

UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2014

THESE n° 2014 TOU3 3033

THESE

Pour le

DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Charles FENEYROU

Le 6 novembre 2014

Le point sur les différentes techniques d'augmentation verticale de la crête osseuse postérieure mandibulaire

Directeur de thèse : Docteur Mélanie Boulanger

Jury

Président

Professeur Damien DURAN

Assesseur

Docteur Rémi ESCLASSAN

Assesseur

Docteur Olivier HAMEL

Assesseur

Docteur Mélanie BOULANGER





Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr Hugues CHAP

ASSESEURS DU DOYEN

• ENSEIGNANTS :

Mr CHAMPION Jean
Mr HAMEL Olivier
Mr POMAR Philippe

• PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme GRIMOUD Anne-Marie

• ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard
Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme GRAPELOUP Claude

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean +
Mr LODTER Jean-Philippe
Mr PALOUDIER Gérard
Mr SOULET Henri

➔ ÉMÉRITAT

Mme GRÉGOIRE Geneviève
Mr PALOUDIER Gérard

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :
Maîtres de Conférences :
Assistants :
Chargés d'Enseignement :

Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER
Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE
Mme GÖTTLE
Mme BACQUÉ, Mr TOULOUSE

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :
Assistants :
Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,
Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mr PUJOL
Mr GARNALT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :
Maître de Conférences :
Assistant :
Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU
Mr HAMEL, Mr VERGNES
Mlle BARON
Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr BARTHET***

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
 Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL
 Chargés d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr PIOTROWSKI, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION***Chef de la sous-section :*** ***Mr CAMPAN***

Professeur d'Université : Mr DURAN
 Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI
 Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr KÉMOUN***

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT
 Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET
 Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE
 Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE***Chef de la sous-section :*** ***Mr GUIGNES***

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
 Assistants : Mr ARCAUTE, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI
 Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS,

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)***Chef de la sous-section :*** ***Mr CHAMPION***

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR
 Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS
 Assistants : Mr CHABRERON, Mr DESTRUHAUT, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO
 Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE***Chef de la sous-section :*** ***Mme JONJOT***

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE
 Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR
 Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT
 Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

 L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
 (Délibération en date du 12 Mai 1891).

Mise à jour au 1^{er} octobre 2014

Je dédie cette thèse,

A mes parents, toujours là pour moi. Merci pour tout l'amour, l'affection et la patience dont vous avez fait preuve pendant mon enfance et mes longues années d'études. C'est grâce à vous que j'ai pu m'épanouir sur le plan sentimental et professionnel. Je vous aime.

A mes frères, Emmanuel et Edouard. Merci à vous deux pour les innombrables et bons souvenirs que je partage avec vous et tous ceux qu'il nous reste à vivre ensemble.

A ma famille, ma grand-mère, mes oncles et tantes, mon parrain et ma marraine, mes cousins et cousines et mon neveu. Aussi proches, aussi éloignés que nous soyons aujourd'hui, vous avez été tellement présents et importants dans ma jeune vie que l'affection que je vous porte devrait balayer les effets du temps et de l'espace. A mes familles adoptives, les Carel et les Gérard, pour votre soutien et votre affection tout au long des années.

A Héloïse, pour ton soutien inébranlable dans les périodes difficiles. Merci à toi pour tous ces moments inoubliables passés à tes côtés. Tu es sûrement la seule personne qui puisse me supporter au quotidien. J'espère que notre complicité, nos fous rires, nos disputes et notre aventure perdureront, je t'aime.

A la Renardo Team ; à Loïc le chef Renardo, qui sait me bouger « les fesses », à Niko, pour être « Niko machine », ainsi qu'à Seb, qui arrivera toujours à me coucher. A toute la bodéga et la F13.

A toute la promo ; Alex, Ayoub, Caro, Cyrielle, David, Hugo, Jérémie, Loïs, Lulu, Mathieu, Pacou, Sacha, Sarah, Sophie, Sophie&Vincent, Trig, pour toutes ces merveilleuses années universitaires et ces bons moments passés en clinique.

A Pierre de GRAVASAC, car si tu lis ces lignes, c'est que j'ai gagné mon pari.

A mes amis d'enfance dont je n'ai pas encore réussi à me débarrasser : Antoine, Bubu, Didi, FX, Jb, Lolo, Mathias, Stef, Toscos, Yoann.

A Céline, Charlotte, Cherina, Con 1, Florian, François, Hobbit, Jess, Jim, JoJo&Jaja, Kerm, Virginie, Marion, Marjo&Djo, Marlène&sa sœur, Mathilde, Mike, Robin, que j'ai eu la chance de rencontrer au fil des années.

A Pumpkin, pour ton soutien ronronnant pendant l'écriture de cette thèse.

A notre président du jury,

Monsieur le professeur **Damien DURAN**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- Chevalier dans l'ordre des Palmes Académiques,
- Expert près de la Cour d'Appel de Toulouse.

Nous sommes très honoré que vous ayez accepté de présider ce jury. Nous avons pu apprécier tout au long de notre cursus votre rigueur scientifique, votre implication constante dans la pédagogie et la qualité de votre encadrement. Que ce travail témoigne de notre considération, de notre reconnaissance et du profond respect que nous vous portons.

A notre jury de thèse,

Le docteur **Rémi ESCLASSAN**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université de Toulouse (Anthropobiologie),
- D.E.A. d'Anthropobiologie
- Ancien Interne des Hôpitaux,
- Chargé de cours aux Facultés de Médecine de Toulouse-Purpan, Toulouse-Rangueil et Pharmacie (L1),
- Enseignant-chercheur au Laboratoire d'Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse (AMIS UMR 5288 CNRS),
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Nous vous sommes très reconnaissant de votre présence à ce jury de thèse. Nous vous remercions pour votre bienveillance et pour l'enseignement de prothèse que nous avons reçu sous votre direction. Veuillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de notre profonde considération.

A notre jury de thèse,

Le docteur **Olivier HAMEL**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Vice-Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Responsable de l'Unité Fonctionnelle du site de l'Hôtel Dieu (Pôle Odontologie),
- Responsable de la sous-section "Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale",
- Enseignant-chercheur au Laboratoire d'Ethique Médicale et de Médecine Légale de la Faculté de Médecine de l'Université Paris Descartes(EA 4569),
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etudes Approfondies en Ethique Médicale et Biologique,
- Docteur de l'Université Paris Descartes.

C'est un honneur que vous nous avez fait en acceptant de siéger au sein de notre jury de thèse et en prêtant votre amicale attention à la lecture sérieuse et rigoureuse de notre travail. Nous tenons à vous remercier pour votre gentillesse, vos compétences et l'enseignement que vous nous avez apporté tout au long de nos études. Soyez assuré de notre profonde estime et de notre sincère considération.

A notre directrice de thèse,

Docteur **Mélanie BOULANGER**

- Assistante hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 Sciences, Technologies, santé mention : Biologie, Santé
- Diplôme Université de Recherche Clinique Odontologique (DURCO)
- Attestation d'Etudes Approfondies (AEA)
- Diplôme d'Etudes Supérieures en Chirurgie Buccale (DESCB),
- Master2 : Physiopathologie des maladies circulatoires et métaboliques

Pour l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de diriger cette thèse, recevez nos sincères remerciements pour votre disponibilité, vos conseils avisés et votre aide tout au long de l'élaboration ce travail. Veuillez trouver ici, l'assurance et le témoignage de toute la gratitude que nous portons à votre égard.

Sommaire

INTRODUCTION	13
1. GENERALITES ET RAPPELS	14
1.1. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES	14
1.1.1. L'os mandibulaire: rappels généraux.....	14
1.1.2. Structure microscopique	15
1.1.2.1. L'os cortical (os haversien) :	16
1.1.2.2. L'os spongieux.....	17
1.1.2.3. Le périoste.....	17
1.1.2.4. L'os immature	17
1.1.3. Les composants cellulaires :	17
1.1.3.1. Ostéoblastes.....	18
1.1.3.2. Ostéoclastes	18
1.1.3.3. Ostéocytes.....	18
1.1.4. Les protéines osseuses	18
1.1.5. Physiologie osseuse mandibulaire	19
1.1.5.1. Remodelage osseux.....	19
1.1.5.2. Réparation osseuse et greffes.....	20
1.1.5.3. Spécificité de la greffe verticale	22
1.2. INSUFFISANCE VERTICALE POSTERIEURE A LA MANDIBULE	23
1.2.1. Etiologie du phénomène de résorption.....	23
1.2.2. Intérêt et indication d'une augmentation verticale de la crête :.....	24
1.2.2.1. Intérêt fonctionnel de la réhabilitation postérieure	24
1.2.2.2. Propositions thérapeutiques.....	26
1.2.3. Diagnostic pré-opératoire avant aménagement osseux	26
1.2.3.1. Examen clinique	27
1.2.3.2. Bilan radiologique :	27
1.2.4. Analyse de la morphologie osseuse résiduelle	30
1.2.4.1. Classification des différents types de déficits osseux.....	30
1.2.4.2. obstacles anatomiques :.....	34
2. DESCRIPTION DES DIFFERENTES TECHNIQUES.....	35
PREAMBULE	35
2.1. GREFFE D'APPOSITION OSSEUSE (EN ONLAY).....	35
2.1.1. les différents types de greffons :	35
2.1.1.1. Greffes autogènes.....	35

2.1.1.2.	Les autres types de sources	43
2.1.2.	Grefte d'apposition par un bloc osseux cortico spongieux	49
2.1.2.1.	Protocole clinique :	49
2.1.2.2.	Indications	50
2.1.2.3.	Contre-indications	50
2.1.2.4.	Limites	51
2.1.3.	Grefte d'apposition combinée à une régénération osseuse guidée	51
2.1.3.1.	Protocole opératoire	51
2.1.3.2.	avantages / inconvénients	53
2.1.4.	La technique du coffrage avec un seul pan	53
2.1.4.1.	Protocole clinique:	54
2.1.4.2.	Technique à 2 ou plusieurs pans :	55
2.1.4.3.	Indications / Contre-indications	56
2.1.4.4.	Avantages / inconvénients	56
2.2.	LA REGENERATION OSSEUSE GUIDEE	56
2.2.1.	Conditions nécessaires pour une ROG	56
2.2.2.	Principe biologique de la technique	56
2.2.3.	Les différents types de membranes :	57
2.2.3.1.	Les membranes non-résorbables :	57
2.2.3.2.	Les membranes résorbables :	57
2.2.4.	Régénération osseuse guidée avec membrane en gore-tex et bio-oss	58
2.2.5.	Indications et contre-indications	60
2.2.6.	Avantages et inconvénients	60
2.2.7.	Variante avec pose d'un guide en titane	60
2.2.7.1.	Résultats	62
2.2.7.2.	Avantages et inconvénients	62
2.3.	OSTEOTOMIE VERTICALE	62
2.3.1.	Ostéotomie segmentaire	63
2.3.1.1.	Protocole opératoire	63
2.3.1.2.	Suites opératoires	65
2.3.1.3.	indications	65
2.3.1.4.	Contre-indications	66
2.3.1.5.	Avantages et inconvénients	66
2.3.2.	Distraction verticale	67
2.3.2.1.	Protocole opératoire	67
2.3.2.2.	Avantages	69
2.3.2.3.	Inconvénients	69
2.3.3.	Expansion de crête avec pose immédiate des implants	70
2.4.	TABLEAU RECAPITULATIF	70
3.	DISCUSSION	72
3.1.	ETUDES COMPARATIVES DES DIFFERENTES TECHNIQUES DANS LA LITTERATURE	72

3.1.1.	Résorption des différents greffons extra-oraux	73
3.1.2.	Efficacité des différents biomatériaux.....	74
3.1.3.	Etudes du gain en hauteur des différentes techniques	74
3.1.4.	taux de succès et complications des différentes techniques	75
3.1.5.	Durée globale du traitement	76
	76
3.2.	ETUDES DES TECHNIQUES PAR MODELISATION AVEC SIMPLANT	76
3.3.	ETUDE DE COHORTE	79
3.4.	L'ALTERNATIVE DES IMPLANTS COURTS.....	79
3.4.1.	Etudes comparatives greffes osseuses vs implants courts	81
3.5.	ARBRE DECISIONNEL	83
	CONCLUSION.....	85
	ANNEXES.....	87
	GRADE DE DE PREUVE SCIENTIFIQUES DE L'HAS (80) :	87
	CLASSIFICATION ASA :	88
	LISTE DES ABREVIATIONS.....	89
	BIBLIOGRAPHIE	90

INTRODUCTION

Depuis maintenant plusieurs années, l'implantologie fait partie intégrante des solutions thérapeutiques apportées au patient. Les progrès en matière de réhabilitation sont incontestables et la demande des patients a aussi augmenté. Intégrée dans un traitement de réhabilitation globale, l'implantologie permet au patient de retrouver fonctionnalité et esthétique sans avoir recours à une prothèse amovible.

Dans le secteur mandibulaire cependant, la mise en place d'implants n'est pas toujours réalisable en première intention. En effet, elle nécessite un volume osseux d'implantation et une hauteur suffisants entre la crête alvéolaire et le nerf mandibulaire inférieur. Si les critères osseux ne sont pas favorables à la pose d'implants, plusieurs techniques permettant une augmentation de ce volume sont décrites.

Dans une première partie, nous ferons donc brièvement quelques rappels physiologiques et physiopathologiques sur les insuffisances osseuses verticales postérieures de la mandibule. Nous discuterons aussi de l'intérêt d'une réhabilitation postérieure et des critères cliniques et radiologiques décisionnels.

Dans une deuxième partie, nous nous appliquerons à décrire les différentes techniques permettant une augmentation verticale de la crête osseuse mandibulaire : les greffes d'apposition par bloc osseux, la régénération osseuse guidée avec ajout de microparticules, l'ostéotomie segmentaire et la distraction verticale.

Enfin, en s'appuyant sur la littérature, nous confronterons les différentes techniques en termes de résultats, d'indications et de risques afin d'aiguiller le praticien sur les thérapeutiques correspondant le mieux au cas clinique dans sa présentation et aussi à l'objectif de réhabilitation.

1. GENERALITES ET RAPPELS

Toutes les techniques chirurgicales d'augmentation du volume osseux prennent en compte et utilisent les capacités régénératives de l'os (27) (67). Il est donc important de rappeler succinctement les différentes caractéristiques de la région concernée et de la physiologie osseuse pour comprendre les processus permettant d'obtenir une augmentation osseuse verticale et ainsi orienter le clinicien vers la technique thérapeutique la plus adaptée à la réponse physiologique recherchée. Nous discuterons également de l'indication des techniques d'augmentation osseuse dans ce secteur et des critères cliniques préalables au choix d'une technique.

1.1. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

1.1.1. L'OS MANDIBULAIRE: RAPPELS GENERAUX

La mandibule se forme par ossification membraneuse du mésenchyme du premier arc pharyngien autour du cartilage de Meckel. Par la suite, des cartilages secondaires vont se former dans le premier arc pour former les os endochondraux, constituant ultérieurement les condyles, les processus coronoïdes et la région symphysaire.

La mandibule est un os impair et médian qui constitue le squelette de l'étage inférieur, il comprend une partie horizontale, le corps, ainsi que deux parties verticales, les branches montantes. La partie postérieure du corps de la mandibule est composée de l'os basal ainsi que de l'os alvéolaire (46).

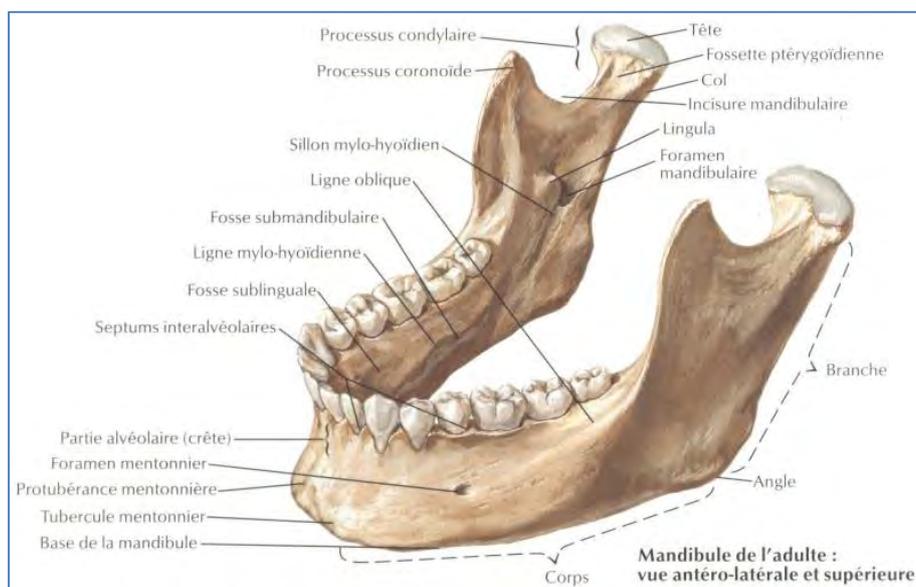


Figure 1 : Schéma de la mandibule (F.Netter) (46)

La mandibule est vascularisée par l'artère alvéolaire inférieure qui est une ramification de l'artère maxillaire. Elle est innervée par la troisième branche du nerf trijumeau également appelé nerf mandibulaire. La zone mandibulaire postérieure reçoit l'insertion de certains muscles (78):

- le muscle mylo-hyoïdien sur la ligne mylo hyoïdienne,
- le muscle buccinateur sur la zone alvéolaire vestibulaire,
- le muscle masseter au niveau de la branche mandibulaire et de l'angle,
- le muscle constricteur du pharynx au niveau du trigone rétro molaire.

L'os mandibulaire étant relativement dense, la revascularisation du greffon sera plus limitée en comparaison du maxillaire lors de greffes osseuses. Dans le cadre d'une greffe osseuse dans le sens vertical, cette revascularisation sera plus difficile, du fait d'une surface de contact plus faible entre le greffon et le site receveur, ainsi que d'une gestion plus difficile des tissus mous.

1.1.2. STRUCTURE MICROSCOPIQUE

Le tissu osseux est constitué d'os compact dit cortical qui constitue une enveloppe et d'os spongieux, trabéculaire, au niveau interne. Dans le cadre de cette thèse nous nous intéresserons plus particulièrement à l'os alvéolaire. On peut distinguer différents éléments:

- une corticale externe : couche d'os compact plus fine au niveau de la mandibule que du maxillaire dont l'épaisseur augmente de plus en plus en postérieur,
- une corticale interne : paroi alvéolaire ou lame cribliforme. Elle tapisse la cavité alvéolaire qui reçoit les racines, c'est l'alvéole proprement dite. Elle est constituée d'os lamellaire et d'os fibreux,
- la crête alvéolaire : c'est le bord cervical de l'os alvéolaire,
- les septas inter-dentaires et inter-radiculaires : ils sont constitués d'os spongieux peu dense avec de nombreuses trabéculation. On y retrouve la moelle adipeuse et hématopoïétique, cette dernière étant plus présente dans le secteur postérieur.

