recevant les racines dentaires. Cette organisation est très spécifique de la mâchoire puisqu'on ne la retrouve nulle part ailleurs dans le corps. La présence des procès alvéolaires est médiée par la présence des dents. Leur formation suit l'éruption des dents, tandis que leur résorption sera progressive à partir de leur avulsion.

La paroi de ces alvéoles, aussi appelée paroi ligamentaire de l'alvéole ou os alvéolaire à proprement dit, est constituée de tissu osseux fasciculé.

I.2.2.1 Tissu osseux fasciculé

Cette lame criblée d'environ 100 à 200 microns est caractérisée par l'insertion de fibres extrinsèques et intrinsèques reliant le tissu osseux au ciment. Ces fibres forment le ligament alvéolo-dentaire, ligament richement vascularisé puisqu'il a un rôle important dans le remodelage osseux. De plus, cette paroi est parsemée de petites cavités laissant passer l'innervation et la vascularisation en direction du ligament.



Figure 4 : Vue de la lame criblée d'une alvéole dentaire vide (10)

I.2.3 Les septa osseux

Le septum représente l'espace situé entre les corticales et les parois alvéolaires. On retrouve ainsi des septa interdentaires situés entre les dents et des septa interradiculaires situés entre les racines des dents pluri-radiculées. Il est constitué d'un réseau tridimensionnel de travées osseuses appelé tissu osseux spongieux.

I.2.3.1 Tissu osseux spongieux

C'est un tissu osseux lamellaire constitué de trabéculations osseuses plus ou moins perpendiculaires à la paroi des alvéoles. La forme et la densité des trabéculations sont fonction de l'activité musculaire. Les trabéculations seront d'autant plus épaisses et riches en minéraux, que le patient sollicite beaucoup son tissu osseux. Entre ces trabéculations se trouvent des espaces conjonctivo-vasculaires, lieux de remaniements osseux importants.

I.3 Histologie osseuse(5) (8)

Le tissu osseux est constitué d'une matrice extra-cellulaire (MEC) et de cellules qui assurent les différentes phases du remodelage osseux. En effet, la mandibule, comme tout autre os de l'organisme, participe à l'équilibre phospho-calcique. C'est pourquoi il subit à tout moment des remaniements locaux (migrations dentaires) et généraux (équilibre phospho-calcique)

La MEC est composée d'une matrice organique et d'une matrice minérale.

I.3.1 La matrice extra-cellulaire

La matrice organique

La matrice organique est principalement formée de collagène de type I et XII. On y retrouve aussi des glycosaminoglycanes (chondroïtine sulfate, héparane sulfate, acide hyaluronique), des protéoglycanes, des protéines spécifiques du tissu osseux (ostéopontine, ostéonectine, ostéocalcine, sialoprotéine osseuse, thrombospondine), des cytokines et des facteurs de croissance.

La matrice minérale

La matrice minérale est constituée de cristaux d'hydroxyapatite responsables de la dureté osseuse.

I.3.2 Les cellules

Il existe 5 types de cellules osseuses différentes localisées soit à la surface du tissu osseux soit dans la MEC.

I.3.2.1 En surface

Les ostéoblastes :

Les ostéoblastes sont des cellules mononucléées comportant un cytoplasme large riche en réticulum endoplasmique granuleux et appareil de Golgi, organites de synthèses permettant de fabriquer les protéines de la MEC. Par la suite, les ostéoblastes seront capables de sécréter la phosphatase alcaline participant ainsi à la minéralisation de cette matrice organique. Ces cellules peuvent communiquer entre-elles par l'intermédiaire de jonctions communicantes.

Ces ostéoblastes ont donc un rôle ostéogénique puisqu'ils synthétisent la phase organique de la MEC du tissu osseux puis participent à la minéralisation de celle-ci. Ces cellules deviendront soit des ostéocytes soit des cellules bordantes ou bien entreront en apoptose.

Les cellules bordantes :

Les cellules bordantes sont de forme allongée, aplaties à la surface du tissu osseux. Ce sont des cellules au repos n'ayant donc quasiment plus d'organites de synthèse. Elles sont quiescentes mais peuvent être réactivées en cas de besoin. Elles sont interconnectées entre elles et avec les ostéocytes via des jonctions communicantes.

Les ostéoclastes :

Les ostéoclastes sont des cellules très spécialisées multinucléées créées suite au regroupement de plusieurs pré-ostéoclastes. Leur fonction principale est de contrôler l'homéostasie du calcium en résorbant le tissu osseux. Ces cellules seront donc mobiles leur permettant ainsi de se déplacer vers un lieu nécessitant une résorption.

Ce sont des cellules polarisées ayant une zone active au niveau de laquelle la membrane cytoplasmique prend un aspect brosse de sorte d'augmenter la surface d'échange. Des lysosomes sont alors libérés à la surface de cette membrane formant ainsi une lacune de Howship qui s'agrandit au fur et à mesure de la déminéralisation. L'ostéoclaste peut alors récupérer les éléments provenant de la MEC dont le corps a besoin.

I.3.2.2 De la matrice osseuse

Les ostéocytes :

Un ostéocyte est un ostéoblaste différencié, d'aspect fusiforme ayant moins d'organites de synthèse car leur activité est limitée. Ils sont emmurés dans la MEC et piégés dans un espace appelé ostéoplaste empêchant toute possibilité de division cellulaire. Les ostéocytes sont en communication avec les cellules bordantes et les ostéoblastes par l'intermédiaire de canalicules et de jonctions communicantes.

Leur fonction est de maintenir la matrice extracellulaire en élaborant certains constituants ou en la détruisant.

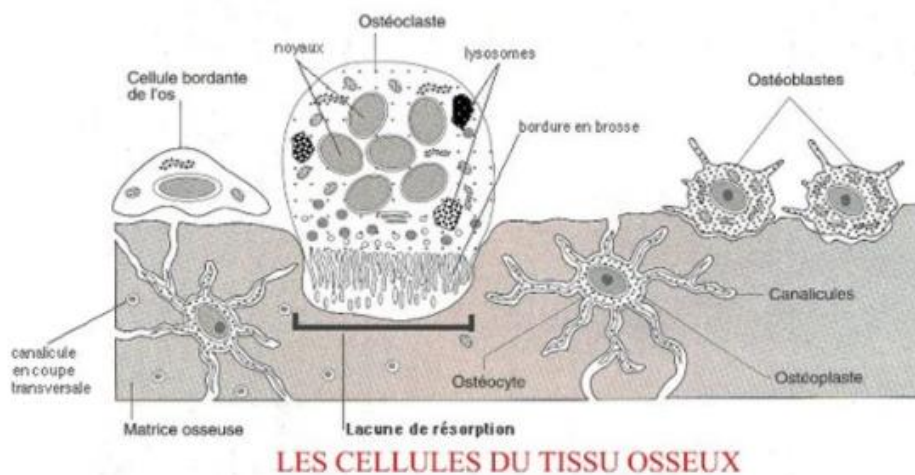


Figure 5 : Les différents types de cellules présents en surface (cellules bordantes, ostéoclastes et ostéoblastes) et dans la matrice osseuse (ostéocytes) (10)

I.3.3 Le remodelage osseux

Tout au long de la vie, l'os est le siège de remaniements permanents permettant le maintien qualitatif et quantitatif du tissu osseux et ainsi le maintien de ses propriétés mécaniques dans le temps. Une séquence de remodelage osseux dure en moyenne entre 4 et 6 mois. Ce processus peut être divisé en trois phases :

- 1) **Phase d'activation**: fusion des pré-ostéoclastes et formation d'ostéoclastes matures qui déminéralisent la surface du tissu osseux. A l'issue de cette phase, des macrophages viennent nettoyer la zone puis, suite à la sécrétion de facteurs d'induction, la phase de transition peut commencer.
- 2) **Phase de transition** : recrutement des pré-ostéoblastes et différenciation en ostéoblaste.
- 3) **Phase de formation** : formation de la matrice ostéoïde non minéralisée suivie de la minéralisation de cette MEC. A l'issue de cette phase, les ostéoblastes peuvent devenir quiescents ou se retrouver emmurés dans la MEC.

Ce remodelage osseux est médié par des facteurs de régulations pouvant être des hormones (PTH, VitD3...) ou des ions minéraux (calcium, phosphore...). Certains facteurs locaux vont jouer aussi un rôle important comme les prostaglandines E2, les cytokines pro inflammatoires ou des facteurs de croissance. Enfin, des facteurs mécaniques sont aussi à prendre en compte puisque des zones soumises à des forces de pression subiront une résorption tandis des zones soumises à des forces de tension subiront un phénomène d'apposition osseuse.

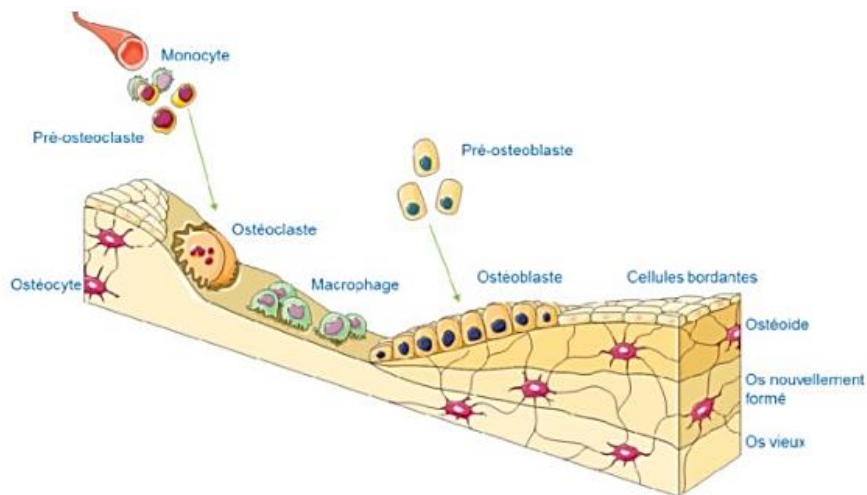


Figure 6 : schématisation du remodelage osseux : phase de quiescence, phase d'activation, phase de transition ou d'inversion, phase de formation puis minéralisation osseuse (10)

I.3.4 Phénomène de cicatrisation osseuse et de survie des greffes

Le processus de cicatrisation d'une chirurgie d'augmentation osseuse par greffe ou par biomatériaux est similaire au processus de cicatrisation d'un défaut osseux par fracture. L'incorporation d'un greffon passe par 3 phases consécutives :

- 1) **Phase de réaction inflammatoire aseptique** qui dure environ 1 semaine. Cette réaction inflammatoire causée par la rupture des vaisseaux du site chirurgical entraîne la formation d'un caillot sanguin entre le greffon et le site receveur et la libération de nombreux facteurs de croissances. Il y a alors un phénomène d'angiogenèse et de recrutement de cellules progénitrices. Ce caillot sanguin sera par la suite progressivement remplacé par un tissu de granulation assurant la nutrition du greffon. Cette phase équivaut à la phase de formation du cal mou dans les fractures osseuses.
- 2) **Phase de substitution** d'une durée de 6mois. Cette phase est caractérisée par la résorption progressive du greffon de la périphérie vers le centre et son remplacement par du nouveau tissu osseux. Cette formation est produite par un phénomène d'ostéogenèse si le greffon possède cette propriété (rare) ou par un phénomène d'ostéo-induction ou d'ostéo-conduction (plus fréquent). Cette phase équivaut à la phase de cal dur du processus de cicatrisation de fractures osseuses.
- 3) **Phase de remodelage** un an en moyenne après la greffe, amenant à la formation d'un os mature pleinement fonctionnel.

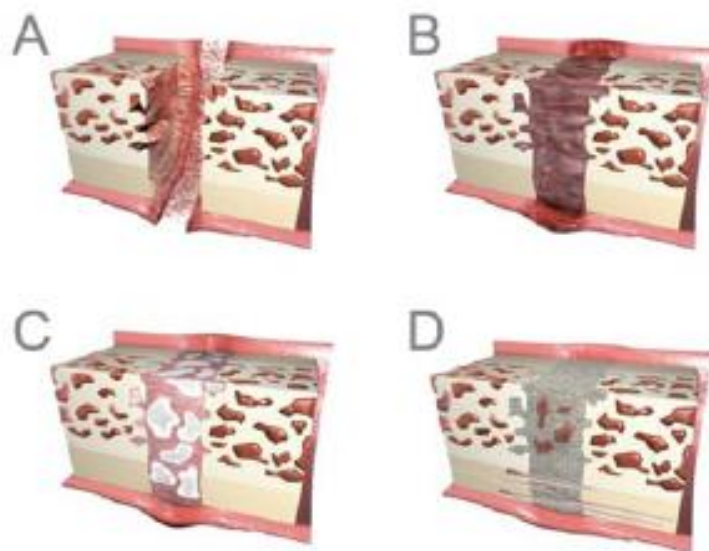


Figure 7 : phases de cicatrisation d'un défaut osseux par fracture (5)

- A) Phase d'inflammation*
- B) Phase de cal mou*
- C) Phase de cal dur*
- D) Phase de remodelage*

La résorption du greffon est la cause d'échec la plus courante à court, moyen et long terme. Autant un stress fonctionnel du greffon peut promouvoir la formation osseuse, mais des contraintes mécaniques trop importantes lors de la phase initiale de cicatrisation peuvent amener à un échec par interruption de la vascularisation.

II. TECHNIQUES CHIRURGICALES D'AUGMENTATION OSSEUSE

De nombreux évènements tels que la perte d'organe dentaire, les traumatismes faciaux et dento-alvéolaires, les parodontopathies, les kystes odontogènes ou non odontogènes, ou les tumeurs malignes ou bénignes peuvent être à l'origine d'une résorption osseuse. (11)

Aujourd'hui encore, les chirurgies d'augmentation osseuse verticale à la mandibule restent de véritables défis pour les chirurgiens-dentistes. C'est pourquoi, une analyse pré-opératoire minutieuse est indispensable pour éviter tout événement indésirable per ou post-opératoire. Cette étude pré-opératoire passe par une analyse approfondie des tissus mous, de la qualité et de la quantité d'os présents et des rapports anatomiques.

En effet, des structures anatomiques nobles telles que le nerf alvéolaire inférieur, le nerf lingual, l'artère faciale mais aussi le muscle mylo-hyoïdien et le muscle masséter seront à éviter ou soigneusement emmenés dans le lambeau. De plus, l'architecture dense et très corticalisée de la mandibule, en fait un os peu vascularisé plus à risque de nécrose du greffon. Enfin, l'analyse des tissus mous permettra de mettre en évidence le biotype gingival du patient ainsi que la quantité de gencive kératinisée présente. Un biotype fin nécessitera alors plus de précautions lors de la levée de lambeau pour limiter le risque de perforation. Cependant, une chirurgie d'épaississement des tissus mous reste contre-indiquée avant une chirurgie d'augmentation osseuse car elle crée des cicatrices. (12)

Pour finir, à la mandibule, le faible accès chirurgical et le maintien de l'architecture 3D du greffon sont d'autres éléments qui augmentent la complexité des chirurgies d'augmentation osseuse verticale.

II.1 La greffe d'apposition

La greffe osseuse autogène d'apposition consiste en la superposition d'un bloc d'os provenant du patient sur l'os résiduel en le fixant à l'aide de vis d'ostéosynthèse. Cette technique reste, aujourd'hui, la plus documentée et le gold standard en termes d'augmentation osseuse verticale. En effet, l'os autogène, grâce à son effet ostéo-inducteur, permet une régénération osseuse optimale. Cependant, de nombreux inconvénients sont à prendre en compte tel que la création d'un second site de morbidité au niveau du site donneur, l'augmentation du temps opératoire, l'altération des tissus mous ainsi que la faible quantité et la qualité d'os disponible. C'est pourquoi, de nouveaux matériaux allogènes ou xénogènes sont apparus permettant de diminuer ces effets secondaires.(13)(14)(15)

II.1.1 Zones de prélèvements (8)

Le choix du site donneur dépend de la quantité d'os exigée. Les sites osseux d'origine intra-orale sont à prioriser pour éviter l'hospitalisation du patient et permettent une faible résorption du greffon. Cependant, la quantité d'os disponible reste faible. Ainsi, dès lors que la perte osseuse sera trop importante, les prélèvements osseux d'origine extra-orale seront préconisés.

II.1.1.1 Prélèvement symphysaire

Du fait de la facilité d'accès et du volume osseux disponible important, la région symphysaire a été le premier site de prélèvement endobuccal utilisé pour les reconstitutions osseuses sous anesthésie locale.

Le site de prélèvement devra tenir compte de l'apex des canines en haut, du rebord basilaire en bas de l'émergence du nerf alvéolaire inférieur en distal et de la partie osseuse médiane pour éviter toute modification esthétique du menton. Ainsi, le ou les greffons pourront être prélevés de part et d'autre de

la ligne osseuse médiane. Les prélèvements devront toujours être surdimensionnés pour pouvoir être retravaillés en extra-buccal.

L'os symphysaire n'a pas de potentiel de régénération. Il sera donc possible de combler la zone de prélèvement par un substitut osseux puis les sutures sont réalisées en deux plans par points simples. La réalisation d'un pansement compressif systématique pendant 24-48h, permet de diminuer fortement les suites opératoires.

II.1.1.2 Prélèvement mandibulaire postérieur

On distingue deux zones de prélèvement :

- Corpus : zone située au niveau de la partie latérale du corps mandibulaire en arrière du foramen mentonnier
- Ramus : zone située entre l'épine de spix et le trigone rétromolaire

Le choix entre les deux techniques dépendra de l'analyse pré-opératoire du CBCT qui déterminera la zone ayant le plus d'épaisseur d'os. Une fois le prélèvement effectué, des sutures simples seront réalisées.

II.1.1.3 Prélèvement pariétal

En cas de résorption trop importante, un prélèvement extra-oral peut-être indiqué. Celui-ci devra alors être effectué sous anesthésie générale.

La zone de prélèvement pariétal se situe au niveau de la bosse pariétale. Elle correspond à la zone ayant l'épaisseur d'os la plus importante. L'épaisseur moyenne du pariétal étant d'environ 7,5mm.

Tout comme l'os mandibulaire, l'origine membranaire de l'os pariétal lui confère une faible capacité de résorption.

II.1.1.4 Prélèvement iliaque

Cette zone de prélèvement située au niveau de la crête iliaque de l'os du bassin a l'avantage de fournir une grande quantité d'os spongieux et cortical. Cependant, son origine endochondrale lui confère un plus fort risque de résorption du greffon.

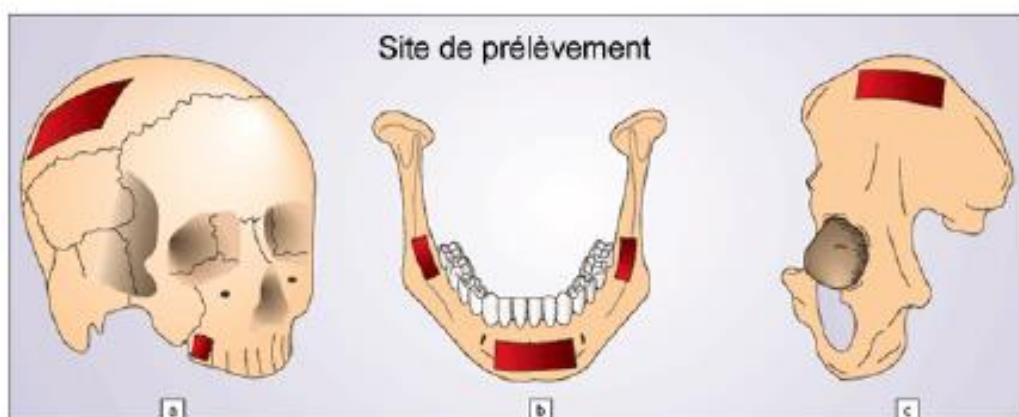


Figure 8 : sites de prélèvement de l'os autogène, (a)os pariétal, (b) zone rétromolaire et zone symphysaire, (c)crête iliaque (16)

II.1.2 Technique chirurgicale (13) (14) (8) (17) (18) (19) (20)

1-Préparation du site receveur :

- Anesthésie locale : articaïne à 4% et 1/100 000 d'adrénaline
- Incisions : crestale puis une décharge mésiale et une décharge distale légèrement décalée en vestibulaire pour éviter le nerf lingual
- Décollement d'un lambeau de pleine épaisseur en vestibulaire et en lingual
- Perforation de l'os cortical receveur à l'aide d'une fraise boule de 1mm de diamètre sous irrigation saline de sorte d'augmenter l'apport sanguin et de favoriser l'apport de cellules ostéogéniques vers le greffon.
- Réalisation d'un patron du greffon souhaité

2-Prélèvement du bloc osseux autogène

Le greffon sera dans la majorité des cas prélevé au niveau mandibulaire postérieur à l'aide d'inserts piezoélectriques. Il devra être surdimensionné et retravaillé à l'aide de disques ou fraises chirurgicales montées sur pièce à main chirurgicale et sous irrigation au sérum physiologique, pour s'ajuster parfaitement au site receveur. De ce fait, le greffon pourra aussi être fractionné dans certains cas.

3-Mise en place du greffon

- Positionnement du greffon sur la face coronaire de la crête
- Fixation à l'aide de minivis en titane de 1,5mm qui transpercent le greffon puis viennent se visser dans l'os sous-jacent.
- Reconstitution vestibulaire et/ou linguale à l'aide des autres blocs osseux prélevés si nécessaire de sorte d'obtenir la forme de crête souhaitée au préalable
- Meulage des bords tranchants
- Remplissage des anfractuosités et des espaces créés entre les blocs par des copeaux d'os et/ou de granules osseux d'origine bovine
- Recouvrement du site à l'aide d'une membrane résorbable

4- Sutures du site de la greffe

- Si nécessaire : réalisation de la manœuvre de Hooper : section du périoste à la base des lambeaux vestibulaire et lingual de sorte d'augmenter l'élasticité
- Sutures 4/0 Vicryl en points matelassiers et en points simples sans tension

5- J+ 4-5mois

- Retrait des minivis et pose des implants



Figure 9 : panoramique pré-opératoire (17)



Figure 10 : levée de lambeau et prélèvement d'un greffon mandibulaire postérieur proche de la zone de greffe (17)

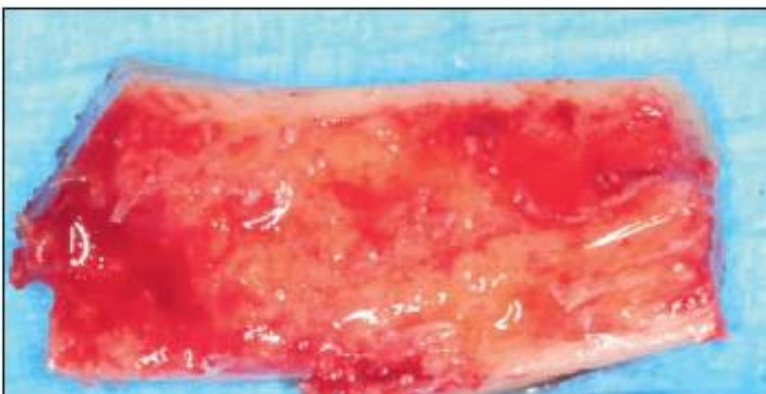


Figure 11 : greffon cortico-spongieux (17)

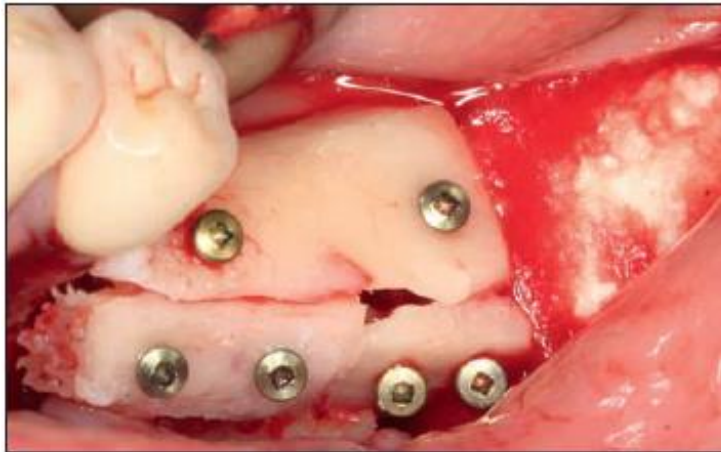


Figure 12 : fixation des greffons à l'aide de minivis afin de traiter le défaut osseux mixte (17)

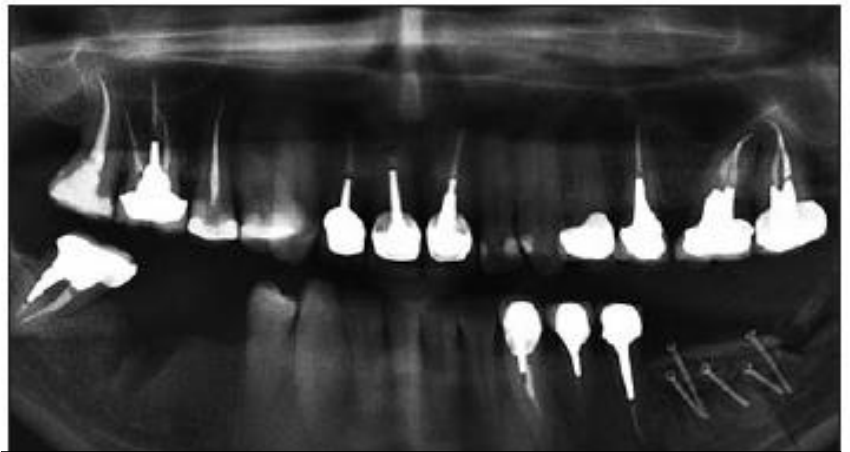


Figure 13: panoramique post-opératoire (17)



Figure 14 : résultat après 6 mois de cicatrisation (17)

II.2 Les ostéotomies segmentaires

II.2.1 Les ostéotomies segmentaires immédiates axiales

II.2.1.1 Définition

L'ostéotomie segmentaire immédiate axiale, ou greffe d'interposition ou « sandwich » technique ou greffe en inlay, consiste à interposer un greffon autogène, xénogène ou allogène entre une section osseuse déplacée coronairement et l'os basal de la mandibule. Aujourd'hui, l'utilisation de matériaux xénogènes d'origine bovine est courante. Néanmoins, leur faible vitesse de résorption est responsable de la persistance de résidus sur le long terme. De plus, leur fragilité augmentant le risque de fracture du biomatériau, il sera donc indispensable d'utiliser des minivis et miniplaques en titane pour stabiliser les deux blocs osseux et la greffe, nécessitant de ce fait un deuxième temps opératoire de retrait. Ainsi, de nouveaux biomatériaux d'origine équine caractérisés par une résorption plus rapide et une solidité augmentée pourraient probablement éviter l'emploi de minivis et miniplaques et accroître le degré de formation osseuse. (21) (22) (23)

II.2.2 Technique chirurgicale (14) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28)

1-préparation du site receveur

- Anesthésie locale : articaïne à 4% et adrénaline à 1/100 000.
- Incision paracrestale vestibulaire
- Décollement d'un lambeau de pleine épaisseur en vestibulaire. Pas de lambeau crestal ni lingual réalisé de sorte de maintenir le périoste et assurer un apport vasculaire suffisant au segment osseux déplacé coronairement.
- Ostéotomie à l'aide d'inserts de piézochirurgie jusqu'en lingual: horizontale à 2-4mm du canal mandibulaire, mésiale à 2 mm de la dernière dent en mésial de l'édentement, distale fonction du projet implantaire futur. L'épaisseur du fragment déplacé doit être supérieure ou égale à 3mm pour éviter sa fracture lors de la pose des minivis.
- Déplacement coronaire du segment ostéotomisé épargnant le périoste lingual

2-Préparation du greffon

Le greffon autogène est récolté au niveau de la zone de prélèvement choisie. Puis, quelle que soit l'origine du greffon, celui-ci est retaillé de sorte de s'ajuster parfaitement au défaut osseux.