Dans les régions molaires et de la branche montante, l'os spongieux est généralement moins dense que dans le secteur antérieur de la mandibule.

Une résorption des crêtes alvéolaires postérieures provoque l'apparition d'obstacles anatomiques à la chirurgie osseuse dans ce secteur :

- proximité du nerf alvéolaire inférieur avec le sommet de la crête alvéolaire,
- concavité sous-mandibulaire sur le trajet d'implantation,
- trajet du nerf lingual.

1.1.2.1. L'OS CORTICAL (OS HAVERSIEN) :

L'os cortical ou compact compose la diaphyse des os longs ainsi que la partie externe des os plats et courts. Il constitue une enveloppe résistante formée par la juxtaposition d'ostéons cylindriques de 200 à 300 microns de diamètre. L'orientation des fibres de collagène a un rôle essentiel dans la résistance mécanique du tissu osseux. Lors de la pose d'un implant les contraintes sur l'os vont augmenter, la résistance mécanique de l'os cortical permettra de les absorber. En parallèle, cet os cortical aura une cicatrisation et une revascularisation plus difficile lors de la pose d'un implant et/ou d'un greffon osseux du fait de sa cellularité inférieure à celle de l'os spongieux (77).

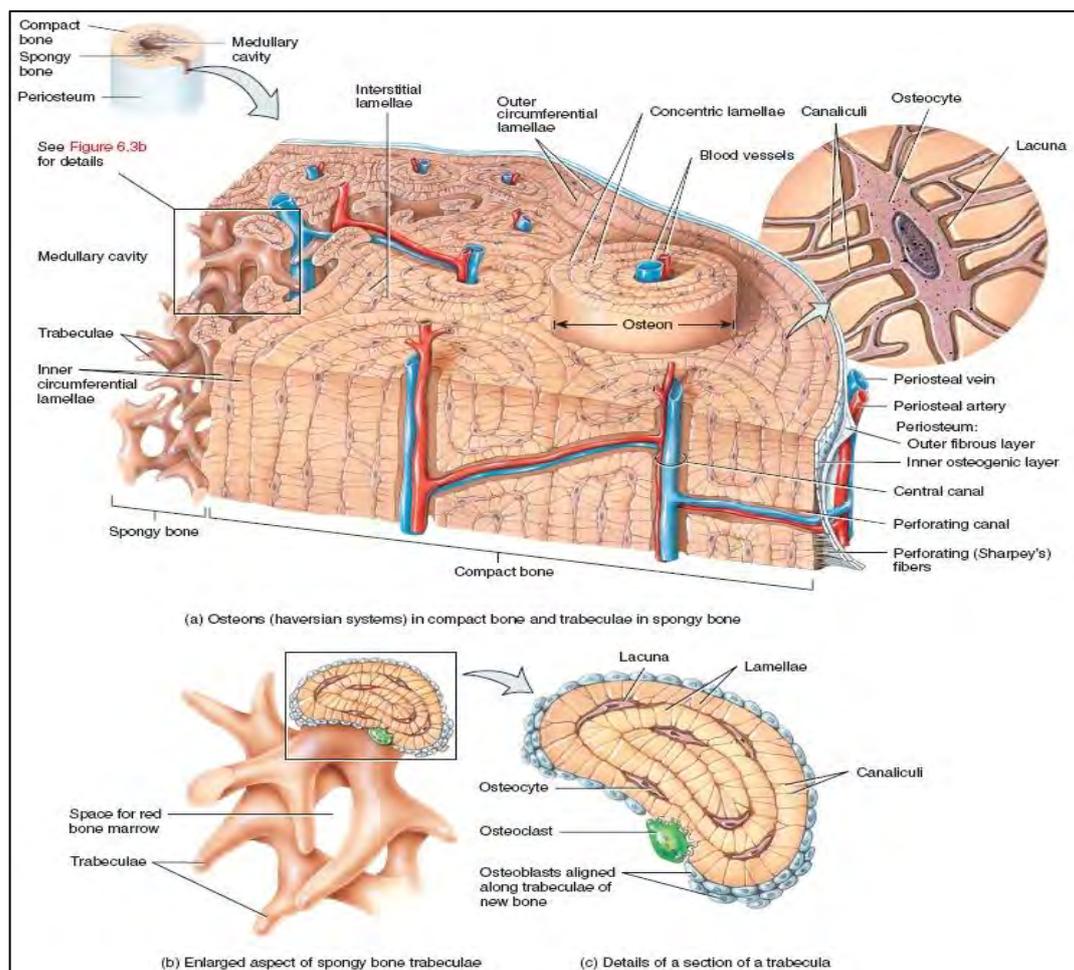


Figure 2 : Schéma d'une structure haversienne (77)

1.1.2.2. L'OS SPONGIEUX

L'os spongieux ou trabéculaire constitue les épiphyses et métaphyses des os longs et l'intérieur des os plats et courts. Il joue un rôle très important dans le remodelage osseux par:

- Sa richesse en cellules mésenchymateuses.
- Sa résistance à l'infection
- Sa capacité à servir de matrice
- Sa capacité de revascularisation
- Son pouvoir ostéoinducteur, notamment en faisant intervenir des facteurs de croissance tel que IGF*, le TGF- β *, les BMP*, et les FGF*.

Il est constitué de trabécules d'os compact cloisonnant la moelle osseuse. Les trabécules s'orientent de préférence perpendiculairement aux contraintes mécaniques.

1.1.2.3. LE PERIOSTE

Le périoste joue un rôle important dans la croissance longitudinale et circonférentielle des os. Il est constitué d'une couche superficielle fibreuse ainsi que d'une couche profonde contenant différentes cellules, dont des pré-ostéoblastes. Il est richement vascularisé et participe à l'intégration du greffon au sein du site receveur.

1.1.2.4. L'OS IMMATURE

Un autre type d'os primaire est décrit: l'os immature. On le retrouve lors du développement embryonnaire, de la réparation des fractures et dans certains états pathologiques (exemple: hyperparathyroïdie). Il se caractérise par une organisation non lamellaire et un environnement cellulaire riche. Il est normalement remodelé et remplacé par de l'os cortical ou spongieux.

1.1.3. LES COMPOSANTS CELLULAIRES :

Quatre types de cellules interviennent dans la physiologie et le métabolisme du système osseux.

1.1.3.1. OSTEOLASTES

La fonction principale de l'ostéoblaste est de synthétiser et de minéraliser la matrice osseuse au cours de la croissance du squelette, du renouvellement de la matrice osseuse chez l'adulte et de la réparation osseuse tout au long de la vie. La matrice osseuse est composée essentiellement de collagène de type I ainsi que d'autres protéines telles que l'ostéopontine et l'ostéocalcine. Les ostéoblastes sécrètent d'abord la matrice organique ou matrice ostéoïde, structurée par les fibres de collagène, où les protéines non collagéniques sont intriquées. Les ostéoblastes matures contrôlent ensuite la minéralisation de la matrice par des dépôts de cristaux d'hydroxyapatite. Le volume de l'os est déterminé par la sécrétion de la matrice organique et la densité osseuse par la minéralisation.

1.1.3.2. OSTEOCLASTES

Les ostéoclastes sont les cellules responsables de la résorption osseuse. Elles agissent notamment sous l'action de facteurs hormonaux tel que la PTH*, la vitamine D3 et les prostaglandines. L'ostéoclaste fonctionne de manière cyclique, alternant des phases migratoires le long de la surface osseuse et des phases de résorption active créant des lacunes osseuses.

1.1.3.3. OSTEOCYTES

Les ostéocytes sont les cellules les plus représentées au sein de la matrice osseuse. Bien que longtemps considérées quiescentes, elles sont essentielles au maintien de l'homéostasie du tissu osseux et ont un rôle prépondérant dans la détection et la réparation des micros fractures osseuses.

Le remodelage osseux et la cicatrisation osseuse sont des processus complexes régis par des facteurs locaux, systémiques et hormonaux. Ils reposent notamment sur une communication intercellulaire entre les différents types de cellules osseuses.

1.1.4. LES PROTEINES OSSEUSES

Ces protéines sont des facteurs de croissance qui stimulent l'ostéogenèse ou au contraire contribuent à la résorption osseuse (61). Parmi les plus décrites on retrouve les BMP* et le TGF β *.

Bone morphogenic proteins (BMP) : Ce sont des protéines qui influent sur la prolifération et la différenciation des ostéoblastes au sein d'une matrice osseuse minéralisée ou déminéralisée ce qui leur confère des propriétés ostéoinductrices.

Elles ont une action directe sur les cellules mésenchymateuses (61). Parmi les plus ostéogéniques, les BMP 2 et 7 ont été décrites en utilisation clinique à partir de protéines recombinantes humaines.

TGF β : (33) Son rôle précis est encore mal identifié, on sait cependant qu'il fait partie des hormones de croissance qui déclenchent le processus d'ostéogénèse et de cicatrisation osseuse en stimulant la formation de la matrice osseuse et sa minéralisation. Il est en effet actif au début du processus inflammatoire lors de la régénération osseuse et peut être stocké dans la matrice osseuse. Son rôle ostéogénique serait cependant limité.

1.1.5. PHYSIOLOGIE OSSEUSE MANDIBULAIRE

L'os alvéolaire mandibulaire est en perpétuel remaniement, le volume osseux est maintenu par un équilibre entre phénomènes d'apposition et de résorption. Ces deux phases sont régulées de manière dynamique et constante par différents mécanismes hormonaux (exemple les hormones calciotropes) et locaux (exemple les sollicitations fonctionnelles de l'os alvéolaire). Du point de vue biomécanique par exemple, les zones de pression et de tension stimulent l'activité cellulaire qui contribuera au remodelage de la structure osseuse. Un excès ou un manque de forces appliqués va entraîner un déséquilibre physiologique favorable aux phénomènes de résorption des crêtes (87) (32).

1.1.5.1. REMODELAGE OSSEUX

L'observation du remodelage osseux a conduit à la description d'unités fonctionnelles de remodelage qui correspondent au couplage des ostéoclastes et ostéoblastes du point de vue spatial et temporel. Le remodelage osseux est similaire que l'os soit compact ou haversien (76). Les unités de remodelage ne sont pas synchrones ce qui permet d'adapter le remodelage en fonction de facteurs systémiques (PTH, Vit D) ou locaux. Ce cycle peut être résumé en plusieurs étapes :

Phase d'activation : le long de la surface d'une travée surviennent les premiers précurseurs mononucléés des ostéoclastes, les préostéoclastes.

Phase de résorption : Les ostéoclastes maintenant différenciés vont ainsi résorber l'os et former une lacune. L'ostéoclaste va sécréter des protéines ostéolytiques et des ions H⁺ afin de dégrader la matrice organique et les cristaux d'hydroxyapatite.

Phase de réversion : Les ostéoclastes sont remplacés par des cellules mononucléées de type macrophagiques qui vont lisser la lacune.

Phase de formation : Des ostéoblastes sont recrutés au niveau de la ligne cémentante. Ils vont synthétiser une matrice collagénique (matrice ostéoïde) qui sera minéralisée dans un second temps.

Le cycle de remodelage dure environ 4 mois (27).

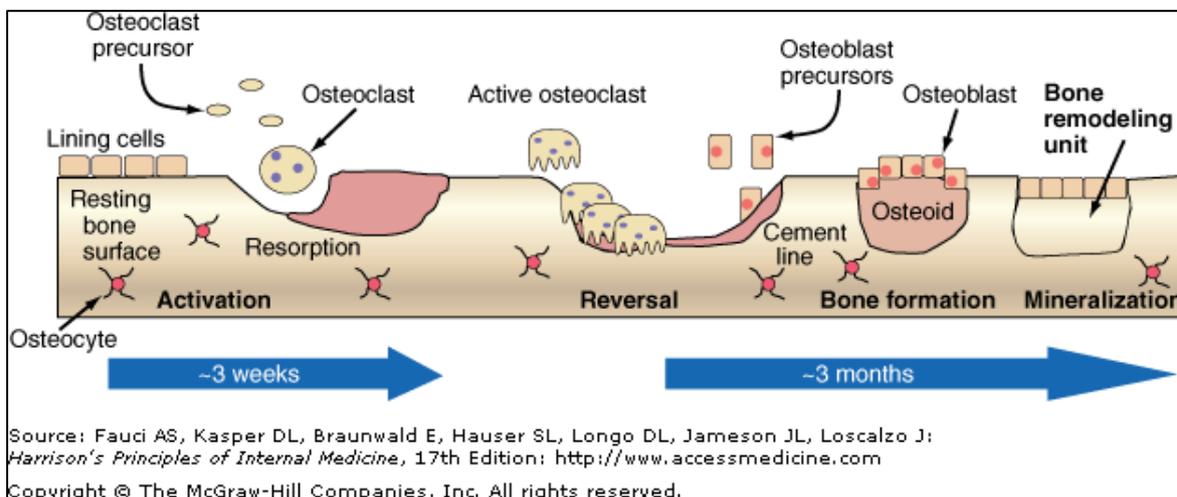


Figure 3 : Schéma récapitulant le cycle d'une unité fonctionnelle de remodelage.

1.1.5.2. REPARATION OSSEUSE ET GREFFES

Lors d'une fracture osseuse un processus de cicatrisation est déclenché (82) :

- 1-5 jours : Création d'un hématome péri-fracturaire par le processus de coagulation. « assemblage fibreux des fragments ».
- 5-10 jours : Migration des fibroblastes et néo vascularisation. L'hématome se transforme en tissu de granulation.
- 10-15 jours : Apparition du cal fibreux avec une différenciation de plusieurs types de cellules (fibroblastes, ostéoblaste et chondroblastes) et formation de la matrice ostéoïde.
- 15-21 jours: Résorption de l'os nécrosé, calcification de la matrice osseuse
- 21-60 jours : Modelage et restructuration du volume osseux

La réparation osseuse est complète après remodelage du tissu lésé. L'os mandibulaire pourra se réparer par ossification membranaire (fracture non mobile) ou endochondrale (mobilité des surfaces).

Lors de la réalisation d'une greffe en onlay, le bloc osseux, quelle que soit sa nature, fera office de matrice afin de permettre la réparation et l'ossification de la zone greffée. Le phénomène sera similaire à celui de la réparation d'une fracture. On cherchera à déclencher le processus de cicatrisation osseuse physiologique, ainsi la qualité de la surface de contact et l'immobilité seront primordiales.

La correction d'un volume osseux par apport de matériaux naturels ou synthétiques va nécessiter l'intégration et le remodelage du matériau donneur et du tissu receveur selon les principes de réparation et de remodelage. Plusieurs critères seront nécessaires au succès thérapeutique parmi lesquels la vascularisation du greffon, son absence de mobilité et ses propriétés physico-chimiques (porosité, structure, propriétés mécaniques) et biologiques. Parmi les propriétés biologiques, les capacités ostéogéniques, ostéoinductrices et ostéoconductrices font partie des critères du greffon idéal les plus souvent cités dans la littérature.

L'**ostéogenèse** se définit comme la croissance d'os à partir de cellules vivantes présentes dans un greffon. Un matériau ostéogénique possède donc des cellules capables de former du tissu osseux. Par exemple, un greffon autogène est considéré comme un matériau ostéogénique. C'est l'os médullaire qui aura les propriétés ostéogéniques les plus importantes. En comparaison, un greffon spongieux, cellulaire, permettra donc une meilleure ostéogénèse qu'un greffon cortical. Selon G.Princ et T.Piral, le greffon autogène garde son pouvoir d'ostéogénèse uniquement si le greffon est prélevé avec le pédicule puis micro anastomosé avec le site receveur (41)(14). En effet, en l'absence de vascularisation, la survie des cellules du greffon est limitée dans le temps et ne permettra pas aux cellules ostéoformatrices de mettre en place la matrice osseuse nécessaire à l'intégration.

L'**ostéoinduction** se définit comme la possibilité d'une néoformation osseuse à partir de cellules mésenchymateuses. Il s'agit de la capacité d'induire une différenciation des cellules mésenchymateuses vers la lignée ostéogénique pour synthétiser une matrice osseuse minéralisable (définition de l'Association pour l'étude des Greffes et Substituts Tissulaires en Orthopédie : GESTO). Ces facteurs sont représentés notamment par les BMPs décrites précédemment. Un matériau ostéoinducteur est donc capable de provoquer une néoformation osseuse (41)

L'**ostéoconduction** est définie comme la croissance osseuse par apposition à la surface d'un matériau, dit « ostéoconducteur » à partir de l'os environnant. Autrement dit, le matériau va servir de support passif aux ostéoblastes et à la vascularisation provenant du site receveur de la greffe par contact (41)(GESTO).

A ce jour, seul l'os autogène répond théoriquement à ces trois critères biologiques.

1.1.5.3. SPECIFICITE DE LA GREFFE VERTICALE

La revascularisation du greffon est essentielle à son intégration. Elle est permise par l'immobilité et la non-exposition de celui-ci. L'apport vasculaire va dépendre du site receveur et du positionnement du greffon. Du fait de la géométrie d'une greffe verticale, la surface de contact avec le site receveur sera moindre que dans le cadre d'une greffe horizontale. Ceci limitera donc la néo vascularisation du greffon ce qui limitera le taux de succès de ce type de greffe.

Quelle que soit la technique utilisée, l'exposition du site opéré est un facteur d'échec. Dans le cas de greffes verticales, la gestion des tissus mou sera plus difficile (tension des lambeaux) ce qui augmentera le taux d'exposition et donc le taux d'échec de la greffe (1) .

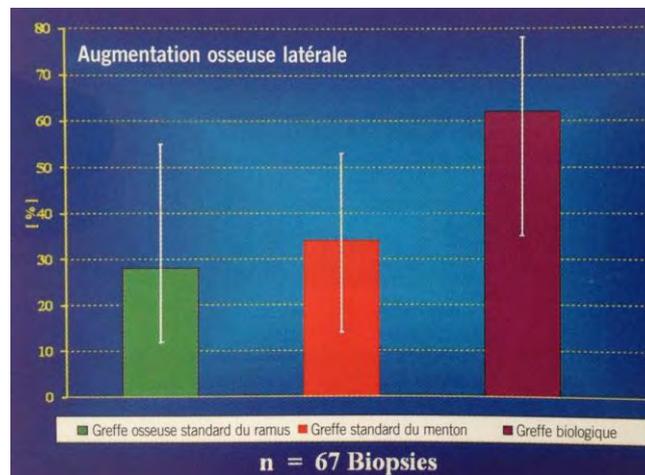


Figure 4 : Taux moyen d'ostéocytes vivants à quatre mois post-opératoire d'une greffe horizontale (Khoury) (36)

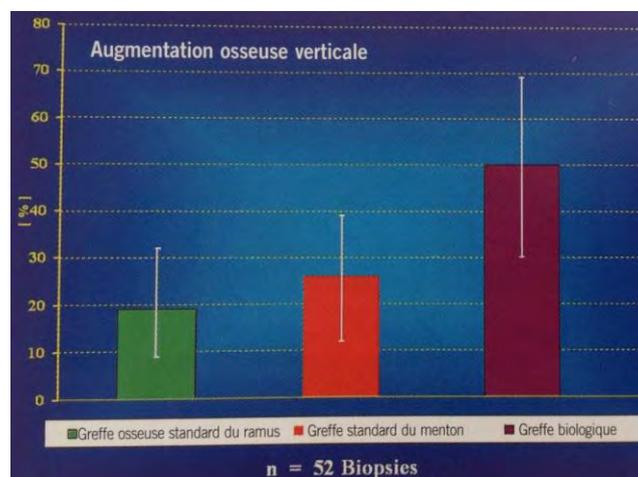


Figure 5 : Taux moyen d'ostéocytes vivants à quatre mois post-opératoire d'une greffe verticale (Khoury) (36)

Khoury (36) compare les taux d'ostéocytes vivants 4 mois après l'intervention. Il observe que le nombre d'ostéocytes vivants est inférieur lors de greffes verticales, ceci quelle que soit la nature du greffon.

1.2. INSUFFISANCE VERTICALE POSTERIEURE A LA MANDIBULE

1.2.1. ETIOLOGIE DU PHENOMENE DE RESORPTION

Le volume osseux de la mandibule peut être réduit de deux façons : à cause d'une prédisposition génétique ou à cause de facteurs locaux défavorables. La perte d'un ou plusieurs organes dentaires entraîne une résorption osseuse, essentiellement de l'os alvéolaire, et peut parfois s'étendre jusqu'à l'os basal. L'importance de cette résorption tient compte du nombre de dents perdues et du volume qu'occupaient les racines. Elle est donc relativement importante dans le secteur molaire où les racines occupent une place non négligeable vis-à-vis du volume osseux alvéolaire proprement dit. Dans le cas de la région mandibulaire postérieure, la résorption osseuse sera, dans une grande partie des cas, due à l'avulsion des molaires inférieures non remplacées.

Pendant la réparation du tissu osseux, trois étiologies provoquent la résorption de celui-ci :

- Un déficit global en cellules osseuses, facteurs de croissance et/ou matrice osseuse.
- L'absence de parois externes bordantes, définissant la zone de régénération de l'os.
- Un volume lésionnel ou un déficit dépassant les capacités physiologiques de cicatrisation de l'os.

Les deux derniers points reposent sur un déficit en structure matricielle. Ainsi, toute perte d'une corticale externe entraînera une perte de volume osseux. Dans le cas de la perte d'une paroi interne (septum inter radiculaire) sur un site à quatre parois, on n'observera pas de résorption accrue.

D'autres facteurs vont limiter la cicatrisation osseuse :

- un apport sanguin limité,
- une instabilité mécanique,
- la présence d'une compétition avec les tissus mous.

1.2.2. INTERET ET INDICATION D'UNE AUGMENTATION VERTICALE DE LA CRETE :

La demande des patients vers des solutions de réhabilitation fixée a augmenté. L'édentement n'est plus un fatalisme lié au vieillissement. Néanmoins, il convient de rappeler que chaque cas clinique est unique et doit être évalué de manière à proposer un plan de traitement fonctionnel et esthétique où la prothèse implanto-portée reste seulement une option thérapeutique à étudier parmi les autres méthodes de réhabilitation telle la prothèse amovible partielle ou complète. Les critères cliniques locaux ou généraux permettront d'orienter la décision thérapeutique en fonction de la balance bénéfique/risque de chaque situation.

1.2.2.1. INTERET FONCTIONNEL DE LA REHABILITATION POSTERIEURE

Un édentement postérieur bilatéral à la mandibule va provoquer une perte du calage postérieur (86) (85). En occlusodontie, elle est citée comme un facteur pathogène. En 2009 Wang démontre que l'absence de calage occlusal postérieur et la présence de « crispations musculaires » peuvent provoquer des troubles musculo-articulaires au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire.

Il existe une classification des anomalies de calage postérieur (86):

- insuffisance de calage postérieur,
- perte de calage postérieur intercalaire avec version postérieure,
- perte de calage postérieur terminale,
- perte de calage postérieur avec délabrement antérieur,
- perte de calage postérieur avec migration antérieur,
- perte de calage postérieur avec décentrage.

Nous nous intéresserons principalement à « la perte de calage postérieure terminale ». Dans ce cas les dents résiduelles sont soumises à des surcharges occlusales, mais les contraintes articulaires sont limitées du fait de la stabilité de la mandibule. Cette perte de calage postérieure n'induit pas forcément une perte de la dimension verticale d'occlusion.

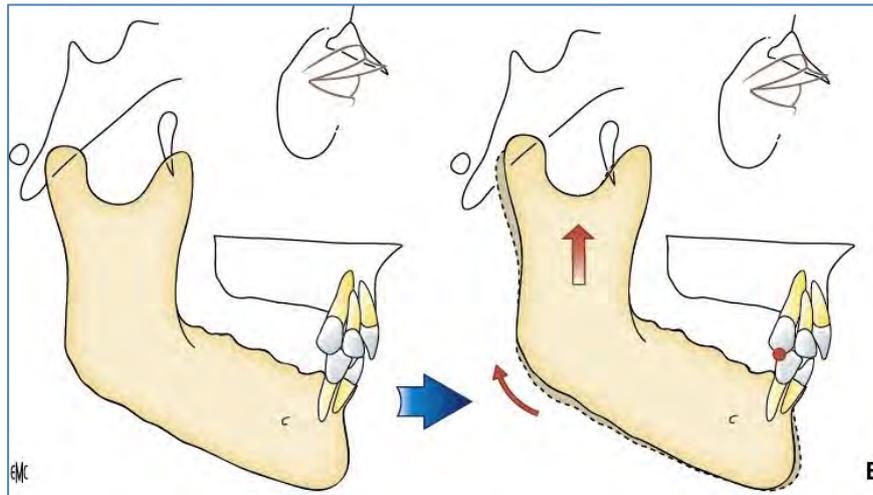


Figure 6 : Perte de calage postérieur rotation horaire autour du contact occlusal distal). C'est une rotation mandibulaire postérieure avec un centre de rotation antérieur au niveau de la dent la plus distale. (Wang) (86)

Si cette perte de calage postérieur n'est pas compensée, elle aura plusieurs répercussions (86) :

- dysfonction de l'appareil manducateur,
- risque de pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire,
- instabilité de l'occlusion d'intercuspitation maximale entraînant une gêne à la mastication,
- crispation et fatigue musculaire pouvant être délétère à long terme,
- surcharges occlusales sur les dents résiduelles pouvant entraîner des lésions parodontales,
- impact esthétique sur le visage dû à la rotation de la mandibule et à la perte de dimension verticale.

Une perte de calage unilatérale provoquera aussi une instabilité de l'OIM ainsi qu'une malocclusion fonctionnelle et une mastication unilatérale. Dans les deux situations, si aucune réhabilitation n'est réalisée, cela augmentera le risque pour le patient de développer une usure prématurée des dents, ainsi que des pathologies occlusales. Dans tous les cas, une édentation postérieure, qu'elle soit unilatérale ou bilatérale, entraînera une gêne à la mastication avec diminution du potentiel masticatoire.

1.2.2.2. PROPOSITIONS THERAPEUTIQUES

Avant le début du traitement, il est primordial d'informer le patient sur tous les choix thérapeutiques s'offrant à lui, autant sur le plan prothétique que sur les possibilités chirurgicales. Le praticien se doit de faire passer au patient toutes les informations sur les différentes étapes du traitement grâce à des explications complètes, claires et concises, informant également le patient sur les risques associés. Dans les premiers temps du bilan opératoire, il est aussi essentiel d'évaluer l'attitude émotionnelle et comportementale du patient. Celui-ci doit être impliqué dans le traitement et coopératif.

Le bilan préopératoire se doit d'être pluridisciplinaire et le plus complet possible. Il a pour objectif :

- de confirmer le diagnostic,
- d'analyser et valider la meilleure technique reconstructrice après évaluation de l'état de santé du patient.

Comme vu précédemment, la réhabilitation d'un édentement postérieur à la mandibule, qu'il soit unilatéral ou bilatéral, est essentielle afin de prévenir la fonction et l'esthétisme de la cavité buccale. Les choix thérapeutiques incluront les réhabilitations par prothèse amovible partielle. Si le patient souhaite avoir recours à la prothèse fixée dans le cadre d'un édentement terminal à la mandibule, la mise en place d'un ou plusieurs implants sera, dans la plupart des cas, nécessaire. Un aménagement osseux sera alors indiqué si le volume osseux résiduel ne permet pas la mise en place de ces implants. Plusieurs techniques d'aménagement sont décrites dans la littérature toutefois, dans la région mandibulaire postérieure, aucune ne semble se démarquer.

1.2.3. DIAGNOSTIC PRE-OPERATOIRE AVANT AMENAGEMENT OSSEUX

Le recueil des données cliniques devra être complet avec un examen exobuccal, endobuccal et radiologique précis. Les facteurs de risques généraux et locaux du patient devront être mis en évidence. Du point de vue général, dans le cadre de la chirurgie osseuse pré implantaire, la classification ASA autorise les actes sur les patients de type ASA I et ASA II. Une concertation multidisciplinaire est demandée pour les patients ASA III et interdit toute intervention à partir d'ASA IV (classification en annexe).

1.2.3.1. EXAMEN CLINIQUE

Lors de l'examen endobuccal, il sera important de porter attention à l'état dentaire général de la cavité buccale et plus particulièrement à l'hygiène et aux dents se trouvant à proximité du site d'intervention. Si une dent est infectée ou mobile, elle risque de compromettre la réussite du plan de traitement et doit être avulsée et/ou le plan de traitement réévalué. Lors de l'acte chirurgical, le risque infectieux exogène menace en effet la réussite de la greffe osseuse. Les principales causes sont :

- une contamination bactérienne par la flore de la cavité buccale,
- une infection résiduelle de la zone opératoire,
- des micros fractures de l'os entraînant un séquestre osseux et une nécrose,
- un espace résiduel au niveau du site de forage lors de la mise en place de l'implant.

Dans le cadre d'une greffe osseuse, il est recommandé d'avoir une attitude prophylactique, et à cet effet, de réaliser une prise en charge parodontale globale afin de limiter la charge bactérienne présente dans la cavité buccale et ainsi réduire le risque infectieux. La mise en place d'une thérapeutique parodontale en préalable à une greffe osseuse est donc à envisager dans un contexte parodontale défavorable (67). La qualité des tissus parodontaux de recouvrement est fondamentale et un aménagement des tissus mous pourra être préconisé avant toute technique d'augmentation osseuse.

Un examen occlusal devra aussi être réalisé afin de déterminer les rapports inter- et intra-arcades. Les rapports inter-crêtes et intra-arcades permettront de repérer la présence d'insuffisances osseuses, et le cas échéant d'envisager une correction prothétique ou une technique d'augmentation verticale et/ou horizontale. Par ailleurs, les patients présentant une perte de calage relativement ancienne peuvent souffrir de troubles fonctionnels au niveau des articulations temporo-mandibulaires. Le rétablissement de l'occlusion pourra alors entraîner des dysfonctions (décompensations) oro-mandibulaires. Un diagnostic préalable sera nécessaire pour détecter d'éventuels facteurs de risque.

1.2.3.2. BILAN RADIOLOGIQUE :

L'imagerie conventionnelle, comme les radiographies panoramiques et rétro-alvéolaire, permet une première approche des sites implantaires et le dépistage d'un certain nombre d'anomalies :

- lésions dentaires,
- orientation radulaire des dents voisines au site édenté,

- inclusions dentaires / dents ectopiques,
- lésions tumorales mandibulaires,
- images en V de défauts osseux transversaux,
- défauts osseux verticaux avec une évaluation approximative de la hauteur de la crête alvéolaire,
- obstacle anatomique (canal mandibulaire),
- exploration des sites donneurs possibles intra-oraux.

L'orthopantomogramme reste cependant insuffisant pour une analyse pré-implantaire complète. Le CBCT* ou le scanner permet une analyse plus approfondie. L'évaluation des volumes osseux disponibles se doit d'être qualitative et quantitative afin de permettre la détermination des axes implantaire compatibles et de détecter les obstacles anatomiques grâce à des coupes coronales ne présentant pas de phénomènes de déformation ou de superposition (67) (29).

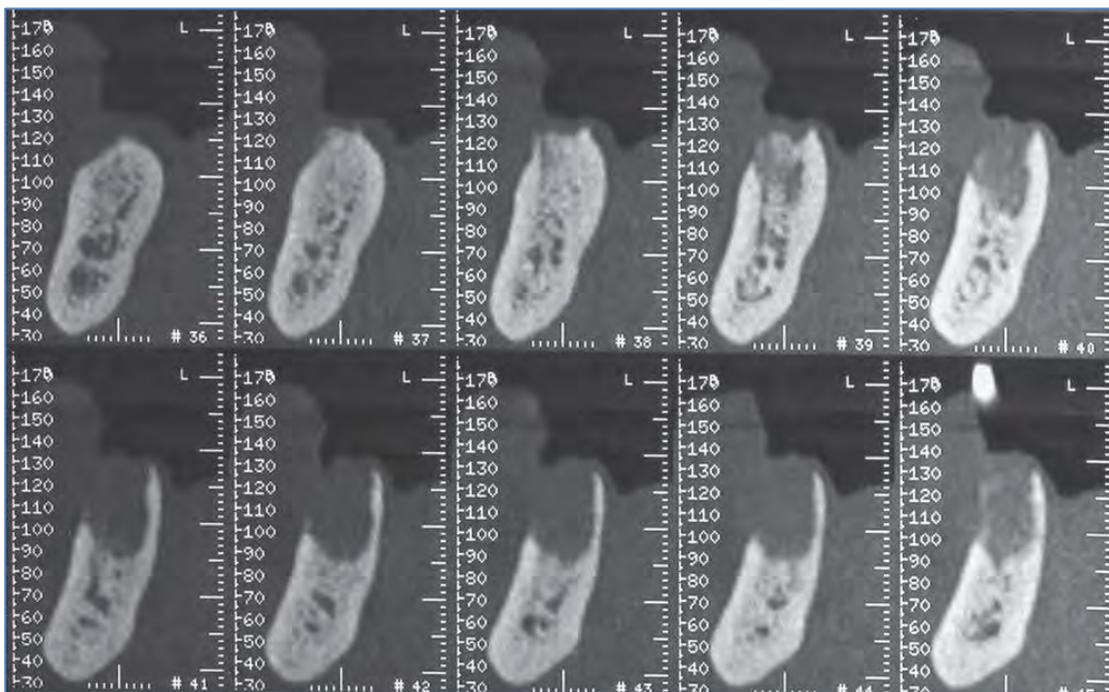


Figure 7 : Déficit osseux transversal à la mandibule. (Seban) (68)

Le guide radiologique pour sa part va matérialiser la position des volumes des axes implantaires imposée par la prothèse afin de concilier impératifs prothétiques et chirurgicaux (81).



Figure 8 : Réalisation d'un guide radiologique à partir d'un wax-up. (Missika) (81)

Il va permettre de confronter le projet prothétique à la morphologie osseuse du patient. D'une manière générale, plusieurs cas de figure seront alors possibles dont certains nous donneront l'indication d'une chirurgie osseuse (58) (16).

- La solution prothétique est en accord avec les possibilités anatomiques : c'est le cas idéal. L'utilisation du guide chirurgical est facultative.
- Le projet prothétique est en léger désaccord avec la morphologie osseuse du patient. Cette situation pourra nous amener dans certains cas à réaliser un aménagement d'un volume modéré.
- Le projet prothétique initial ne peut être réalisé avec le volume osseux sous-jacent. Ce dernier cas nous indiquera la nécessité d'une greffe osseuse afin de permettre la mise en place d'un projet prothétique pérenne.

L'implantologie et la chirurgie pré-implantaire sont donc facilitées par l'utilisation de ces guides radiologiques et chirurgicaux. Ils permettent d'être conformes aux objectifs thérapeutiques initialement fixés grâce à un positionnement précis des implants. Les avancées technologiques en termes d'imagerie 3D ont permis une approche numérique dans la gestion du positionnement implantaire. Ceci permet au praticien de poser l'indication d'une chirurgie osseuse plus facilement grâce à une analyse précise du volume osseux résiduel (16)(58).

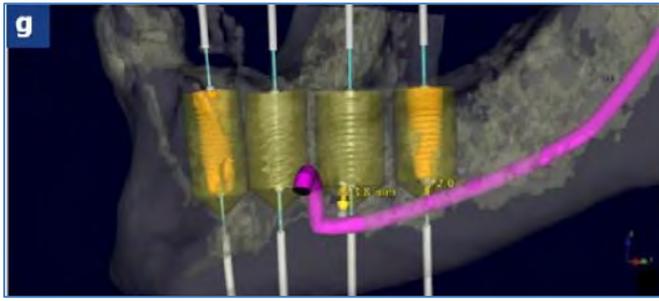
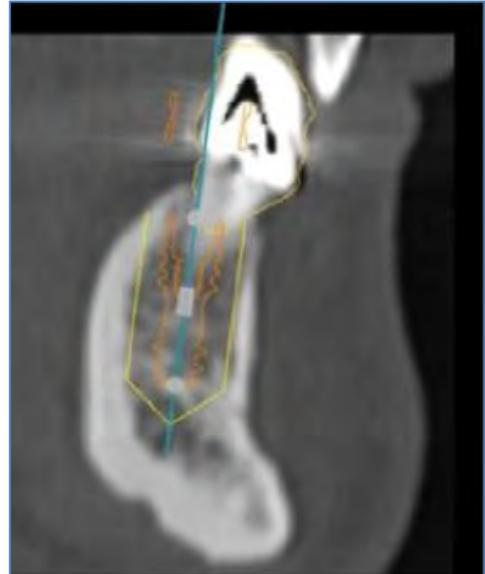


Figure 9 et 10 : Reconstitution 3D et coupe transversale avec **simulation** des implants et mise en évidence du nerf mandibulaire.

(Davarpanah et al) (16)



1.2.4. ANALYSE DE LA MORPHOLOGIE OSSEUSE RESIDUELLE

Afin de s'orienter vers la thérapeutique clinique la plus adaptée, le praticien devra faire la synthèse de plusieurs critères cliniques et radiologiques : la densité et la qualité osseuse, le volume du site receveur ainsi que du site à reconstruire, les obstacles anatomiques, la forme et l'angulation de la crête osseuse résiduelle.

1.2.4.1. CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TYPES DE DEFICITS OSSEUX

La classification de l'os se fera par l'intermédiaire de deux critères majeurs : la densité osseuse et le volume osseux restant dans les trois dimensions de l'espace (hauteur, largeur, longueur mésio-distale).