3-Mise en place du greffon

- Insertion du greffon entre le fragment coronaire et l'os basal
- Fixation à l'aide de minivis et miniplaques en Titane au fragment coronaire et à l'os basal de sorte de stabiliser la greffe

- Remplissage des anfractuosités et espaces résiduels par des copeaux d'os et/ou de granules osseux d'origine xénogène
- Recouvrement du site à l'aide une membrane résorbable

4- Sutures du site de la greffe

- Manœuvre de Hooper : section du périoste à la base du lambeau vestibulaire de sorte d'augmenter son élasticité
- Fermeture primaire du site à l'aide fils de suture 4.0 Vicryl

5- J + 4-5 mois

- Retrait des minivis et miniplaques et pose des implants

Remarque : l'utilisation de biomatériaux d'origine équine permet de simplifier la technique opératoire en supprimant l'étape de stabilisation à l'aide de minivis.



Figures 15 et 16 : levée de lambeau puis ostéotomie horizontale à 2mm du NAI et deux ostéotomies verticales mésiales et distales à l'aide d'un piezotome (25)



Figure 17 : désolidarisation du fragment coronaire (25)



Figure 18 : déplacement vertical du segment coronaire (25)



Figure 19 : interposition d'un greffon autogène, allogène ou xénogène (25)

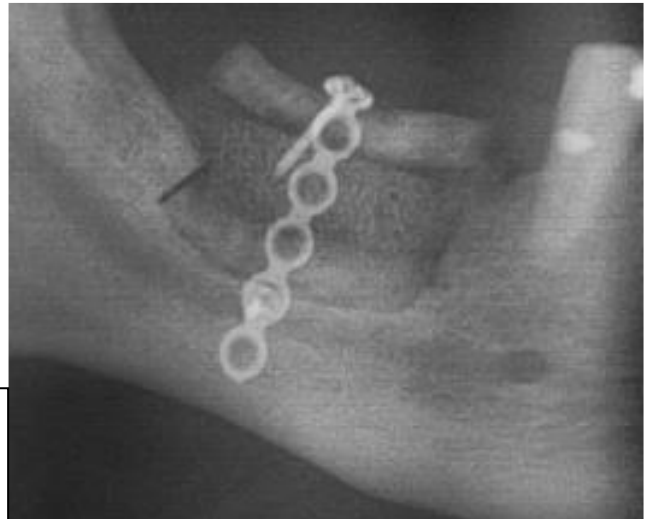


Figure 20 : stabilisation du greffon à l'aide d'une plaque en titane fixée par des minivis au segment coronaire et basal (25)

II.2.3 Les ostéotomies segmentaires immédiates de rotation (29) (30) (31)

L'ostéotomie segmentaire immédiate de rotation est une technique dérivée de la greffe d'interposition permettant, de corriger l'atrophie axiale et transversale d'une crête mandibulaire, dans le cas notamment de défaut osseux en baïonnette. La technique chirurgicale sera sensiblement la même que pour la greffe d'interposition à la différence que l'ostéotomie ne sera pas horizontale mais légèrement inclinée en vestibulaire et que le segment osseux crestal subira une rotation linguale plutôt qu'une translation verticale. La face vestibulaire se trouvera alors en crestal. L'espace créé entre le segment ayant subi une rotation et l'os basal sera stabilisé à l'aide de minivis et de miniplaques puis comblé à l'aide de particules ou de blocs xénogènes.



Figure 21: schéma d'explication de l'ostéotomie inclinée permettant la rotation du segment coronaire (28)

II.3 Les ostéotomies segmentaires progressives = distraction alvéolaire

II.3.1 Définition

L'ostéotomie segmentaire progressive ou distraction alvéolaire repose sur le déplacement progressif en direction coronaire d'un fragment osseux obtenu par ostéotomie. Le gap créé entre le fragment coronaire et l'os basal sera comblé par de l'os immature non calcifié qui, lors de la phase de cicatrisation, subira une maturation. Cette technique permet la croissance simultanée des tissus mous et du tissu osseux. Caractéristique importante puisque le manque de tissus mous est le principal facteur d'échec des greffes osseuses: (21)

Ilizarov a été le promoteur de ce concept en chirurgie orthopédique. En effet, dans les années 50, il décrit l'effet tension-stress: la traction progressive d'un tissu vivant crée un stress capable de maintenir et stimuler la régénération de certains tissus dont le tissu osseux et les tissus mous environnants.

Ses études sur l'os tibial mettent en avant l'importance du maintien d'un apport vasculaire suffisant. Ainsi, la régénération osseuse n'est possible que si la moelle osseuse, le périoste et les tissus mous environnants sont préservés. C'est pourquoi, il réalise une croissance du tibia sans déplacer de fragment osseux. Quelques années plus tard, d'autres études montreront que la contribution du périoste en termes d'apport vasculaire est significativement supérieure à celle de la moelle osseuse. Ainsi, la distraction alvéolaire est basée sur le principe d'Ilizarov à l'exception du fait qu'un fragment est déplacé coronairement tout en maintenant l'intégrité du périoste et des tissus mous linguaux et crestaux. (32)(2)

II.3.2 Technique chirurgicale (2) (33) (17)

1-préparation du site de la greffe

- Anesthésie locale : articaïne 4% + adrénaline 1/100 000
- Incision paracrestale horizontale vestibulaire. Les incisions de décharge mésiale et distale sont à éviter pour favoriser l'apport vasculaire et limiter le risque de nécrose du segment déplacé.
- Décollement d'un lambeau de pleine épaisseur en vestibulaire. Pas de lambeau crestal ni lingual réalisé de sorte de maintenir le périoste et assurer un apport vasculaire suffisant au segment osseux déplacé coronairement.
- Ostéotomie jusqu'en lingual à l'aide d'une fraise fine cylindrique ou d'une microscie oscillante: horizontale à 2-4mm du canal mandibulaire, mésiale à 2 mm de la dernière dent en mésial de l'édentement, distale en fonction du projet implantaire futur. Le fragment déplacé doit faire au minimum 6mm afin d'éviter sa fracture lors de la fixation du distracteur.

2-Installation du système de distraction

- Fixation du distracteur intraoral au fragment déplacé et à l'os basal à l'aide de minivis en titane.
- Distraction immédiate du fragment coronaire par activation du distracteur, de sorte de vérifier l'axe et la liberté de mouvement du fragment.

- Repositionnement du fragment coronaire dans sa position initiale.
- Manœuvre de Hooper : section du périoste à la base des lambeaux vestibulaire de sorte d'augmenter son élasticité
- Sutures simples Vicryl 4/0. Seule la partie la plus coronaire du distracteur est laissée en bouche pour permettre l'activation du système.

3- J+7/10jours post-opératoire : cicatrisation muqueuse

- Retrait des fils de sutures
- Activation du distracteur à une vitesse de 0,5mm toutes les 12h soit 1mm par jour jusqu'à atteindre la hauteur désirée.
- Stabilisation du distracteur dans sa position pendant 2-3mois de sorte d'obtenir une maturation du cal néoformé entre l'os basal et le segment déplacé.

4- J+ 2-3 mois

- Retrait du distracteur et pose des implants



Figure 22 : photographie intra-buccale pré-opératoire (14)



Figure 23 : panoramique pré-opératoire (14)



Figure 25 : ostéotomie puis mise en place du dispositif de distraction (14)



Figure 26 : radiographie de contrôle avant de débuter la distraction (14)

II.4 La régénération osseuse guidée

II.4.1 Définition (34) (35) (36) (37)

La régénération osseuse guidée (ROG) consiste en l'apposition sur la crête résorbée, de particules autogènes, xénogènes et/ou allogènes stabilisées à l'aide d'une membrane. Cette membrane joue 3 rôles importants. Premièrement, elle permet le maintien de l'espace de la greffe dans les trois dimensions. Pour cela, lors de chirurgies d'augmentation osseuse verticale il sera recommandé d'utiliser des membranes non résorbables et rigides telles que les membranes de polytétrafluoroéthylène de haute densité (dPTFE) renforcées en titane pour éviter tout effondrement de la greffe. Deuxièmement, elle assure la stabilisation du caillot sanguin. Enfin, troisièmement, elle assure la sélection cellulaire c'est-à-dire qu'elle est capable d'inhiber la prolifération des cellules fibroblastiques et de stimuler la prolifération des cellules ostéoblastiques au niveau du défaut osseux.

II.4.2 Principe PASS (12) (38)

La régénération osseuse guidée est aujourd'hui largement pratiquée et aboutit très souvent à de bons résultats. Cependant 4 principes biologiques fondamentaux, dits PASS, sont à respecter pour s'assurer de la prédictibilité de cette technique :

❖ **Cicatrisation de 1^{ère} intention**

La cicatrisation de première intention se produit lorsque l'accolement des berges d'une plaie est réalisé. A l'inverse une cicatrisation de seconde intention se produit lorsque les berges de la plaie ne peuvent être rapprochées. Il en résulte alors une cicatrisation plus lente, plus collagénique et l'apparition de cicatrices. En régénération osseuse guidée, une fermeture complète des berges sans tension est requise de sorte d'éviter les cicatrices résiduelles ainsi que l'exposition de la greffe qui induirait une réduction conséquente du gain osseux prévu initialement.

❖ **Angiogenèse**

L'angiogenèse correspond à un processus de néoformation de vaisseaux sanguins à partir de vaisseaux préexistants. Les biomatériaux et la membrane utilisés lors des ROG ont pour objectif de favoriser l'ostéogenèse via leur capacité d'ostéoconduction, et de créer et maintenir un espace qui sera rapidement envahi par un caillot sanguin. Ce dernier sera résorbé par des neutrophiles et macrophages puis remplacé par un tissu de granulation riche en néovaisseaux. Cette nouvelle vascularisation sera responsable de la synthèse d'un tissu ostéoïde qui subira par la suite une maturation.

❖ **Maintien de l'espace**

Comme expliqué précédemment, la néoformation osseuse est en lien étroit avec l'angiogenèse elle-même permise par le maintien de l'espace de la greffe. En ce sens, lors de chirurgie d'augmentation osseuse verticale, l'utilisation de membrane non résorbable en polytétrafluoroéthylène (PTFE) renforcée en titane sera fortement recommandé.

❖ **Stabilité de caillot sanguin**

Tout comme la stabilisation primaire de l'implant est importante pour assurer son ostéointégration, la stabilisation du caillot sanguin est primordiale pour assurer la prédictibilité de la séquence de cicatrisation osseuse de la greffe. Ainsi, le rôle de la membrane est multiple. Elle permet le maintien de l'espace, la sélection cellulaire et la stabilisation du caillot sanguin.

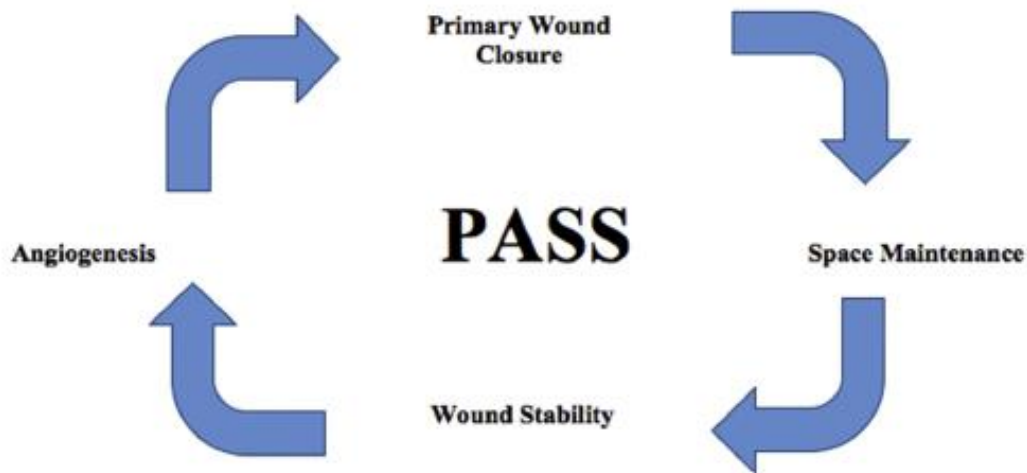


Figure 27 : Principe PASS (11)

II.4.3 Technique chirurgicale (34) (35) (39) (40)

Dans cette sous partie, j'ai choisi de présenter la « sausage technique » décrite par I.URBAN.

1-Préparation du site de la greffe

- Anesthésie locale : articaïne 4% + adrénaline 1/100 000
- Incision jusqu'au contact osseux : incision crestale horizontale avec une lame n°15 étendue en intrasulculaire environ 2 dents au-delà du site opératoire+ incision verticale distale au niveau du processus coronoïde + incision verticale mésiale
- Décollement du lambeau vestibulaire de pleine épaisseur au-delà de la ligne muco-gingivale + décollement du lambeau de pleine épaisseur lingual jusqu'à la ligne mylo-hyoïdienne où le muscle sera précautionneusement détaché de la corticale linguale.
- Décorticalisation à l'aide de petites fraises boules (non obligatoire)

2- Préparation de la greffe

- Adaptation de la membrane de haute densité (dPTFE) renforcée en titane de sorte qu'elle recouvre complètement la greffe et éviter tout contact avec la muqueuse. La membrane devra s'étendre à 2mm au-delà de la greffe.
- Stabilisation de la membrane en lingual via l'utilisation d'au minimum deux pins en titane en commençant par le pin mésio-lingual. Pour faciliter la procédure, un pins temporaire peut être positionné sur la crête en distal de la dernière dent pour stabiliser la membrane. Ce pins temporaire sera retiré une fois que les pins linguaux seront placés.

- Prélèvement de particules osseuses autogènes à l'aide d'un Safe Scraper® qui seront mélangées à des particules xénogènes de résorption plus lente.
- Fixation de la membrane en vestibulaire à l'aide de pins en titane de sorte de stabiliser la greffe.

3- Sutures du site de la greffe

- Fermeture primaire du site via des sutures en deux couches : la première couche est refermée à l'aide d'un matelassier horizontal puis réalisation de points simples pour refermer le bord cristal du lambeau et des décharges.

4- J+ 6mois - 9mois

- Dépose de la membrane et pose des implants



Figure 28 : vue intrabuccale du défaut osseux mandibulaire postérieur (31)



Figure 29 : levée de lambeau et mesure du défaut osseux mixte à la sonde parodontale (31)



Figure 30 : apposition de particules autogènes mélangées à des particules d'origine bovine sur la crête osseuse édentée (31)



Figure 31 : fixation de la greffe à l'aide d'une membrane d-PTFE renforcée en titane et fixée à l'os grâce à des pins (31)



Figure 32 : libération du lambeau lingual et vestibulaire grâce à la manœuvre de Hooper afin d'obtenir une élasticité suffisante pour fermer le site chirurgical berge à berge (31)

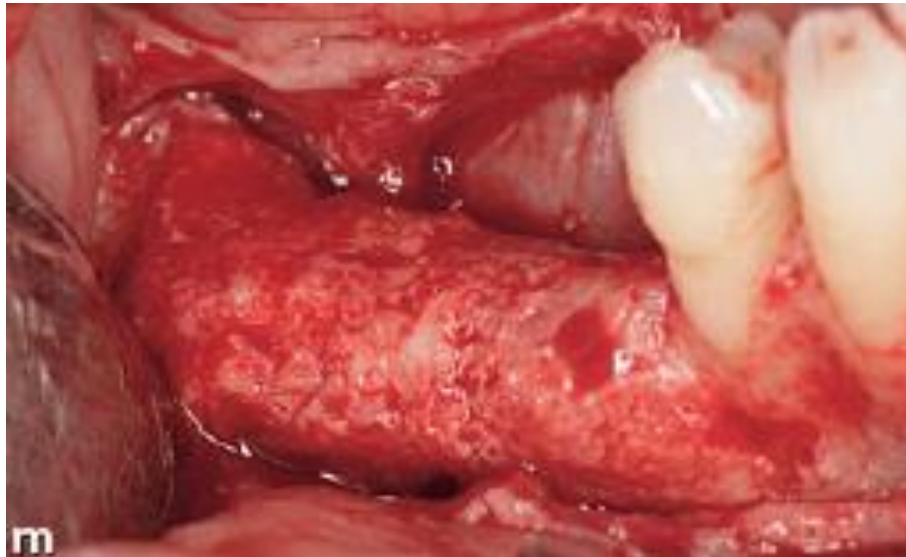


Figure 34 : suture primaire du site chirurgical (31)



k

Figure 35 : réouverture du site chirurgicale 6 à 9 mois après la chirurgie et visualisation de l'os néoformé (31)



m

Figure 36 : visualisation de l'os néoformé 6 à 9 mois après la chirurgie (31)

II.5 La Split Bone Block (SBB) technique

II.5.1 Définition (41) (42) (43)

Introduite par le Dr.Fouad KHOURY en 2007, la « SBB technique » ou « méthode de Khoury » est une pratique chirurgicale récente permettant la reconstruction dans les trois dimensions de l'espace d'un défaut osseux mixte. En effet, elle consiste à scinder longitudinalement un greffon osseux prélevé au niveau ramique de sorte d'obtenir deux blocs autogènes de faible épaisseur. Ces deux blocs seront ensuite positionnés en crestal et en vestibulaire du défaut osseux afin d'obtenir un coffrage de ce défaut qui sera comblé par des particules d'os autogène. Dans cette technique le bloc cortical coronaire permettrait le maintien de l'espace de greffe, la stabilité et la protection des particules autogènes sous-jacentes et limite la résorption.

II.5.2 Technique chirurgicale (44) (45) (38)

1-Préparation du site receveur

- Anesthésie locale vestibulaire et linguale : articaïne 4% + adrénaline 1/100 000. L'anesthésie loco-régionale est intentionnellement évitée afin de garder de la sensibilité au cas où le chirurgien approcherait du nerf alvéolaire inférieur.
- Incisions : crestale puis une décharge mésiale et une décharge distale légèrement décalée en vestibulaire pour éviter le nerf lingual
- Décollement d'un lambeau de pleine épaisseur vestibulaire au-delà de la ligne muco-gingivale + linguale jusqu'à la ligne mylo-hyoïdienne où le muscle sera précautionneusement détaché de la corticale linguale.
- Perforation de l'os cortical receveur à l'aide d'une fraise boule de 1mm de diamètre sous irrigation saline de sorte d'augmenter l'apport sanguin et de favoriser l'apport de cellules ostéogéniques vers le greffon.

2-Prélèvement ramique ipsilatéral du bloc osseux autogène

- Ostéotomies : verticales en mésial et distal et une horizontale en apical rejoignant les deux ostéotomies verticales. Enfin de petites perforations de 3-4mm de profondeur parallèles à la ligne oblique externe sont réalisées puis interconnectées à l'aide d'une fraise fine. Ces perforations sont réalisées dans le but de faciliter la dislocation du greffon.
- Dislocation du greffon d'au moins 1cm de largeur et 3-4mm d'épaisseur

3- Préparation du greffon autogène

- Division longitudinale du greffon de sorte d'obtenir deux blocs de plus faible épaisseur
- Prélèvement de particules osseuses autogènes à l'aide d'un « bone scraper » sur les deux blocs jusqu'à obtenir une épaisseur de 1mm

4- Mise en place des greffons

- Positionnement du premier greffon en cristaux à une distance d'au moins 4mm de la crête osseuse et stabilisation à l'aide de minivis
- Positionnement du second greffon en vestibulaire et fixation avec une seule minivis afin de garder un accès à l'espace formé entre le bloc coronal et la crête alvéolaire
- Comblement de l'espace avec des particules autogènes
- Coffrage du site receveur et stabilisation du greffon vestibulaire à l'aide d'une seconde minivis
- Sutures 5/0 déposées 14jours après la chirurgie

5- J+4-5mois

- Dépose des minivis et pose des implants

NB : en cas de défaut vertical ou horizontal non associés, un seul bloc sera nécessaire. Le second pourra alors être remplacé au niveau du site receveur pour servir de pansement et diminuer les complications post-opératoires.



Figure 37 : vue panoramique du défaut osseux vertical mandibulaire postérieur gauche (45)



Figure 38 : levée de lambeau et prélèvement d'un greffon autogène au niveau de la zone rétromolaire ipsilatérale (45)



Figures 39, 40, 41 : section en deux du greffon de sorte d'obtenir deux blocs corticaux fins (45)



Figure 42 : stabilisation d'un premier greffon cortical à l'aide de minivis à 4mm du la crête résiduelle (45)



Figure 43 : interposition de particules osseuses autogènes (45)



Figure 44 : fixation du second bloc cortical en vestibulaire de sorte de coffrer les particules autogènes (45)



Figure 45 : vue panoramique du site augmenté par la méthode de Khoury (45)



Figure 46 : vue de la greffe le jour de la pose des implants soit 4-5mois après la chirurgie (45)

III. ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

III.1 Stratégie de recherche

Afin de déterminer les intérêts et limites des différentes techniques d'augmentation de la dimension verticale en secteur édenté postérieur mandibulaire, une analyse de la littérature portant sur ce sujet a été réalisée. Pour ce faire, une recherche bibliographique a été menée sur PubMed, Embase et Cochrane Database et complétée par une recherche manuelle à partir de références bibliographiques présentes dans les articles sélectionnés et dans les principales revues scientifiques d'implantologie :

- International journal of oral and maxillofacial surgery
- International journal of oral and maxillofacial implants
- Journal of periodontology
- Clinical implant dentistry and related research
- International journal of periodontics and restorative dentistry
- Journal of oral implantology

III.1.1 Les mots-clés

La principale équation de recherche utilisée sur les bases de données fut la suivante : (vertical ridge augmenation) AND (posterior mandible) AND (dental implant) AND (guided bone regeneration) OR (inlay graft) OR (onlay graft) OR (interpositional graft) OR (alveolar distraction). Afin d'obtenir plus d'articles, d'autres combinaisons ont été aussi réalisées. Enfin, pour affiner la recherche des critères d'inclusion et d'exclusion ont été appliqués.

III.1.2 Les critères d'inclusion et d'exclusion

Les études sélectionnées devaient inclure des patients présentant un édentement mandibulaire postérieur unilatéral ou bilatéral associé à une résorption verticale des crêtes osseuses importante traitée par greffe d'apposition, greffe d'interposition, distraction alvéolaire, régénération osseuse guidée ou la méthode de Khoury en vue de la pose d'un ou plusieurs implants.

Les critères d'inclusion des études étaient les suivants :

- Dates : 1980 à 2021
- Articles en Anglais
- Etudes prospectives : contrôlée ou non, randomisées ou non, cohorte, cas-témoin
- Etudes rétrospectives : contrôlée, cas-témoin, cohorte
- Critères de jugement des études : gain osseux vertical, résorption du greffon, complications, taux de survie implantaire, taux de succès implantaire, taux de résorption péri-implantaire

Les études suivantes ont été exclues :

- Etudes de cas
- Etudes animales
- Etudes in vitro
- Etudes portant sur les implants courts ou sur la latéralisation du nerf alvéolaire inférieur
- Nombre de sites chirurgicaux étudiés <10

La recherche bibliographique et la sélection des articles peuvent être résumées par l'intermédiaire du Flow Chart ci-dessous :

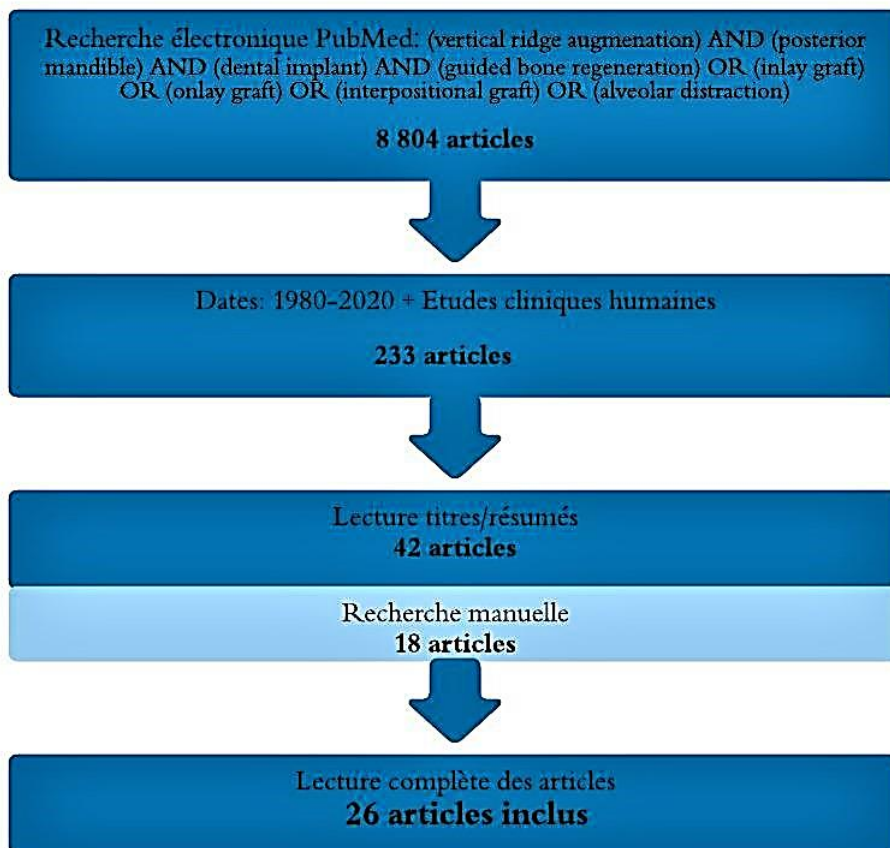


Figure 47 : Organigramme de la recherche bibliographique

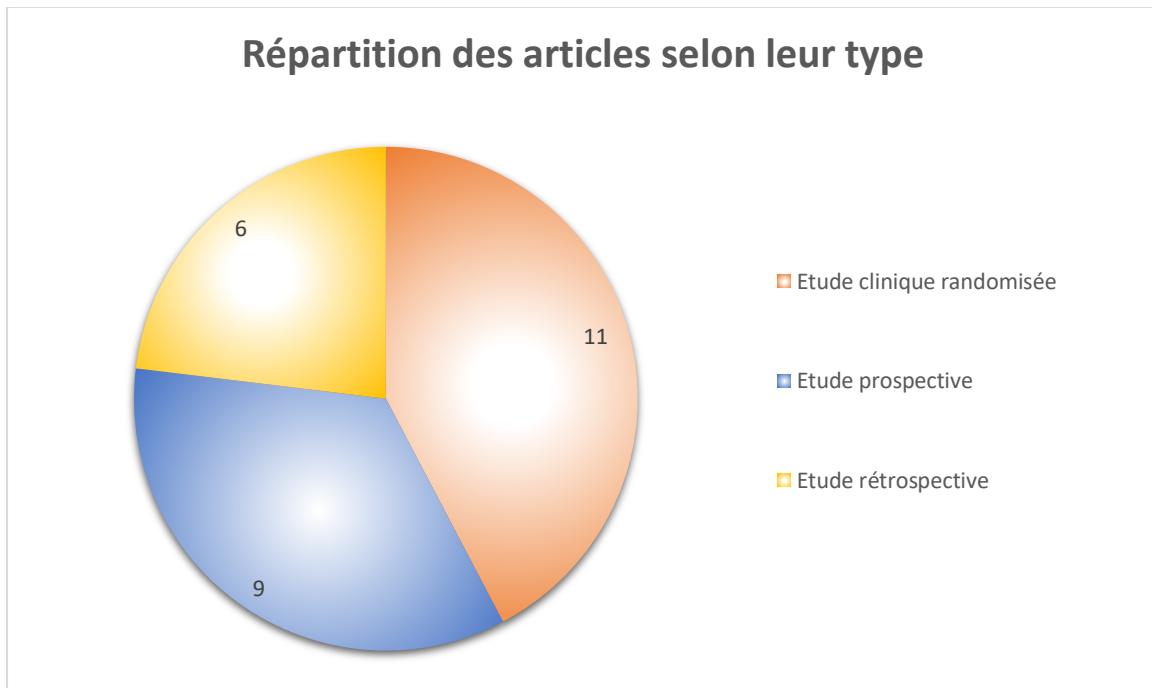
Après avoir appliqué l'équation susmentionnée à la base de données, 8 804 résultats ont été proposés. La recherche a été affinée en appliquant les filtres « études cliniques », « années 1980-2021 », « humaines », « adultes » aboutissant à 233 résultats. Après lecture des titres et abstracts de ces 233 références, seuls 40 articles répondaient à notre recherche.