Densité osseuse :

La classification de la qualité et de la typologie osseuse a été fondée sur un plan histologique selon **Lekholm et Zarb** en 1985. C'est actuellement celle que l'on utilise fréquemment (40).

- **Type 1** : l'os est constitué presque exclusivement d'os compact homogène.
- **Type 2** : l'os est compact et épais, il entoure un noyau spongieux avec des trabéculations denses.
- **Type 3** : l'os est cortical et fin entourant un noyau spongieux à trabéculations dense.
- **Type 4** : os cortical fin entourant un noyau spongieux peu dense.

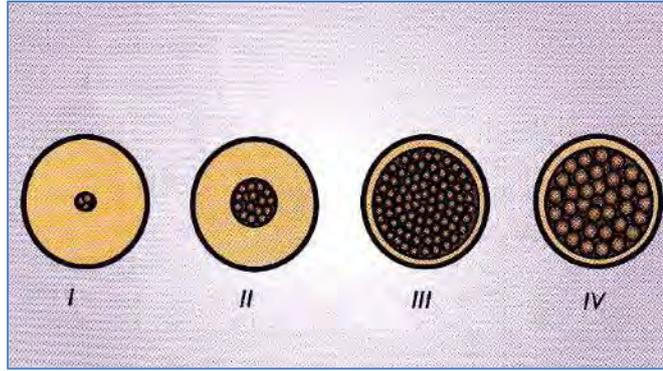


Figure 11 : Schéma montrant les 4 types osseux : les types I et II se trouvent plus fréquemment à la mandibule, les types III et IV au maxillaire. (Lekholm et Zarb) (40)

Volume osseux :

Au niveau mandibulaire la hauteur d'os se mesure par référence à des points anatomiques fixes au temps du diagnostic tels que le nerf mandibulaire et le sommet de la crête alvéolaire.

La longueur mésio-distale ne subira pas de perte osseuse à proprement parlé mais sera limitée par l'espace disponible entre les dents ou les implants déjà présents et par la branche montante de la mandibule en distal afin de permettre un environnement parodontal favorable.

La largeur vestibulo-linguale (largeur de crête) pourra elle aussi être sujette à une résorption plus ou moins importante. Le praticien pourra alors être confronté à des crêtes étroites.

Il existe plusieurs classifications, les plus utilisées sont celles de **Lekholm et Zarb** ainsi que celle de **Misch**. Les autres sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Classification de Lekholm et Zarb :

Division A : L'os est abondant dans toutes ses dimensions. Dans ce cas aucune chirurgie pré implantaire ne sera nécessaire.

Division B : L'atrophie osseuse est principalement dans le sens vestibulo-lingual, la résorption osseuse se réalisant de manière privilégiée dans le sens de la largeur. La diminution peut atteindre 40 % de la largeur de la crête pendant les 3 premières années consécutives à la perte de l'organe dentaire, pour ensuite se stabiliser.

Division C : Dans cette division, on considère que l'atrophie est modérée. La résorption osseuse s'effectue dans le sens de la hauteur et de la largeur. La crête osseuse édentée est inapte à recevoir un ou plusieurs implants dentaires.

Division D : L'état d'atrophie est important, la crête osseuse est résorbée dans les 2 dimensions.

Divisons E : C'est l'état d'atrophie le plus important. On constate une résorption très importante de l'os alvéolaire (40).

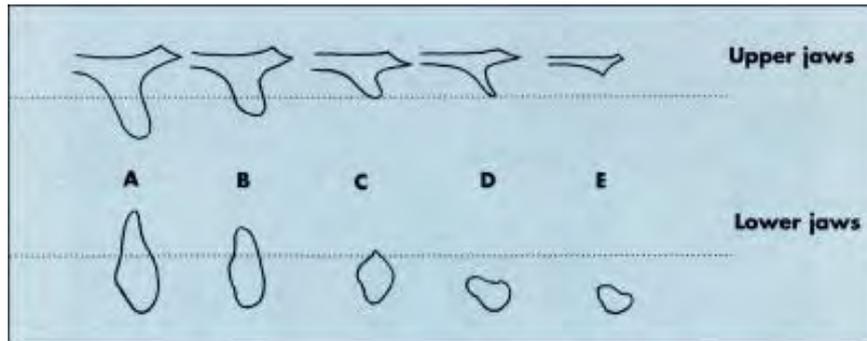


Figure 12 : Schéma représentant les différentes divisions de Lekholm et Zarb (Lekholm U, Zarb G.) (40)

Tableau des différentes classifications :

Auteur	Critère	Avantage	Inconvénient	Classification
SEIBERT (36)	Direction de la perte osseuse		Pas d'appréciation quantitative de la perte osseuse	Classe 1 : perte osseuse vestibulo linguale + hauteur normale de la crête Classe 2 : perte osseuse verticale + crête de largeur normale Classe 3 : Perte osseuse verticale et horizontale
ALLEN (29)	Degré de la perte osseuse	Plus précise		Légère : Perte osseuse inférieure à 3 mm Modéré : Perte osseuse entre 3 et 6 mm Sévère : Perte osseuse supérieure à 3 mm
LEKHOLM et ZARB (29)	Degré de la perte osseuse	Classification basée sur la qualité osseuse	Pas d'appréciation dans le sens vestibulo-lingual	Classe A : crête alvéolaire normale Classe B : résorption légère de la crête alvéolaire Classe C : os alvéolaire totalement résorbé, l'os basal est intact. Classe D : résorption de l'os basal

<p>CAWOOD et HOWELL (29)</p>	<p>Quantité d'os résiduel</p>	<p>Apprécie le relief de la crête</p>		<p>Classe I : arcade dentée</p> <p>Classe II : hauteur osseuse après avulsion</p> <p>Classe III : crête arrondie de hauteur et d'épaisseur normale</p> <p>Classe IV : crête très mince, hauteur normale</p> <p>Classe V : crête plate, très résorbée</p> <p>Classe VI : crête négative avec résorption de l'os basal</p>
<p>JENSEN (29)</p>	<p>Hauteur d'os résiduel</p>		<p>Pas d'appréciation dans le sens vestibulo-lingual</p>	<p>Classe A : os résiduel supérieur à 10 mm, implant de 10 totalement recouvert</p> <p>Classe B : hauteur d'os compris entre 7 et 9 mm</p> <p>Classe C : hauteur d'os résiduel entre 4 et 6 mm</p> <p>Classe D : os résiduel entre 1 et 3 mm 30 % de l'implant sont recouverts</p>
<p>GARDELLA et RENOARD (29)</p>	<p>Evaluation des composantes de ZARB et LEKHOLM</p>	<p>Complète</p>		<p>Classe 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> -édentement limité à une ou 2 dents -au moins 3 ou 4 parois résiduelles -perte osseuse verticale parfois importante (A, B, C, D) <p>Classe 2 : (crête en forme de lame de couteau)</p> <ul style="list-style-type: none"> -édentement limité à 3 ou 4 dents -nombre de parois dans le sens V/L de 1 ou 2 parois osseuses -perte verticale dans le sens B ou C <p>Classe 3 : (faibles pertes de substances)</p> <ul style="list-style-type: none"> -édentement d'une ou plusieurs dents -le nombre de parois résiduelles dans le sens vestibulo-lingual est de 3 ou 4 parois. -perte osseuse verticale réduite
<p>WANG et SCHAMMA RI (29)</p>		<p>Complète</p>		<p>Elle se répartit en trois classes : déficit horizontal, vertical ou combiné, puis chaque classe est sous définie :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Petite : déficit inférieur à 3 mm -Moyenne : déficit entre 4 et 6 mm -Grande : déficit supérieur à 7 mm

Les trois dimensions précédemment décrites nous indiqueront alors l'angulation de la crête alvéolaire résiduelle qui déterminera si le positionnement de l'implant imposé par l'os correspond au positionnement dicté par les différentes forces occlusales pour une réhabilitation prothétique pérenne.

Une divergence d'angulation entre la crête et le projet prothétique reste tolérable dans certaines limites par l'utilisation de piliers angulés. Il est à noter qu'avec la perte des dents, l'angulation de la crête alvéolaire est la plupart du temps modifiée.

Toutes ces classifications permettent d'appréhender l'os dans son volume, son axe et sa densité. Ces trois facteurs principaux vont nous orienter dans le choix entre les différentes prises en charges disponibles. L'objectif de la chirurgie osseuse sera de redonner à l'os un volume favorable à la réhabilitation prothétique.

1.2.4.2. OBSTACLES ANATOMIQUES :

Un des obstacles principaux de la greffe mandibulaire postérieure sera le nerf alvéolaire inférieur. Dans le cadre d'atrophies sévères des crêtes osseuses mandibulaires, il peut y avoir une proximité entre le sommet des crêtes et le nerf alvéolaire, ceci contre-indiquant une ostéotomie dans cette zone. Certains praticiens proposent de réaliser une transposition du nerf alvéolaire inférieur (62). Cependant cette technique reste très lourde. Selon **Guillaume** (28), le risque de présenter des troubles de la sensibilité durant les 2 mois postopératoire est élevé (dysesthésies, paresthésies ou anesthésies). Le risque de lésion du nerf au cours de la chirurgie est aussi présent. D'après **Russe et Flament** le taux de paresthésies labiomentonnières immédiates serait de 50 % (62). Seul 7 % présenteraient des complications au-delà de 12 mois. Cette technique reste donc relativement marginale et n'est indiquée que lorsqu'une augmentation verticale est impossible.

Une résorption importante de la crête alvéolaire mandibulaire pourra également entraîner une proximité entre le futur site implantaire et la loge sous-mandibulaire. Le bilan radiologique permettra de contrôler si un compromis sur l'angulation de l'implant ou un aménagement osseux est nécessaire.

2. DESCRIPTION DES DIFFERENTES TECHNIQUES

PREAMBULE

Le processus de résorption est plus important dans les 3 premiers mois après une perte des organes dentaires et se réduit nettement après 6 mois. Cette résorption est propre à chaque individu et peut rendre impossible la pose d'un implant, sans la mise en place d'une technique d'augmentation osseuse. La morphologie du défaut osseux va conditionner en grande partie le choix de la technique de reconstruction (36). Nous rappellerons dans cette partie les différents types de greffe d'apposition, le principe de régénération osseuse guidée, ainsi que les techniques d'ostéotomie segmentaire et de distraction osseuse.

2.1. GREFFE D'APPOSITION OSSEUSE (EN ONLAY)

La greffe osseuse est un transfert de tissu qui permet de reconstruire un déficit osseux. Dans le cadre de cette thèse, le déficit osseux est dans la zone postérieure de la mandibule. Le greffon est prélevé soit sur le patient lui-même (autogreffe), soit sur un donneur de même espèce (allogreffe), ou encore sur une espèce différente (xéno greffe, d'origine corallienne ou bovine)

2.1.1. LES DIFFERENTS TYPES DE GREFFONS :

2.1.1.1. GREFFES AUTOGENES

Les greffons autogènes se regroupent en 2 catégories principales, les prélèvements intra-oraux et les prélèvements extra-oraux.

Prélèvement intra-oraux :

Les sites intra-oraux sont généralement utilisés pour traiter les insuffisances osseuses de faible ou moyenne étendue, ils ont l'avantage de ne nécessiter qu'une anesthésie locale, ce qui facilite l'intervention chirurgicale. On peut décrire deux types de prélèvements principaux:

Le greffon symphysaire :

Aussi appelé prélèvement mentonnier, cette technique a été grandement simplifiée par l'utilisation de la piézochirurgie qui facilite le prélèvement osseux (48).

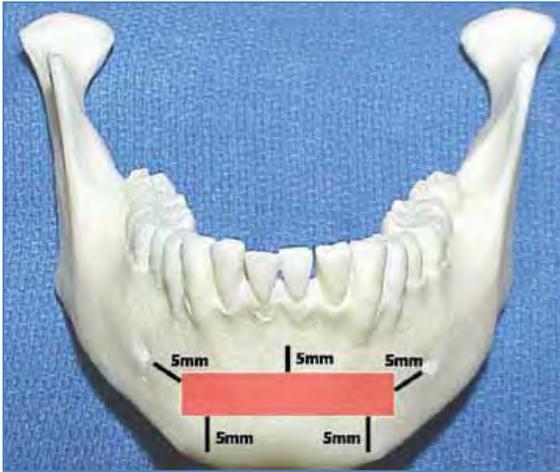


Figure 13 : Ce schéma nous illustre la « règle des 5's » qui permet de prévenir des lésions au niveau des dents, de l'innervation sensorielle du nerf mandibulaire ainsi que du bord inférieur de la mandibule.
(Toscano) (48)

Protocole opératoire : (Seban)(67)(68)

La première incision verticale part de la muqueuse, d'une profondeur de 5 mm, elle va au-delà de la ligne muco-gingivale dans le fond du vestibule. Elle s'étend de la face distale d'une canine à l'autre canine, elle permet d'ouvrir les berges.



Figure 14 : Incision vestibulaire basse du plan superficiel parallèle à l'axe des dents s'étendant à la face distale d'une canine à l'autre.
(Seban) (67)

La seconde incision est musculaire et part de la base de la première, elle est perpendiculaire et va au contact osseux, le lambeau mucopériosté mettra en évidence les émergences des nerfs mentonniers afin de les respecter.

Figure 15 : Incision du plan profond au contact osseux perpendiculaire à l'axe des dents (Seban) (67)



Avec une fraise boule montée sur une pièce à main chirurgicale ou un piézotome, on effectue des perforations à intervalles réguliers et traversant l'os spongieux. On privilégiera l'ostéotomie réalisée à l'aide de la piézochirurgie, pour mieux garantir l'intégrité de la taille du greffon.



Figure 16 : On comble le défaut osseux créé par le prélèvement avec un substitut allogénique. (Seban) (67)

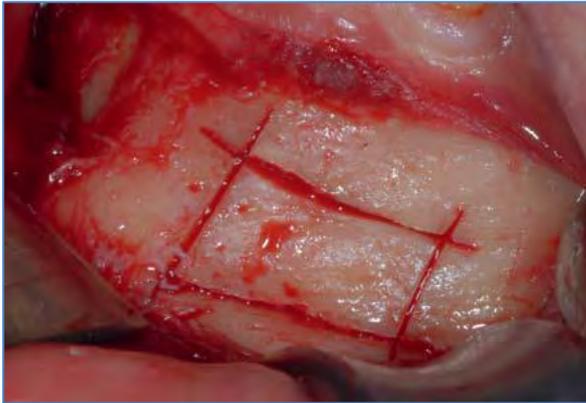


Figure 17 et 18: L'ostéotomie se fera alors classiquement avec deux traits horizontaux et deux traits verticaux permettant de séparer le greffon du site receveur. Un segment cortico spongieux est ainsi mobilisé, la partie spongieuse correspondant à la zone profonde (Seban) (67)



Fig 19 et 20 : Suture discontinue du plan profond à l'aide d'un fil résorbable puis fermeture du plan superficiel. (Seban) (67)

Le greffon ramique :

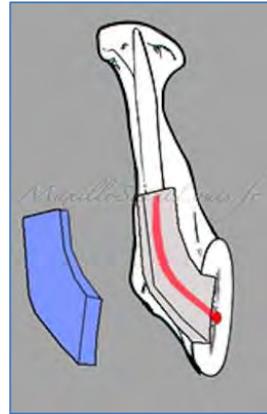
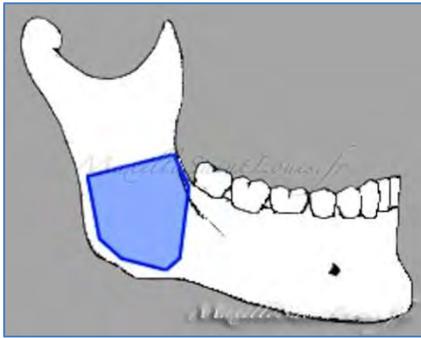


Figure 21 et 22 : Schéma de la mandibule, la zone bleue représente la zone de prélèvement (maxillo.saintlouis.fr) (84)

Présentation du greffon

La zone de prélèvement est située entre la moitié antérieure du ramus, en avant de la lingula, et le corps mandibulaire dans sa partie latérale, en avant du foramen mentonnier. Le volume d'os prélevé est similaire à celui retrouvé au menton, mais n'est composé que de très peu de tissu spongieux (84).

Protocole opératoire :

- La première incision, en arrière du bord antérieur de la branche montante, suit la ligne oblique externe jusqu'en avant de l'aplomb de la première molaire (48).

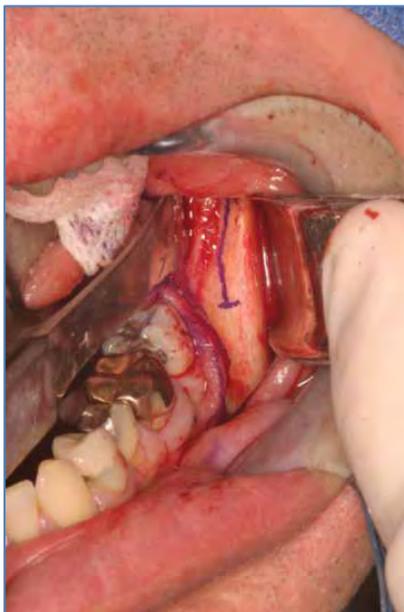


Figure 23 : on réalise une incision crestale avec un trait de décharge distal, qui permet de mettre en évidence le ramus. (Toscano) (48)



Figure 24 : Le bloc osseux est fracturé avec des ciseaux, la périphérie de l'ostéotomie est redéfinie avec le burin. (Toscano) (48)

- Le lambeau muco-périosté est décollé du corps mandibulaire et expose la face latérale du ramus.
- Une fois le site osseux à découvert, 4 traits d'ostéotomie sont réalisés, 2 verticaux et 2 horizontaux.
- On finit le clivage au ciseau-burin pour séparer la pièce corticale rectangulaire d'une épaisseur de 3 à 6 mm, de l'os spongieux.

Prélèvements extra-oraux :

Les prélèvements extra oraux seront justifiés dans le cadre d'insuffisance osseuse, de grande étendue. Ce type de chirurgie nécessite une équipe pluridisciplinaire.

Dans le cadre de greffe d'apposition, en postérieur de la mandibule, certains auteurs (**Misch, Khoury**) pensent que l'os autogène est supérieur aux substituts osseux du fait qu'il présente des propriétés, mécaniques et ostéogéniques supérieures (36)(45). Parfois, le volume d'os autogène nécessaire à la chirurgie osseuse ne pourra être obtenu avec les techniques mentionnées précédemment (36). Des sites extra-oraux ont ainsi été décrits en privilégiant le prélèvement d'os d'ossification membraneuse. Plusieurs sites de prélèvement sont proposés.

- L'os pariétal
- L'os ulnaire
- L'os iliaque

Prélèvement iliaque : (8) (79) (63)

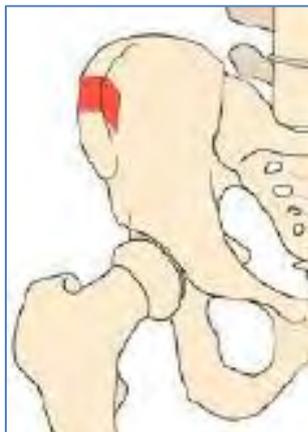


Figure 25 : En rouge la zone du prélèvement.

(Service maxillo-facial d'albi)

Ce prélèvement s'effectue sur la crête iliaque antérieure. C'est un os cortico spongieux qui a l'avantage de pouvoir être prélevé en quantité importante. Il peut être utilisé sous plusieurs formes : bloc cortico spongieux, lamelles osseuses et particules. Comme les autres os autogènes, il a un fort pouvoir ostéogénique (63).

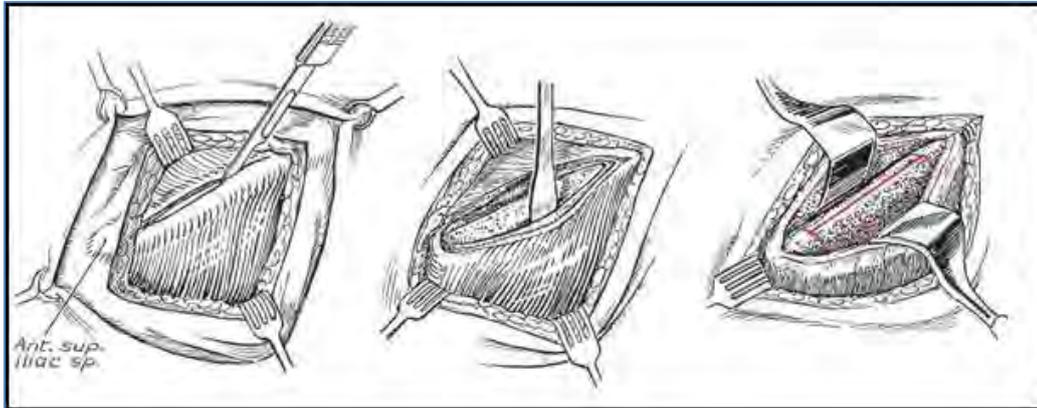


Figure 26 : Prélèvement iliaque incision périostée, et ostéotomie.
(Saunders, reconstructive plastic surgery 1977)(63)

Prélèvement pariétal (88) :

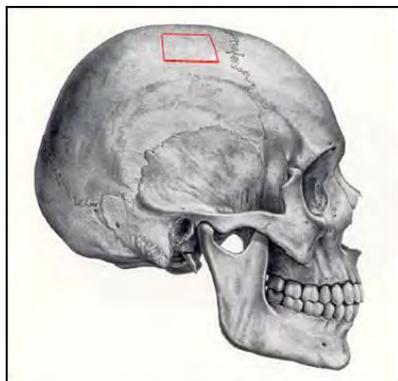


Figure 27: Schéma de la zone de prélèvement pariétal.

(Saunders, reconstructive plastic surgery 1977)

Comme dans le prélèvement iliaque, (63) l'os sera relativement corticalisé avec une résorption post opératoire relativement faible. Le volume osseux disponible est important. Les douleurs postopératoires et le problème esthétique sont limités. Cette technique a pour inconvénient un risque de fracture de la corticale interne pendant l'opération ou lors d'un traumatisme après l'opération qui peut entraîner des lésions neurologiques graves. Cette technique est donc à utiliser lorsque les prélèvements intra-oraux sont insuffisants tout en ayant une réflexion sur l'apport thérapeutique de cette technique vis-à-vis des risques chirurgicaux encourus.

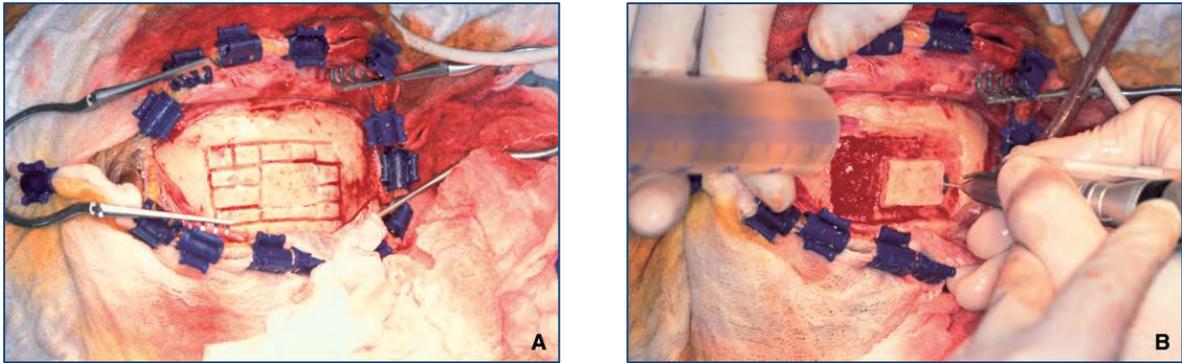


Figure 28 et 29 : Une fois l'os pariétal mis à nu, le chirurgien commence par délimiter la taille des principaux plateaux corticospongieux à l'aide d'une grosse fraise boule (A). Puis les plateaux sont prélevés avec précaution : une scie circulaire diamantée permet d'amorcer la limite profonde (B) avant la levée du greffon au ciseau à frapper. (leclerc) (88)

Prélèvement ulnaire :

Cette technique de prélèvement reste marginale. Elle est décrite par **Manhès** et **Faivre** (44). Cette technique présenterait l'avantage d'avoir une absence de morbidité au niveau du site de prélèvement ainsi qu'un risque de complications relativement faible. La localisation du site de prélèvement correspond plus aux attentes psychologiques, physiques et esthétiques, ainsi que socioprofessionnelles du patient. Ce prélèvement osseux permet d'avoir les propriétés d'un greffon corticospongieux, néanmoins, l'origine embryologique enchondrale de l'os entrainera une résorption importante de celui-ci.



Figure 30 : Radiographie de la zone de prélèvement d'un greffon ulnaire de 5cm de long sur 1 cm de large ensuite dédoublé en 2. (Manhès) (44)

Tableau récapitulatif:

Type de prélèvements	Avantages	Inconvénients	Complications éventuelles
Greffon symphysaire	<p>Bloc corticospongieux de bonne qualité</p> <p>Traitement d'un espace édenté correspondant à l'absence de 2 à 3 dents</p> <p>Accès chirurgical facile</p>	<p>Quantité osseuse limitée</p> <p>Sutures de la zone de prélèvement en 2 plans, muqueux et musculaires.</p>	<p>Œdème réduit par un pansement compressif</p> <p>Ecchymoses</p> <p>Hypoesthésie labio-mentonnaire régressive en quelques semaines (lésion du pédicule incisivo-canin)</p> <p>Section des apex des incisives et canines</p> <p>Brides cicatricielles inesthétiques</p>
Greffon de l'angle mandibulaire	<p>Bloc cortical abondant dans les couches profondes rétro molaires</p> <p>Traitement d'un espace édenté correspondant à l'absence de 3 à 4 dents</p> <p>Pas de préjudice esthétique</p>	<p>Difficulté d'accès au site chirurgical</p> <p>Mise en place d'implants contre-indiquée dans la région du prélèvement pour certains (67)</p> <p>Intervention hémorragique selon l'importance du décollement du lambeau (67)</p> <p>Contre indiqué si la zone du ramus est atrophiée ou si fracture préalable</p>	<p>Trismus postopératoire</p> <p>Risque de lésion du nerf alvéolaire inférieur</p> <p>Risque de lésion du nerf lingual</p> <p>Risque de lésion des racines des molaires</p> <p>Dyesthésie due à l'hématome postopératoire, résolutive en quelques jours</p> <p>Brides cicatricielles</p>
Greffon iliaque	<p>Quantité et qualité de l'os présent</p>		<p>Complications neurologiques pouvant être très graves</p> <p>claudication et douleurs</p>
Greffon pariétal	<p>Quantité et qualité de l'os présent</p>		<p>Risque de fracture post-opératoire pouvant entraîner des lésions cérébrales très graves</p>

Les blocs osseux autogènes d'origine endochondrale (os iliaque), auront une résorption osseuse plus importante que des greffons d'ossification membraneuse lors du développement embryologique (os pariétal et mandibule). Le greffon mandibulaire semble être celui possédant le plus faible taux de résorption. Le succès d'une greffe osseuse dépendra principalement de sa capacité de revascularisation. La qualité et la vitesse de celle-ci seront aussi à prendre en compte.

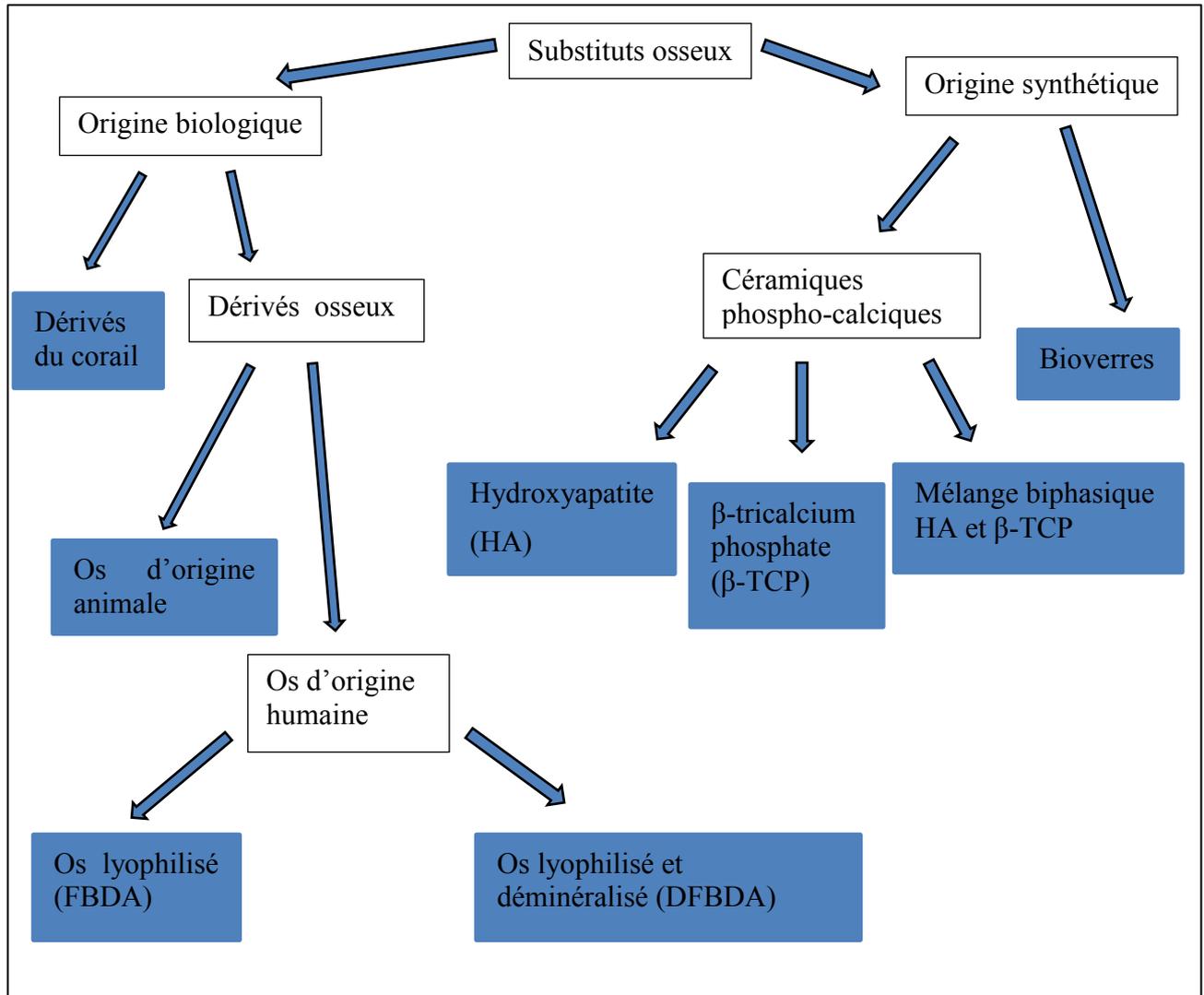
On considère que les cellules osseuses présentes dans le greffon ont une capacité de survie de 4 jours sans vascularisation. La revascularisation primaire est assurée par les tissus mous et le périoste. Lors de la pose d'une membrane non résorbable imperméable, cette revascularisation sera inhibée, ce qui contre indique ce type de membrane (36).

Synthèse :

Si le greffon pariétal offre le grand avantage de ne subir qu'une très faible résorption, la greffe iliaque permet d'obtenir une plus grande quantité d'os, plus facile à modeler et à mettre en place sur un site de greffe volumineux. Pour des quantités d'os modérées, le greffon mandibulaire sera préféré. Dans tous les cas, la vascularisation du greffon sera primordiale pour limiter le taux de morbidité. Le fait d'avoir deux sites opératoires double le risque de développer des complications (hémorragies, hématomes, infections,...).

2.1.1.2. LES AUTRES TYPES DE SOURCES

Une alternative à l'os autogène repose sur l'utilisation de substituts osseux, naturels ou synthétiques. La multiplicité des matériaux révèle qu'aucun, à l'heure actuelle, ne satisfait au cahier des charges "idéal" d'un substitut osseux dans ses propriétés mécaniques et biologiques.

Tableau de synthèse de différents substituts osseux (13) :

Les allogreffes (88)

Elles sont définies comme des « greffes dans laquelle le greffon est emprunté à un sujet de même espèce mais de formule génétique différente ». Elles permettent de reconstituer les propriétés structurelles de l'os en apportant un support matriciel. Elles permettent d'initier une néoformation osseuse au niveau de l'interface hôte-greffe. Comme dans le cas de greffes autogènes, la vascularisation du site receveur ainsi que la présence de cellules ostéogéniques sont essentielles. Cet os d'origine corticale ou spongieuse existe sous 2 formes principales (34) :

- Os lyophilisé minéralisé ou FBDA (Freeze-dried bone allograft)
- Os lyophilisé déminéralisé ou DFBDA (Demineralized freeze-dried bone allograft)

D'après **Piatelli** (53), l'os minéralisé semble posséder un meilleur effet ostéoconducteur avec une néoformation osseuse plus étendue. D'autres auteurs comme Schwarz et Schlag(66) ne remarquent pas de différence significative entre les deux types de matériaux. Ceci est probablement dû à la dénaturation des protéines lors des différents traitements des matériaux (radiations ionisantes, oxyde d'éthylène, chaleur) (13) . Il est à noter que l'allogreffe étant inerte, elle n'a pas de capacité d'ostéoinduction mais une capacité d'ostéoconduction. L'allogreffe devra obligatoirement être colonisée par les cellules du site receveur, ce qui retardera la prise de la greffe en comparaison à celle d'une autogreffe. Cet os, d'origine corticale ou spongieuse, existe sous 2 formes principales (4). Les allogreffes sont distribués par des banques de tissus qui doivent préalablement être autorisés par l'ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé), comme Biobank©.

Allogreffe en poudre : elle est utilisée pour combler les alvéoles, en comblement de sinus, réparation des déhiscences implantaires, perte de substance mineure de la crête alvéolaire.



Figure 31 : Poudre d'os spongieux (Biobank) (66)

Allogreffe en bloc : elle est principalement utilisée pour une augmentation de la largeur crestale. Son efficacité est très controversée car source de nombreux échecs (66).



Figure 32 et 33 : exemple de bloc allogénique d'os spongieux ainsi que de plaquette d'os cortico-spongieux. (Biobank) (66)

Exemples: BIOBANK ©, GRAFTON ® DBM, OSTEOSET BDM ®

Les xénogreffes

Les xénogreffes sont des greffes dans lesquelles le greffon provient d'une espèce différente de celle du receveur. En chirurgie orale, les xénogreffes utilisées sont principalement d'origine bovine ou porcine. Les différents traitements effectués pour décontaminer le greffon et pour éviter une réaction immunologique détruisent les protéines présentes. Comme dans le cas de l'allogreffe, la xénogreffe ne possède que des propriétés ostéoconductrices avec un faible taux de résorption, comparable à l'os trabéculaire humain. Ceci permet donc une néoformation osseuse grâce à la colonisation de cellules mésenchymateuses au sein de la structure poreuse du greffon. Elles sont utilisées par exemple dans le cas de comblement sinusien.

Vail (72) a étudié la relation entre le diamètre des particules et leur capacité d'ostéoinduction. Ses résultats révèlent une néoformation osseuse plus importante ainsi qu'un risque inflammatoire limité pour les particules de gros diamètre (2.0 mm^3) (69).



Figure 34 : Bio-Oss®

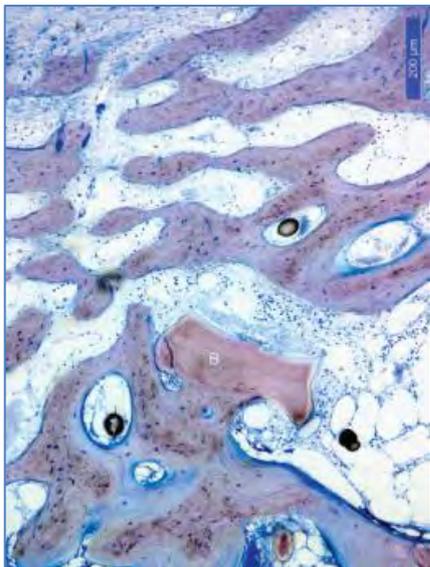


Figure 35 : Coupe d'os lamellaire néoformé avec particules de bio-oss (B) intégré. (Simion) (69)

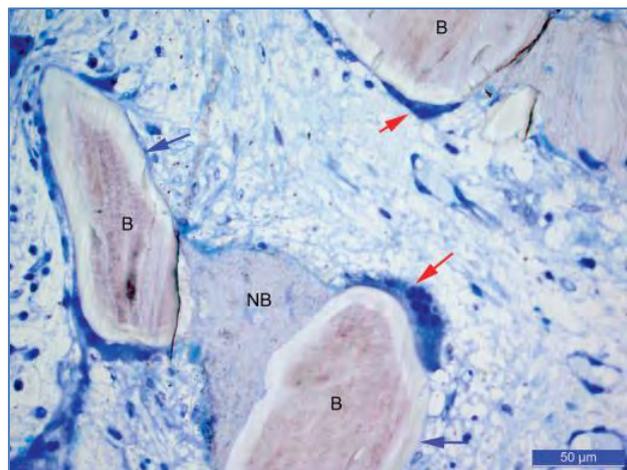


Figure 36 : Observation de l'activité macrophagique (flèche rouge) au bord de particules de bio-oss (B) (Simion) (69)

Les matériaux alloplastiques (26)

Ce sont des matériaux d'origine synthétique, le risque de transmission d'agent pathogène n'existe donc pas. Il existe plusieurs types de matériaux utilisés

- Les matériaux bio-tolérants : polyméthylacrylate
- Matériaux bio-inertes : composé d'alumine
- Matériaux bio-actifs: sous forme résorbable pour le phosphate tricalcique ou non résorbables pour les hydroxyapatites.