Ensuite, une lecture complète de ces 40 articles a été effectuée ainsi qu'une recherche manuelle au sein des références de ces mêmes articles ainsi que dans les principales revues scientifiques d'implantologie aboutissant à l'ajout de 18 articles. Au final, après lecture approfondie des articles pré-sélectionnés, seuls 26 articles répondaient à notre recherche.

III.2 Analyse descriptive

En conclusion, 26 articles ont été sélectionnés pour l'analyse de littérature (*Annexe1*) :

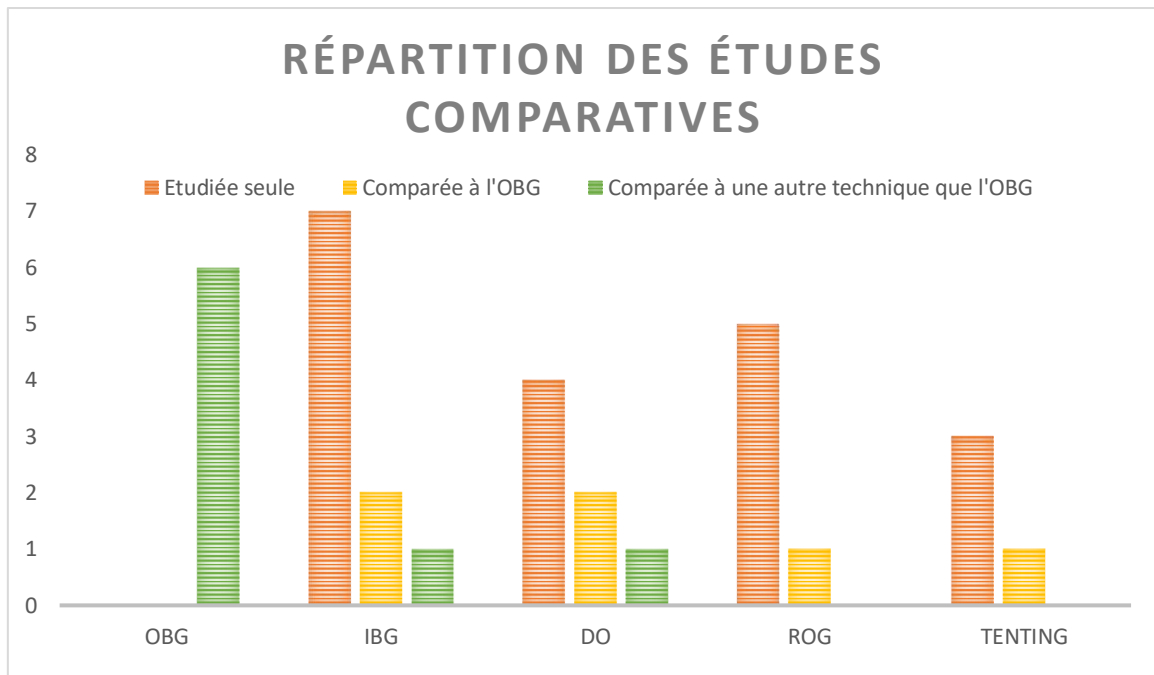
- 11 études cliniques randomisées
- 9 études prospectives
- 6 études rétrospectives



Parmi les 26 articles scientifiques sélectionnés :

- 6 traitent de la greffe d'apposition,
- 10 traitent de la greffe d'interposition,
- 7 traitent de la distraction alvéolaire,
- 6 traitent de la régénération osseuse guidée
- 4 traitent de la méthode de Khoury.

Nous pouvons en conclure que 7 articles ont pour but de comparer deux techniques différentes entre elles.



Parmi ces 7 études comparatives, 6 comparent la greffe d'apposition à une autre technique. Ainsi nous remarquons que la greffe d'apposition reste, aujourd'hui, la technique de référence.

III.3 Niveau de preuve des articles inclus dans l'analyse de littérature

L'ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé) définit en 2000 le niveau de preuve d'une étude comme étant la capacité de l'étude à répondre à la question posée. Cette capacité se juge, d'une part, par la correspondance de l'étude au cadre de travail (sujet, population), et d'autre part par les caractéristiques suivantes :

- L'adéquation du protocole d'étude à la question posée
- L'existence ou non de biais importants dans la réalisation
- l'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
- La puissance de l'étude notamment la taille de l'échantillon

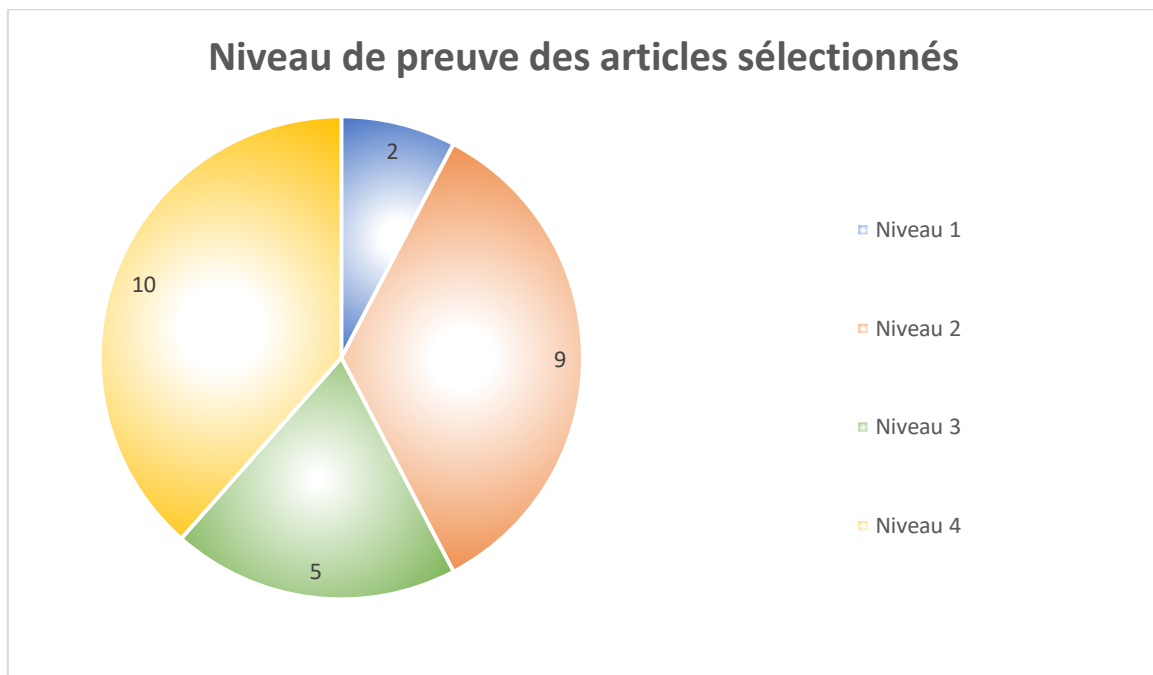
NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE FOURNI PAR LA LITTERATURE	GRADE DES RECOMMANDATIONS
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 - Essais comparatifs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

Figure 48 : niveau de preuve et grade de recommandations selon l'ANAES (2 000)

Le niveau de preuve des articles sélectionnés a été analysé grâce à un tableau récapitulant titre, auteur, date de publication, objectifs de l'étude, type d'étude, échantillon considéré, techniques utilisées et suivi moyen des patients. En conclusion, on trouve (*Annexe 1*) :

- 2 articles de niveau 1
- 9 articles de niveau 2
- 5 articles de niveau 3
- 10 articles de niveau 4

Soit 4% d'articles de niveau 1, 37% d'articles de niveau 2, 17% d'articles de niveau 3 et enfin, 42% d'articles de niveau 4.



L'analyse de ces articles nous permet d'organiser notre discussion autour de 5 paramètres d'étude que nous allons comparer en fonction des différentes techniques :

- Le gain osseux vertical
- Le taux de résorption du greffon
- Le taux de complications
- Le taux de survie implantaire
- Le taux de succès implantaire (taux de résorption péri-implantaire) ?

IV. DISCUSSION

IV.1 Etude du gain osseux vertical

IV.1.1 Résultats de la littérature (Annexe 2)

La perte de l'organe dentaire entraîne à moyen terme une perte de hauteur osseuse pouvant engendrer l'impossibilité de mener à bien le projet prothétique implantaire. En effet, dans l'idéal l'apex implantaire doit se situer à 2mm du nerf alvéolaire inférieur (NAI) afin de protéger cette structure anatomique noble. Ainsi, pour un implant de longueur moyenne de 8mm, il faudra obtenir une distance crête/NAI de 10mm au minimum.

De plus, une résorption verticale importante de la crête alvéolaire provoque l'augmentation de la distance interarcade et donc une relation intermaxillaire défavorable. Ainsi, la pose d'implants courts ou la latéralisation du NAI sur une crête atrophiée sont des techniques intéressantes cependant elles risquent non seulement de provoquer une lésion du NAI mais aussi un résultat prothétique insatisfaisant d'un point de vue esthétique et fonctionnel (ratio couronne clinique/ implant défavorable).

De ce fait, l'augmentation osseuse verticale d'une crête alvéolaire postérieure mandibulaire via des techniques de greffe osseuse reste pertinente. Nous allons donc, dans un premier temps, comparer l'efficacité des différentes techniques d'augmentation osseuse en termes de gain osseux vertical.

En 2007, **CHIAPASCO et Al** (17) publient une étude clinique prospective randomisée comparant la greffe d'apposition et la distraction alvéolaire. Après randomisation, parmi les 17 patients inclus dans l'étude, 8 ont reçu une greffe d'apposition autogène d'origine ramique et 9 ont subi une distraction alvéolaire. Un seul chirurgien a pratiqué toutes les opérations. La randomisation ayant été levée uniquement le jour de la chirurgie. Les mesures ont été réalisées par un unique examinateur à partir de panoramiques et rétro-alvéolaires réalisées en pré-opératoire et en post-opératoire immédiat ou le jour de la pose du distracteur et à la fin du processus de distraction, ainsi que le jour de la pose des implants et à la mise en charge puis tous les ans.

A l'issue de la greffe d'apposition, le gain osseux vertical moyen obtenu après chirurgie est de **4,6mm** (valeurs allant de 3 à 6mm) tandis que le gain osseux vertical moyen obtenu à l'issue de la distraction alvéolaire est de **5,3mm** (valeurs allant de 2 à 7mm). Après analyse statistique, aucune différence significative en termes de gain osseux vertical n'a été prouvée. Cependant, nous remarquons un écart-type plus important des valeurs de gain osseux dans le groupe de la distraction alvéolaire.

En 2009, **FELICE et Al** (18) publient une étude clinique prospective randomisée comparant la greffe d'apposition à la greffe d'interposition. 20 patients en bonne santé nécessitant une augmentation osseuse verticale ont été assignés au hasard à deux groupes différents : 10 patients avec 10 sites chirurgicaux unilatéraux ont subi une procédure de greffe d'interposition, et les 10 patients restants avec 10 sites chirurgicaux unilatéraux ont subis une greffe d'apposition. Pour les deux procédures le greffon est d'origine iliaque nécessitant ainsi une anesthésie générale. Deux chirurgiens expérimentés ont effectué les procédures et sont restés aveugles jusqu'au jour de la chirurgie. Les mesures ont été réalisées à partir d'orthopantomogrammes et de CBCT réalisés en pré-opératoire, en post-opératoire immédiat et 3-4mois après la chirurgie. Enfin, des radiographies rétro-alvéolaires ont été réalisées juste après la pose des implants, puis 3-4mois après à la mise en charge et enfin tous les mois jusqu'à la fin du suivi.

Le gain osseux vertical initial moyen obtenu juste après la chirurgie est de, respectivement, **5,24mm** (valeurs allant de 4 à 7mm) et **6,52mm** (valeurs de 4,7 à 8mm) pour les patients ayant subis une greffe d'interposition ou une greffe d'apposition. Néanmoins le gain osseux vertical final moyen à 3-4mois après la chirurgie est de **4,52mm** (valeurs allant de 2,7 à 6,3mm) chez les patients ayant subis une greffe d'interposition et de **3,65mm** (valeurs allant de 2 à 4,9mm) chez les patients ayant subis une greffe d'apposition.

Après analyse statistique des résultats, il a été mis en évidence un gain osseux vertical initial ($p=0,019$) mais aussi une résorption du greffon ($p<0,001$) significativement supérieure avec la greffe d'apposition.

Ainsi, Felice et Al ont montré une absence de différence significative en termes un gain osseux final entre ces deux techniques ($p=0,190$).

En 2017, **BARONE et Al**(14) ont publié une étude rétrospective incluant 20 patients ayant subi entre 2010 et 2012, une reconstruction osseuse verticale par greffe d'interposition xénogène d'origine équine (10 patients/16 sites chirurgicaux) ou par greffe d'apposition autogène d'origine iliaque (10 patients/17 sites chirurgicaux). L'analyse des mesures a été réalisée par un unique examinateur à partir de CBCT réalisés en pré-opératoire, post-opératoire immédiat puis 4 mois après la chirurgie, ou de rétro-alvéolaires réalisées le jour de la pose des implants (4 mois après la chirurgie) et 1 an après la pose des implants. Après analyse des deux groupes, aucune différence n'a été trouvée en termes de défaut osseux initial. Le gain osseux vertical initialement obtenu en post-opératoire immédiat a été **de 6mm +/-0,7mm** (valeurs allant de 5 à 7mm) pour les patients ayant subi une greffe d'interposition tandis qu'elle s'élevait de **7,4mm +/-0,8mm** (valeurs allant de 5,5 à 8mm) pour les patients ayant subi une greffe d'apposition. Cependant, 4 mois après la chirurgie les valeurs mesurées de gain osseux vertical final sont de **4,3mm +/-1mm** (valeurs allant de 2,8 à 5,3mm) pour les sites ayant subi une greffe d'interposition et de **5,5mm +/-0,8mm** (valeurs allant de 4,4 à 6,6mm) pour les sites ayant subi une greffe d'apposition. Enfin, l'analyse statistique effectuée n'a montré aucune différence significative entre ces deux techniques en termes de gain osseux vertical initial et final.

En 2013, **MORAD et Al**(44) publient une étude clinique prospective randomisée en split-mouth comparant la greffe d'apposition autogène d'origine ramique entourée de particules bovines et la greffe en tenting dérivée de la méthode de Khoury comprenant un greffon d'origine ramique sous lequel a été interposé des particules à 50% autogènes et 50% bovines. Ainsi, les 6 patients inclus dans l'étude présentaient un édentement bilatéral (12 sites chirurgicaux) dont l'un des deux côtés a été assigné au hasard à la greffe d'apposition. Le second a donc subi une greffe en tenting. Un seul chirurgien a effectué les procédures chirurgicales et un seul centre de radiologie a effectué les examens radiologiques. Les mesures ont été effectuées à partir de panoramiques réalisées avant la chirurgie, 15 jours après la chirurgie et enfin 4 mois après la chirurgie. Une étude préalable du défaut osseux initial a montré l'absence de différence significative entre les sites chirurgicaux.

Le gain osseux vertical moyen obtenu juste après la chirurgie d'augmentation est de **6,23mm +/-1,24mm** pour les sites ayant subi une greffe d'apposition et de **6,37mm +/- 0,71mm** pour les sites ayant subi une greffe en tenting. Cependant, le gain osseux moyen final obtenu 4 mois après la chirurgie est de **4,48mm +/-0,51mm** pour les sites ayant subi une greffe d'apposition et de **5,2 +/-0,76mm** pour les sites ayant subi une greffe en tenting. Ainsi, nous constatons des valeurs semblables pour les deux méthodes confirmées par l'analyse statistique qui n'a trouvé aucune différence significative entre les deux techniques en termes de gain osseux initial et de gain osseux final. Les deux techniques semblent donc autant efficaces l'une que l'autre en ce qui concerne leur capacité à augmenter verticalement une crête mandibulaire postérieure atrophie.

En 2015, **ROCCHIETTA et Al**(46) publient une étude clinique prospective contrôlée incluant 10 patients pour un total de 12 sites chirurgicaux. Chaque site chirurgical a reçu une greffe d'apposition d'origine ramique recouverte d'une membrane e-PTFE ainsi qu'une régénération osseuse guidée à base de particules autogènes d'origine ramique recouverte d'une membrane e-PTFE. Une ou deux membranes ont été utilisées en fonction des cas. Des panoramiques dentaires ont été effectuées juste après la chirurgie puis entre 6-10 mois lors de la dépose des vis et pose des implants.

Le gain osseux vertical moyen final obtenu à 6-10 mois a été de **4,36mm (valeurs allant de 3-6mm)** et de **2,91mm (valeurs allant de 1 à 5 mm)** sur les zones ayant subi une régénération osseuse guidées et une greffe d'apposition respectivement.

En 2008, **BIANCHI et Al**(24) publient une étude clinique prospective randomisée comparant la distraction alvéolaire et la greffe d'interposition. Après randomisation, parmi les 11 patients initialement inclus dans l'étude, 5 ont subi une distraction alvéolaire (5 sites chirurgicaux) et 6 ont subi une greffe d'interposition (7 sites chirurgicaux). La répartition a été cachée aux chirurgiens-dentistes jusqu'au jour de la chirurgie. Une panoramique et un CBCT ont été réalisés en pré-opératoire, post-opératoire immédiat, à la fin de la période de distraction (7-14J post-op) puis 3-4 mois après la chirurgie. Puis des

radiographies rétro-alvéolaires ont été réalisées le jour de la pose des implants, le jour de la mise en charge (3-4mois de cicatrisation) puis tous les ans jusqu'à la fin du suivi. L'étude préalable du défaut osseux initial conclut à l'absence de différence significative entre les deux groupes.

Le gain osseux vertical moyen initialement obtenu en post-opératoire immédiat est de **10,36mm** (valeurs allant de 7-15mm) pour les patients ayant subi une distraction alvéolaire et de **5,91mm** (valeurs allant de 5 à 6,9mm) pour les patients ayant subi une greffe d'interposition. L'analyse statistique effectuée révèle un gain osseux vertical significativement supérieur chez les patients ayant subi une distraction alvéolaire.

En 2017, **RACHMIEL et Al** (2) publient une étude prospective contrôlée destinée à étudier les résultats en termes de gain osseux, de complications et de succès implantaire de sites édentés postérieurs mandibulaires traités par distraction ostéogénique. Pour ce faire, 18 patients présentant un édentement unilatéral ou bilatéral mandibulaire postérieur ont été sélectionnés. Au total 21 distractions ont été pratiquées. Les mesures énoncées ont été mesurées à partir de CBCT et panoramiques réalisées en pré-opératoire et juste après la procédure de distraction. Il me semble important de noter que 5 patients ont subi une greffe d'apposition au préalable car ils présentaient une hauteur de crête insuffisante pour poser le dispositif de distraction (fragment coronal <6mm).

Le gain osseux vertical moyen obtenu juste après la procédure de distraction était de **14,47mm** (valeurs allant de 12 à 15mm)

En 2005, **POLO et Al**(47) publient les premiers résultats de leur étude clinique prospective étudiant le gain osseux vertical et le taux de résorption de 14 sites chirurgicaux augmentés par distraction ostéogénique chez 10 patients. Puis en 2007, ils publient les derniers résultats concernant la perte osseuse péri-implantaire et la survie des implants posés après la chirurgie d'augmentation osseuse. Pour ce faire, plusieurs panoramiques dentaires ont été réalisées avant la chirurgie, juste après la distraction puis après consolidation soit à 8-12 semaines post-chirurgie, ainsi que des radiographies rétro-alvéolaires le jour de la pose des implants, à la mise en charge, 6 mois après et enfin tous les ans jusqu'à la fin du suivi. La procédure chirurgicale a été effectuée par un seul praticien. Les résultats ont été mesurés par un seul examinateur.

Le gain osseux vertical moyen obtenu juste après la procédure de distraction est de **5,12mm +/- 1,67mm** (valeurs allant de 2,2 à 8,1mm). Le gain osseux vertical moyen finalement mesuré après consolidation est de **4,24mm +/- 1,89mm** (valeurs allant de 1,35 à 7,26mm).

En 2012, **ZWETYENGA et Al**(48) publient une étude rétrospective incluant 32 patients ayant subi entre 1999 à 2009 une reconstruction osseuse verticale par distraction alvéolaire. Parmi ces 32 patients, 11 présentaient un édentement bilatéral. Ainsi, 43 sites chirurgicaux ont été étudiés. L'analyse du gain osseux vertical a été réalisée par comparaison des CBCT ou panoramiques effectués en pré-opératoire puis après le processus de distraction et la perte osseuse péri-implantaire a été mesurée via la comparaison des panoramiques ou CBCT post-implantation et les radiographies annuelles ainsi que celle réalisées au dernier rendez-vous de suivi.

Le gain osseux vertical moyen mesuré après le processus de distraction est de **11,43mm** (valeurs allant de 5 à 18mm). Dans cette étude, la distraction a été surestimée de 2-mm pour deux raisons. Premièrement, cela permet de pallier à la perte de hauteur engendrée par l'inclinaison linguale fréquente du dispositif, et deuxièmement, une résorption d'environ 2mm après un processus de distraction alvéolaire est assez courante.

En 2008 et 2009, **FELICE et Al** (26,27) publient une étude clinique prospective comparative randomisée en split-mouth incluant 10 patients présentant un édentement bilatéral postérieur mandibulaire. Ainsi, Les 10 patients ont subi d'un côté une greffe d'interposition autogène avec un bloc osseux d'origine iliaque et de l'autre côté une greffe d'interposition xénogène avec un bloc de Bio-Oss. La randomisation a été cachée à l'unique praticien jusqu'à la veille de l'opération. Les mesures ont été réalisées par deux autres chirurgiens-dentistes à qui la répartition n'a jamais été dévoilée. Cependant, il leur était possible de deviner quel site avait été traité par quoi puisque le Bio-Oss a la particularité d'être plus radio-opaque. Le gain osseux vertical a été mesuré à partir de CBCT réalisés en pré-opératoire, en post-opératoire immédiat puis après 4 mois de cicatrisation. Au contraire, la perte osseuse péri-implantaire a été mesurée

à partir de rétro-alvéolaires réalisées le jour de la pose des implants, à la mise en charge 4 mois après puis à 1 an de suivi.

Le gain osseux vertical initial moyen observé au niveau des sites ayant subi une greffe d'interposition autogène est de **5,1mm +/- 1,1mm** (valeurs allant de 4,30 à 5,33) tandis que celui des patients ayant subi une greffe d'interposition allogène est de **6,2mm +/- 2,2mm** (valeurs allant de 4,60 à 7,76). Malgré la différence de résultats, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative en termes de gain osseux vertical entre ces deux techniques.

En 2017, **FELICE et Al** (49) publient une étude rétrospective incluant 115 patients ayant subi une reconstruction osseuse verticale par greffe d'interposition. Au Total 129 chirurgies ont été étudiées, 10 sites ont reçu un greffon autogène d'origine iliaque, 61 sites ont reçu un greffon xénogène d'origine bovine et enfin 58 sites ont reçu un greffon xénogène d'origine équine. Les patients incluent ont été opérés par 4 chirurgiens différents dans 4 centres hospitaliers différents d'Italie.

Le gain osseux vertical moyen mesuré juste après la chirurgie d'augmentation osseuse est de **5,09mm +/- 1,1mm** pour les sites ayant reçu un greffon autogène, **5,48mm +/- 1,52mm** pour les sites ayant reçu un greffon bovin et **5,75mm +/- 1,08mm** pour les patients ayant reçu un greffon équin. L'analyse statistique de ces résultats n'a montré aucune différence significative en termes de gain osseux entre ces trois types de greffon.

En 2012, **DOTTORE et Al** (50) publient une étude clinique prospective randomisée en split-mouth comparant la greffe d'interposition autogène avec un greffon d'origine ramique et la greffe d'interposition allogène avec un greffon d'hydroxyapatite non céramique (ncHA). Les 11 patients inclus dans l'étude présentaient un édentement mandibulaire bilatéral postérieur (22 sites chirurgicaux) dont chaque côté a été assigné par tirage au sort à une des deux techniques. Ainsi, tous les patients seront traités par les deux techniques. Les mesures ont été effectuées à partir de panoramiques et CBCT réalisées en pré-opératoires ainsi que de rétro-alvéolaires réalisées le jour de la pose des implants (6 mois après la chirurgie d'augmentation osseuse) et 1 an après la mise en charge.

Le gain osseux vertical moyen mesuré juste après la chirurgie est de **6,5mm +/- 1,6mm** au niveau des sites traités par greffe d'interposition autogène et de **7mm +/- 2,6mm** au niveau des sites traités par greffe d'interposition allogène. L'analyse statistique effectuée ne montre aucune différence significative entre ces deux résultats.

En 2018, **MARCONCINI et Al** (51) publient une étude prospective contrôlée incluant 23 patients traités par un bloc xénogène d'origine équine interposé dont les espaces ont été comblés à l'aide de particules d'origine porcine. Au total, 32 sites ont subi une chirurgie d'augmentation verticale. L'abstract précise que seul un site chirurgical par patient a été inclus dans l'analyse et que l'unité d'analyse est le patient. Les mesures ont été décrites à partir de CBCT réalisés avant la chirurgie puis 4 mois après ainsi que via des rétro-alvéolaires réalisées le jour de la pose des implants, à 3 mois, 1 an, 2 ans puis 3 ans.

Le gain osseux vertical moyen final obtenu 4 mois après la chirurgie est de **5,9mm +/- 0,7mm**.

En 2010, **BORMANN et Al** (52) publient une étude prospective incluant 13 patients (22 sites chirurgicaux) présentant un édentement mandibulaire postérieur unilatéral ou bilatéral traité par greffe d'interposition autogène d'origine ramique. Les mesures ont été examinées à partir de CBCT réalisés en pré-opératoire et 4 mois après la chirurgie.

Le gain osseux vertical final moyen observé 4 mois après la chirurgie est de **4,61mm** (valeurs allant de 2 à 7,8mm). Cette étude ayant pour but de combler des déficits osseux mixtes, le gain osseux horizontal final moyen obtenu à 4 mois est de 3,42mm (valeurs allant de 2 à 6,3mm).

En 2016, **DOMINGUES et Al** (3) publient une étude clinique prospective randomisée en split-mouth incluant 7 patients (14 sites chirurgicaux) présentant un édentement bilatéral mandibulaire postérieur traités d'un côté par greffe d'interposition allogène à base de Bio-Oss et de l'autre côté par greffe d'interposition allogène à base de BoneCeramic. Un seul chirurgien a effectué les 14 chirurgies et un seul examinateur a effectué les mesures post-opératoires. Les mesures ont été réalisées à partir de CBCT effectués en pré-opératoire, 15 jours après la chirurgie et 180 jours après la chirurgie.

Le gain osseux initial moyen mesuré au centre de la crête 15 jours après la chirurgie est de 2,67mm pour les sites traités avec du Bio-Oss et de 2,58mm pour les sites traités par BoneCeramic. Le gain osseux final moyen mesuré 180 jours après la chirurgie au centre de la crête est de **1,84mm+/-1,63mm** pour les sites traités par Bio-Oss et de **2,05mm+/-0,97mm** pour les sites traités par de la BoneCeramic. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative en termes de gain osseux entre ces deux matériaux.

En 2006, **SIMION et Al** (53) publient une étude prospective incluant 7 patients (10 sites chirurgicaux) traités par régénération osseuse guidée avec pose immédiate ou différée des implants en fonction de l'examen clinique pré-opératoire. 8 sites chirurgicaux vont recevoir une mixture de Bio-Oss et d'os autogène et 2 sites chirurgicaux vont recevoir uniquement des particules d'os autogène. Les mesures de gain osseux sont effectuées à l'aide d'une sonde parodontale lors de la chirurgie d'augmentation et puis 6 à 9,5 mois après lors du retrait de la membrane. 6-9,5 mois après la chirurgie une étude histologique de l'os néoformée est effectuée.