Sous forme poreuse, l'hydroxyapatite pourra participer à la néoformation osseuse mais devra impérativement être en contact avec de l'os cortical, pour être efficace. Il peut également être utilisé en complément d'un greffon autogène si ce dernier est en quantité insuffisante.

- origine synthétique : PEPGEN®

Utilisation des facteurs de croissance

Selon **Seban** (2008), les concentrés plaquettaires de fibrine riches en plaquettes (PRF), en combinaison avec un greffon osseux, ont montré cliniquement une activation de la cicatrisation du site greffé par l'effet des cytokines contenues dans le PRF. Le mélange d'un extrait plaquettaire à un greffon broyé, améliore la stabilisation du broyat osseux dans les comblements sous sinusiers grâce au pouvoir adhésif de la fibrine qui forme un caillot fibrineux compact (68) (41).

Selon **Campan** et **Estrade** (2008), l'utilisation de plasma riche en plaquettes (PRP), source autogène de concentré plaquettaire, semble favoriser la cicatrisation et la maturation du matériau greffé. Le plasma riche en fibrine (PRF), comme pansement de fibrine, favorise l'angiogenèse et la vascularisation tissulaire (11).

Tableau récapitulatif des différents matériaux de greffe disponibles.(67)

Matériaux	Avantages	Inconvénients
Os autogène	Capacité ostéogénique et ostéoinductrice (cas des blocs cortico-spongieux) Faible taux de résorption (pour les greffons d'origine membranaire) Revascularisation et consolidation rapide du greffon	Quantité limitée (prélèvement intra oraux) Deux sites opératoires Complications liées au site de prélèvement Résorption aléatoire Technique réservée à des praticiens spécialisés
Allogreffe	Disponible en quantité non limitée Facilité de conservation Un seul site opératoire Résorption après néoformation osseuse Forme et taille standardisées Manipulation facilitée	Risque minime de transmission d'un agent pathogène Risque minime de réaction immunologique Propriétés mécaniques variables Banque autorisée par l'ANSM
Xéno greffe	Disponible en quantité non limitée Structure poreuse facilitant l'ostéoinduction Facilité de conservation Un seul site opératoire	Risque minime de transmission d'un agent pathogène La résorption du matériau est seulement partielle Risque minime de réaction immunologique
Matériau alloplastique	Disponible en quantité non limitée Un seul site opératoire Pas de risques immunologiques Les matériaux à base de β -TCP sont bioactifs (ostéoconduction) et biodégradables	Les propriétés biologiques et mécaniques varient en fonction des différents types : -fragilité des blocs alloplastiques en zone de contrainte -matériaux à base d'alumine sont bio inertes et non résorbables

2.1.2. GREFFE D'APPOSITION PAR UN BLOC OSSEUX CORTICO SPONGIEUX

La technique de greffe par apposition d'un bloc cortico spongieux sur la crête alvéolaire mandibulaire permet une correction en hauteur et en largeur. L'utilisation d'un bloc osseux autogène sera privilégiée dans la mesure du possible. Le fait que la greffe se fasse en postérieur au niveau de la crête mandibulaire va poser des problèmes de résorption postopératoire pour plusieurs raisons :

- un os cortical compact,
- une vascularisation réduite,
- un greffon pouvant s'avérer difficile à positionner,
- un risque de mobilisation du site en raison de la proximité des insertions musculaires.

Afin d'optimiser la vascularisation, il faudra conserver le périoste lingual. Le prélèvement doit avoir une forme, une taille et un volume adaptés au site receveur.

Il ne doit pas non plus être surdimensionné, ce qui provoquerait plusieurs problèmes :

- le recouvrement du site par la muqueuse peut devenir complexe et difficile à réaliser,
- le plan prothétique initial peut se révéler impossible à réaliser à cause d'un espace prothétique trop faible sans réintervention chirurgicale.

La piézochirurgie nous permet de surmonter ces problèmes grâce à une précision de coupe importante et à la possibilité de remanier le greffon pour qu'il convienne parfaitement (38).

Au niveau de la mandibule, une vis sera suffisante si le greffon est « encastré ». Dans le cas contraire, plusieurs vis d'ostéosynthèse seront nécessaires pour assurer la fixation du greffon et empêcher sa rotation.

2.1.2.1. PROTOCOLE CLINIQUE :

Cette technique est décrite par **Seban** (68), elle correspond à la technique de greffe osseuse la plus classique.

- Incision crestale décalée en lingual afin de récliner un lambeau de pleine épaisseur.
- Prélèvement du bloc cortico spongieux (comme vu précédemment).

- Préparation du bloc cortico spongieux pour s'adapter au site receveur, il peut être scindé en plusieurs parties et/ou broyé avec de l'os cortico spongieux afin de combler les espaces libres.
- Préparation du site avec piézochirurgie.
- Scarification de l'os au travers de la corticale osseuse mais sans aggraver le déficit osseux, afin de provoquer une vascularisation (activation angiogénique).
- Placement du greffon en une ou plusieurs parties et fixation grâce à des vis d'ostéosynthèse.
- Mise en place du broyat osseux au niveau des toutes les zones libres pour assurer une continuité du volume osseux apporté.
- Utilisation éventuelle d'une PRF (fibrine enrichie en facteurs plaquettaires obtenue par centrifugation d'un prélèvement sanguin) pour recouvrir le site traité et ainsi favoriser la cicatrisation.
- Réalisation des sutures qui doivent posséder une résistance.
- Contrôle radiologique du greffon.

2.1.2.2. INDICATIONS

Cette technique est indiquée si la morphologie de la crête alvéolaire permet une bonne coaptation avec le bloc cortico-spongieux. Les tissus mous aux alentours du site opératoire doivent pouvoir recouvrir le greffon mis en place.

2.1.2.3. CONTRE-INDICATIONS

Le fait d'avoir une crête saillante pose problème vis-à-vis du placement du greffon. En effet, pour pouvoir positionner le greffon correctement, une régularisation crestale importante sera nécessaire, avec en plus un comblement des irrégularités avec du broyat osseux. Ceci limite de façon non négligeable le gain de la greffe dans le sens vertical (65).



Figure 37 : Si la crête alvéolaire est trop étroite, le bloc osseux ne pourra pas être placé de manière à réaliser une augmentation verticale. (Schulte) (65)

2.1.2.4. LIMITES

Du fait des problèmes liés à la vascularisation, on note selon Jensen un taux de résorption pouvant aller jusqu'à 40 % du volume osseux greffé (39).

2.1.3. GREFFE D'APPOSITION COMBINÉE A UNE RÉGÉNÉRATION OSSEUSE GUIDÉE

Cette technique est une variante de la technique précédemment décrite. Elle diffère essentiellement par la pose d'une membrane, après la mise en place du greffon autogène. Le protocole opératoire est décrit par Nicholas **Toscano** (48).

2.1.3.1. PROTOCOLE OPÉRATOIRE

Dans ce cas clinique, le bloc autogène est prélevé au niveau de la symphyse mentonnière comme vu précédemment. Le protocole clinique avec un greffon mandibulaire est sensiblement le même.

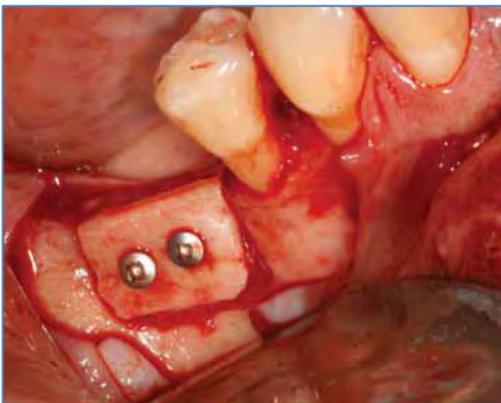


Figure 38 : Le bloc autogène est fixé avec 2 vis pour assurer sa stabilité et empêcher la rotation de celui-ci. Pour permettre une bonne coaptation, une ostéotomie du greffon et du site receveur peut être réalisée.

(Toscano) (48)

Le greffon est ajusté et adapté au site receveur pour que la surface de contact greffon/site receveur soit la plus importante possible. Il faut cependant faire attention à ne pas trop réduire la taille du greffon. On peut modifier la forme du site receveur, si nécessaire. Les zones de fixations des vis sont ensuite déterminées. On utilise des forets avec un diamètre supérieur à celui des vis qui seront utilisées par la suite, afin que le pas de vis soit actif uniquement sur le site receveur et non pas sur le greffon autogène. On prépare ensuite l'os du site receveur et celui du greffon, afin d'optimiser l'apport sanguin. Si le greffon est d'origine symphysaire, la préparation de ce dernier est facultative.



Figure 39 : Mise en place de la membrane.
(Toscano) (48)

Des incisions de décharge de la muqueuse et du périoste sont réalisées pour que le recouvrement du greffon soit passif. Des particules d'os lyophilisé non minéralisé sont ensuite placées autour du greffon pour combler les espaces. Des facteurs de cicatrisation comme le PRF peuvent être utilisés. Une membrane collagénique est ensuite mise en place, elle doit recouvrir le greffon de 3 mm dans toutes les directions. Le site est ensuite suturé. Il est essentiel qu'il n'y ait pas de tensions des muqueuses qui recouvrent le site opératoire.



Figure 40 : *Contrôle radiologique après mise en place de l'implant. (Toscano) (48)*



Figure 41 : *Contrôle de la crête osseuse après 4 mois. (Toscano) (48)*

2.1.3.2. AVANTAGES / INCONVENIENTS

Cette technique combine les avantages de la greffe par bloc autogène cortico-spongieux et celle de la régénération osseuse guidée (48).

- Le gain horizontal est de 7.5 mm contre 3.5 mm pour une technique utilisant uniquement une ROG (24).
- La cicatrisation osseuse est aussi plus rapide, de 3 à 4 mois selon **Busers** et **Feuille** (24) (10).
- Le fait d'utiliser un greffon autogène corticalisé permet une densité osseuse optimale pour les implants.
- Cette méthode évite d'avoir recours à un site donneur extra-oral.
- La stabilité du bloc autogène et la forme de la crête osseuse est optimale (55).
- La résorption osseuse post opératoire est moindre par rapport à une technique d'apposition osseuse standard (74) (9).

2.1.4. LA TECHNIQUE DU COFFRAGE AVEC UN SEUL PAN

La particularité de cette technique consiste à réaliser une tranchée mandibulaire sagittale qui va permettre de placer le greffon osseux de façon verticale (54). Ce dernier est prélevé au niveau de la branche montante mandibulaire. Ceci a pour avantage d'offrir un greffon osseux autogène tout en ayant une seule zone opératoire puisque le site de prélèvement et le site receveur sont relativement proches. Cette technique est indiquée lorsqu'on est en présence d'une crête alvéolaire postérieure étroite.

L'anesthésie peut être locale ou générale avec une prémédication d'antibiotiques et de corticoïdes.

2.1.4.1. PROTOCOLE CLINIQUE:



Figure 42 : Prélèvement du greffon ramique mandibulaire au piézo-tome (voir greffe autogène). (Pierrefeu) (54)

L'incision contourne le collet de la dent la plus distale, puis suit la crête édentée légèrement sur le versant vestibulaire (54). Elle est prolongée, en postérieur, le long de la ligne oblique externe. Le décollement expose le nerf mentonnier.



Figure 43 et 44 : Greffon initial ramique prélevé puis greffon après l'utilisation du moulin à os. (Pierrefeu) (54)



Figure 45 : Préparation du site receveur avec la réalisation d'une tranchée mandibulaire latérale et perforation de l'os cortical afin de favoriser la vascularisation. (Pierrefeu) (54)



Figure 46 : Le greffon autogène est « calé » dans la tranchée et reste à distance de la zone receveuse. (Pierrefeu) (54)

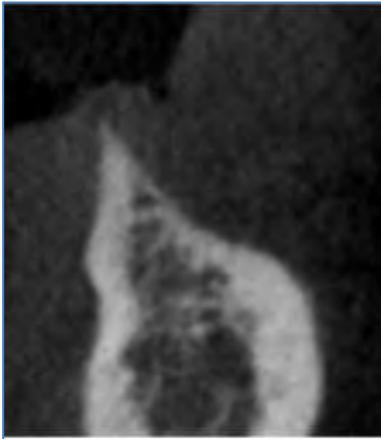


Figure 47 :
Tomodensitométrie
préopératoire, crête
étroite mais hauteur
conservée. (Pierrefeu)
(54)

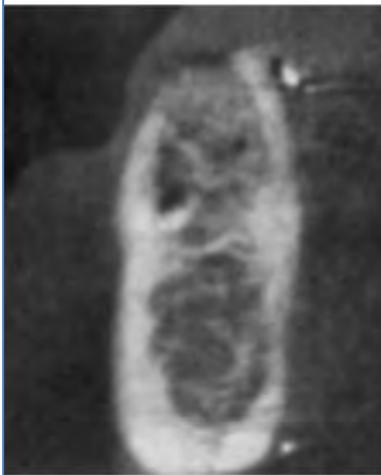


Figure 48 : Contrôle à 4
mois en postopératoire.
On observe une
augmentation du volume
en largeur et hauteur
avec peu de résorption.
(Pierrefeu) (54)



Figure 49: Suture des tissus
mous de façon à ce que les
tensions sur ceux-ci soient
modérées et étanches.
(Pierrefeu) (54)

2.1.4.2. TECHNIQUE A 2 OU PLUSIEURS PANS :

Pascual (51) décrit une technique à 2 pans. Les 2 blocs osseux sont stabilisés entre eux par des vis en titanes. Le greffon est fixé à la mandibule avec une plaque d'ostéosynthèse mandibulaire.

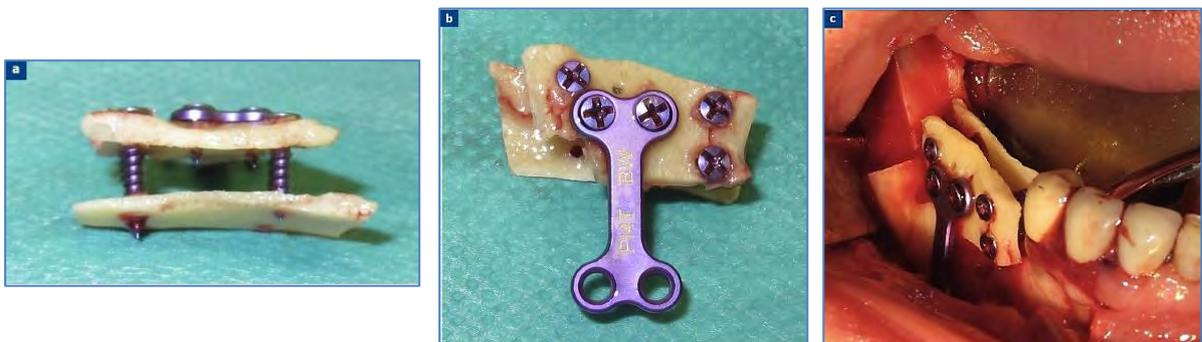


Figure 50 :(A) vue crâniale du greffon. (B) vue vestibulaire (C) greffon mis en place dans la mandibule D.Pascual. (89)

2.1.4.3. INDICATIONS / CONTRE-INDICATIONS

Cette technique est adaptée aux crêtes alvéolaires postérieures de faible épaisseur présentant un défaut vertical léger. Cette technique sera à privilégier dans le cas de crêtes saillantes.

2.1.4.4. AVANTAGES / INCONVENIENTS

Cette méthode a l'avantage d'être applicable à des formes de crêtes normalement inadaptées à la greffe d'apposition. Les inconvénients liés à la nécessité d'os autogène sont les mêmes que pour une greffe d'apposition standard. Le taux de résorption sera aussi relativement important.

2.2. LA REGENERATION OSSEUSE GUIDEE

La régénération osseuse guidée est une technique qui découle de la régénération tissulaire guidée, par Nyman et coll en 1982, issue du domaine de la parodontologie. Le principe de régénération osseuse guidée est décrit pour la première fois par Murray et coll en 1957. C'est un processus biologique qui permet la restauration du tissu osseux.

2.2.1. CONDITIONS NECESSAIRES POUR UNE ROG

Il est nécessaire de disposer d'une source de cellules ostéogéniques à proximité de la zone à régénérer, la présence de tissu osseux spongieux est donc indispensable. La bonne vascularisation du site sera un facteur déterminant quant à la réussite du traitement. Le volume osseux à régénérer doit rester stable pendant toute la période de cicatrisation.

2.2.2. PRINCIPE BIOLOGIQUE DE LA TECHNIQUE

L'os possède une capacité naturelle de cicatrisation/régénération. Les principes de la ROG sont décrits par Buser en 1993 (83). La membrane joue un rôle de barrière en isolant les cellules ostéoprogénitrices ainsi que la matrice osseuse, d'une contamination par des cellules conjonctives (fibroblastes) et épithéliales. Elle permet ainsi d'éviter une compétition cellulaire qui serait défavorable à la néoformation osseuse (2). La régénération osseuse guidée résulte de 3 phénomènes : l'ostéogenèse, l'ostéoconduction et l'ostéoinduction.

Sur des greffons mandibulaires, la cicatrisation se fera principalement de manière ostéoinductrice (67). Elle va aussi servir de mainteneur d'espace afin de permettre au volume osseux de se reconstituer.

2.2.3. LES DIFFERENTS TYPES DE MEMBRANES :

On trouve deux grand types de membranes, les membranes résorbables et non-résorbables. Il existe plusieurs types de membranes non résorbables mais les plus utilisées sont celles en Gore-tex. Les membranes résorbables peuvent être d'origine collagénique ou synthétique.

2.2.3.1. LES MEMBRANES NON-RESORBABLES :

Elles sont composées de polytétrafluoroéthylène expansé e-PTFE (ou Gore-tex), elles peuvent avoir une trame en titane supplémentaire pour assurer une fonction mécanique de protection du volume osseux. Si elles ont un ajout en titane, elles auront besoin d'être stabilisées par des vis. Leur principal avantage est de laisser passer les fluides d'origine vasculaire tout en restant imperméables aux cellules épithélio-conjonctives. Dans le cas de greffes mandibulaires, la GTRM-TR (Goretex Régénérative Material Titane Reinforced) sera en général préférée, grâce à sa maniabilité et sa résistance mécanique à la déformation (31).

2.2.3.2. LES MEMBRANES RESORBABLES :

Elles peuvent être élaborées à partir d'une trame collagénique naturelle ou synthétique (copolymère d'acide polylactique, polyglycolique ou polyuréthane).