Le gain osseux vertical initial obtenu est de **3,29mm+/-1,17mm (valeurs de 0 à 5mm)** pour les patients traités par la mixture Bio-Oss/os autogène et de **3,95mm (valeurs de 1 à 5mm)** pour les patients traités par particules autogènes. Cependant le gain osseux vertical final mesuré 6-9,5 mois après la chirurgie est de **3,15mm+/-1,12mm (valeurs de 1 à 4,5mm)** chez les patients traités par la mixture Bio-Oss/os autogène et de **3,85mm+/-1,23mm (valeurs de 1 à 5mm)** chez les patients ayant uniquement reçu de l'os autogène. De plus l'analyse histologique de l'os néoformé met en évidence un os plus granuleux au niveau des sites traités par la mixture Bio-Oss/os autogène. Néanmoins le degré d'intégration de la mixture Bio-Oss/os autogène est similaire à celui de l'os autogène.

En 2014, **RONDA et Al**(54) publient une étude clinique prospective randomisée comparant 23 patients (26 sites chirurgicaux) traités soit par régénération osseuse guidée associée à une membrane e-PTFE (11 patients) ou à une membrane d-PTFE (12 patients). Un seul chirurgien a effectué toutes les interventions et la randomisation ne lui a été révélée qu'une fois les levées de lambeau réalisées. Les mesures ont été réalisées le jour de la chirurgie et 6 mois après au moment du retrait des membranes. En même temps, une biopsie par groupe a été réalisée afin d'effectuer une analyse histologique des sites opérés.

Le gain osseux vertical final moyen mesuré à partir d'une sonde parodontale, 6 mois après la chirurgie est de **5,49mm+/-1,58mm (valeurs allant de 0 à 8mm)** pour les sites ayant été recouverts par la membrane d-PTFE et de **4,91mm +/-1,78mm (valeurs allant de 0 à 8mm)** pour les sites recouverts avec une membrane e-PTFE. L'analyse statistique effectuée ne montre aucune différence significative en termes de gain osseux ainsi qu'en termes de qualité osseuse.

En 2017 et 2020, **CUCCHI et Al** (39,55) publient une étude clinique prospective randomisée comparant la régénération osseuse guidée à l'aide d'une mixture de particules 50:50 autogène/allogène associée à une membrane d-PTFE ou bien à l'aide de Ti-meshes associée à une membrane résorbable en collagène. Parmi les 40 patients inclus dans l'étude, 20 patients ont été traités avec une membrane en e-PTFE et 20 patients ont été traités par des Ti-meshes associés à une membrane résorbable en collagène avec pose immédiate des implants. La randomisation n'a été dévoilée au chirurgien qu'après ouverture des sites, pose des implants et prélèvement des particules autogènes. 1 examinateur aveugle a effectué les mesures concernant le gain osseux vertical à la sonde parodontale et 2 examinateurs aveugles ont effectué les mesures concernant les tissus mous. De plus, les patients ne savaient pas à quel groupe ils appartenaient. Enfin le statisticien était externe à l'étude et aveugle lui-aussi.

Le gain osseux final moyen obtenu au niveau des sites recouverts par une membrane d-PTFE est de **4,2mm +/- 1mm (valeurs allant de 2,7mm à 5,8mm)** et de **4,1mm+/-1mm (valeurs allant de 2,6 à 6,3mm)** pour les sites traités à l'aide de Ti-meshes et d'une membrane résorbable en collagène. L'analyse statistique n'a trouvé aucune différence significative entre les deux groupes.

En 2015, **FONTANA et Al** (56) publient une étude rétrospective incluant 21 patients (29 sites chirurgicaux) ayant été traités entre 2005 et 2010 par régénération osseuse guidée associée à une membrane e-PTFE au niveau d'un secteur édenté postérieur mandibulaire. Parmi les 29 sites chirurgicaux, 7 ont reçu une allogreffe, 5 ont reçu une autogreffe et 17 ont reçu une greffe mixte de particules autogènes et xéno-gènes. En fonction de la situation clinique de départ des patients, l'implantation a été immédiate ou différée. Le gain osseux vertical a été évalué à l'aide d'une sonde

parodontale mesurant la distance entre les épaules de l'implant ou le dessus des vis et le premier contact implant/os ou vis/os. Ainsi le défaut osseux initial moyen mesuré au niveau des sites chirurgicaux est de **4,50 +/-1,54mm**. Néanmoins, le gain osseux final moyen mesuré est de **4,02mm +/- 1,53mm (valeurs allant de 1à7mm)**, 5-9mois après la chirurgie d'augmentation.

En 2019, **NOVY et Al** (57)publient une étude clinique prospective incluant 13 patients (15 sites chirurgicaux) présentant un édentement postérieur mandibulaire unilatéral ou bilatéral traité par la méthode de Khoury. 1 seul chirurgien a effectué les procédures chirurgicales et un unique examinateur a analysé les données. Les mesures ont été effectuées à partir de CBCT réalisés 1 à 4 mois avant la greffe, puis 14J après et enfin 4 mois après.

Ainsi, le gain osseux vertical initial moyen obtenu juste après la chirurgie est de **2,6mm +/- 0,79mm**. Cependant, 4 mois après le gain osseux moyen était de **1,6mm +/-0,95mm**. Dans cette étude, seuls 77% des patients ont montré un gain de volume final. Tout de même l'analyse statistique montre une différence significative entre le volume initial de la crête, le gain à 14J et le gain à 4mois.

Néanmoins, le gain osseux horizontal mesuré dans cette étude est assez limité. En effet, la largeur moyenne observée de crête avant la chirurgie est de 4,3mm +/- 1,39mm et la largeur après la chirurgie est à 6,6mm +/-0,71mm. Cependant, la largeur moyenne mesurée des crêtes à 4 mois est de 4,5mm +/- 2,53mm. Ainsi, la résorption horizontale a été très importante dans cette étude.

Au final, seuls 77% des patients (10/13) ont effectivement présenté une augmentation de volume.

EN 2015, **RESTOY-LOZANO et Al** (45)publient une étude prospective longitudinale incluant 43 patients (50sites chirurgicaux) ayant subi une greffe autogène via la méthode de Khoury. Les mesures ont été analysées à partir de panoramiques et CBCT effectuées avant la chirurgie puis 3-4mois après la chirurgie d'augmentation osseuse par un unique examinateur.

Le gain osseux vertical final moyen mesuré est de **5,2mm +/- 1,4mm**.

En 2012, **KHOJASTEH et Al** (58) publient une étude rétrospective incluant 102 patients dont 47 ont subi une greffe en tenting en secteur postérieur mandibulaire entre 2005 et 2010. Parmi ces 47 patients, 24 ont été traités pour une augmentation verticale et 23 ont été traités pour une augmentation horizontale. Plusieurs matériaux ont été utilisés avec en majorité des greffons d'origine ramique (44) mais aussi des greffons mentonniers (2) et un bloc allogène (1). De plus, 6 types de particules ont été interposés en fonction des cas : particules allogènes, particules xénogènes, particules synthétiques monophasiques ou des particules synthétiques biphasiques. Un seul centre de radiologie a effectué l'ensemble des radiographies nécessaires à l'étude et a effectué une calibration des clichés.

Le gain osseux vertical final moyen obtenu 4 mois après la chirurgie est de **3,6mm +/- 1,7mm**. Et le gain osseux horizontal final moyen obtenu 4 mois après la chirurgie est de 3,85mm+/-0,56mm. Cependant 5 greffes ont échoués et n'ont pas été pris en compte dans le calcul du gain osseux.

IV.1.2 Discussion

D'après l'analyse des différents articles précédemment cités nous arrivons à plusieurs conclusions :

La greffe d'apposition :

La greffe d'apposition permet un gain osseux initial moyen compris entre 3,18mm et 7,4mm. Cependant il faudra prendre en compte un fort taux de résorption (dont nous décrirons plus bas les résultats). Ainsi, le gain osseux moyen final obtenu est compris entre 2,91mm pour l'étude de ROCCHIETTA et Al(46) de 2015 et 5,5mm pour l'étude de BARONE et Al(14) de 2017.

La distraction ostéogénique :

La distraction ostéogénique permet de traiter les défauts osseux sévères supérieurs à 7mm. Les valeurs de gain osseux obtenues dans les études sont comprises entre 4,24mm pour l'étude de POLO et Al(47) de 2005 et 14,47mm pour l'étude de RACHMIEL et Al(2) de 2017. Cependant, il est important de noter que seule l'étude de POLO et Al(47) de 2005, a mesuré le gain osseux 3 mois après la chirurgie prenant ainsi en compte la résorption de la greffe lors de la cicatrisation. De plus, en cas de défaut mixtes il faudra se tourner vers une autre technique.

La greffe d'interposition :

La greffe d'interposition permet de traiter des défauts osseux modérés. Les valeurs de gain osseux obtenues dans les études sont comprises entre 1,84mm selon l'étude de DOMINGUES et Al(3) de 2016 et 7mm selon l'étude de DOTTORE et Al(50) de 2012. Cependant, il est important de noter que DOTTORE et Al(50) n'ont mesuré que le gain osseux initial et n'ont pas pris en compte la résorption survenant lors de la cicatrisation. Les autres études atteignant plutôt des valeurs comprises entre 4 et 5mm.

La régénération osseuse guidée :

La régénération osseuse guidée permet de traiter les défauts osseux verticaux modérés compris entre 3-6mm. En effet, les valeurs de gain osseux obtenu dans les études sont comprises entre 3,15mm pour l'étude de SIMION et Al(53) de 2016 et 5,49mm pour l'étude de RONDA et Al(54) de 2014.

La Méthode de Khoury :

La méthode de Khoury permet de traiter des défauts osseux modérés. En effet, les valeurs de gain osseux obtenues dans les études sont comprises entre 1,6mm pour l'étude de NOVY et Al(57) de 2019 et 5,2mm MORAD et Al(44) de 2013.

IV.2 Etude du taux de résorption du greffon

IV.2.1 Résultats de la littérature (Annexe 2)

En 2007, L'étude de **CHIAPASCO et Al(17)** comparant la greffe d'apposition à la distraction ostéogénique a mis en évidence une résorption du greffon avant pose des implants de **0,6mm soit 13,04%** (valeurs allant de 0 à 2,5mm) pour la greffe d'apposition et de **0,3mm soit 5,66%** (valeurs allant de 0 à 0,5mm) pour la distraction alvéolaire. L'analyse statistique effectuée a démontré une résorption du greffon avant pose des implants significativement supérieure chez les patients appartenant au groupe de la greffe d'apposition ($p < 0,01$).

Dans l'étude de **FELICE et Al(18)** de 2009, comparant la greffe d'interposition et la greffe d'apposition la résorption subie avant la pose des implants sur le site de greffe est respectivement de **0,72mm (valeurs allant de 0,1 à 2,9mm)** soit un taux de **13,7%** et **2,88mm** (valeurs allant de 1,3 à 4,7mm) soit un taux de **44,17%**. Cependant, il est intéressant de noter que la résorption du greffon interposé chez les patients ayant subi une greffe d'interposition est insignifiante et comprise entre 0 et 0,1mm. La résorption décrite provient donc du bloc osseux coronaire qui joue un rôle protecteur du greffon. Ainsi, la greffe d'interposition semble être une technique plus prévisible tandis qu'il sera important de prévoir un greffon surdimensionné en cas de greffe d'apposition. L'analyse statistique démontre un gain osseux initial et une résorption significativement supérieurs chez les patients traités par greffe d'apposition. Néanmoins, les deux techniques n'ayant pas de différence significative en termes de gain osseux final, il semblerait qu'elles soient autant efficaces l'une que l'autre. Le choix de la procédure sera alors dicté par l'expérience personnelle du praticien.

Dans l'étude de **BARONE et Al(14)** de 2017, comparant la greffe d'interposition et la greffe d'apposition, la résorption verticale du greffon avant pose des implants a été respectivement de **1,7mm +/-0,9mm** (valeurs allant de 0,7 à 3,2mm) soit un taux de **28,33%** et **1,9mm +/-0,4mm** (valeurs allant de 0,9 à 3,3mm) soit un taux de **25,67%**. Les valeurs étant relativement semblables, l'analyse statistique n'a relevé aucune différence significative en termes de résorption post-opératoire.

MORAD et Al(44) en 2013 ont mesuré un taux de résorption moyen de **28,08%** soit une résorption moyenne de **1,75 +/-1,08mm** (valeurs allant de 0 à 3mm) et de **18,36%** soit en moyenne **1,17 +/-0,41mm** (valeurs allant de 1 à 2mm) de résorption pour les sites ayant subi respectivement une greffe d'apposition ou une greffe en tenting. L'absence de différence significative en termes de résorption a été confirmée par analyse statistique. Le faible taux de résorption présenté dans cette étude est probablement dû au rôle protecteur joué par les particules xénogènes entourant le greffon ramique apposé sur la crête tandis que le greffon cortical disposé à 4mm de la crête dans la greffe en tenting joue le rôle de mainteneur d'espace et de protection des particules auto/xénogènes interposées. Ce greffon cortical va alors subir la résorption à la place des particules.

Dans l'étude de **ROCCHIETTA et Al(46)** de 2015, le défaut osseux résiduel 6-10mois après la chirurgie d'augmentation osseuse était compris entre **0 et 1mm** montrant donc un faible taux de résorption des greffons. En effet, les vis en titanes étaient encore complètement recouvertes par de l'os quelle que soit la technique de greffe utilisée. Il semblerait donc que la faible résorption du greffon, présente dans cette étude comparée aux autres études, notamment au niveau de la greffe d'apposition, pourrait être due à la présence de membrane protectrice e-PTFE.

De plus, un prélèvement histologique de deux vis par site chirurgical (une pour chaque type de greffe) a été réalisé 6-10mois après la chirurgie d'augmentation. L'analyse histologique de ces prélèvements a révélé un Bone To Implant Contact (BIC) de **26,62%** pour la régénération osseuse guidée et de **42,36%** pour la greffe d'apposition autogène associée à un os plus dense. L'os néoformé semble donc de meilleure qualité suite à une greffe d'apposition.

Le taux de résorption mesuré dans l'étude de **BIANCHI et Al(24)** de 2008 est respectivement de **1,97mm (14%)** (Valeurs allant de 0,7 à 3,9mm) et de **0,89mm (14,2%)** (Valeurs allant de 0,5 à 1,2mm)

pour les sites ayant subi une distraction alvéolaire ou une greffe d'interposition. L'étude statistique révèle l'absence de différence significative entre ces deux résultats.

Dans l'étude de **POLO et al**(47) de 2005, le taux de résorption moyen mesuré sur les 14 sites chirurgicaux étudiés est de **17,18%** soit une résorption moyenne de **0,88mm +/-0,59mm** (valeurs allant de 0,03 à 2,53mm). Il est intéressant de noter que la résorption a été particulièrement importante chez deux patients ayant présenté une infection au niveau du site chirurgical augmenté. Les autres patients présentent une résorption inférieure à 1mm.

Dans l'étude de **FELICE et Al**(26,27) de 2008/2009, le taux de résorption mesuré au niveau des sites ayant subi une greffe d'interposition autogène est de **28,56%** soit une résorption moyenne de **1,1mm +/- 1,8mm** (valeurs allant de 0,19 à 2,31mm) tandis que celui mesuré au niveau des sites ayant subi une greffe d'interposition allogène est de **9,67%** soit une résorption moyenne de **0,6mm +/-0,4mm** (valeurs allant de 0,34 à 0,86mm). L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre ces deux techniques en termes de résorption du greffon.

Le taux de résorption mesuré 3-5mois après la chirurgie, dans l'étude de **FELICE et Al** (49)de 2017 est de **20,82%** (**1,06mm+/-1,75**) pour les sites traités par greffe d'interposition autogène, **23%** (**1,26mm +/-0,53mm**) pour les sites traités par greffe d'interposition allogène d'origine bovine et de **16%** (**0,92mm +/- 1,08mm**) pour les sites traités par greffe d'interposition allogène d'origine équine. L'analyse statistique de ces résultats montre une différence significative avec un taux de résorption supérieur lorsqu'un greffon bovin est utilisé. La matrice collagénique du greffon équin lui confère une bonne stabilité.

Dans l'étude de **DOMINGUES et Al**(3) de 2016, le taux de résorption mesuré au centre de la crête 180 jours après la greffe d'interposition est de **31,08%** soit en moyenne **0,83mm** pour les sites traités par Bio-Oss et **20,54%** soit en moyenne **0,53mm** pour les sites traités par la BoneCeramic. L'analyse statistique a conclu à l'absence de différence significative entre le Bio-Oss et la BoneCéramic.

Dans l'étude de **SIMION et Al**(53) de 2006, le taux de résorption mesuré 6 à 9,5mois après la chirurgie, au niveau des sites ayant subi une régénération osseuse guidée à l'aide de la mixture est de **4,56%** soit en moyenne **0,15mm +/- 0,75mm** et de **2,53%** soit environ **0,1mm** pour les sites traités par particules autogènes.

Dans l'étude de **FONTANA et Al**(56) de 2015, le taux de résorption mesuré chez les patients traités par greffe d'interposition quel que soit le type de matériaux utilisés est de **10,88%** soit une résorption moyenne de **0,49mm +/- 0,99mm**.

Dans l'étude de **NOVY et Al**(57) de 2019, le taux de résorption moyen mesuré 4 mois après la chirurgie est de **38,46%** soit en moyenne **1mm** de résorption. Une analyse plus approfondie de la résorption a été effectuée. En effet, les patients ont été divisés en deux clusters. Le cluster 1 regroupait les patients ayant un volume de crête initial faible et donc une épaisseur et une longueur de greffon plus importante tandis que le cluster 2 regroupait les patients présentant un volume initial de crête plus importants et en conséquence une épaisseur et une longueur de greffon moins importants. Au final, 83,3% des patients du cluster 1 contre 16,7% des patients du cluster 1 ont présenté une résorption inférieure à 10,493%. De même, 16,7% des patients du cluster 1 et 77,8% des patients du cluster 2 ont présenté une résorption supérieure à 10,493%. L'analyse statistique conclue à une résorption significativement supérieure chez les patients du cluster 2. Cette conclusion semble aller à l'encontre des croyances actuelles concernant le fait qu'un greffon plus important sera moins vascularisé et donc subira une résorption plus marquée.

IV.2.2 Discussion

A l'issu de l'analyse des articles précédents nous pouvons conclure que :

La greffe d'apposition :

La greffe d'apposition a un taux de résorption moyen plus important que les autres techniques. En effet, 2 études ont montré un taux significativement supérieur, l'une par rapport à la distraction alvéolaire, l'autre par rapport à la greffe d'interposition. De plus, de fortes variations sont retrouvées au sein même des études faisant de la greffe d'apposition une technique pouvant être considérée comme moins prévisible. Le taux de résorption mesuré dans les études précédentes est compris entre 8,49% pour l'étude de ROCCHIETTA et Al(46) et 44,17% pour FELICE et Al(18) (2009)

La distraction alvéolaire :

La distraction alvéolaire présente un taux de résorption compris entre 5,66% selon CHIAPASCO et Al(17) (2007) et 17,18% selon POLO et Al(47) (2005). Cependant, de fortes variations au sein des études sont retrouvées du fait du fort taux de complications.

La greffe d'interposition :

La greffe d'interposition présente un taux de résorption compris entre 9,67% selon l'étude de FELICE et Al(27) de 2008 et 31,08% selon l'étude de DOMINGUES et Al(3) (2017). Cependant, les autres articles étudiés présentaient un taux compris entre 15% et 25%. Ainsi, cette technique peut être considérée comme prévisible.

La régénération osseuse guidée :

La régénération osseuse guidée semble être la technique la moins sensible à la résorption. En effet, le taux de résorption des études précédemment cités est compris entre 1,65% pour ROCCHIETTA et Al(46) (2015) et 10,88% pour FONTANA et Al (56)(2015). Cependant, il est important de noter que, parmi les articles sélectionnés, seuls ceux concernant la régénération osseuse guidée ont effectué une pose immédiate des implants.

La méthode de Khoury :

La méthode de Khoury possède encore peu de données concernant le taux de résorption. Néanmoins, les deux articles sélectionnés présentent un taux de résorption de 18,36% pour MORAD et Al(44) (2013) et 38,46% pour NOVY et Al (57) (2019).

IV.3 Etude du taux de complications

IV.3.1 Résultats de la littérature (Annexe 2)

En 2007, l'étude de **CHIAPASCO et Al** (17) a conclu à un taux de complications de **50% (4/8)** chez les patients ayant subi une greffe d'apposition. En effet, la cicatrisation des sites chirurgicaux s'est déroulée sans incident pour 4 patients. Cependant, 2 patients ont souffert d'une paresthésie temporaire de la mâchoire inférieure et un patient a souffert d'une paresthésie permanente toujours présente 3 ans après la chirurgie. Enfin, une exposition de la greffe apparue 2 mois après la chirurgie est survenue chez un patient aboutissant à une perte partielle du greffon. Le taux de complications chez les patients appartenant au groupe de la distraction alvéolaire est **de 33,3% (3/9)**. En effet, 2 inclinaisons linguales du dispositif de distraction sont survenues chez 2 patients différents dues à la pression exercée par les muscles linguaux. Enfin, 1 patient a subi une distraction incomplète due à l'impossibilité de mouvement du greffon.

En 2009, les complications décrites dans l'étude de **FELICE et Al**(18) ne prenaient pas en compte les paresthésies transitoires. J'ai donc pris la liberté de les ajouter au pourcentage présenté dans l'étude. Ainsi, le groupe ayant subi une greffe d'interposition présente **70% (7/10)** de complications dont 2 déhiscences mineures et 1 déhiscence importante ayant abouti à la modification du plan de traitement initial due à la perte de 50% du segment crânial. De plus, 4 patients ont souffert d'hypoesthésies transitoires suite à l'opération résolues au bout de 4 semaines. Enfin, le groupe ayant subi une greffe d'apposition compte **50%** de complications (**5/10**) dont 2 déhiscences mineures entraînant une exposition partielle de la greffe et 1 inflammation importante de la vis en titane distale aboutissant à une perte de 68,7% du greffon, ainsi que 2 hypoesthésies dont une, non résolue à la fin du suivi. Cependant, les auteurs n'ayant pas comptabilisés les complications neurologiques, les taux de complications calculés dans l'étude sont de 30% pour la greffe d'interposition et 30% pour la greffe d'apposition.

En 2017, l'étude de **BARONE et Al**(14) a conclu à un taux de complications de **62,5%** (10/16) chez les patients ayant subi une greffe d'interposition. En effet, 1 patient a souffert d'une déhiscence aboutissant à une exposition partielle du greffon, 1 patient a présenté une fracture de la mandibule et enfin, 8 patients ont souffert de paresthésies transitoires qui se sont résolues en 1 à 2 mois. Le taux de complications retrouvé chez les patients ayant subi une greffe d'apposition était assez semblable puisqu'il était de **58,8%** (10/17). En effet, l'étude reporte 3 déhiscences gingivales dont une menant à la perte totale du greffon et 7 paresthésie transitoires qui se sont résorbées en 1 à 2 mois.

Dans l'étude de **ROCCHIETTA et Al**(46) de 2015, un seul site chirurgical a souffert d'un abcès 4 mois après la chirurgie d'augmentation osseuse. Il en résulte un taux de complication faible de **8,33%** (1/12). Il est intéressant de noter que ce patient a été décrit dans l'étude mais non pris en compte dans l'étude statistique.

L'étude de **BIANCHI et Al**(24) de 2008, révèle un taux de complications de **60% (3/5)** chez les patients ayant subi une distraction alvéolaire. En effet, 1 patient a souffert d'une infection locale mineure tandis que 2 patients ont présenté une inclinaison linguale du dispositif de distraction. En ce qui concerne les patients ayant subi une greffe d'interposition, seul 1 site a subi une déhiscence associée à une résorption partielle du greffon. Le taux de complications en résultant est donc de **14,3% (1/7)**. Ainsi, la distraction alvéolaire présente un taux de complication significativement supérieur à la greffe d'interposition. La greffe d'interposition semble donc plus fiable pour les cas simples cependant la distraction alvéolaire sera plus efficace lorsqu'un grand gain vertical est nécessaire.

En 2017, l'étude de **RACHMIEL et AL**(2) concernant la distraction ostéogénique révèle un taux de complication de **28,7% (6/21)**. En effet, 2 patients ont souffert d'une lingualisation du dispositif de distraction, 1 site a présenté une déhiscence de la muqueuse associée à une ossification sous-jacente

insuffisante, 1 patient a subi une nécrose du fragment coronaire due à la section du périoste lingual, enfin, 2 patients ont ressenti une paresthésie transitoire résolue spontanément en quelques mois.

En 2005, l'étude de **POLO et Al**(47) conclut à un taux de complications de **28,57%** (4/14). En effet, trois patients ont subi une infection du site chirurgical dont deux ont abouti à une perte partielle de la greffe et un patient a subi une inclinaison linguale du fragment coronaire. Cependant, deux vis de rotation chez deux patients différents se sont bloquées et n'ont pas été comptabilisés. Or cela a abouti à l'interruption du processus de distraction. De même, tous les patients ont ressenti une paresthésie transitoire résolue au bout de deux mois. Ainsi, le taux de complications dans cette étude me semble plus proche de **100%**.

Dans l'étude de **ZWETYENGA et Al**(48) de 2012, le taux de complications observé chez les patients ayant subi une distraction alvéolaire au niveau d'un secteur mandibulaire postérieur atrophie est de **62,7%** (27/43). Ces complications ont été divisées en deux catégories : complications majeures et complications mineures.

En ce qui concerne les complications majeures, le dispositif de distraction a pris une mauvaise direction chez 1 patient nécessitant alors une seconde prise en charge chirurgicale, 2 fractures de la mandibule sont survenues au niveau de deux sites chirurgicaux, et enfin 2 paresthésies permanentes ont été comptabilisées au niveau de deux sites chirurgicaux présents sur un même patient.

Concernant les complications mineures, 6 paresthésies transitoires, 5 inflammations de la muqueuse buccale, 4 expositions mineures du dispositif de distraction, 2 nécroses partielles des fragments mobiles et enfin 5 inclinaisons linguales mineures ne nécessitant pas de seconde opération ont été comptabilisées.

En 2008/2009, l'étude de **FELICE et Al**(26,27) conclut à un taux de complications de **20%** (2/10) pour les sites ayant subi une greffe d'interposition autogène et de **10%** (1/10) au niveau des sites ayant subi une greffe d'interposition allogène. En effet, suite à la greffe d'interposition autogène, 1 patient a souffert d'une déhiscence de la muqueuse buccale ayant abouti à une perte partielle du fragment coronaire et 1 patient a présenté une fracture du segment coronaire aboutissant cette fois-ci à la perte totale du greffon et à l'impossibilité de poser des implants.

En ce qui concerne les sites traités par greffe d'apposition allogène, seul 1 site a présenté une déhiscence linguale mineure due à la perforation de la muqueuse linguale lors de la chirurgie. Cependant, tous les patients ont souffert d'une paresthésie transitoire qui s'est résorbée en 13 jours. Ainsi le taux de complications peut être estimé à **100%** pour les deux techniques.

En 2017, l'étude de **FELICE et AL**(49) conclut à un taux de complications de **90%** (9/10) pour les sites traités par une greffe d'interposition autogène, **68,8%** (42/61) pour les sites traités par un greffon bovin et **46,5%** (27/58) pour les sites traités par un greffon équin. En effet, 7 paresthésies transitoires et 2 déhiscences muqueuses dont 1 aboutissant à l'échec total de la greffe ont été recensées dans le groupe traité par greffon autogène. Egalement, 36 paresthésies transitoires et 6 déhiscences de la muqueuse dont 3 aboutissant à la perte partielle du greffon ont été observées dans le groupe ayant reçu un greffon bovin. Et enfin, 22 paresthésies transitoires et 5 déhiscences de la muqueuse aboutissant à 1 perte totale de greffe (greffon mobile après 15 jours) et 4 pertes partielles (1 fracture fragment coronaire, 1 infection, 1 perforation linguale et une inflammation muqueuse) ont été comptabilisées dans la groupe ayant été traité par un greffon équin. Au total, un taux de complication de 60,4% (78/129) a été calculé quel que soit le type de greffon utilisé. Après comparaison des taux de paresthésies et des taux de déhiscences, l'analyse statistique conclut à l'absence de différence significative entre les types de greffon.

L'étude de **MARCONCINI et Al**(51) de 2018, recense 1 déhiscence de la muqueuse buccale chez un patient et 1 fracture non déplacée de la mandibule chez un autre patient. De plus, Tous les patients ont ressenti une paresthésie transitoire. Aucun taux de complications n'est explicitement calculé cependant nous pouvons l'estimer à **6,25%** sans compter les paresthésies transitoires ou **100%** si celles-ci sont prises en compte. A noter néanmoins, que l'étude a choisi « le patient » comme unité de mesure et non « les sites chirurgicaux ». Il me semble alors facile de choisir le côté étudié en fonction des résultats obtenus chez les patients présentant initialement un édentement bilatéral

Dans l'étude de **BORMANN et Al**(52) de 2010, 5 hypoesthésies transitoires résolues en 6 semaines, 1 inflammation du site de greffe et 1 abcès sans séquelle après traitement de celui-ci ont été observés. Le taux de complications en résultant est de **31,8%** (7/22).

Dans l'étude de **DOMINGUES et Al**(3) de 2016, une seule hypoesthésie a été recensée ainsi que 2 fractures du segment coronaire associés à un abcès sur deux sites chirurgicaux. Ainsi le taux de complications des sites chirurgicaux traités par greffe d'interposition quel que soit le matériau utilisé est de **21,4%** (3/14).

En 2006, l'étude de **SIMION et Al**(53) décrit un taux de complications de **10%** (1/10). En effet, seul un patient a présenté une exposition de la membrane 3mois après la chirurgie traitée par le retrait de cette membrane pour éviter l'infection du site.

Dans l'étude de **RONDA et Al**(54) de 2014, suite à la procédure de régénération osseuse guidée, 3 paresthésies transitoires résolues en 1 à 4 semaines et 1 hématome ont été enregistrés. Le taux de complications est donc de **15,4%** (4/26).

Dans l'étude de **CUCCHI et Al**(55) de 2017, les complications ont été divisées en deux groupes : complications chirurgicales et complications de cicatrisation. En ce qui concerne les sites recouverts d'une membrane e-PTFE, 1 paresthésie transitoire (complication chirurgicale 1/20=5%) et 3 expositions de membranes dont 2 expositions précoces aboutissant à une perte totale de la greffe ont été comptabilisées (complication de cicatrisation 3/20= 15%). Ainsi le taux de complications total dans ce groupe est de **20%**.

Ensuite, en ce qui concerne les sites traités à l'aide de Ti-meshes et d'une membrane résorbable en collagène, 3 patients ont ressenti une paresthésie transitoire soulagée en 1 mois (complication chirurgicale 3/19 = 15,8%) et 4 membranes ont été exposées en bouche dont 2 ont abouti à la perte totale de la greffe (complication de cicatrisation 4/19 = 21,1%). Ainsi le taux de complications total pour ce groupe est de **36,9%**. Il est important de noter qu'un patient de ce groupe a été perdu de vue avant la fin de la phase de cicatrisation due à un accident de voiture impliquant la région maxillo-faciale.

En conclusion, le taux de complication total des patients traités par régénération osseuse guidée est de **28,2%** (11/39).

Dans l'étude de **FONTANA et AL**(56) de 2015 le taux de complications des sites traités par régénération osseuse guidée est de **17,24%** (5/29). En effet, 3 expositions de la membrane ont été observées menant dans 2 cas à une perte partielle de la greffe. De plus, 2 abcès sans exposition de membrane ont été recensés nécessitant un retrait immédiat de la membrane et curetage de la zone infectée menant à une perte partielle de la greffe. Un des deux patients a dû être traité par implants courts.

Dans l'étude de **NOVY et Al**(57) de 2019, le taux de complications observé dans les 4 mois suivant la chirurgie est de **26,7%** (4/15). En effet, 2 infections au niveau du site donneur, 1 perte de vis et 1 exposition de la greffe ont été observées. Cependant, l'étude ne comptabilise pas les hypoesthésies ressenties alors que 5 patients en ont souffert dont 3 n'étaient pas résolues au bout de 3mois. Ainsi, le taux de troubles neurologiques recensé dans l'étude est de **33,3%**.

Dans l'étude de **RESTOY-LOZANO et Al**(45) de 2015, le taux de complications observé est de **28%** soit 14/50 sites chirurgicaux. En effet, 2 échecs complets de greffe ont été observés dus, dans un cas à la fracture du greffon, et dans l'autre à une mauvaise fixation du greffon. De plus, 1 infection mineure du site donneur, 3 œdèmes post opératoires et enfin 5 exposition linguales ont été comptabilisés. Cependant, les troubles neurologiques n'ont pas été comptabilisés. Ainsi, 16 hypoesthésies ont été observées. Parmi eux, deux sites ont présenté une altération persistante 1 ans après la chirurgie. Le taux de complications neurologiques est donc de **32%** (16/50).

Dans l'étude **de KHOJASTEH et Al**(58) de 2012, le taux de complications en secteur mandibulaire postérieur n'est pas explicitement énoncé. Cependant, 15 inflammations de la muqueuse, 3 expositions précoces et 7 tardives, 15 hématomes, 4 infections et 5 échecs de greffes ont été recensés en secteur postérieur mandibulaire. De plus, 18 sites ont soufferts de paresthésies. Ainsi, le taux de complications neurologiques est de 38,3% (18/47). Le taux de complications ne peut pas être calculé précisément car trop peu d'informations ont été données.

IV.3.2 Discussion

TECHNIQUE	COMPLICATION	TAUX MOYEN (%)	ETUDES CONCERNEES
OBG	Complications neurologiques	20 - 41,17	CHIAPASCO et al (2009), FELICE et al (2009), BARONE et al (2017)
	Infection	8,33	ROCCHIETTA et al (2015)
	Perte partielle ou totale du greffon	5,88 - 12,5	CHIAPASCO et al (2009), FELICE et al (2009), BARONE et al (2017)
	Expositions bénignes	11,7 - 20	FELICE et al (2009), BARONE et al (2017)
DISTRACTION	Complications neurologiques	9,52 - 100	RACHMIEL et al (2017), POLO et al (2005), ZWETYENGA et al (2012)
	Infection mineure	4,76 - 20	BIANCHI et al (2008), RACHMIEL et al (2017), POLO et al (2005), ZWETYENGA et al (2012)
	Inclinaison linguale	7,14 - 40	CHIAPASCO et al (2009), BIANCHI et al (2008), RACHMIEL et al (2017), POLO et al (2005), ZWETYENGA et al (2012)
	Fracture mandibulaire	4,65	ZWETYENGA et al (2012)
	Nécrose du fragment coronaire	4,65 - 4,76	RACHMIEL et al (2017), ZWETYENGA et al (2012)
	Distraction incomplète par impossibilité de mouvement	11,1 - 14,28	CHIAPASCO et al (2009), POLO et al (2005)
	perte partielle du greffon	14,28	POLO et al (2005)
	Exposition du dispositif	9,3	ZWETYENGA et al (2012)
IBG	Complications neurologiques	7,14 - 100	FELICE et al (2009), BARONE et al (2017), FELICE et al (2008), FELICE et al (2017), MARCONCINI et al (2018), BORMANN et al (2010), DOMINGUES et al (2016)
	Infection	4,54	BORMANN et al (2010)
	Déhiscence gingivale mineure	3,125 - 20	FELICE et al (2009), BARONE et al (2017), FELICE et al (2008), FELICE et al (2017), MARCONCINI et al (2018), BORMANN et al (2010)
	fracture mandibulaire	3,125 - 5,25	BARONE et al (2017), MARCONCINI et al (2018)
	fracture du segment coronaire	10 - 14,3	FELICE et al (2008), DOMINGUES et al (2016)
	Perte partielle ou totale du greffon	6,2 - 10	FELICE et al (2009), BIANCHI et al (2008), FELICE et al (2008), FELICE et al (2017)
ROG	Complications neurologiques	10,2 - 11,5	RONDA et al (2014), CUCCHI et al (2017)
	Exposition de membrane	10,3 - 17,9	SIMION et al (2006), CUCCHI et al (2017), FONTANA et al (2015)
	Perte partielle ou totale du greffon	10,2 - 13,8	CUCCHI et al (2017), FONTANA et al (2015)
	Hématome	3,8	RONDA et al (2014)
	Abcès	6,9 - 8,33	ROCCHIETTA et al (2015), FONTANA et al (2015)
SSB	Complications neurologiques	32 - 38,3	NOVY et al (2019), RESTOY-LOZANO et al (2015), KHOJASTEH et al (2012)
	Infection	2 - 26,6	NOVY et al (2019), RESTOY-LOZANO et al (2015), KHOJASTEH et al (2012)
	Exposition de greffe	6,6 - 21,2	NOVY et al (2019), RESTOY-LOZANO et al (2015), KHOJASTEH et al (2012)
	Echec de greffe	4 - 10,6	RESTOY-LOZANO et al (2015), KHOJASTEH et al (2012)
	Hématome/oedème/inflammation mineure	6 - 31,9	RESTOY-LOZANO et al (2015), KHOJASTEH et al (2012)

Tableau 1 : types de complications et fréquence de ces complications en fonction des techniques utilisées

La greffe d'apposition :

Cette technique de référence présente des risques de complications classiques avec des taux similaires aux autres techniques puisqu'aucune différence significative n'a été mise en évidence dans les articles sélectionnés. Néanmoins, en cas de greffon autogène, le risque de complications neurologiques augmente.

Distraction alvéolaire :

L'inclinaison linguale du dispositif de distraction est très fréquente puisqu'elle survient dans tous les articles analysés. Cependant, un suivi régulier du patient permet d'intercepter le processus précocement et ainsi limiter les répercussions négatives sur le gain osseux final. Le taux de complications est plutôt élevé pour cette technique. En effet, il est statistiquement supérieur à la greffe d'interposition selon l'étude de BIANCHI et al(24) de 2008. De plus, un trait d'ostéotomie étant nécessaire pour séparer le segment coronaire et basal, un risque notable de complications neurologiques peut être constaté. L'utilisation d'un piézotome et le respect d'une distance de sécurité d'au moins 2mm par rapport au nerf alvéolaire inférieur lors de la chirurgie réduira ce risque considérablement. Néanmoins, malgré le risque de complications, la distraction reste une technique intéressante lorsqu'un gain vertical important est nécessaire.

La greffe d'interposition :

La greffe d'interposition semble être une technique fiable puisqu'elle présente un faible taux de complications. Néanmoins, comme la distraction alvéolaire, la réalisation de l'ostéotomie devra être faite de manière minutieuse et au minimum à 2mm du nerf alvéolaire inférieur pour éviter les complications neurologiques.

La régénération osseuse guidée :

Les complications associées à la régénération osseuse guidées sont majoritairement mineures. L'exposition de la membrane reste la complication la plus fréquente. Celle-ci pouvant être facilement gérée en cas de prise en charge précoce. Ainsi, un suivi régulier du patient permettra d'intercepter le processus et d'éviter les infections voire la perte totale de la greffe.

La méthode de Khoury :

Un greffon autogène d'origine ramique étant nécessaire pour cette technique, le taux de complications associé à son prélèvement est important. En effet, des complications neurologiques et infectieuses, notamment du site donneur, sont survenues dans tous les articles analysés. Néanmoins, elle reste une technique efficace et fiable puisqu'elle présente des taux de complications similaires aux autres techniques. De plus, le greffon cortical joue un rôle de stabilisateur et diminue la résorption du greffon tandis que les particules interposées favorisent la vascularisation de la greffe et ainsi limitent le risque de nécrose du greffon.

IV.4 Etude du taux de survie implantaire

IV.4.1 Résultats de la littérature (Annexe 2)

Le taux de survie implantaire correspond au nombre d'implants à un temps t toujours en fonction sans prendre en compte l'état de santé de l'implant.

Dans l'étude de **CHIAPASCO et Al**(17) en 2007, 40 implants ont été posés (19 sur le site de greffe d'apposition et 21 sur le site de distraction ostéogénique), aucun implant n'a été perdu pendant la période de suivi (38mois après mise en charge pour la greffe d'apposition et 41,3mois après mise en charge pour la distraction ostéogénique). Ainsi, un taux de survie implantaire de **100%** est retrouvé dans les deux groupes. L'étude statistique n'a montré aucune différence significative en termes de survie implantaire entre les deux groupes.

Dans l'étude de **FELICE et Al**(18) en 2009, 43 implants ont été posés (20 sur les sites traités par greffe d'interposition et 23 sur les sites traités par greffe d'apposition) et suivis sur une période moyenne de 18 mois après mise en charge. Un taux de survie implantaire de **100%** a été retrouvé dans les deux groupes à la fin du suivi.

Dans l'étude de **BARONE et Al**(14) de 2017 aucun implant n'a été perdu à 1 an de suivi après mise en charge. Ainsi nous pouvons conclure à un taux de survie de **100%** pour les deux groupes.

Dans l'étude de **BIANCHI et Al**(24) de 2008, 16 implants ont été posés sur les sites chirurgicaux ayant subi une distraction alvéolaire et 21 implants ont été posés sur les sites ayant subi une greffe d'interposition. A l'issue de la période de suivi c'est-à-dire après en moyenne 30 mois dans le groupe traité par distraction alvéolaire et 22,5mois pour le groupe traité par greffe d'interposition, aucun implant n'a été perdu. Ainsi, le taux de survie est de **100%** pour les deux groupes.

Dans l'étude de **RACHMIEL et Al**(2) de 2017, 56 implants ont été posés sur les 21 sites opératoires augmentés par distraction alvéolaire. Sur ces 56 implants, 2 échecs d'ostéointégration sont survenus dans les 4 premiers mois suivant la pose. Aucun autre implant n'a été perdu pendant la période de suivi. En conséquence, le taux de survie à 3 ans est de **96,43% (54/56)**.

En 2007, l'étude de **POLO et Al**(59), étudie 34 implants posés sur 14 sites chirurgicaux augmentés par distraction ostéogénique. Parmi ces 34 implants posés, 2 implants, qui avaient été tous deux positionnés sur un trait d'ostéotomie verticale, ont présenté un échec d'ostéointégration avant mise en charge. Cependant ces deux implants ont été remplacés donc 34 implants ont bien été étudiés. L'étude conclut donc à un taux de survie de **100%**. Cependant il me semblerait plus juste d'estimer le taux de survie à **94,1% (32/34)**.

En 2012, l'étude de **ZWETYENGA et Al**(48), étudie 105 implants posés sur 43 sites chirurgicaux augmentés par distraction alvéolaire. Aucun implant n'a été perdu. Ainsi, le taux de survie des implants étudiés dans cette étude est de **100%** après un suivi moyen de 61,5mois.

Dans l'étude de **FELICE et Al**(49) de 2017, 266 implants ont été étudiés dont 18 implants ont été posés sur un site ayant reçu une greffe d'interposition autogène, 123 implants ont été posés suite à une greffe d'interposition xénogène bovine et enfin, 125 implants ont été posés suite à une greffe d'interposition xénogène équine. Le taux de survie des implants étudiés est de **94,4% (17/18)** pour les implants posés sur les sites traité par greffon autogène, **91,1% (112/123)** pour les implants posés sur les sites traités par greffon bovin et **96%** (120/125) pour les implants posés sur les sites traités par greffon équin pour un suivi moyen de 4,2ans. En effet, 1 péri-implantite est survenue dans le groupe autogène, 9 mobilités et 2 péri-implantites sont survenues dans le groupe xénogène bovin et enfin 4 mobilités et 1 péri-implantite

sont survenues dans le groupe xénoène équin aboutissant à des échecs implantaire. Aucune différence significative n'a été trouvée et les résultats sont comparables à ceux mesurés dans de l'os natif.

En 2012, l'étude de **DOTTORE et Al(50)** étudie 44 implants dont 22 posés sur des sites traités par greffe d'interposition autogène et 22 posés sur les sites traités par greffe d'interposition allogène. Au total 1 échec implantaire a été observé dans chaque groupe. Par conséquent, le taux de survie implantaire mesuré 1 an après mise en charge des implants est de **95,45%** (42/44).

Dans l'étude de **MARCONCINI et Al(51)** de 2018, 91 implants sont initialement posés. Cependant trois patients et six implants sont perdus de vue. Ainsi, seuls 85 implants sont analysés. 2 échecs implantaires étant survenus au bout de 1an, le taux de survie cumulée mesuré à 3 ans dans l'étude est de **95,5%**.

Dans l'étude de **BORMANN et Al(52)** de 2010, aucun des 41 implants posés n'a été perdu. Ainsi le taux de survie implantaire à un suivi de 12,7 mois en moyenne est de **100%**.

Dans l'étude de **SIMION et Al(53)** de 2006, aucun des 27 implants posés n'a été perdu 6 à 9,5mois après la chirurgie. Ainsi, le taux de survie énoncé dans l'étude est de **100%**.

Dans l'étude de **RONDA et Al(54)** de 2014, aucun des 78 implants posés sur des sites ayant subi une procédure de régénération osseuse guidée n'a été perdu. Le taux de survie implantaire à un suivi de 15 à 37 mois après retrait des membranes est donc de **100%**.

Dans l'étude de **FONTANA et Al(56)** de 2015, parmi les 75 implants posés, deux ont été perdus dans les 4ans suivant la mise en charge. Ainsi, le taux de survie implantaire cumulé sur un suivi variant de 1 à 6 ans est de **93,6%** (73/75).

Dans l'étude de **RESTOY-LOZANO et Al(45)** de 2015, aucun des 96 implants posés suite à la méthode de Khoury n'a été perdu. Ainsi, le taux de survie est de **100%**, 32,9mois après la pose des implants.

IV.4.2 Discussion

Quelle que soit la technique utilisée, le taux de survie implantaire indiqué dans les articles sélectionnés est très bon. En effet, la majorité des études conclut à un taux de succès de 100% pour un suivi moyen des patients d'environ 2 ans. Selon plusieurs études, les implants posés sur des sites de greffe se comportent comme des implants posés sur de l'os natif. Ainsi, le taux de survie des implants posés sur un site chirurgical de greffe est comparable à celui des implants posés sur de l'os natif(17,27,49).

Pour certaines études ayant un taux de survie inférieur à 100% d'autres éléments peuvent être responsables de cette baisse, tel qu'un défaut de qualité osseuse chez le patient (48,51), l'habileté du praticien (56,59), la compliance du patient et la survenue de péri-implantites(49).

Néanmoins, aucune différence significative de taux de survie n'a été mise en évidence entre les techniques par les analyses statistiques réalisées.

Par ailleurs, des échecs survenant 5 ans après la pose sont assez fréquents. En effet, les études de FELICE et al de 2017(49) et FONTANA et al de 2015 (56) ont un suivi moyen respectif de 4,2ans et 4à6ans et montrent déjà un taux de survie légèrement inférieur aux autres études. La période de suivi moyenne des articles sélectionnés pour l'étude étant de 2 ans, celle-ci est insuffisante pour mettre en évidence ces échecs tarifs.

IV.5 Etude de la résorption osseuse péri-implantaire et du taux de succès implantaire

IV.5.1 Résultats de la littérature (Annexe 2)

Le taux de succès implantaire correspond au nombre d'implants à un temps t encore en fonction et selon des critères précis. Ici, les critères d'Alberktsson ont été retenus. Ainsi, le succès implantaire est caractérisée par :

- L'absence de douleur persistante ou de dysesthésie
- L'absence d'infection péri-implantaire associée à une suppuration
- L'absence de mobilité implantaire
- L'absence de radioclarété continue péri-implantaire
- Une résorption péri-implantaire < 1,5mm la première année de fonction puis < 0,2mm tous les ans.

L'étude de **CHIAPASCO et Al**(17) de 2007, a montré une résorption osseuse péri-implantaire moyenne de 0,3mm entre la pose des implants et la mise en charge, 0,9mm à 1 an, 1,2mm à 2 ans, 1,3mm à 3ans et enfin 1,1mm à 4ans chez les patients ayant subi une greffe d'apposition. Cependant, 2 implants ont présenté une résorption supérieure aux critères d'Alberktsson. Ainsi le taux de survie implantaire dans le groupe traité par greffe d'apposition est **de 89,5% (2/19)**. En ce qui concerne les implants placés sur les sites de distraction alvéolaire, seul 1 implant a présenté une résorption supérieure aux critères d'Alberktsson. Ainsi, le taux de succès implantaire dans le groupe ayant subi une distraction est de **94,7% (1/21)**. En effet, la résorption osseuse péri-implantaire moyenne chez les patients traités par distraction est de 0,2mm à la mise en charge, 0,9mm à 1 an, 1mm à 2ans, 1mm à 3ans et 1,3mm à 4ans. L'étude statistique n'a montré aucune différence significative entre les deux groupes en termes de succès implantaire.

L'étude de **FELICE et Al**(18) de 2009, a montré une résorption osseuse péri-implantaire moyenne de **0,9mm** (valeurs allant de 0,3 à 1,8mm) autours des implants posés après une greffe d'interposition et **0,85mm** (valeurs allant de 0,2 à 2,8mm) autours des implants posés après une greffe d'apposition. Cependant, 2 implants ont présenté une résorption supérieure aux critères d'Alberktsson dans le groupe ayant subi une greffe d'interposition pour 3 implants dans le groupe ayant subi une greffe d'apposition aboutissant à un taux de succès respectif de **90%** et **86,9%** à la fin du suivi soit 18mois après mise en charge. L'analyse statistique a conclu à l'absence de différence significative entre les deux techniques en termes de résorption péri-implantaire à 18mois, de survie et de succès implantaire ainsi que des résultats semblables à ceux retrouvés dans un os natif.

En 2009, **Elo et Al**(60) publient une étude rétrospective comparant le taux du succès implantaire des implants posés sur un site ayant subi une reconstruction osseuse par distraction alvéolaire ou par greffe d'apposition . 17 sites chirurgicaux ont reçu une greffe d'apposition suivie de la pose de 46 implants au total tandis que 5 sites chirurgicaux ont subi une distraction alvéolaire suivie de la pose de 17 implants au total. A l'issue du suivi, compris entre 36 et 61 mois, 3 implants ont été perdus dans le groupe ayant subi une greffe d'apposition aboutissant à un taux de succès de **93,48%** tandis que 1 implant a été perdu dans le groupe traité par distraction alvéolaire menant à un taux de succès de **94,12%**. L'étude statistique menée montre l'absence de différence significative entre les deux techniques. Cependant il est important de noter que cette étude possède de nombreux biais : absence d'information concernant les techniques chirurgicales utilisées, le nombre d'opérateurs, le nombre d'analystes, absence de détails concernant les résultats.

En 2017, 80 implants (46 pour la greffe d'interposition// 34 pour la greffe d'apposition) ont été étudiés par **BARONE et Al**(14) sur une période de 1 an après la pose des implants. En moyenne, **0,8mm+/-**

0,3mm de perte osseuse péri-implantaire a été retrouvée autour des implants posés sur un site ayant subi une greffe d'interposition tandis que **1,4mm +/-0,4mm** de perte osseuse péri-implantaire a été mesurée autour des implants posés suite à une greffe osseuse d'apposition. De plus, un box plot présent dans l'étude montre bien qu'au moins une des valeurs de perte osseuse péri-implantaire chez les patients ayant subi une greffe d'apposition se situe au-delà des normes décrites par Alberktsson Enfin, l'analyse statistique conclut à une différence significative en terme de résorption péri-implantaire. Celle-ci étant supérieure autours des implants posés sur un site ayant subi une greffe d'apposition. Nous pouvons en conclure que les deux techniques semblent efficaces en termes de gain osseux vertical. Cependant, la greffe d'interposition semble moins agressive (absence de morbidité de site donneur) et plus prévisibles. Il faudra tout de même faire attention car elle présente des risques de complications élevés si le praticien n'est pas suffisamment expérimenté.

Dans l'étude de **BIANCHI et Al(24)** de 2008, 1 implant dans chaque groupe a présenté une résorption supérieure à 1,5mm la première année. Ainsi, le taux de succès des implants posés suite à une distraction alvéolaire est de **93,7%**, 30mois après la pose. Tandis que le taux de succès des implants posés après une greffe d'interposition est de **95,2%** à l'issue d'un suivi de 22,5mois. Nous pouvons donc conclure à l'absence de différence significative entre les deux groupes en termes de survie et de succès implantaire et les résultats obtenus sont comparables à ceux retrouvés dans un os natif.

Dans l'étude de **RACHMIEL et Al(2)** de 2017, aucun des 54 implants ostéo-intégrés correctement n'a présenté une résorption péri-implantaire à 1an <1,5mm. Le taux de succès en résultant est donc de **96,43% (54/56)**.

L'étude de **POLO et Al(59)** de 2007 n'a pas analysé son taux de succès. Cependant, toutes les valeurs nécessaires ont bien été décrites dans l'étude. Ainsi, le taux de résorption péri-implantaire moyen mesuré est de **2,6mm +/-1mm** pour un suivi moyen de 12,1 mois +/-3,8mois après mise en charge. Aucun implant n'a été perdu après leur mise en charge. Néanmoins, seuls 5 implants sur les 34 posés ont présentés une résorption inférieure à 1,5mm à la fin du suivi. De ce fait le taux de succès est d'environ **14,7% (5/34)**. L'analyse statistique des résultats obtenus dans l'étude montre tout de même une diminution de la perte osseuse péri-implantaire avec la durée de mise en fonction de l'implant ($p < 0,01$). Au contraire, l'âge du patient, la longueur et le diamètre de l'implant, la régénération osseuse et la résorption observée suite à la distraction alvéolaire n'ont aucun effet sur la perte osseuse péri-implantaire ($p > 0,05$).

Dans l'étude de **FELICE et Al(26,27)** de 2008/2009, la résorption péri-implantaire mesurée à 1 an de suivi après mise en charge est de **0,82mm +/- 0,59mm** pour les sites ayant subi une greffe d'interposition autogène et de **0,59mm +/- 0,4mm** au niveau des sites ayant subi une greffe d'interposition allogène. L'étude statistique n'a montré aucune différence significative entre ces deux techniques. Cependant, 1 implant a présenté une péri-implantite sur un site ayant reçu une greffe d'interposition autogène et 1 implant a présenté une mobilité importante 11 mois après mise en charge sur un site ayant reçu une greffe d'interposition allogène. Ainsi, le taux de succès est respectivement de **94,4% (17/18)** et **95% (19/20)**

L'étude de **FELICE et Al(49)** de 2017, ne décrit pas le taux de succès implantaire cependant le taux de résorption péri-implantaire est tout de même analysé. Ainsi, la perte osseuse péri-implantaire moyenne mesurée autours des implants posés sur des sites traités par greffon autogène est de 0,75mm à 1 an, 1,1mm à 3 ans, 1,31mm à 5ans et 1,34mm à 7ans. De même, les résultats du groupe traité par greffon bovin sont de 0,94mm à 1 an, 1,61mm à 3ans, 1,94mm à 5 ans et 1,37mm à 7 ans. Enfin, les résultats du groupe traité par greffon équin sont de 0,93mm à 1 an et 0,61mm à 3ans. L'analyse statistique compare les taux de perte osseuse péri-implantaire à 3 ans et conclut à une différence significative entre les trois types de greffons.

Dans l'étude de **DOTTORE et Al(50)** et de 2012, sur les 42 implants ayant survécu à la fin du suivi soit 1an après mise en charge des implants, 2 ont présenté une résorption péri-implantaire comprise

entre 2 et 4mm. Par conséquent, le taux de succès mesuré à la fin du suivi est de **90,9%** (41/44). De plus, la résorption péri-implantaire mesurée au niveau implants posés suite à une greffe d'interposition autogène est de **1,02mm +/- 0,93mm** et de **0,78mm +/- 0,82mm** pour les implants posés suite à une greffe d'interposition allogène. L'analyse statistique ne montre aucune différence significative en termes de perte osseuse péri-implantaire entre ces deux techniques.

Dans l'étude de **MARCONCINI et Al(51)** de 2018, 3 échecs implantaire et 1 implant présentant une résorption supérieure à 1,5mm la première année sont comptabilisés. De ce fait le taux de succès cumulé à 3ans de suivi est de **90,9%**.