Figure 51 : Membrane résorbable de type « ossix-plus»© réalisée à partir de collagène porcin (implant-dentaires.com)

L'avantage majeur des membranes résorbables est leur biodégradation enzymatique et leur absorption par hydrolyse, ce qui permet d'éviter une seconde intervention. Elles présentent cependant plusieurs inconvénients :

- mauvaise résistance mécanique : ces membranes ne résisteront pas aux forces exercées par les tissus mous sus jacents ;
- le temps de résorption des membranes est imprévisible. La néoformation osseuse pouvant ne pas être synchrone de la résorption de la membrane ;
- la plus grande perméabilité des membranes résorbables fait qu'en cas d'exposition de celles-ci, elles ne soutiendront pas correctement les particules osseuses.

Les membranes non résorbables en titane sont donc préférées dans la plupart des cas. Les membranes résorbables auront tendance à être utilisées lorsque la régénération osseuse guidée sera combinée à une greffe d'apposition ou à une ostéotomie segmentaire, leurs propriétés mécaniques étant insuffisantes pour être utilisées seules au niveau mandibulaire postérieur. **Zitzmann**(75) ne retrouve pas de différence significative entre les 2 types de membranes. D'après une étude de **Simion**(70), les membranes non résorbables auraient un potentiel de régénération osseuse plus important.

2.2.4. REGENERATION OSSEUSE GUIDEE AVEC MEMBRANE EN GORE-TEX ET BIO-OSS.

Cette technique est réalisée par **Simion et coll** (69). Dans ce cas clinique une membrane de type e-PTFE est utilisée. Des particules d'os autogène sont ajoutées à la xéno greffe bovine minéralisée (dé-protéinée) avec un ratio 1 / 1 afin de bénéficier des propriétés ostéoinductrices de celui-ci. La prémédication et l'asepsie sont standards à toute chirurgie buccale de cette envergure.

Figure 52 : *Après le décollement des tissus mous, placement des implants à la hauteur préalablement déterminée. Des perforations sont réalisées dans l'os afin de stimuler le saignement. (69)*





Figure 53 : Une combinaison de bio-oss et d'os autogène est positionnée au niveau de défaut osseux. La membrane e-PTFE est ensuite placée et fixée en linguale avec des mini-vis. (69)

Figure 54 : Les lambeaux sont ensuite suturés en deux lignes de sutures afin de limiter le risque d'exposition de la membrane. (69)

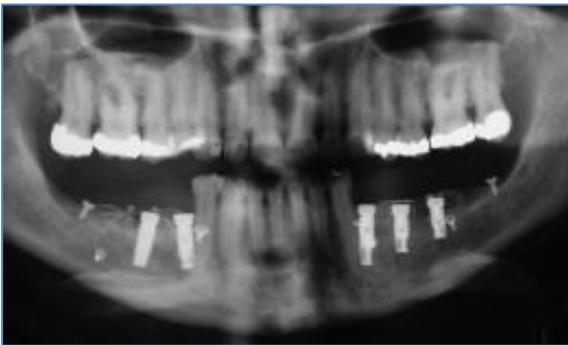


Figure 55 : Orthopantomogramme après la pose des implants et de la membrane. (69)



Figure 56 : Après 6 mois de cicatrisation, la membrane est déposée, ainsi que les mini-vis. (69)

Figure 57 : Des vis de cicatrisation sont mises en places sur les implants. On peut apercevoir des particules de bio-oss dans le fond du vestibule. (69)



2.2.5. INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

D'après **Simion** (69), le gain de hauteur serait de 3.3 mm, avec un taux d'exposition de 12.5 %. Ceci donne à cette technique un nombre d'indications assez restreint, il se limite à des défauts osseux faibles de l'ordre de 2 à 3 mm. Ainsi, tout défaut osseux volumineux sera une contre-indication à cette technique. De plus, il faut un volume d'os résiduel suffisant à la stabilité primaire des implants.

2.2.6. AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Cette technique a l'avantage de ne pas nécessiter de second site chirurgical, limitant ainsi le risque de complications infectieuses. Dans la littérature, on rapporte un taux de complications de la régénération osseuse guidée variant de 10 à 60% (69) (43). Il est à noter que cette technique demeure relativement compliquée à réaliser. En effet, il est difficile de protéger la membrane du milieu buccal et donc d'une infection potentielle. Le suivi des patients est indispensable.

2.2.7. VARIANTE AVEC POSE D'UN GUIDE EN TITANE

Cette méthode est décrite par **Louis** (43), elle consiste en une augmentation verticale de la crête alvéolaire avec des particules d'os autogènes et d'hydroxyapatite, protégées par une paroi en titane, composée de micropores. Dans cette étude, le ratio os autogène / matériaux alloplastiques est de 75% / 25 %. L'os autogène est principalement d'origine iliaque, mais aussi selon les cas, du tibia ou de la symphyse mentonnière.

Lorsque cette technique est réalisée dans la zone postérieure de la mandibule, elle nécessitera en général une latéralisation du nerf alvéolaire inférieur. Un trait d'incision est effectué sur la ligne de crête puis un décollement muqueux vestibulaire en lingual est réalisé.

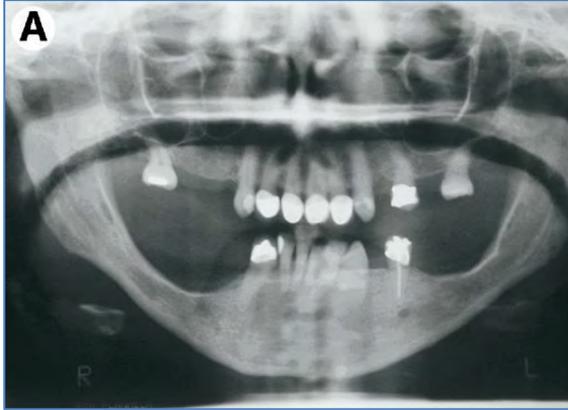


Figure 58 : Orthopantomogramme préopératoire montrant une atrophie bilatérale sévère et une position superficielle du nerf alvéolaire inférieur. (Louis) (43)



Figure 59 : Latéralisation du nerf mandibulaire inférieur. Ajout des particules osseuses. (Louis) (43)

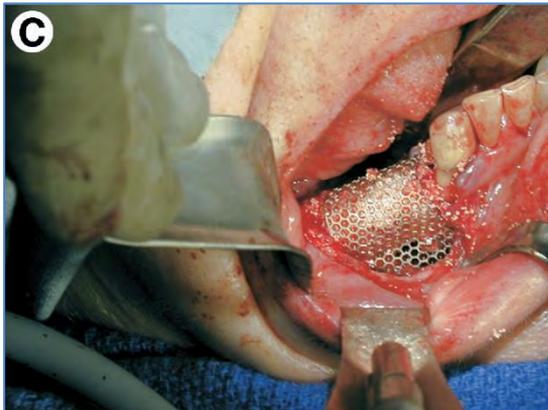


Figure 60 et 61: Mise en place de la grille de titane retenant la greffe osseuse. La grille est adaptée à la morphologie de la mandibule. (Louis) (43)

On choisit ensuite une grille en titane en fonction de la hauteur désirée puis l'on adapte celle-ci à la morphologie du site. Les bords tranchants de la grille sont émoussés pour éviter toute lésion. Une fois la grille ajustée, les particules osseuses sont mises en place puis stabilisées par la grille en titane. Celle-ci est ensuite fixée. Afin de réaliser des sutures sans tension, on pourra effectuer des incisions de décharge dans le lambeau vestibulaire.



Figure 62 : Orthopantomogramme réalisé après la réhabilitation prothétique. (Louis) (43)

2.2.7.1. RESULTATS

Sur 44 patients, 23 ont subi une exposition de la grille pendant la période de cicatrisation (soit 52.27% pour les 2 maxillaires et 55 % pour la mandibule). Les patients qui présentaient une exposition du greffon ont été traités avec un bain de bouche à base de gluconate de chlorhexidine (peridex©). Sur les 23 cas d'exposition, 7 grilles ont dû être retirées prématurément. Sur un seul patient, la pose d'implants n'a pas pu être possible. Sur les 22 cas de greffe osseuse partielle à la mandibule, **Louis** trouve une augmentation moyenne de 14.4 mm ($\pm 1.42\text{mm}$) (43).

2.2.7.2. AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Selon **Louis**, la plaque en titane présente l'avantage d'être facilement adaptable à la morphologie du site receveur. La structure poreuse faciliterait la vascularisation de la greffe. Cependant, cette technique a l'inconvénient de nécessiter un greffon osseux autogène, ce qui nous renvoie aux problèmes inhérents des prélèvements osseux précédemment cités.

2.3. OSTÉOTOMIE VERTICALE

Le principe général de cette technique consiste en la réalisation d'un trait de fracture horizontale, fracture qui sera ensuite écartée (distraction). Elle repose sur la capacité de cicatrisation naturelle de l'os. Cette technique demande des conditions anatomiques très strictes ainsi qu'une compliance importante du patient. Le maintien de la vascularisation du périoste pendant une distraction verticale permet l'alimentation du greffon. La résorption osseuse est moindre que dans des techniques impliquant des greffons libres.

La réussite de la distraction verticale va dépendre de sa capacité à offrir un site osseux susceptible de recevoir un implant respectant le cahier des charges prothétiques.

2.3.1. OSTÉOTOMIE SEGMENTAIRE

2.3.1.1. PROTOCOLE OPERATOIRE

Ce protocole opératoire est décrit par **Khoury** (35). Cette technique peut être réalisée sous anesthésie locale ou loco-régionale. On réalise une incision de pleine épaisseur. Un décollement de la muqueuse est effectué à minima pour découvrir la zone de l'ostéotomie ainsi que pour mettre en évidence le nerf mentonnier.



Figure 63 : Orthopantomogramme préchirurgical. (Khoury) (35)

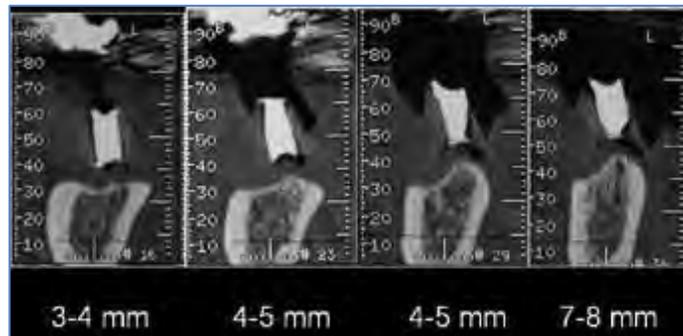


Figure 64 : Mesure de la hauteur implantaire disponible avec le guide radiologique. (Khoury) (35)

L'ostéotomie proprement dite sera réalisée par piézochirurgie. Ceci va permettre de séparer le segment osseux crestal sans provoquer de lésion du périoste lingual.

Le segment pédiculé sera décollé de l'os basal avec un ciseau à os puis positionné à la hauteur désirée.



Figure 65 : *Incision de pleine épaisseur sur la crête mandibulaire. (Khoury) (35)*



Figure 66 : *Une fois l'ostéotomie segmentaire réalisée, ouverture de l'espace médullaire grâce à un décolleur. (Khoury) (35)*

Le fragment est ensuite stabilisé par des plaques d'ostéosynthèse. Le volume présent entre l'os basal et le fragment crestal pédiculé est comblé par de l'os allogénique. Des membranes de type PRF peuvent être placées sur le bloc crestal ainsi que sur l'os allogénique. Le site est enfin suturé sans tension.



Figure 67: *On stabilise la hauteur par une plaque et des vis d'ostéosynthèse ainsi qu'un comblement de l'espace médullaire par de l'os d'origine allogénique. (Khoury) (35)*

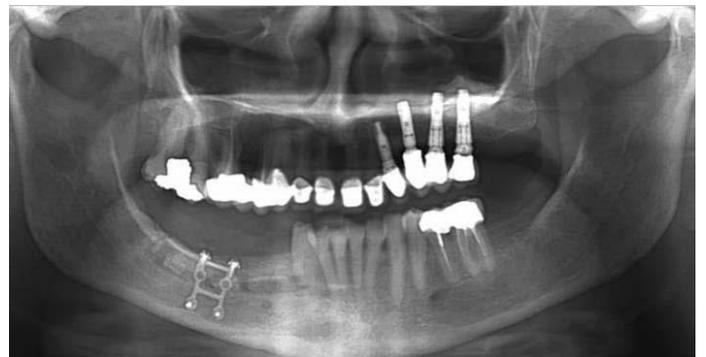


Figure 68 : *Orthopantomogramme de contrôle post-opératoire immédiat. On note le gain de hauteur objectif par la ligne oblique déplacée coronairement. (Khoury) (35)*

Quatre mois après la chirurgie, une tomодensitométrie est réalisée et le site est mis en évidence. On dépose la plaque d'ostéosynthèse et on effectue la pose des implants selon le plan prothétique initialement établi. La prothèse est réalisée 3 mois plus tard.



Figure 69 : Contrôle de la cicatrisation à 4 mois. (Khoury) (35)



Figure 70 : Pose des implants dans le site augmenté. On remarque une bonne vascularisation de la crête osseuse. (Khoury)



Figure 71 : Contrôle prothétique à 2 ans. (Khoury) (35)



Figure 72 : Contrôle post opératoire à 3 mois sur l'orthopantomogramme de gauche et deux ans après sur celui de droite. On remarque l'absence de perte osseuse au niveau du col des implants. (Khoury) (35)

2.3.1.2. SUITES OPERATOIRES

Les suites post-opératoires sont minimales. La post-médication est celle d'une chirurgie orale classique de type amoxicilline et paracétamol (35).

2.3.1.3. INDICATIONS

Cette technique est indiquée lorsqu'une augmentation de la crête mandibulaire de 3 à 5 mm dans le sens vertical est nécessaire.

D'après **Fujita** le gain osseux de cette technique est de 5 mm (25). D'après une étude menée par **Lavir** et **Jensen** (39) sur 10 cas (5 mandibulaires et 5 maxillaires), le gain osseux est de 6 mm. Tous les sites reconstruits ont pu recevoir un implant, mais dans 2 cas une deuxième chirurgie d'augmentation osseuse dans le sens horizontal a été nécessaire. Dans cette étude une allogreffe de type Bio Oss© a été utilisée sans pose de membrane (7).

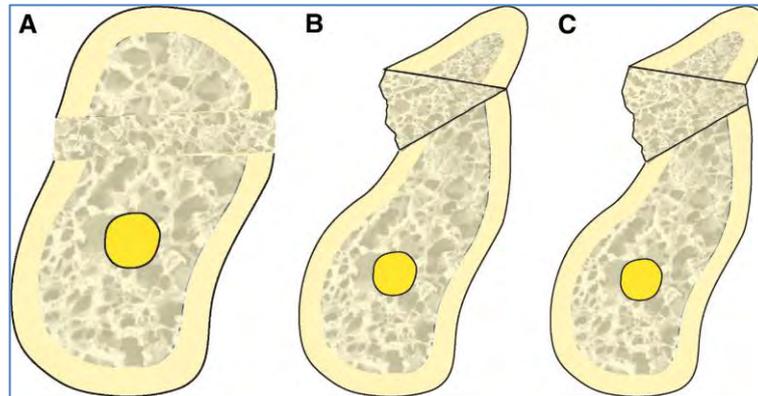


Figure 73 : Schématisation en coupe frontale des différents types d'ostéotomie. (A) verticales, (B) horizontales, (C) mixte (Bormann) (7)

2.3.1.4. CONTRE-INDICATIONS

La réussite de cette technique est dépendante du type d'implant posé. En effet des implants à connectique interne conique seront préférés. La pose d'implant à connectique « externe » entrainera une perte osseuse péri-implantaire. Selon une étude de **Jensen** en 2014, la hauteur résiduelle d'os entre la crête osseuse et le canal mandibulaire n'a pu être déterminée par les études actuelles mais l'épaisseur optimale du segment doit être de 5 mm (39).

2.3.1.5. AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Cette technique a l'avantage de présenter un taux de résorption de l'os en postopératoire relativement faible (de l'ordre de 5%) (35). Le risque est de perdre la vascularisation du bloc osseux ayant subi l'ostéotomie. Cette situation peut être provoquée par des micros mouvements du bloc osseux déplacé d'où l'importance d'une bonne stabilisation par la plaque d'ostéosynthèse. Une perte osseuse relative au type d'implant ainsi qu'à sa connectique pourra avoir lieu de la même manière que lors d'une pose d'implant sans chirurgie osseuse. En cas d'exposition, les sutures ont l'avantage de se situer en vestibulaire de la crête osseuse.

2.3.2. DISTRACTION VERTICALE

La distraction est une technique issue de la chirurgie orthopédique. Son indication initiale principale était l'allongement des membres (**Ilizarov**, 1956). On peut succinctement décrire cette technique avec 5 grandes étapes thérapeutiques :

- ostéotomie segmentaire et pose du distracteur,
- période de repos nécessaire à la cicatrisation muqueuse,
- distraction progressive du segment osseux d'environ 0.8 mm à 1 mm par jour,
- période de consolidation osseuse d'une durée de 6 à 8 semaines,
- dans le même temps opératoire, la dépose du distracteur est réalisée ainsi que la pose des implants.

2.3.2.1. PROTOCOLE OPERATOIRE

Le cas clinique suivant est réalisé par **Chiapasco et coll** (12), il s'agit d'un édentement intercalaire dans le secteur 3.



Figure 74 : *photographie clinique préopératoire (Chiapasco) (12)*



Figure 75: *Contrôle radiographique préopératoire. (Chiapasco) (12)*

On commence par réaliser une incision en vestibulaire de la crête alvéolaire. Un décollement sous-périosté est réalisé en vestibulaire afin d'avoir une bonne visibilité de l'os sous-jacent. Au niveau de la crête alvéolaire et en lingual le décollement n'est pas mucopériosté afin de préserver une bonne vascularisation pour le futur fragment.



Figure 76 : Réalisation de l'ostéotomie et mise en place du distracteur. (12)



Figure 77 : Contrôle radiographique après la mise en place du distracteur. (Chiapasco) (12)

Avec l'aide d'une scie oscillante ou d'un piézotome, le segment devant subir la distraction est complètement séparé de l'os basal. Une fois l'ostéotomie effectuée, un distracteur intra-oral type « Gebru der Martin GmbH & Co. KG © » est fixé à l'os basal et au fragment ayant subi l'ostéotomie, grâce à des micros-vis en titane. On active le distracteur immédiatement afin de vérifier l'axe de l'appareil ainsi que la liberté de mouvement du fragment. Une fois ce contrôle effectué, on repositionne le fragment à sa place initiale. Le site est suturé, seule la partie la plus coronaire du distracteur est laissée exposée au milieu buccal afin de permettre l'activation.



Figure 78 : Contrôle radiographique 2 mois après la fin de la distraction osseuse. (Chiapasco) (12)



Figure 79 : Contrôle clinique à la fin de la réhabilitation prothétique. (Chiapasco) (12)

Une prescription antibiotique et analgésique standard est appliquée. Après 7 jours, on retire les points de suture et on débute l'activation du distracteur. Une distraction de 1 mm/jour est effectuée jusqu'à atteindre la hauteur désirée, elle est sous divisée en deux activations de 0.5 mm toutes les 12 heures.