Dans l'étude de **CUCCHI et Al(39)** de 2020, les taux de survie et de succès implantaire n'ont pas été mesurés. Cependant plusieurs paramètres péri-implantaires ont été examinés dont la perte osseuse péri-implantaire. Ainsi, la perte osseuse péri-implantaire mesurée à l'aide de rétro-alvéolaires prises le jour de la pose et aux différents rendez-vous de suivi est de **0,67mm +/- 0,30mm** pour les implants posés sur les sites qui ont été recouvert par une membrane e-PTFE et de **0,61mm +/- 0,28mm** pour les implants posés sur les sites ayant reçu des Ti-meshes et une membrane résorbable pour un suivi moyen de 1 an après mise en charge. L'analyse statistique conclue à l'absence de différence significative entre ces deux groupes.

Il est important de noter qu'au total 10 patients ont été perdus de vue entre le début de la chirurgie d'augmentation osseuse et la fin du suivi 1 an après mise en charge.

Dans l'analyse de **FONTANA et Al(56)** de 2015, la résorption péri-implantaire moyenne mesurée est de 0,34mm à 1 an (75implants suivis), 0,72mm à 2ans (60 implants suivis), 1,04mm à 3ans (51 implants suivis), 0,94mm à 4 ans (28 implants suivis), 0,55mm à 5ans (11 implants suivis) et 0,60mm à 6 ans (8implants suivis). Cependant, 11 implants ont présenté une résorption supérieure à celle tolérée selon les critères d'Alberktsson. Ainsi, le taux de succès implantaire cumulé sur 1 à 6 ans de suivi de **71,9%**. L'analyse du taux de succès en fonction de l'approche chirurgicale (implantation immédiate ou différée) n'a montré aucune différence significative entre les deux. De plus, le taux de succès était supérieur au niveau des sites ayant de la gencive kératinisé (82,1%) contre ceux sans gencive kératinisé (58,4%). Cependant l'analyse statistique conclue à l'absence de différence significative.

L'étude de **RESTOY-LOZANO et Al(45)** de 2015, ne mesure pas le taux de succès. Cependant, la résorption péri-implantaire moyenne 31 mois après la mise en charge est de 0,9mm. Le taux de résorption le plus important recensé a été pendant la première année de mise en charge avec une résorption moyenne de 0,8mm. Ainsi nous pouvons conclure que le niveau osseux péri-implantaire est plutôt stable dans le temps.

IV.5.2 Discussion

La greffe d'apposition :

Les taux de succès recensés dans les articles analysés est similaire aux autres techniques. Seule une étude a mis en évidence une différence significative avec une résorption péri-implantaire supérieure pour la greffe d'apposition par rapport à la greffe d'interposition (BARONE et al (14) 2017). Les taux varient entre 86,9% pour l'étude FELICE et Al (2009) et 93,48% pour l'étude de ELO et al (60) (2007) pour des suivis de 36-61mois et 38 mois respectivement.

Distraction alvéolaire :

La distraction alvéolaire possède un bon taux de succès puisqu'il est compris entre 93,7% pour l'étude de BIANCHI et al (24) de 2008 et 96,43% pour l'étude de RACHMIEL et al(2) de 2017 pour un suivi respectif de 30 mois et 32 mois. Seule l'étude de POLO et al(59) (2007), montre une résorption moyenne de 2,6mm pour un suivi moyen de 12,1mois. Les critères d'Alberksson indiquant la nécessité d'une résorption inférieure à 1,5mm à 1an, cette étude possède un faible taux de succès implantaire.

La greffe d'interposition :

Le taux de succès des implants posés sur un site chirurgical traité par greffe d'interposition est compris entre 90-95%. Les résultats obtenus semblent indiquer que l'os créé est stable dans le temps et confirme le caractère prévisible de cette technique. En effet, FELICE et al(49) (2017), DOTTORE et al(50) (2012) et MARCONCINI et al(51) (2018) trouvent des résorptions péri-implantaires à 1 an d'environ 0,8mm et atteignant 1,06mm à 3ans pour MARCONCINI et al(51) (2018) et 1,37mm à 7ans pour FELICE et al(49) (2017).

La régénération osseuse guidée :

Peu d'articles analysés étudient le taux de succès des implants posés sur des sites traités par régénération osseuse guidée. L'étude de FONTANA et al(56) (2015) trouve un taux de succès de 71,9% pour un suivi de 4ans et met en évidence une baisse de la résorption péri-implantaire lorsque les implants sont posés le même jour que la chirurgie et si l'épaisseur de gencive kératinisée est suffisante. Néanmoins, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative. De plus, la résorption semble diminuer avec le temps or cela est sûrement due à la perte de vue progressive des patients.

Enfin, FONTANA et al(56) (2015) et CUCCHI et al(39) (2020) mettent en évidence une résorption inférieure à 1,5mm la première année de mise en charge. Ainsi, la greffe semble rester stable après la pose des implants.

La méthode de Khoury :

Peu d'articles étudient le taux de succès de cette technique. Néanmoins, RESTOY-LOZANO et al(45) (2015) décrit une résorption moyenne de 0,8mm la première année de mise en charge et de 0,9mm à 31mois de suivi. L'os péri-implantaire formé suite à la méthode de Khoury semble donc être stable dans le temps.

IV.6 Limite des études

L'analyse d'articles réalisée dans cette thèse permet de tirer des conclusions concernant le gain osseux vertical, le taux de résorption, le taux de complications, le taux de survie et le taux de succès implantaire en fonction des techniques utilisées. Cependant, de nombreux biais sont à prendre en compte pouvant réduire la qualité des résultats.

En effet, les articles sélectionnés présentent majoritairement des échantillons de faible puissance et sont rarement en double aveugle, réduisant, de ce fait, le niveau de preuve des études. Ainsi, parmi les 26 articles sélectionnés, 10 sont de niveau 4 contre seulement 2 de niveau 1. De plus, le type de défaut initial (concave, convexe, plat) est rarement précisé alors que celui-ci peut influencer la difficulté de réalisation de la greffe et donc les résultats finaux obtenus. Enfin, le suivi des patients étant court, avec une moyenne de 2 ans, les échecs implantaires assez fréquents survenant 5 ans après la pose n'ont pas pu être mis en évidence.

Ensuite, de nombreux protocoles opératoires et matériaux différents ont été utilisés pouvant être responsables des variations de résultats. En effet, l'étude de ROCHIETTA et al (2015)(46) trouve un taux de résorption particulièrement bas pour la greffe d'apposition ne corroborant pas les résultats des autres études dues peut être à l'utilisation de membrane sur sa greffe. Différents types de distracteurs ont été utilisés au sein même des études(48). De nombreux matériaux différents ont été utilisés et comparés dans les articles : autogreffes, xénogreffes, allogreffes, membrane e-PTFE, membrane d-PTFE, types d'implants et longueur d'implants différents...

La lecture des résultats est majoritairement réalisées sur des CBCT, cependant, certaines études ont préféré mesurer les résultats sur des panoramiques dentaires malgré le risque de distorsion lié à ce procédé(44,46,59). Enfin, les données ont été mesurées à l'aide de sonde parodontale pour les greffes par régénération osseuse guidée(47-50).

Dans l'étude de RACHMIEL et al de 2017(2), 5 patients ont dû recevoir un une greffe d'apposition préalable à la distraction afin d'atteindre une hauteur osseuse suffisante pour positionner le distracteur. Cependant, les résultats finaux obtenus ne précisent pas si le gain total est uniquement dû à la distraction ou s'il prend en compte l'addition de la greffe d'apposition et la distraction.

Dans l'étude de MARCONCINI et al de 2018(51), un seul site augmenté par patient a été randomisé pour analyse. Ainsi, il me semble assez facile d'analyser uniquement les sites ayant de meilleurs résultats.

Enfin, plusieurs études ne mesurent que le gain osseux initial c'est-à-dire juste après la chirurgie, ne prenant donc pas en compte la résorption quasi constante survenant lors de la cicatrisation de la greffe. Ces études ont donc globalement des résultats supérieurs aux autres.

Pour finir, lors de mes recherches, de nombreux articles ne présentaient pas les mêmes unités de mesure et affichaient les résultats sous la forme de médiane au lieu de moyenne rendant la comparaison des résultats impossible. De plus, bon nombre d'études ne différenciaient pas les résultats entre le secteur antérieur et le secteur postérieur. Les résultats présentés n'étaient alors pas uniquement représentatif de ma zone de recherche. Ainsi, certaines études intéressantes ont dues être retirées de la sélection.

V. CONCLUSION

Aujourd'hui encore, aucune technique n'a prouvé sa supériorité par rapport à une autre. Toutes vont présenter des avantages et inconvénients. Le choix de la technique sera alors fonction du cas clinique mais aussi des habitudes, de l'habileté et des préférences du chirurgien-dentiste réalisant l'opération.

En effet, la greffe d'apposition autogène semble, aujourd'hui, toujours considérée comme le gold standard puisqu'elle est à chaque fois comparée aux autres techniques en tant que groupe contrôle. D'après les études analysées ci-dessus, la greffe d'apposition peut espérer en moyenne un gain osseux d'environ 4-6mm. Cependant, un fort taux de résorption pouvant aller jusqu'à 44,17% (FELICE et AL, 2009) (27) est à prendre en compte ainsi qu'une forte variation des valeurs de résorption au sein même des études. Néanmoins, cette technique étant, aujourd'hui, bien connue, les greffons sont généralement surdimensionnés en prévision de cette résorption.

Les taux de complications recensés sont similaires aux autres techniques et les principaux effets indésirables sont les atteintes neurologiques et l'exposition du greffon en bouche. La nécessité d'un site donneur limite la quantité d'os disponible à greffer et crée un second site chirurgical augmentant ainsi le risque de morbidité. Néanmoins, l'augmentation de l'utilisation de matériaux allogènes ou xénogènes permet de pallier ces inconvénients liés au greffon autogène.

De plus, les implants posés sur des sites traités par greffe d'apposition présentent une résorption péri-implantaire similaire à des implants posés sur de l'os natif permettant ainsi d'avoir un taux de survie et de succès sur le long terme tout à fait acceptable.

De ce fait, cette technique reste efficace malgré une prévisibilité légèrement diminuée par rapport aux autres techniques du fait de son taux de résorption important et variable et des risques liés au prélèvement d'un greffon autogène. Néanmoins, elle nécessite moins d'expérience de la part du praticien comparé à d'autres techniques comme, par exemple, la greffe d'interposition.

Par ailleurs, la distraction alvéolaire est, elle aussi, une technique efficace et sera intéressante pour traiter les défauts osseux verticaux modérés à sévères supérieurs à 7mm. En effet, un gain osseux vertical compris entre 7-10mm, voire 15mm pour l'étude de RACHMIEL et al en 2017 (2), pourra être aisément atteint. Cette technique a l'avantage d'être la seule à permettre la croissance à la fois du tissu osseux et des tissus mous. Ces derniers étant souvent difficiles à gérer avec les autres techniques. En outre, le tissu osseux formé est naturel et ne nécessite pas de prélèvement de greffon permettant, par conséquent, de réduire les morbidités post-opératoires et d'assurer un taux de survie et de succès implantaire similaire aux implants posés sur des sites non augmentés.

Toutefois, la distraction nécessite une hauteur résiduelle de crête avant chirurgie de 5-6mm pour pouvoir placer le dispositif en toute sécurité de sorte d'obtenir 4mm de segment coronaire et d'avoir une distance de 2mm entre le trait d'ostéotomie et le nerf alvéolaire inférieur. De ce fait, dans certains cas, une greffe d'apposition est parfois nécessaire avant de débiter la distraction(2). De plus, lors de la cicatrisation, un taux de résorption d'environ 15% est à prévoir ainsi qu'un risque de déviation du dispositif en direction linguale diminuant ainsi la hauteur verticale finale gagnée. C'est pourquoi il est nécessaire de prévenir ces aléas en continuant la distraction 1 à 2 mm au-delà de la hauteur de crête initialement souhaitée.

A noter aussi, que cette technique nécessite un distracteur très encombrant et gênant pour le patient empêchant la pose de prothèse provisoire. Le ressenti des patients suite à cette technique a des risques d'être globalement inférieur aux autres techniques.

Enfin, la distraction alvéolaire ne permet la correction que de défauts verticaux ce qui réduit ses indications. En effet, une autre technique devra être envisagée en cas de défaut mixte vertical/horizontal. Ainsi, malgré ses complications fréquentes diminuant le caractère prévisible de cette technique, la distraction alvéolaire possède des indications précises la rendant tout de même légitime à pratiquer.

D'un autre côté, la greffe d'interposition est une technique efficace et prévisible mais nécessitant une haute maîtrise technique du chirurgien. Elle requiert une hauteur de crête résiduelle comprise entre 5-7mm (seulement 4mm selon BIANCHI et Al(24) et BORMANN et Al(52)) afin d'obtenir un segment coronaire de 3-4mm et une distance de 2-4 mm entre le trait d'ostéotomie et le nerf alvéolaire inférieur. D'après les études analysées ci-dessus, la greffe d'interposition permet un gain osseux vertical compris entre 4-7mm. L'augmentation verticale étant généralement limitée par la faible élasticité du périoste. Néanmoins, la conservation du périoste permet de maintenir la vascularisation de la greffe et d'ainsi favoriser son intégration et sa cicatrisation, limitant, de ce fait, le risque de résorption. En effet, le taux de résorption est plutôt stable puisque la majorité des études a mesuré un taux de résorption compris entre 15% et 25% ce qui lui confère un caractère prévisible. Toutefois, la difficulté du protocole opératoire liée à la réalisation d'une ostéotomie horizontale sur un secteur atrophié entraîne un haut risque de complications neurologiques. C'est pourquoi, cette technique est intéressante mais devra uniquement être pratiquée par des praticiens expérimentés. Enfin, l'utilisation de matériaux allogènes ou xénogènes permet de diminuer la morbidité liée au prélèvement d'un greffon autogène. Les matériaux d'origine équine semblent intéressants pour cette technique car leur rigidité confère une stabilité supérieure au site de greffe.

Pour sa part, la régénération osseuse guidée est une technique efficace pour traiter les défauts osseux plus faibles compris entre 3-6mm. Elle a l'avantage de ne nécessiter aucune hauteur osseuse préalable au-dessus du nerf alvéolaire inférieur et permet la pose immédiate des implants. Le temps d'intégration et de cicatrisation du greffon étant de 5-9mois, la pose immédiate assure un gain de temps considérable. Ainsi, très peu d'études mesurent le taux de résorption de la greffe avant la pose des implants. Néanmoins, le taux de résorption lors de la cicatrisation du greffon mesuré dans les études est en moyenne de 5%. Ce qui en fait la technique la moins sujet à la résorption. Il semblerait alors, que la pose précoce des implants ait un effet positif sur la stabilité de l'os néoformé (47 ;48) De plus, les complications sont majoritairement mineures, la plus fréquente étant l'exposition de la membrane. Or, celle-ci peut être facilement gérée si elle est prise en charge précocement. De ce fait, un suivi régulier du patient permettra d'intercepter le processus avant qu'il n'entraîne des aléas plus importants comme des infections ou la perte partielle voire totale de la greffe. Toutefois, les particules, souvent allogènes, utilisées dans cette technique confèrent un aspect granuleux à la crête augmentée et un Bone Implant Contact inférieur comparé à la greffe d'apposition dans l'étude de ROCCHIETTA et Al de 2015(46). De plus, le taux de succès et de survie implantaire semble légèrement inférieur aux autres techniques.

Enfin, la méthode de Khoury est une technique récente encore peu documentée permettant de traiter les défauts osseux faibles à modérés. Le gain osseux moyen pouvant être atteint étant compris entre 3-5mm. De plus, le coffrage du site chirurgical permet d'assurer la stabilité de la greffe, de la protéger de la résorption ainsi que de traiter les défauts mixtes. Tandis que les particules interposées favorisent la vascularisation de la greffe et diminuent le risque de nécrose du greffon. Toutefois, la nécessité d'un greffon autogène favorise l'apparition de complications similaires à la greffe d'apposition autogène c'est-à-dire la morbidité du site donneur, les complications neurologiques et une résorption légèrement augmentée. De même, le segment cortical permet d'apporter une stabilité aux implants posés. Ainsi, la résorption péri-implantaire des implants posés sur des sites traités par la méthode de de Khoury montre des résultats stables à court terme. Il serait donc intéressant de réaliser des études avec un suivi plus important pour tirer des conclusions plus sûres.

En conclusion, toutes les techniques semblent efficaces pour traiter les défauts osseux verticaux mandibulaires postérieurs. Le choix de la thérapeutique passera donc par l'étude approfondie du cas clinique c'est-à-dire notamment par l'évaluation du défaut osseux de base, la qualité de l'os résiduel et les antécédents médicaux du patient. Toutefois, la préférence et l'expérience du praticien joueront aussi un rôle majeur dans le choix de la technique pratiquée.

Cependant, la pose d'implants courts remplaçant la pose d'un implant de longueur normale sur un site préalablement greffé peut être une alternative intéressante. En effet, elle permet une réduction du cout global pour le patient puisqu'il faut compter en moyenne entre 500 et 1500 euros pour la greffe puis ajouter le prix de l'implant et de la couronne sur implant. De plus, elle permet une diminution des complications chirurgicales, elles-mêmes souvent liées à la chirurgie d'augmentation osseuse, une réduction du temps opératoire et sera donc plus facilement acceptée par le patient.(61,62) Néanmoins, il n'existe pas de consensus concernant la définition exacte d'un implant court et la pose d'implants de longueur inférieure à 8mm augmente le risque d'échec implantaire à long terme.(4)

Le traitement par implant court semble donc une option intéressante. Quelques études comparent la pose d'implants courts à la pose d'implants de longueur normale sur un site ayant reçu une greffe. Toutefois encore peu d'études avec un suivi suffisant ont été publiées.

TABLEAU RECAPITULATIF :

TECHNIQUE	AVANTAGES	INCONVENIENTS
GREFFE D'APPOSITION	gain osseux compris entre 4-6mm	Résorption supérieure du greffon
	Pas d'hauteur osseuse minimale nécessaire pour l'effectuer	Augmentation verticale limitée par l'os disponible (gold standard= autogène)
	résorption péri-implantaire équivalente à celle retrouvée dans un os natif	Morbidité liée au site donneur
	Nécessite moins d'expérience	
DISTRACTION ALVEOLAIRE	Gain osseux important 8-10 voire 15mm	Ne peut pas traiter de défauts mixtes
	Traite les défauts sévères >7mm	Dispositif encombrant - inconfort du patient
	Croissance concomitante du tissu osseux et des tissus mous	Taux de complications important (lingualisation du dispositif ++)
	Pas de site donneur	2ème procédure chirurgicale de retrait du dispositif
	Implant placé dans de l'os cortical natif au niveau de la crête	procédure longue
	Peu d'effondrement	nécessite un minimum crête initiale résiduelle de 5-6mm
	Résorption péri-implantaire équivalente à celle retrouvée dans os natif	
GREFFE D'INTERPOSITION	Gain osseux modéré 4-8mm	Nécessite 5-6mm de crête au-dessus du NAI
	pas de résorption du greffon	Augmentation verticale limitée par l'élasticité du périoste
	Remodelage rapide, cicatrisation rapide permettant mise en place des implants 3-5mois	Pas d'augmentation des tissus mous
	Aspect net de surface après cicatrisation (non granuleux)	Nécessité d'un praticien expérimenté
	Maintien du périoste lingual favorisant la vascularisation	
	Résorption péri-implantaire équivalente à celle retrouvée dans os natif	
REGENERATION OSSEUSE GUIDEE	Gain osseux modéré 3-6mm	Temps de cicatrisation plus important 5-9mois
	Pose immédiate des implants	Aspect granuleux du site chirurgical augmenté
	Peu de complications	Bone to Implant Contact plus faible
METHODE DE KHOURY	Gain osseux de 3-5mm	Complications liées au greffon autogène
	Efficace	
	Stabilité par coffrage des particules	
	Pas de membrane nécessaire (rôle joué par les blocs)	
	Meilleure vascularisation via la présence de particules comparée à la greffe d'apposition	

BIBLIOGRAPHIE :

1. Msd J-WKD. Alveolar distraction osteogenesis versus autogenous onlay bone graft for vertical augmentation of severely atrophied alveolar ridges after 12 years of long-term follow-up. *ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY*. 2013;116(5):10.
2. Rachmiel A, Shilo D, Aizenbud D, Emodi O. Vertical Alveolar Distraction Osteogenesis of the Atrophic Posterior Mandible Before Dental Implant Insertion. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. juin 2017;75(6):1164-75.
3. Domingues EP, Ribeiro RF, Horta MCR, Manzi FR, Cósso MG, Zenóbio EG. Vertical augmentation of the posterior atrophic mandible by interpositional grafts in a split-mouth design: a human tomography evaluation pilot study. *Clin Oral Impl Res*. oct 2017;28(10):e193-200.
4. Lemos CAA, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonça MR, Pellizzer EP. Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. avr 2016;47:8-17.
5. Draenert FG, Huetzen D, Neff A, Mueller WEG. Vertical bone augmentation procedures: Basics and techniques in dental implantology: Basics and Techniques in Dental Implantology. *J Biomed Mater Res*. mai 2014;102(5):1605-13.
6. Pierre KAMINA. Anatomie clinique - tête, cou dos. Maloine. Vol. Tome 2. 2015.
7. Lipski M, Tomaszewska IM, Lipska W, Lis GJ, Tomaszewski KA. The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia Morphol*. 2013;72(4):8.
8. G. Princ, T. Piral, et al. Chirurgie osseuse pré-implantaire. Editions CdP. 2013.
9. Contié S. La périostine, un nouveau biomarqueur des métastases osseuses: développement d'un immunodosage et évaluation préclinique. :163.
10. RENARD. Cours tissu osseux P2. :12.
11. Tolstunov L, Hamrick JFE, Broumand V, Shilo D, Rachmiel A. Bone Augmentation Techniques for Horizontal and Vertical Alveolar Ridge Deficiency in Oral Implantology. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. mai 2019;31(2):163-91.
12. Istavan URBAN. Pirinciples for vertical ridge augmentation in the atrophic posterior mandibule a technical review. *Int J Periodontics Restorative Dent*.
13. Antoun H, Sojod B, Karouni M. Autogenous bone graft for vertical augmentation in the posterior mandibular edentulous ridges. *Journal de Parodontologie*. 31:17.
14. Barone A. Early volumetric changes after vertical augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft versus onlay bone graft: A retrospective radiological study. :43.
15. intérêt d'une greffe osseuse autologue verticale d'apposition.pdf.
16. Thèse PINELLI 2016.pdf.
17. Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 24-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res*. août 2007;18(4):432-40.

18. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Nisii A, Marchetti C. Inlay versus Onlay Iliac Bone Grafting in Atrophic Posterior Mandible: A Prospective Controlled Clinical Trial for the Comparison of Two Techniques. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. oct 2009;11:e69-82.
19. Matteo Capelli. Autogenous Bone Graft from the Mandibular Ramus: A Technique for Bone Augmentation. *Int J Periodontics Restorative Dent*.
20. Greffe osseuse verticale mandibulaire simplifiée par l'apport d'une membrane résorbable en lingual : une série de 10 patients - JPIO n° 3 du 01/09/2019 [Internet]. [cité 3 août 2020]. Disponible sur: https://www.editionsmdp.fr/revues/jpio/article/n-38-03/greffe-osseuse-verticale-mandibulaire-simplifiaee-par-l-apport-d-une-membrane-racsorbable-en-lingual-une-sacrie-de-10-patients-JPIO_R38-3_P241-P252.html
21. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The Efficacy of Horizontal and Vertical Bone Augmentation Procedures for Dental Implants: A Cochrane Systematic Review. In: Chiappelli F, éditeur. *Evidence-Based Practice: Toward Optimizing Clinical Outcomes* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010 [cité 21 juill 2020]. p. 195-218. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-05025-1_13
22. Scarano A, Carinci F, Assenza B, Piattelli M, Murmura G, Piattelli A. Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: case series: Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible. *Clinical Oral Implants Research*. oct 2011;22(10):1125-30.
23. Felice.P , Checchi.L, Ulf.N. Vertical Ridge Augmentation os an Atrophic posterior Mandible with an Inlay technqie and Cancellous Equine Bone Block : A Case Report. *Int J Periodontics Restorative Dent*.
24. Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C. Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. mars 2008;105(3):282-92.
25. Laino L, Iezzi G, Piattelli A, Lo Muzio L, Cicciù M. Vertical Ridge Augmentation of the Atrophic Posterior Mandible with Sandwich Technique: Bone Block from the Chin Area versus Corticocancellous Bone Block Allograft—Clinical and Histological Prospective Randomized Controlled Study. *BioMed Research International*. 2014;2014:1-7.
26. Felice P. Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional bloc grafts: bone from the iliac crest vs. bovine anorganic bone. *Clinical and histological results up to one year after loading from a randomized-controlled clinical trial*. 2009;8.
27. Felice P, Marchetti C, Piattelli A, Pellegrino G, Checchi V, Worthington H, et al. Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block grafts: bone from the iliac crest versus bovine anorganic bone. Results up to delivery of the final prostheses from a split-mouth, randomised controlled clinical trial. *Eur J Oral Implantol*. :17.
28. Felice P, Piana L, Checchi L, Pistilli R, Pellegrino G. Vertical Ridge Augmentation of the Atrophic Posterior Mandible With a 2-Stage Inlay Technique: A Case Report. *Implant Dentistry*. juin 2012;21(3):190-5.
29. Khoury G, Khoury É. Ostéotomies segmentaires de la mandibule postérieure atrophiee. *Journal de Parodontologie*. 31:9.

30. Khojasteh A. Pedicled segmental rotation techniques for posterior mandible augmentation: a preliminary study, *Int J Oral Maxillofac Surg* (2019). :10.
31. CORSICAN DENTAL ASSOCIATION. Dr G. BIANCA : "Augmentation osseuse verticale en zone mandibulaire postérieure atrophiée. [Internet]. 2020 [cité 13 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=pL1SJA9G6rs&t=894s>
32. Kumar G, Narayan B. The Tension-Stress Effect on the Genesis and Growth of Tissues Part I. The Influence of Stability of Fixation and Soft-Tissue Preservation. In: Banaszkiwicz PA, Kader DF, éditeurs. *Classic Papers in Orthopaedics* [Internet]. London: Springer London; 2014 [cité 11 janv 2021]. p. 519-22. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-5451-8_136
33. Chiapasco M, Casentini P. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 1–3-year prospective study on humans. :14.
34. URBAN, Istvan. Principles for Vertical Ridge Augmentation in the Atrophic Posterior Mandible: A Technical Review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017;
35. Cucchi A, Ghensi P. Vertical Guided Bone Regeneration using Titanium-reinforced d-PTFE Membrane and Prehydrated Corticocancellous Bone Graft. *TODENTJ*. 14 nov 2014;8(1):194-200.
36. Pistilli R, Simion M, Barausse C, Gasparro R, Pistilli V, Bellini P, et al. Guided Bone Regeneration with Nonresorbable Membranes in the Rehabilitation of Partially Edentulous Atrophic Arches: A Retrospective Study on 122 Implants with a 3- to 7-Year Follow-up. *Restorative Dentistry*. 2020;40(5):9.
37. JORDANA.F, COLAT-PARROS.J - Les membranes.
38. Wang H-L, Boyapati L. "PASS" Principles for Predictable Bone Regeneration. :10.
39. Cucchi A, Vignudelli E, Fiorino A, Pellegrino G, Corinaldesi G. Vertical ridge augmentation (VRA) with Ti-reinforced d-PTFE membranes or Ti meshes and collagen membranes: 1-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res*. janv 2021;32(1):1-14.
40. Bassi MA, Andrisani C, Lopez MA, Gaudio RM, Lombardo L, Lauritano D. GUIDED BONE REGENERATION IN DISTAL MANDIBULAR ATROPHY BY MEANS OF A PREFORMED TITANIUM FOIL: A CASE SERIES. :9.
41. Khoury F, Hanser T. Three-Dimensional Vertical Alveolar Ridge Augmentation in the Posterior Maxilla: A 10-year Clinical Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. mars 2019;34(2):471-80.
42. Khoury F, Hanser T. Mandibular Bone Block Harvesting from the Retromolar Region: A 10-Year Prospective Clinical Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. mai 2015;30(3):688-97.
43. D'Amato S. Mandibular bone regeneration after bone slat technique. *ADS*. 2017;8(1):39.
44. Morad G, Khojasteh A. Cortical Tenting Technique Versus Onlay Layered Technique for Vertical Augmentation of Atrophic Posterior Mandibles: A Split-Mouth Pilot Study. *Implant Dentistry*. déc 2013;22(6):566-71.
45. Restoy-Lozano A, Dominguez-Mompell JL, Infante-Cossio P, Lara-Chao J, Espin-Galvez F, Lopez-Pizarro V. Reconstruction of mandibular vertical defects for dental implants with autogenous bone block grafts using a tunnel approach: clinical study of 50 cases. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. nov 2015;44(11):1416-22.

46. Rocchietta I, Simion M, Hoffmann M, Trisciuglio D, Benigni M, Dahlin C. Vertical Bone Augmentation with an Autogenous Block or Particles in Combination with Guided Bone Regeneration: A Clinical and Histological Preliminary Study in Humans: GBR with Autogenous Block or Particulate Graft. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. févr 2016;18(1):19-29.
47. Polo WCK, Cury PR, Sendyk WR, Gromatzky A. Posterior Mandibular Alveolar Distraction Osteogenesis Utilizing an Extraosseous Distractor: A Prospective Study. *Journal of Periodontology*. sept 2005;76(9):1463-8.
48. Zwetyenga N, Vidal N, Ella B, Siberchicot F, Empanza A. Results of oral implant-supported prostheses after mandibular vertical alveolar ridge distraction: a propos of 54 sites. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. déc 2012;114(6):725-32.
49. FELICE. Interpositional augmentation technique in the treatment of posterior mandibular atrophies: A retrospective study comparing 129 autogenous and heterologous bone blocks with 2 to 7 years follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017;
50. Dottore AM, Kawakami PY, Bechara K, Rodrigues JA, Cassoni A, Figueiredo LC, et al. Stability of Implants Placed in Augmented Posterior Mandible after Alveolar Osteotomy Using Resorbable Nonceramic Hydroxyapatite or Intraoral Autogenous Bone: 12-Month Follow-Up: Implant Stability on Sites Augmented with Autogenous or Hydroxyapatite Grafts. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. juin 2014;16(3):330-6.
51. Marconcini S, Covani U, Giammarinaro E, Velasco-Ortega E, De Santis D, Alfonsi F, et al. Clinical Success of Dental Implants Placed in Posterior Mandible Augmented With Interpositional Block Graft: 3-Year Results From a Prospective Cohort Clinical Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. févr 2019;77(2):289-98.
52. Bormann K-H, Suarez-Cunqueiro MM, von See C, Kokemüller H, Schumann P, Gellrich N-C. Sandwich osteotomy for vertical and transversal augmentation of the posterior mandible. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. juin 2010;39(6):554-60.
53. Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C. Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (Bio Oss). *Clin Oral Implants Res*. oct 2007;18(5):620-9.
54. Ronda M, Rebaudi A, Torelli L, Stacchi C. Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene membranes in vertical ridge augmentation around dental implants: a prospective randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Impl Res*. juill 2014;25(7):859-66.
55. Cucchi A, Vignudelli E, Napolitano A, Marchetti C, Corinaldesi G. Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. oct 2017;19(5):821-32.
56. FONTANA. Osseointegrated implants in vertical ridge augmentation with a nonresorbable membrane: A retrospective study of 75 implants with 1 to 6 years of follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2015;
57. Novy LFS, Aguiar EG, de Arruda JAA, de Castro MAA, Moreira AN, dos Santos EG, et al. Linear and volumetric gain after vertical bone augmentation in the posterior mandible using an autologous cortical tenting method. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. nov 2019;48(11):1485-91.

58. Khojasteh A, Behnia H, Shayesteh YS, Morad G, Alikhasi M. Localized Bone Augmentation with Cortical Bone Blocks Tented over Different Particulate Bone Substitutes: A Retrospective Study. 2012;13.
59. Polo WCK, de Araujo NS, Lima YBO, Joly JC, Sendyk WR, Cury PR. Peri-Implant Bone Loss Around Posterior Mandible Dental Implants Placed After Distraction Osteogenesis: Preliminary Findings. *Journal of Periodontology*. févr 2007;78(2):204-8.
60. Elo JA, Herford AS, Boyne PJ. Implant Success in Distracted Bone Versus Autogenous Bone-Grafted Sites. *Journal of Oral Implantology*. 1 août 2009;35(4):181-4.
61. Rokn AR, Monzavi A, Panjnoush M, Hashemi HM, Kharazifard MJ, Bitaraf T. Comparing 4-mm dental implants to longer implants placed in augmented bones in the atrophic posterior mandibles: One-year results of a randomized controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. déc 2018;20(6):997-1002.
62. Pieri F, Forlivesi C, Caselli E, Corinaldesi G. Short implants (6 mm) vs. vertical bone augmentation and standard-length implants (≥ 9 mm) in atrophic posterior mandibles: a 5-year retrospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. déc 2017;46(12):1607-14.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : vue latérale et antéro-supérieure de la mandibule (6)

Figure 2 : vue médiale de la mandibule (6)

Figure 3 : schéma du tissu osseux de gauche à droite : le périoste, le tissu osseux compact haversien, le tissu osseux spongieux (9)

Figure 4 : Vue de la lame criblée d'une alvéole dentaire vide (10)

Figure 5 : Les différents types de cellules présents en surface (cellules bordantes, ostéoclastes et ostéoblastes) et dans la matrice osseuse (ostéocytes) (10)

Figure 6 : schématisation du remodelage osseux : phase de quiescence, phase d'activation, phase de transition ou d'inversion, phase de formation puis minéralisation osseuse (10)

Figure 7 : phases de cicatrisation d'un défaut osseux par fracture (5)

Figure 8 : sites de prélèvement de l'os autogène, (a) os pariétal, (b) zone rétromolaire et zone symphysaire, (c) crête iliaque (16)

Figure 9 : panoramique pré-opératoire (17)

Figure 10 : levée de lambeau et prélèvement d'un greffon mandibulaire postérieur proche de la zone de greffe (17)

Figure 11 : greffon cortico-spongieux (17)

Figure 12 : fixation des greffons à l'aide de minivis afin de traiter le défaut osseux mixte (17)

Figure 13 : panoramique post-opératoire (17)

Figure 14 : résultat après 6 mois de cicatrisation (17)

Figures 15 et 16 : levée de lambeau puis ostéotomie horizontale à 2mm du NAI et deux ostéotomies verticales mésiales et distales à l'aide d'un piezotome (25)

Figure 17 : désolidarisation du fragment coronaire (25)

Figure 18 : déplacement vertical du segment coronaire (25)

Figure 19 : interposition d'un greffon autogène, allogène ou xénogène (25)

Figure 20 : stabilisation du greffon à l'aide d'une plaque en titane fixée par des minivis au segment coronaire et basal (25)

Figure 21 : schéma d'explication de l'ostéotomie inclinée permettant la rotation du segment coronaire (28)

Figure 22 : photographie intra-buccale pré-opératoire (14)

Figure 23 : panoramique pré-opératoire (14)

Figure 25 : ostéotomie puis mise en place du dispositif de distraction (14)

Figure 26 : radiographie de contrôle avant de débiter la distraction (14)

Figure 27 : Principes PASS (11)

Figure 28 : vue intrabuccale du défaut osseux mandibulaire postérieur (31)

Figure 29 : levée de lambeau et mesure du défaut osseux mixte à la sonde parodontale (31)

Figure 30 : apposition de particules autogènes mélangées à des particules d'origine bovine sur la crête osseuse édentée (31)

Figure 31 : fixation de la greffe à l'aide d'une membrane d-PTFE renforcée en titane et fixée à l'os grâce à des pins (31)

Figure 32 : libération du lambeau lingual et vestibulaire grâce à la manœuvre de Hooper afin d'obtenir une élasticité suffisante pour fermer le site chirurgical berge à berge (31)

Figure 33 : suture primaire du site chirurgical (31)

Figure 34 : réouverture du site chirurgicale 6 à 9 mois après la chirurgie et visualisation de l'os néoformé (31)

Figure 35 : visualisation de l'os néoformé 6 à 9 mois après la chirurgie (31)

Figure 36 : vue panoramique du défaut osseux vertical mandibulaire postérieur gauche (45)

Figure 37 : levée de lambeau et prélèvement d'un greffon autogène au niveau de la zone rétromolaire ipsilatérale (45)

Figures 38, 39, 40 : section en deux du greffon de sorte d'obtenir deux blocs corticaux fins (45)

Figure 41 : stabilisation d'un premier greffon cortical à l'aide de minivis à 4mm du la crête résiduelle (45)

Figure 42 : interposition de particules osseuses autogènes (45)

Figure 43 : fixation du second bloc cortical en vestibulaire de sorte de coffrer les particules autogènes (45)

Figure 44 : vue panoramique du site augmenté par la méthode de Khoury (45)

Figure 45 : vue de la greffe le jour de la pose des implants soit 4-5mois après la chirurgie (45)

Figure 46 : Organigramme de la recherche bibliographique

Figure 47 : niveau de preuve et grades de recommandations selon l'ANAES (2 000)

Tableau 1 : types de complications et fréquence de ces complications en fonction des techniques utilisées

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque technique

ANNEXES

Annexe 1

TITRE, AUTEURS, ANNEE	OBJECTIFS DE L'ETUDE	TYPE D'ETUDE	ECHANTILLON CONSIDERE	TECHNIQUES UTILISEES	METHODE D'ANALYSE	SUIVI MOYEN	NIVEAU DE PREUVE
<i>Autogenous onlay bone grafts VS alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges : a 2-4 year prospective study on humans</i> CHIAPASCO et Al 2007	Comparaison ABG et DO: (a) capacité à corriger un déficit osseux vertical (b) capacité à maintenir le gain osseux vertical obtenu dans le temps avant et après la pose des implants (c) taux de survie et de succès implantaire dans la zone opérée	étude comparative prospective randomisée	17 patients <u>Groupe 1 (ABG) = 8 patients</u> <u>Groupe 2 (DO) = 9 patients</u>	<u>Groupe 1:</u> OBG <u>Groupe 2:</u> DO	student's t test comparaison des taux de résorption // Friedman's ANOVA analyse résorption péri-implantaire // life table methods p value = 0,05	suivi moyen après la mise en charge: <u>Groupe 1 OBG = 38 mois</u> <u>Groupe 2 DO = 41,3 mois</u>	
<i>Inlay Versus Onlay Iliac Bone Grafting In Atrophic Posterior Mandible: A prospective Controlled Clinical Trial for the Comparison of Two Techniques</i> FELICE et Al 2009	Comparaison OBG et IBG: (a) gain osseux vertical (b) résorption greffon (c) Gain osseux vertical final (d) résorption péri-implantaire (e) survie et succès implantaire (f) complications	Etude comparative prospective randomisée	20 patients <u>Groupe 1 IBG = 10 patients</u> <u>Groupe 2 OBG = 10 patients</u>	<u>Groupe 1:</u> IBG <u>Groupe 2:</u> OBG	two tailed Mann-Whitney U-test, Chi square test pour évaluer la différence significative entre les groupes. Friedman's test	Suivi moyen = 18mois après la mise en charge	2
<i>Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study</i> BIANCHI et Al 2008	comparaison DO et IBG: (a) gain osseux (b) résorption osseuse (c) survie implantaire (d) succès implantaire (e) taux de complications	Etude comparative prospective randomisée	11 patients 12 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 DO: 5 patients // 5 sites chirurgicaux</u> <u>Groupe 2 IBG: 6 patients // 7 sites chirurgicaux</u>	<u>Groupe 1:</u> DO <u>Groupe 2:</u> IBG	succès implantaire: albertsson et al complications: Enslidis et al petit échantillon donc évaluation non paramétrique Mann-Whitney U test et un est pour comparer 2 proportions	<u>Groupe 1 DO:</u> 30mois <u>Groupe 2 IBG:</u> 22,5 mois	2
<i>Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft: bone from iliac crest versus bovine anorganic bone. Results up to delivery of the final prostheses from a split-mouth, randomised controlled clinical trial</i> Felice et Al 2008	Comparaison de deux techniques d'IBG avec une autogreffe iliac ou allogreffe (bio-oss): (a) efficacité (b) complications (c) préférence des patients / ressenti	Etude comparative prospective randomisée	10 patients 20 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 autoIBG: 10</u> <u>Groupe 2 alloIBG: 10</u>	<u>Groupe 1:</u> IBG autogreffe <u>Groupe 2:</u> IBG allogreffe	chi square test, t test, McNemar chi-square test	4mois	2
<i>Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional bloc grafts: bone from the iliac crest vs. bovine anorganic bone. Clinical and histological results up to one year after loading from a randomized-controlled clinical trial</i> FELICE et Al 2009 (suite avec suivi à 1 an)	Comparaison de deux techniques d'IBG avec une autogreffe iliac ou allogreffe (bio-oss): (a) efficacité (b) complications (c) préférence des patients / ressenti	Etude comparative prospective randomisée	10 patients 20 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 autoIBG: 10</u> <u>Groupe 2 alloIBG: 10</u>	<u>Groupe 1:</u> IBG autogreffe <u>Groupe 2:</u> IBG allogreffe	chi square test, t test, McNemar chi-square test	1 an après mise en charge	2
<i>Iterpositional augmentation technique in the treatment of posterior mandibular atrophies: A restrospective study comparing 129 autogenous and heterologous bone blocks with 2 to 7 years follow-up</i> Felice et Al 2017	Comparaison de 3 techniques IBG: autogreffe, allogène bovin ou allogène équin: (a) complications (b) échecs implantaires (c) échecs prothétiques (d) gain osseux vertical (e) résorption (f) paramètres péri-implantaires	Etude rétrospective	115 patients 129 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 IBG autogreffe: 10</u> <u>Groupe 2 IBG bovin: 61</u> <u>Groupe 3 IBG équin: 58</u>	<u>Groupe 1:</u> IBG autogreffe <u>Groupe 2:</u> IBG bovin <u>Groupe 3:</u> IBG équin	chi-square test (nominales data), Kruskal-Wallis test et Mann-Whitney test (ordinal data), log rank test (différence entre échec prothèse/implants et technique)	après mise en charge : 4,2 ans	4

<i>Block allograft technique versus standard guided bone regeneration: a randomized clinical trial</i> Amorfini et Al 2013	Comparaison OBG et GBR: (a) gain osseux vertical (b) résorption (c) complications (d) survie implantaire	Etude comparative prospective randomisée	16 patients 32 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 OBG: 16 sites</u> <u>Groupe 2 GBR: 16 sites</u>	<u>Groupe 1: OBG</u> <u>Groupe 2: GBR</u>	non parametric: Wilcoxon test Generalized estimating equation McNemar test (paramètres péri-implantaires) non paramétric spearman rank correlation	après mise en charge: 1 an	1
<i>Implant succes in distracted bone versus autogenous bone-grafted sites</i> Elo et al 2009	Comparaison DO et OBG: (a) succès implantaire selon les critères d'Alberktsson	Etude clinique rétrospective	22 sites chirurgicaux MD POST <u>Groupe 1 OBG: 17 sites et 46 implants mandibule POST</u> <u>Groupe 2 DO: 5 sites et 17 implants mandibule POST</u>	<u>Groupe 2: DO</u> <u>Groupe 1: OBG</u>	2 sample binomial testing	36 à 61mois	4
<i>Early volumetric changes after vertical augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft versus onlay bone graft: a retrospective radiological study</i> BARONE et Al 2017	Comparaison IBG et OBG: (a) évaluer les résultats volumétriques et cliniques Etude du volume de base et 4 mois après la chirurgie (b) résorption péri implantaire à 1 an	Etude rétrospective	20 patients 33 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 IBG: 10 patients =16 sites</u> <u>Groupe 2 OBG: 10 patient =17 sites</u>	<u>Groupe 1: IBG</u> <u>Groupe 2: OBG</u>	wilcoxon signed rank test wilcoxon rank sum tes Spearman correlation	1 an après pose d'implants	4
<i>Vertical alveolar distraction osteogenesis of the atrophic posterior mandible prior to dental implant insertion</i> RACHMIEL et Al 2017	Etude DO en secteur édenté postérieur mandibulaire: (a) gain osseux (b) complications (c) succès implantaire	Etude prospective contrôlée	18 patients 21 sites chirurgicaux	DO	NR	32 mois après la mise en charge	3
<i>Stability of implants placed in augmented posterior mandible after alveolar osteotomy using resorbable nonceramic hydroxyapatite or intraoral autogenous bone: 12 month follow up</i> DOTTORE et Al 2012	Comparaison IBG auto/ nonceramic hydroxyapatite: (a) stabilité primaire des implants (RFA resonance frequency analysis) (b) survie, succès, échec implantaire (c) gain osseux vertical (d) résorption péri-implantaire	étude prospective randomisée en split-mouth	11 patients 22 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 auto: 11 sites</u> <u>Groupe 2 nchA: 11 sites</u>	<u>Groupe 1: IBG autogreffe</u> <u>Groupe 2: IBG allogreffe</u>	Wilcoxon rank test : calculer la différence entre les groupes pour les ariables radio et RFA et évaluer les différences intragroupes RFA le jour de la pose, à 6mois et 12 mois	1 an après mise en charge	2
<i>Clinical succes of dental implant placed in posterior mandible augmented with interpositional block graft: 3-year results from o prospective cohort clinical study</i> MARCONCINI et Al 2018	étude IBG xénigrefe d'os cortico-spongieux d'origine equine: (a) perte osseuse péri-implantaire (b) gain osseux vertical (c) complications	Etude prospective de cohorte	23 patients 32 sites chirurgicaux	IBG xénogreffe équine	wilcoxon signed rank test Spearman correlation niveau de preuve statistique = 0,001	3 ans après pose d'implants	3
<i>Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (bio-oss)</i> SIMION et Al 2006	Etude histologique de GBR: (a) gain osseux (b) résorption (c) histologie	Etude prospective	7 patients 10 sites chirurgicaux (GBR	∅	6 à 9 mois après GBR et pose immédiate	4

<p>Posterior Mandibular alveolar distraction osteogenesis utilizing an extraosseous distractor: a prospective study POLO et Al 2005 <i>Peri-implant bone loss around posterior mandible dental implant placed after distractionosteogenesis: preliminary findings</i> POLO et Al 2007</p>	<p>Etude DO: (a) gain osseux (b) résorption (c) Perte osseuse péri-implantaire (d) survie implantaire (e) Etat des muqueuses</p>	<p>Etude prospective "étude clinique" a part dans titre"</p>	<p>10 patients 14 sites chirurgicaux</p>	DO	multiple linear regression	12,1 mois après mise en charge	3
<p><i>Expanded vs dense PTFE membranes in vertical ridge augmentation around dental implants : a prospective randomized controlled clinical trial</i> RONDA et Al 2014</p>	<p>Etude GBR comparative e-PTFE et d-PTFE: (a) gain osseux vertical</p>	<p>Etude prospective randomisée</p>	<p>23 patients 26 sites chirurgicaux</p>	GBR	mixed-model	15 à 37 mois après retrait de la membrane	2
<p><i>Sandwich osteotomy for vertical and transversal augmentation of the posterior mandible</i> BORMANN et Al 2010</p>	<p>Etude prospective longitudinale IBG autogène: (a) gain osseux vertical (b) gain osseux horizontal (c) complications</p>	<p>Etude prospective longitudinale</p>	<p>13 patients 22 sites chirurgicaux</p>	IBG autogreffe	∅	5 à 18 mois moyenne de 12,7 mois	4
<p><i>Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial.</i> CUCCHI et al 2017 Part I Part III</p>	<p>Comparaison GBR avec d-PTFE ou Ti-meshes avec membrane résorbable en collagène: (a) taux de complications (b) gain osseux vertical (c) stabilité laire (d) perte osseuse péri-implantaire (e) tissus mous péri-implantaires</p>	<p>Etude comparative prospective randomisée en double aveugle</p>	<p>40 patients</p>	GBR	fisher's test et t test (statisticien aveugle et externe au test) skewness/kurtosis test, t test, wilcoxon test	1 an après mise en charge	1
<p><i>Osseointegrated implants in vertical ridge augmentation with a nonresorbable membrane: a retrospective study of 75implants with 1 to 6years of follow-up</i> FONTANA et Al 2015</p>	<p>Etude GBR + e-PTFE: (a) gain osseux vertical (b) complications (c) perte osseuse péri implantaire (d) succès/survie implantaire</p>	<p>Etude rétrospective entre 2005 et 2010</p>	<p>21 patients 29 sites chirurgicaux</p>	GBR	one sample kolmogorov smirnov test chi square test pour analyser l'influence de la présence WK, approche chir, temps de cicatrisation sur le taux de succès implantaire	1 à 6 ans après mise en charge	4
<p><i>Vertical Bone Augmentation with an Autogenous Block or Particles in Combination with Guided Bone Regeneration: A Clinical and Histological Preliminary Study in Humans</i> ROCCHIETTA et Al 2015</p>	<p>Etude comparative GBR et OBG avec e-PTFE: (a) gain osseux vertical (b) complications (c) bone to implant contact (BIC)</p>	<p>Etude clinique prospective contrôlée</p>	<p>10 patients 12 sites chirurgicaux</p>	GBR et DO chaque site recoit les deux	student's t-test pour comparer les deux groupes	NR	3
<p><i>Vertical augmentation of the posterior atrophic mandible by interpositional grafts in a split-mouth design: a human tomography evaluation pilot study</i> DOMINGUES et Al 2016</p>	<p>Etude comparative IBG bio-oss et boncéramic: (a) gain osseux vertical (b) résorption (c) complications</p>	<p>Etude clinique prospective randomisée, à pile ou face, 1 seul chir, 1 seul examinateur</p>	<p>7 patients 14 sites chirurgicaux</p>	<u>Groupe 1</u> : IBG allogreffe bio-oss <u>Groupe 2</u> : IBG allogreffe bonceramic	wilcoxon signed rank test	180J poste chir	2

<i>Linear and volumetric gain after vertical bone augmentation in the posterior mandible using an autologous cortical tenting method</i> NOVY et Al 2019	Etude longitudinale OBG autogreffe: (a) gain osseux V (b) gain osseux H (c) résorption (d) complications	Etude clinique prospective longitudinale	13 patients 15 sites chirurgicaux	TENTING	Friedman test	4mois post chir	3
<i>Reconstruction of mandibular vertical defects for dental implants with autogenous bone block grafts using a tunnel approach: clinical study of 50 cases</i> RESTOY-LOZANO et Al 2015	Etude prospective longitudinale OBG en tunnel: (a) gain osseux vertical (b) complications (c) survie implantaire (d) résorption péri-implantaire	Etude prospective longitudinale	43 patients 50 sites chirurgicaux	TENTING	∅	38mois post greffe // 32,9mois post pose implan(s)	4
<i>Results of oral implant-supported prostheses after mandibular vertical alveolar ridge distraction: a propos of 54 sites</i> ZWETYENGA et Al 2012	Etude rétrospective DO: (a) gain osseux vertical (b) complications (c) taux de survie	Etude rétrospective de 1999 à 2009	32 patients 43 sites chirurgicaux - 11 bilatéral - 15 unilatéral - 6 unilatéral ANT et POST	DO	NR (∅)	61,5 mois	4
<i>Cortical tenting technique versus onlay layerd technique for vertical augmentation of atrophic posterior mandibles: a split-mouth pilot study</i> MORAD et Al 2013	Etude prospective comparant OBG et tenting: (a) défaut osseux initial (b) gain osseux vertical (c) résorption	Etude prospective comparative randomisée en split mouth 1 seul chir, même centre radio et outils radio	6 patients 12 sites chirurgicaux <u>Groupe 1 OBG: 6patients/6sites</u> <u>Groupe 2 tenting: 6patients / 6 sites chirurgicaux</u>	<u>Groupe 1: OBG</u> <u>Groupe 2: TENTING</u>	T-test	NR	2
<i>Localized bone augmentation with cortical bone block tented over different particulate bone substutes: a retrospective study</i> KHOJASTEH et Al 2012	Etude rétrospective tenting block technique: (a) gain osseux vertical (b) gain osseux horizontal (c) complications	Etude rétrospective de 2005 à 2010 1 seul centre radio avec calibration des pano en fonction de la longueur des implants)	102 patients au total 47 patients en secteur mandibulaire postérieur - 24 VRA - 23 HRA	TENTING	T-test	20,3 +/-10,9 mois après chirurgie osseuse	4

Annexe 1 : tableau récapitulatif des caractéristiques des études analysées

Annexe 2

TITRE, AUTEURS, ANNEE	NOMBRE DE PATIENTS INCLUS	TECHNIQUES UTILISEES	SUIVI MOYEN	GAIN OSSEUX VERTICAL après chir	TAUX DE RESORPTION DU GREFFON avant pose	GAIN OSSEUX FINAL	TAUX DE RESORPTION DU GREFFON après pose	TAUX DE COMPLICATION	TYPE DE COMPLICATIONS	NOMBRE D'IMPLANTS POSES	TAUX DE SURVIE IMPLANTAIRE	TAUX DE SUCCES IMPLANTAIRE	PARAMETRES PERI-IMPLANTAIRES
<i>Autogenous onlay bone grafts VS alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges : a 2-4 year prospective study on humans</i> CHIAPASCO et Al 2007	17 patients Groupe 1 OBG = 8 patients Groupe 2 DO = 9 patients	Groupe 1: greffe d'apposition Groupe 2: distraction alvéolaire	suiti moyen après la mise en charge : Groupe 1 OBG = 38 mois Groupe 2 DO = 41,3 mois	Groupe 1 OBG = 4,6mm (3à6mm) Groupe 2 DO = 5,3mm (2à7mm)	Groupe 1 OBG = 0,6mm (0à2,5) = 13,04% Groupe 2 DO = 0,3mm (0 à 0,5) = 5,66%	NR Groupe 1 OBG: 4mm Groupe 2 DO: 5mm	Groupe 1 OBG = 0,3mm (implant/mise en charge), 0,9 (1an), 1,2 (2ans), 1,3 (3ans), 1,1 (4ans) Groupe 2 DO = 0,2/0,9/1/1/1,3 Mesures sur RA le jour de la pose puis annuel	Groupe 1 OBG = 4/8=50% Groupe 2 DO = 3/9 = 33,3%	Groupe 1 OBG = 2 paresthésies transitoires / 1 paresthésie permanente toujours présente 3 ans après la chirurgie / 1 exposition du greffon donc biseau du gain osseux Groupe 2 DO = 2 patients inclinaison linguale du segment distracté / 1 patient distraction incoépète plus de mouvement possible du greffon	Groupe 1 OBG = 19 Groupe 2 DO = 21	Groupe 1 OBG = 100% Groupe 2 DO = 100%	Groupe 1 OBG = 89,5% (2implants/19 avec un taux de résorption péri-implantaire > Albetksson) Groupe 2 DO = 94,7% (1/21 implants)	Groupe 1 OBG = indice de plaque 0,22/0,25/0,3/0,3 à 1,2,3,4ans // indice saignement 0,2/0,21/0,25/0,22 profondeur poche 1,80/2,2/2,4/2,55 Groupe 2 DO = IP 0,26/0,29/0,36/0,29 // IS=0,18/0,2/0,25/0,28 // PP=2/2,3/2,35/2,62
<i>Inlay Versus Onlay Iliac Bone Grafting in Atrophic Posterior Mandible: A prospective Controlled Clinical Trial for the Comparison of Two Techniques</i> FELICE et Al 2009	20 patients Groupe 1 IBG = 10 patients Groupe 2 OBG = 10 patients	Groupe 1: Greffe d'interposition avec greffon iliaque Groupe 2: greffe d'apposition avec greffon iliaque	Suiti moyen après mise en charge = 18mois	Groupe 1 IBG : 5,24mm (4à7mm) Groupe 2 OBG = 6,52mm (4,7 à 8mm)	Groupe 1 IBG = 0,72mm (0,1 à 2,9mm) 13,7% Groupe 2 OBG = 2,88mm (1,3 à4,7mm) 44,17%	Groupe 1 IBG: 4,52mm (2,7 à 6,3mm) Groupe 2 OBG: 3,65mm (2à4,9mm)	Groupe 1 IBG = 0,9mm Groupe 2 OBG = 0,85mm	Groupe 1 IBG = 3/10= 30% Groupe 2 OBG = 3/10=30%	Groupe 1 IBG = 3 déhiscences dont 1 ayant nécessité une modif de PTT car perte 50% segment cranial 4 hypoesthésies transitoires Groupe 2 OBG = 2 déhiscences et 1 inflammation ++ et 2 patients avec hypoesthésie dont 1 tjr 18mois après suivi	Groupe 1 IBG = 20 Groupe 2 OBG = 23	Groupe 1 IBG = 100% Groupe 2 OBG = 100%	Groupe 1 IBG = 90% (2/20 implants) Groupe 2 OBG = 86,9% (3/23 implants)	NR
<i>Implant succes in distracted bone versus autogenous bone-grafted sites</i> Elo et al 2009	22 sites chirurgicaux MD POST Groupe 1 OBG: 17 sites mandibulaires POST et 46implants Groupe 2 DO: 5sites mandibulaires POST et 17implants	Groupe 1: greffe d'apposition Groupe 2: distraction alvéolaire	36 à 61mois	NR	NR	NR	NR	Groupe 1 OBG: 3/46=6,52% Groupe 2 DO: 1/17=5,88%	Groupe 1 OBG: 3 perte d'implants Groupe 2 DO: 1 perte d'implant	Groupe 1 OBG: 46implants Groupe 2 DO: 17implants	NR	Groupe 1 OBG: 93,48% Groupe 2 DO: 94,12%	NR
<i>Early volumetric changes after vertical augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft versus onlay bone graft: a retrospective radiological study</i> BARONE et Al 2017	20 patients // 33 sites chirurgicaux Groupe 1 IBG: 10patients =16sites chirurgicaux Groupe 2 OBG: 10patients =17sites chirurgicaux	Groupe 1 IBG: greffe d'interposition avec greffon xénoène équin Groupe 2 OBG: greffe d'apposition avec greffon autogène iliaque	1 an après pose d'implants	Groupe 1 IBG: 6mm +/- 0,7 Groupe 2 OBG: 7,4mm +/- 0,8	Groupe 1 IBG: 1,7mm +/- 0,9 28,33% (0,7à3,2) Groupe 2 OBG: 1,9mm +/- 0,4 (0,9à3,3) 25,67%	Groupe 1 IBG: 4,3mm +/- 1mm Groupe 2 OBG: 5,5mm +/- 0,8mm	Groupe 1 IBG: 0,8mm +/- 0,3mm Groupe 2 OBG: 1,4mm +/- 0,4	Groupe 1 IBG: 2/16= 12,5% (62,5%) Groupe 2 OBG: 3/17 =17,6% (58,8%)	Groupe 1 IBG: 1 déhiscence avec exposition partielle du greffon et 1 fracture de la mandibule (+8paresthésies transitoires) Groupe 2 OBG: 3 déhiscences dont 1 menant à la perte totale du greffon (+7 paresthésies transitoires)	TOTAL: 80 implants Groupe 1 IBG: 46implants Groupe 2 OBG: 34implants	Groupe 1 IBG: 100% Groupe 2 OBG: 100%	NR	NR
<i>Vertical Bone Augmentation with an Autogenous Block or Particles in Combination with Guided Bone Regeneration: A Clinical and Histological Preliminary Study in Humans</i> ROCCHIETTA et Al 2015	10 patients // 12 sites chirurgicaux	Chaque site recoit une greffet d'apposition (greffon ramique) recouverte d'une membrane de e-PTFE et une régénération osseuse guidée (particules ramiques) recouverte d'une membrane de e-PTFE	NR	GBR: 5,45mm GBR: 3,18mm défaut osseux initial	GBR: 0,09mm (0à0,5) 1,65% GBR: 0,27mm (0à1) 8,49%	GBR: 4,36mm +/- 0,81mm (3à6mm) GBR: 2,91mm (2à5mm)	NR	1/12: 8,33%	1 abcès à 4 mois les données de patients ont été dérites dans l'études mais non pris en charge pour l'étude statistique	NR	NR	NR	Etude du BIC: GBR: 26,62% GBR: 42,36%
<i>Cortical tenting technique versus onlay layerd technique for vertical augmentation of atrophic posterior mandibles: a split-mouth pilot study</i> MORAD et Al 2013	6 patients 12 sites chirurgicaux Groupe 1 OBG: 6patients/6sites chirurgicaux Groupe 2 tenting: 6patients / 6 sites chirurgicaux	Groupe 1: greffe d'apposition autogène ramique entourée de particules bovines Tenting: méthode de Khoury greffon ramique + particules 50:50 autogène/bovin	NR	Groupe 1 OBG: 6,23 +/- 1,24mm (4,5à7,6) Groupe 2 Tenting: 6,37 +/- 0,71mm (5,7à7,8)	Groupe 1 OBG: 1,75 +/- 1,08mm (0-3) 28,08% Groupe 2 tenting: 1,17 +/- 0,41mm (1-2) 18,36%	Groupe 1 OBG: 4,48 +/- 0,51mm (3,5à4,9) Groupe 2 tenting: 5,2 +/- 0,76mm (4,6à6,6)	NR	NR (pas de complication tissus mous ni des sites donneurs)	NR	NR	NR	NR	NR

Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study BIANCHI et Al 2008	11 patients Groupe 1 DO: 5 patients // 5 sites chirurgicaux Groupe 2 IBG: 6 patients // 7 sites chirurgicaux	Groupe 1: distraction alvéolaire Groupe 2: greffe d'interposition avec greffon iliaque	Groupe 1 DO: 30mois Groupe 2 IBG: 22,5 mois	Groupe 1 DO: 10,36mm (7-15mm) Groupe 2 IBG: 5,91mm (5à6,9mm)	Groupe 1 DO: 1,97mm (0,7à3,9mm) 14% Groupe 2 IBG: 0,89mm (0,5à1,2mm) 14,2%	Groupe 1 DO: 8,39mm Groupe 2 IBG: 5,02mm	NR	Groupe 1 DO: 60% (3/5) Groupe 2 IBG: 14, 3% (1/7)	Groupe 1 DO: 1 infection locale mineure et 2 translation linguale du système Groupe 2 IBG: 1 déhiscence postchir	Groupe 1 DO: 16 implants Groupe 2 IBG: 21 implants	Groupe 1 DO: 100% Groupe 2 IBG: 100%	Groupe 1 DO: 93,7% (1/16) Groupe 2 IBG: 95,2% (1/21)	NR	
Vertical alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting prior to dental implant insertion RACHMIEL et Al 2017	18 patients / 21sites opératoires (3 patients bilatéral)	Distraction alvéolaire	36mois après l'implantation = 32 mois après la mise en charge	14,47mm (12à15mm)	NR	NR	NR	6/21 sites opératoires = 28,6%	2 lingualisations du dispositif de DO 2 paresthésies transitoires 1 déhiscence muqueuse associée à une ossification incorrecte, 1 necrose du segment transporté due à la rupture du périoste du fragment osseux coronaire	TOTAL=56implants 54 implants ostéointégrés	NR	2 implants sur 56 non ostéointégrés à 96,43%	NR	
Posterior Mandibular alveolar distraction osteogenesis utilizig an extraosseous distractor: a prospective study POLO et Al 2005 Peri-implant bone loss around posterior mandible dental implant placed after distractionosteogenesis: preliminary findings POLO et Al 2007	10 patients // 14 sites chirurgicaux	Distraction alvéolaire	6 à 16,5mois (m=12,1 après phase prothétique et 16,1 après insertion implantaire)	5,12mm +/- 1,67 (2,2-8,1)	0,88mm +/- 0,59 mm (0,03 à 2,53) 17,18%	4,24mm +/- 1,89	2,6mm+/- 1mm sur 12,1mois moyenne de 1,9mm/an	4/14= 28,57% MAIS 100% paresthésies + 6/14 car deux resistances à la rotation de la vis ont stoppé la distraction	3 infection 1 déplacement lingual tous ont resenti une paresthésie transitoire revenue au bout de 2 mois max	TOTAL=34implants	32/34= 94,12 2 implants perdus posés au niveau de la zone d'ostéotomie verticalemais remplacés donc l'étude considèreun taux de survie de 100%	5/34 implants = 14,7% (valeurs allant de 0,9 à 5,3mm) pour un suivi moyen de 12,1 ans résorption moyenne de 2,6mm	pas de complication muqueuse survenue	
Results of oral implant-supported prostheses after mandibular vertical alveolar ridge distraction: a propos of 54 sites ZWETYENGA et Al 2012	32patients // 43 sites chirurgicaux POST -11bilatéraux -15unilatéraux -6 unilatéraux ANT et POST	distraction alvéolaire	61,5mois	11,43mm (intervalle de 5 à 18mm)	7 sites ont subi une résorption <2mm	11,43mm (intervalle de 5 à 18mm)	NR	27/43=62,7%	MAJEURES: -1mauvaise direction majeure (nécessitant 2nd chir) 2,3% -2 fractures os basal (4,6%) -2 paresthésies permanentes sur le même patient (4,6%) MINEURES: - 6paresthésies transitoires (14%) -Sinflamations muquesues (11,6%) - 4 expositions du dispositif (9,3%) -2 déhiscences du fragment mobile (4,6%) -Sinclinaisons linguales (11,6%)	TOTAL=105implants	100%	NR pas de différence ANT/POST	NR	
Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft: bone from iliac crest versus bovine anorganic bone. Results up to delivery of the final prostheses from a split-mouth, randomised controlled clinical trial Felice et Al 2008	10 patients // 20 sites chirurgicaux Groupe 1 autoIBG: 10 Groupe 2 alloIBG: 10	Grefe d'interposition autogène ou allogène	4mois	Groupe 1 autoIBG: 5,1mm +/- 1,1mm (4,30 à 5,88) Groupe 2 alloIBG: 6,2mm +/- 2,2mm (4,60 à 7,76)	Groupe 1 autoIBG: 1,1mm +/- 1,8mm (0,19-2,31) Groupe 2 alloIBG: 0,6mm +/- 0,4mm 9,67% (0,34-0,86)	Groupe 1 autoIBG: 4mm Groupe 2 alloIBG: 5,6mm	NR	Groupe 1 autoIBG: 2/10 = 20% Groupe 2 alloIBG: 1/10= 10%	Groupe 1 autoIBG: 1 buccal déhiscence avec perte d'une partie du segment coronaire / 1 fracture du segment ostéotomisé aboutissant à la perte du greffon et impossibilité de pose d'implant Groupe 2 alloIBG: 1 déhiscence linguale Tous les patients ont eu une paresthésie transitoire résorbée plus rapidement chez les patients traités par Bio-Oss (max	38 implants posés Groupe 1 autoIBG: 18 Groupe 2 alloIBG: 20	NR	NR	NR	
Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional bloc grafts: bone from the iliac crest vs. bovine anorganic bone. Clinical and histological results up to one year after loading from a randomized-controlled clinical trial FELICE et Al 2009 (suite avec suivi à 1 an)	"	"	1 an après mise en charge	"	"	"	"	"	"	"	"	Groupe 1 autoIBG: 1 péri-implantite 1/18 = 94,4% Groupe 2 alloIBG: 1mobilité 1/20 =95% après 11 mois de mise en charge	Groupe 1 autoIBG: 0,82mm +/- 0,59 Groupe2 alloIBG: 0,59mm +/- 0,4	pas de différence significative

<p><i>Interpositional augmentation technique in the treatment of posterior mandibular atrophies: A retrospective study comparing 129 autogenous and heterologous bone blocks with 2 to 7 years follow-up</i> Felice et Al 2017</p>	<p>115 patients // 129 sites chirurgicaux Groupe 1 ABB: 10 Groupe 2 BBB: 61 Groupe 3 EBB: 58</p>	<p>Grefe d'interposition</p>	<p>après mise en charge : 4,2 ans (2 à 7ans)</p>	<p>Groupe 1 ABB: 5,09mm +/- 1,10mm Groupe 2 BBB: 5,48mm +/- 1,52mm Groupe 3+E11 EBB: 5,75mm +/- 1,08mm pas de différence significative</p>	<p>Groupe 1 ABB: 1,06mm +/- 1,75mm 20,82% Groupe 2 BBB: 1,26mm +/- 0,53mm 23% Groupe 3 EBB: 0,92mm +/- 1,08 mm 16%</p>	<p>Groupe 1 ABB: 4,84mm Groupe 2 BBB: 4,22mm Groupe 3 EBB: 4,83mm</p>	<p>Groupe 1 ABB: 0,75mm(1V), 1,1mm (3V), 1,31mm (5V), 1,34mm (7V) Groupe 2 BBB: 0,94mm (1V), 1,61mm (3V), 1,94mm (5V), 1,37mm (7V) Groupe 3 EBB: 0,93mm(1V), 0,61mm (3V)</p>	<p>Groupe 1 ABB: 9/10 = 90% Groupe 2 BBB: 42/61 = 68,8% Groupe 3 EBB: 27/58 = 46,5%</p>	<p>Groupe 1 ABB: 7 paresthésies transitoires, 2 déhiscences dont 1 aboutissant à un échec total de la greffe Groupe 2 BBB: 36 paresthésies transitoires et 6 déhiscences dont 3 ont menées à un retrait partiel de la greffe Groupe 3 EBB: 22 paresthésies transitoires et 5 déhiscences dont 1 perte totale de la greffe et 3 perte partielles (1 perte de vue)</p>	<p>Total: 266 implants Groupe 1 ABB: 18 implants Groupe 2 BBB: 123 implants Groupe 3 EBB: 125 implants</p>	<p>Groupe 1 ABB: 1/18= 94,4% 1 échec périimplantite Groupe 2 BBB: 11/123 =91,1% 11 échecs: 9 mobilisés, 2 périimplantites (2mè patient) Groupe 3 EBB: 5/125 = 96% 5 échecs: 4 mobilisés, 1 péri-implantite (3mè patient)</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>
<p><i>Stability of implants placed in augmented posterior mandible after alveolar osteotomy using resorbable nonceramic hydroxyapatite or intraoral autogenous bone: 12 month follow up</i> DOTTORE et Al 2012</p>	<p>11 patients // 22 sites opératoires Groupe 1 auto: 11sites Groupe 2nChA: 11 sites</p>	<p>Groupe 1auto: greffe d'interposition autogène Groupe 2nChA: greffe d'interposition alloplastique</p>	<p>1 an après mise en charge</p>	<p>Groupe 1auto: 6,5mm+/-1,6mm Groupe 2nChA: 7mm +/- 2,6mm pas de différence significative</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>Groupe 1 auto: 1,02mm +/- 0,93mm Groupe 2nChA: 0,78mm +/- 0,82mm 1 an après mise en charge Pas de différence significative</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>TOTAL: 44 implants Groupe 1auto: 22 implants Groupe 2nChA: 22 implants</p>	<p>TOTAL=42/44 =95,45% Groupe 1auto: 21/22 Groupe 2nChA: 21/22</p>	<p>40/44= 90,90%</p>	<p>NR</p>
<p><i>Clinical succes of dental implant placed in posterior mandible augmented with interpositional block graft: 3-year results from a prospective cohort clinical study</i> MARCONCINI et Al 2018</p>	<p>23 patients // 32 sites chirurgicaux</p>	<p>greffe d'interposition avec greffon équin associé à des particules porcines</p>	<p>3 ans après pose d'implants</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>5,9mm +/- 0,7mm (5mm au départ, 10,9mm 4 mois après la chir en moyenne)</p>	<p>3mois après la pose implants= 0,18mm 1an après la pose des implants= 0,63mm 2ans après la pose des implants= 0,91mm 3ans après la pose des implants= 1,06mm</p>	<p>2/32=6,25%</p>	<p>paresthésie transitoire chez tous les patients 1 déhiscence muqueuse 1 fracture mandibulaire</p>	<p>Départ: 85 implants analysés 91 implants posés: 3 patients perdus de vue et 6 implants)</p>	<p>82/85= 95,5% à 3ans</p>	<p>81/85= 90,9% à 3 ans</p>	<p>analyse de l'épaisseur de genivue kératinisée, de la satisfaction des patients et du taux de survie (95,5%) et succès prothétique (90,9%)</p>
<p><i>Sandwich osteotomy for vertical and transversal augmentation of the posterior mandible</i> BORMANN et Al 2010</p>	<p>13 patients // 22 sites chirurgicaux</p>	<p>Greffe d'interposition autogène ramique + particules autogènes</p>	<p>5à 18mois moyenne de 12,7mois</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>4,61mm (2 à 7,8mm) gain horizontal 3,42 (2à6,3mm)</p>	<p>NR</p>	<p>7/22=31,8%</p>	<p>5 hypoesthésies transitoires 1 inflammation 1 abcès sans séquelle après TTT</p>	<p>Total=41implants</p>	<p>100%</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>
<p><i>Vertical augmentation of the posterior atrophic mandible by interpositional grafts in a split-mouth design: a human tomography evaluation pilot study</i> DOMINGUES et Al 2016</p>	<p>7 patients en split mouth // 14 sites chirurgicaux</p>	<p>greffe d'interposition avec un bloc de Bio-Oss ou avec un bloc de bone ceramic</p>	<p>180j post chirurgie</p>	<p>BIO-OSS: -V=2,6mm -C=2,67mm -L=2,22mm BONE CERAMIC: -V=2,37mm -C=2,58mm -L=1,75mm T1-T0= gain initial</p>	<p>BIO-OSS: -V=1,44mm -C= 0,83mm 31,08% -L=1,1mm BONE CERAMIC: -V=1,17mm +/- 1,11 -V=1,2mm -C=0,53mm 20,54% -L=0,47mm T1-T2= résorption</p>	<p>BIO-OSS: -V=1,44mm +/- 0,96 -C=1,84mm +/- 1,63 -L=1,11mm +/- 1,39 BONE CERAMIC: -V=1,17mm +/- 1,11 -C=2,05mm +/- 0,97 -L=1,27mm +/- 1</p>	<p>NR</p>	<p>3/14 sites chirurgicaux</p>	<p>1 hypoesthésie transitoire 2 abcès et fracture osseuse</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>
<p><i>Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (bio-oss)</i> SIMION et Al 2006</p>	<p>7patients // 10sites chirurgicaux</p>	<p>Régénération osseuse guidée et implantation immédiate</p>	<p>6 à 9,5 mois après GBR et pose immédiate</p>	<p>DBBM/auto: 3,29mm +/- 1,17mm (0 à 5) Auto: 3,95mm (1 à 5)</p>	<p>DBBM/auto: 0,15mm +/- 0,75mm (-1à1) 4,56% Auto: 0,1mm (0-0,5) 2,53%</p>	<p>DBBM/Auto: 3,15mm +/- 1,12 (1 à 4,5mm) Auto: 3,85mm +/- 1,23 (1à5)</p>	<p>NR</p>	<p>1/10 = 10%</p>	<p>1 exposition de membrane</p>	<p>TOTAL= 27implants</p>	<p>100%</p>	<p>NR</p>	<p>NR</p>
<p><i>Expanded vs dense PTFE membranes in vertical ridge augmentation around dental implants : a prospective randomized controlled clinical trial</i> RONDA et Al 2014</p>	<p>23 patients // 26 sites chirurgicaux mandibulaire post</p>	<p>Régénération osseuse guidée</p>	<p>15 à 37mois après retrait de la membrane</p>	<p>GBRd-PTFE: défaut initial de 4,7mm +/- 1,69mm GBRe-PTFE: 4,10 +/- 1,86mm</p>	<p>NR</p>	<p>GBR d-PTFE: 5,49 +/- 1,58mm (0-8mm) (116,8% par rapport à la qté d'os initiale) GBR e-PTFE: 4,91 +/- 1,78mm (0à8mm) (119,7% par rapport à la qté d'os initiale)</p>	<p>NR</p>	<p>4/26: 15,4%</p>	<p>3 paresthésies transitoires 1 complication vasculaire de type oedème ou hématome</p>	<p>Total: 78implants</p>	<p>100%</p>	<p>NR</p>	<p>2 biosopies réalisées à 6mois au retrait de la membrane (1 dans chaque groupe) montrant pas de différence significative en terme de qualité osseuse sur deux patients n'ayant pas pu faire pose immédiate</p>

<p>Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. CUCCHI ET al. 2017 Part I Part III 2020</p>	<p>40 patients // 108implants à T0 - 39patients/106implants entre T0 et T1 -36patients/99implants T1 -35patients/96implants T2 -30patients/82implants T2-T3</p>	Régénération osseuse guidée	1 an après mise en charge	NR	NR	<p>Groupe d-PTFE: 4,2mm+/-1,0 (2,7et 5,8mm) Groupe meshes: 4,1 mm+/-1,0 (2,6 et 6,3)</p>	<p>MARGINAL BONE LOSS: Groupe d-PTFE: 0,67+/-0,30mm Groupe meshes: 0,61+/-0,28mm</p> <p>INTERPROXIMAL BONE LOSS: Groupe d-PTFE: 0,23+/-0,23mm Groupe meshes: 0,25+/-0,25mm</p>	<p>Complications chir: Groupe d-PTFE= 1/20 = 5% Groupe meshes= 3/19= 15,8%</p> <p>Complications cica: Groupe d-PTFE= 3/20= 15% total: 4/20 Groupe meshes= 4/19= 21,1% total: 7/19</p>	<p>Groupe d-PTFE: 1 paresthésie transitoire, 3 expositions membranes dont 2 réduisant VRA Groupe meshes: 3 paresthésies transitoires retour en 1mois, 4 expositions de membranes donc 3 abcédées dont 2 échec de greffe</p>	<p>TOTAL initial: 40 patients/108 implants ont fait la chir 35patients/96 implants ont recu prothèse Fin du suivi 30patients / 82implants (d-PTFE: 46/16p) (meshes:36/14p)</p>	NR	NR	<p>BQP: d- TFE 9,72%/7,55% meshes 24,80//11,30 entre T2 et T3 différence significative entre les deux groupes T2 mais pas T3 wKT: d-PTFE 2,16mm//2,51 meshes 1,94//2,73mm entre T2 et T3 différence significative pour meshes PPD: d-PTFE 2,13//1,85mm meshes1,94//1,91mm entre T2 et T3 différence significative pour d-PTFE</p>
<p>Osseointegrated implants in vertical ridge augmentation with a nonresorbable membrane: a retrospective study of 75implants with 1 to 6years of follow-up FONTANA et Al 2015</p>	<p>21 patients // 29 sites chirurgicaux</p>	Régénération osseuse guidée	1 à 6 ans après mise en charge	4,50mm+/-1,54mm (défaut initial DSB0)	0,49mm +/-0,99mm 10,88%	4,02 +/- 1,53mm (1à7mm)	<p>1an: 0,34mm (75) // 2ans:0,72mm (60) // 3ans:1,04mm (51) // 4ans:0,94mm (28) // 5ans:0,55mm (11) // 6ans:0,60mm (8) 11 implants/75 ont montré une résorption >albertsson</p>	5/29 = 17,24%	3 expositions prématurées de la membrane traités par retrait des mbr (2 perte partielles de la greffe), 2 abcès sans exposition de membrane nécessitant le retrait de la mbr et curetage de la zone infectée (2 pertes partielle greffe) perte de gain osseux	TOTAL: 75 implants	93,6% perte de 2 implants/75 dans les 4ans après mise en charge	71,9% selon albertsson succès supérieur avec approche en 2temps et avec wK mais pas de différence significative trouvée 11/75 ont montré une résorption supérieure à albertsson	NR
<p>Reconstruction of mandibular vertical defects for dental implants with autogenous bone block grafts using a tunnel approach: clinical study of 50 cases RESTOY-LOZANO et Al 2015</p>	<p>43 patients // 50 sites chirurgicaux</p>	Méthode de Khoury	38mois post greffe	NR hauteur initiale de 7,1mm+/-1,3mm et hauteur à T2 de 12,3+/-1,1mm	NR	5,2mm+/- 1,4mm	0,9mm en moyenne	14/50= 28%	2 échecs complets de la greffe, 1 infection site donneur, 3 oedemes, 3 expositions de vis, 5 expositions linguales	TOTAL= 96implants	100%	NR	NR
<p>Localized bone augmentation with cortical bone block tented over different particulate bone substutes: a retrospective study KHOJASTEH et Al 2012</p>	<p>47 patients en secteur mandibulaire postérieur - 24 augmentations verticales - 23 augmentations horizontales</p>	Méthode de khoury modifiée	20,3 +/-10,9mois après chirurgie osseuse	NR	NR	VRA= 3,6+/-1,7mm chez 24 patients HRA= 3,85+/-0,56mm chez 23 patients	NR	NR	15 inflammation, 3 expositions précoces, 7 expositions tardives, 15 hématomes, 18 paresthésies 4 infections, 5 échecs de greffe (non pris en compte)	NR	NR	NR	NR
<p>Linear and volumetric gain after vertical bone augmentation in the posterior mandible using an autologous cortical tenting method NOVY et Al 2019</p>	<p>13patients // 15 sites chirurgicaux</p>	Méthode de Khoury	4mois post chir	2,6 +/-0,79mm	1mm 38,46%	1,6+/-0,95mm 10/13 (77%) ont montré un gain osseux	NR	4/15 sites = 26,7% (hypoesthésies non comptabilisées)	2 infections du site donneur, 1 perte de vis, 1 exposition de greffe 5 hypoesthésies non comptabilisées dont 3 non revenues au bout de 3 mois	NR	NR	NR	NR

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des résultats des articles analysés

UNIVERSITÉ DE NANTES
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHES ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,

Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,

Pr Assem SOUEIDAN

CORNU (Pauline) – Intérêts et limites des différentes techniques d'augmentation de la dimension verticale d'une crête édentée postérieure mandibulaire. Analyse de la littérature. – XX f. ; ill. ; tabl. ; 62 ref. ; 30cm (Thèse :Chir.Dent. ; Nantes ; 2021)

Résumé :

L'utilisation d'implants dentaires en vue de la réhabilitation prothétique d'un patient présentant un édentement partiel est, aujourd'hui, largement pratiquée et présente de bons résultats sur le long terme. Cependant, la gestion de la perte osseuse verticale en secteur mandibulaire postérieur peut s'avérer plus complexe du fait de la proximité anatomique avec des structures nobles empêchant la pose directe d'implants. Ainsi, plusieurs techniques ont été proposées ces dernières années telles que la latéralisation du nerf alvéolaire inférieur, la pose d'implants courts ou la réalisation de greffes osseuses. Néanmoins, afin de poser les implants dans une position tridimensionnelle optimale répondant au mieux au projet prothétique initial, les greffes osseuses semblent plus intéressantes. Dans le but de déterminer quelle technique satisfait au mieux aux exigences prothétiques, nous avons focalisé cette thèse sur les différents types de greffes osseuses.

D'une part, nous discuterons de l'anatomie de la mandibule ainsi que des différentes techniques de greffes pratiquées par les chirurgiens-dentistes.

D'autre part, une analyse de la littérature scientifique permettra de déterminer le gain osseux vertical moyen, le taux de résorption, le taux de complication, le taux de survie et le taux de succès implantaire associés à chaque technique. Ainsi, nous répondrons à notre problématique de départ et détermineront les intérêts et limites de chaque technique.

Rubrique de classement : Implantologie

Mots clés MeSH :

- Reconstruction de crête alvéolaire / Alveolar ridge augmentation
- Mandibule / Mandible
- Greffe osseuse alvéolaire / Alveolar bone grafting
- Distraction alvéolaire / alveolar distraction
- Régénération osseuse tissulaire guidée / guided bone tissue regeneration

Jury :

Président : Monsieur le Professeur Philippe LESCLOUS
Assesseur : Madame le Docteur Alexandra CLOITRE
Assesseur : Monsieur le Docteur Carlos FUENTES
Directeur : Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Adresses de l'auteur :

pauline.cornu49@gmail.com

24 rue réaumur, 75003 Paris