Le distracteur est ensuite maintenu pendant 2 à 3 mois afin d'obtenir une néoformation et une cicatrisation osseuse entre le fragment et l'os basal. Aucune prothèse provisoire n'est mise en place pendant cette période, à cause de la gêne occasionnée par le distracteur et pour éviter de perturber le processus de cicatrisation.



Figure 80 : Radiographie de contrôle après pose de la prothèse. (Chiapasco) (12)



Figure 81 : Contrôle radiologique 3 ans après. (Chiapasco) (12)

Après cette période, le distracteur est retiré et les implants sont mis en place en accord avec le plan prothétique préalablement établi.

2.3.2.2. AVANTAGES

C'est la seule technique qui permette une augmentation verticale pouvant aller jusqu'à 10 mm. Le temps de cicatrisation osseux et muqueux est lui aussi relativement court (de 2 à 3 mois), le taux de survie des implants à 5 ans est de 94.7% pour **Chiaspasco** (12). Le plus souvent, le distracteur avec ses dimensions réduites n'est pas un obstacle à la gestion des tissus mous.

2.3.2.3. INCONVENIENTS

La présence du distracteur dans le vestibule peut représenter une gêne non négligeable pour certains patients. Le port d'une prothèse amovible provisoire est impossible pendant la durée de la distraction. L'axe de distraction choisi initialement peut être difficile à respecter lors de la mise en place de celui-ci de même que l'orientation du gain osseux. La pose du distracteur au niveau mandibulaire reste plus aisée qu'au niveau du maxillaire (29).

2.3.3. EXPANSION DE CRETE AVEC POSE IMMEDIATE DES IMPLANTS

Cette technique a de nombreuses contraintes, mais, lorsqu'elle est possible, elle permet de réaliser une augmentation verticale des crêtes et la pose des implants en un seul temps opératoire. **Engelke** (19) décrit cette technique une première fois en 1997. En 2014 **Teng et coll** (39) réalisent cette technique sur 31 patients qui présentent des déficit osseux de 2.88 à 5.08 mm. Le gain osseux moyen est de 2.8 mm.

Cependant, aucune donnée n'est transmise quant au taux de complications et d'échecs. L'expansion réduit l'angulation entre l'implant et la couronne prothétique. La sécurité et le pronostic de cette méthode constituent un avantage. Elle est techniquement très difficile à réaliser et très peu documentée.

2.4. TABLEAU RECAPITULATIF

Pour synthétiser le travail de cette thèse, nous avons réalisé un tableau afin de résumer les différentes techniques et leurs caractéristiques (71).

Techniques	Indications	Contre-indications	Avantages	Limites / Complications	Résultats	Taux de succès
Grefe d'apposition osseuse (en onlay)	Gain osseux nécessaire supérieur à 5 mm Tout autre type de résorption	Espace inter arcade insuffisant	Applicable dans la plupart des cas cliniques Gain de hauteur vertical important	Résorption du greffon pouvant atteindre 40% avec un risque de morbidité accrue Nécessité de prélèvement osseux Anesthésie générale obligatoire si le prélèvement est extra oral	Gain vertical de 7.8 mm en moyenne si le défaut est vertical Gain vertical de 6.6 mm si le défaut osseux est mixte	92.3%
Coffrage	Crête osseuse non adaptée à une greffe d'apposition classique	Espace inter arcade insuffisant	Applicable avec des formes de crêtes non favorables Gain de hauteur vertical important (technique avec 2 pans)	Résorption du greffon Nécessité de prélèvement osseux Anesthésie générale obligatoire si le prélèvement est extra oral	Gain vertical entre 5 et 8 mm	96% (54)
Régénération osseuse guidée	Déficit osseux de faible importance	Déficit vertical de plus de 3 mm	Anesthésie locale Absence de prélèvement	Risque d'exposition de la membrane et d'infection accrue Difficile à réaliser Port de prothèse impossible pendant 6 mois	Gain vertical de 3.3 mm	96% (60)
Ostéotomie segmentaire	Défaut osseux vertical de moyenne étendue	Distance corticale-nerf alvéolaire inférieur ≥ 5 mm	Vascularisation du greffon Utilisation de biomatériaux Moindre résorption Anesthésie locale	Difficulté d'anesthésie du NAI Exposition du greffon provoquant des infections Indications limitées Gain de hauteur limité par l'attache muqueuse linguale	Gain vertical moyen de 5 mm	90.8% (37)
Distraction verticale	Résorptions verticales de grandes étendues	Distance corticale-nerf alvéolaire inférieur ≥ 5 mm Déficits osseux mixtes	Chirurgie osseuse autologue Pas de prélèvement osseux Résorption minimale	Encombrement buccal du distracteur Port de prothèse amovible impossible pendant la distraction	Gain vertical 5 à 10 mm	96% (60)

3. DISCUSSION

3.1. ETUDES COMPARATIVES DES DIFFERENTES TECHNIQUES DANS LA LITTERATURE

En nous appuyant sur différentes études, nous allons tenter d'opposer les différentes techniques les unes par rapport aux autres afin de comparer les différents résultats obtenus, les indications et les contre-indications de chacune. La plupart des études cliniques trouvées sont d'un niveau de preuve faible (grade C), la mise en place d'études de grade A ou B étant relativement difficile et onéreuse à réaliser (tableau des niveaux de preuves de l'HAS annexe 5.3).

Dans la littérature, nous avons principalement obtenu des études comparatives opposant la greffe d'opposition aux autres techniques. Ceci est probablement dû au fait que la greffe d'opposition fait office de technique de référence.

	Distraction osseuse	Ostéotomie segmentaire	Régénération osseuse guidée	Greffe d'opposition
Greffe d'opposition	<p>M.Chiapasco (12) , 5 mm de gain vertical pour les 2 techniques.</p> <p>M.Perry (52) , Aucune différence significative.</p> <p>JW Kim (37): 8.4 mm pour la distraction osseuse 6.5 pour la greffe d'opposition. Taux de réussite similaire.</p>	<p>P.Felice « c » (23) , Gain de 4.1 dans les 2 cas. Résorption plus faible pour la greffe en onlay.</p>		<p>P.Felice (21), Os autogène vs xéno greffe</p>

3.1.1. RESORPTION DES DIFFERENTS GREFFONS EXTRA-ORAUX

Parmi toutes les techniques d'augmentation de la crête osseuse postérieure mandibulaire, la greffe d'apposition par bloc cortico spongieux semble être celle applicable au plus grand nombre de situations cliniques (23). L'utilisation de bloc osseux permet une reconstruction fiable avec un risque d'effondrement moindre. La densité du greffon est déterminante pour limiter la résorption du greffon.

Du fait des problèmes liés à la vascularisation, on note selon **Jensen** (2014) un taux de résorption pouvant aller jusqu'à 40 % du volume osseux greffé (39). Une étude de **Nyström** (2009), menée sur une période de 9 à 14 ans, a analysé le taux de résorption osseuse de différents types de greffes en onlay (50). Sur 44 patients ayant subi une greffe autogène, dont 9 issues d'un prélèvement iliaque, la perte osseuse au bout de 10 ans serait en moyenne de 2,4 mm (50) (49) .

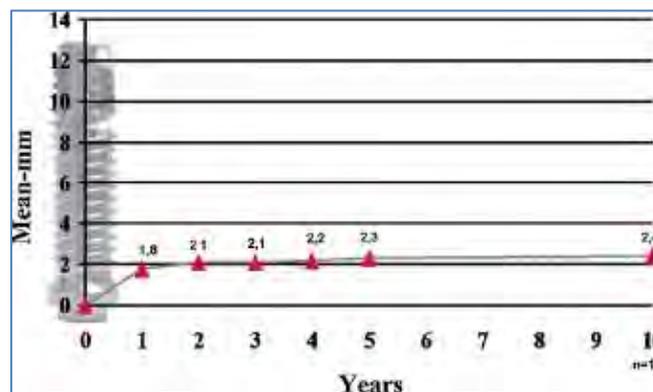


Figure 82 : Perte osseuse marginale moyenne en fonction des années (Nyström) (49)

Les greffons à prédominance spongieuse (greffe autogène d'origine iliaque) ont une résorption nettement supérieure à celle des greffons corticalisés. **Sbordone** (2009) trouve une résorption de 59 % pour les greffons mandibulaires postérieures (64). D'après une étude de **Donovan** (1993), le volume résiduel du greffon à 12 mois serait de 85 % pour une greffe d'origine pariétale et de 34 % pour une greffe iliaque (18). Il trouve une densité du greffon pariétal deux fois plus importante mais aucune différence significative de vascularisation. Le greffon pariétal semble être celui présentant le plus d'avantages. Son inconvénient principal est la nécessité d'une anesthésie générale et d'un praticien possédant les compétences pour réaliser le prélèvement.

Pour **Bianchi et coll** (2008) le taux de résorption est en moyenne de 1.4 mm pour la distraction et de 0.8 pour l'ostéotomie (3).

3.1.2. EFFICACITE DES DIFFERENTS BIOMATERIAUX

Dans une étude histologique comparant les allogreffes minéralisées ou déminéralisées, **Piatelli** (1996)(53) obtient une meilleure ostéconduction avec les blocs osseux minéralisés. Dans aucun des deux il ne retrouve un phénomène d'ostéoinduction. **Vance** (2004)(73) compare l'allogreffe à la xéno greffe. Dans son étude histologique, il retrouve plus de cellules vivantes dans le groupe greffé avec l'allogreffe. Les gains en volumes osseux sont similaires.

3.1.3. ETUDES DU GAIN EN HAUTEUR DES DIFFERENTES TECHNIQUES

Dans une étude **Chiapasco** (2007) confronte la technique de greffe d'apposition à celle de la distraction osseuse (12). Pour la greffe en onlay, il constate un gain vertical moyen de 5 mm. Il retrouve le même gain de 5 mm pour la technique de distraction.

L.Cordaro (2002) réalise une étude sur la greffe d'apposition avec un greffon autogène d'origine symphysaire. Sur huit cas, il ne retrouve aucune exposition du greffon. Le gain osseux vertical est de 1.4 mm et de 4.7 dans le sens horizontal (15).

Ces dernières années, l'ostéotomie segmentaire a fait l'objet de nombreuses études, elle est néanmoins rarement confrontée directement aux autres méthodes d'augmentation osseuse.

Felice (2009) confronte la greffe d'apposition d'origine iliaque à l'ostéotomie segmentaire osseuse (23). Il obtient un gain de 4.9 mm pour l'ostéotomie segmentaire et de 6.9 mm pour la greffe d'apposition.

Lopez-Cedrun (2011) a étudié l'ostéotomie segmentaire (42). Sur 30 sites (23 patients), il trouve une augmentation verticale moyenne de 5.3 mm (de 2 à 10 mm). **Bormann** (2011) obtient des gains verticaux de 4.61 mm et 3.41 mm (6)(7). **Bianchi** (2008) obtient un gain de 10 mm pour la technique de distraction osseuse et de 5.8 mm pour l'ostéotomie segmentaire (3). Dans tous les cas, le port de la prothèse est possible 3 semaines après la chirurgie.

Kim (2013) trouve un gain de 8.4 mm pour la distraction osseuse et de 6.5 mm pour la greffe d'apposition (37).

3.1.4. TAUX DE SUCCES ET COMPLICATIONS DES DIFFERENTES TECHNIQUES

Dans une étude comparative entre la greffe d'apposition et la distraction osseuse **Kim et coll** (2013) trouvent un taux de réussite respectif de 92.3% et 90.2% (37).

Louis (2008) étudie la ROG avec comblement de biomatériaux, il retrouve un taux d'exposition de 66% avec un risque d'infection accrue (43). **Simion** (2007) obtient, quant à lui, un risque d'exposition de 10% avec un gain vertical moyen de 3.3 mm (69). L'utilisation de la ROG, sans greffon autogène, a donc une indication limitée du fait de son taux de complication élevé et du gain vertical faible de la crête.

Chiapasco (2007) confronte la technique de greffe d'apposition à celle de la distraction osseuse (12). Pour la greffe en onlay, il constate une hypoesthésie dans 25 % des cas et un taux d'exposition du greffon de 12.5 %. Il retrouve un taux de complications de 30 % pour la technique de la distraction osseuse.

JL Lopez-Cedrun (2011) étudie l'ostéotomie verticale. Sur 30 sites, un ou plusieurs implants d'au moins 10 mm, ont pu être mis en place dans 90.8 % des cas (42). Une chirurgie osseuse supplémentaire ou la mise en place d'implants courts a été réalisée dans 9% des cas suite à une déhiscence partielle de la greffe osseuse.

Selon **Bianchi et coll** (3) le taux de complication est de 60 % pour la technique de distraction osseuse et de 14 % pour la technique d'ostéotomie segmentaire. Ils notent une meilleure compliance du patient pour la technique d'interposition osseuse.

Felice (2010) trouve un taux de paresthésie provisoire de 57 % pour la greffe d'interposition et de 7 % lors de la pose d'implants courts (22).

3.1.5. DUREE GLOBALE DU TRAITEMENT

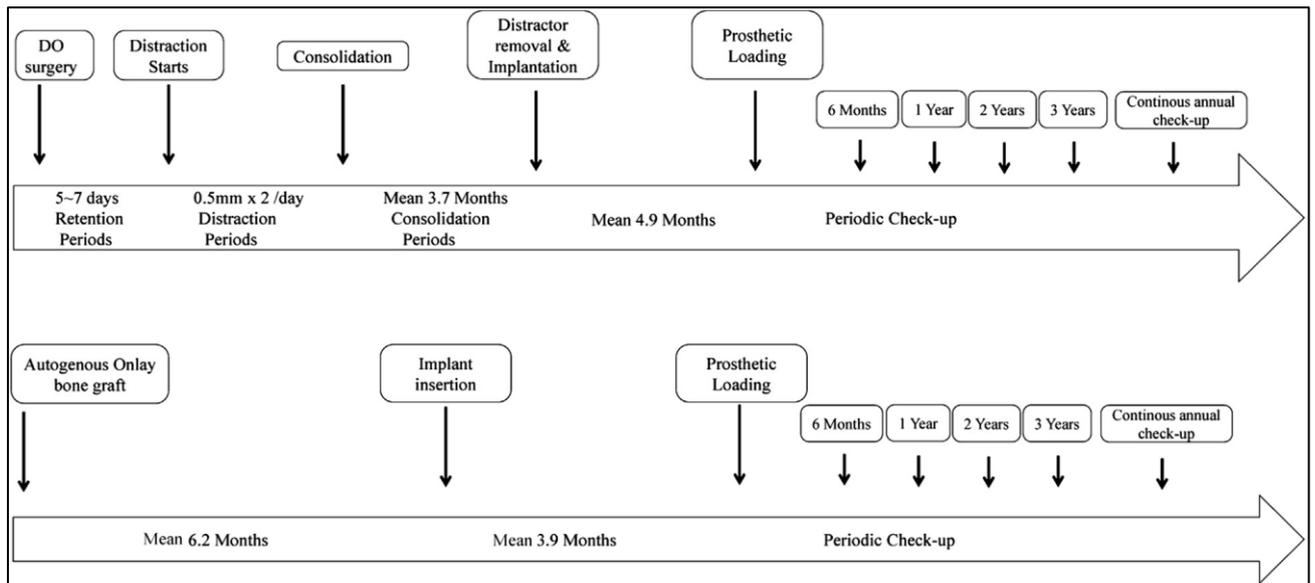


Figure 83 : Représentation de la durée globale du traitement pour la technique de distraction osseuse ainsi que de la greffe autogène (Kim et coll) (37)

Kim et Coll (2013) trouvent des durées globales de traitement (durée de la chirurgie osseuse à la mise en charge prothétique) de 8 mois pour la distraction osseuse et de 9.1 mois pour la greffe d'apposition osseuse (37). **Felice** (2008) souligne une différence de durée globale du traitement de 5 mois entre la greffe d'interposition (9 mois) et la pose d'implants courts (4 mois) (21).

3.2. ETUDES DES TECHNIQUES PAR MODELISATION AVEC SIMPLANT

Dans cette étude réalisée par **Pascual et coll** (51), quatre techniques de reconstruction crestale en postérieur de la mandibule ont été étudiées. Elle propose de prendre en compte la hauteur, la largeur, mais aussi la géométrie générale de la crête osseuse pour l'appliquer à plusieurs situations cliniques. Le logiciel **Simplant**®, qui permet une planification implantaire 3D, est utilisé. Sept héli mandibules gauches cadavériques avec un édentement postérieur sont utilisées.

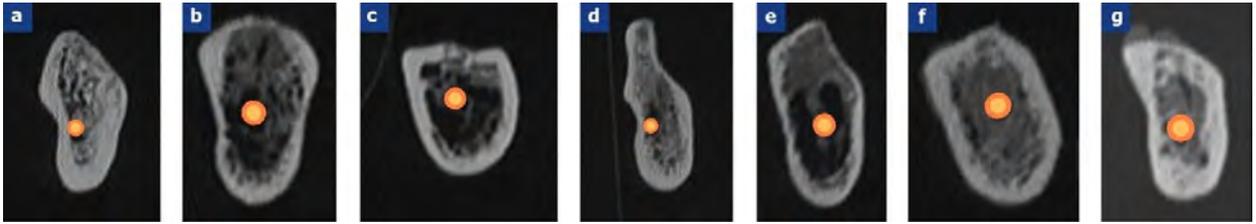


Figure 84 : Les 7 mandibules natives en coupe vestibulo-linguale, au niveau de la 36, utilisées pour l'étude. On remarque la variété de la géométrie des différentes crêtes alvéolaires. (Pascual) (51)

Les implants virtuels sont tous placés en position 36, entre 12 et 16 mm du foramen mentonnier avec une angulation lingual de 10° et sans angulation mésio-distale. Pour le choix des implants, le gain en longueur a été privilégié jusqu'à 8.5 mm tout en restant à 2 mm du nerf alvéolaire inférieur. Pour la greffe d'apposition, un prélèvement ramique est simulé, le greffon est positionné de façon à optimiser le contact avec le site receveur. Pour l'interposition, une ostéotomie bi-corticale a été simulée, parallèle à la pente vestibulaire crestale, 3 mm au-dessus du canal mandibulaire. Une rotation de 30° est effectuée, entraînant une crête alvéolaire vestibulée. Pour la distraction, la même ostéotomie est réalisée, une ascension de 5 mm est simulée. La technique du coffrage est réalisée à partir de 2 corticales issues d'un prélèvement ramique, les fragments sont encastrés verticalement de 1 mm. Dans cette simulation **Pascual** retrouve les gains de hauteur suivant :

- 4.1mm pour la greffe d'apposition,
- 2.3 mm pour la greffe d'interposition,
- 4 mm pour la distraction verticale,
- **5.1 mm** pour la technique du coffrage.

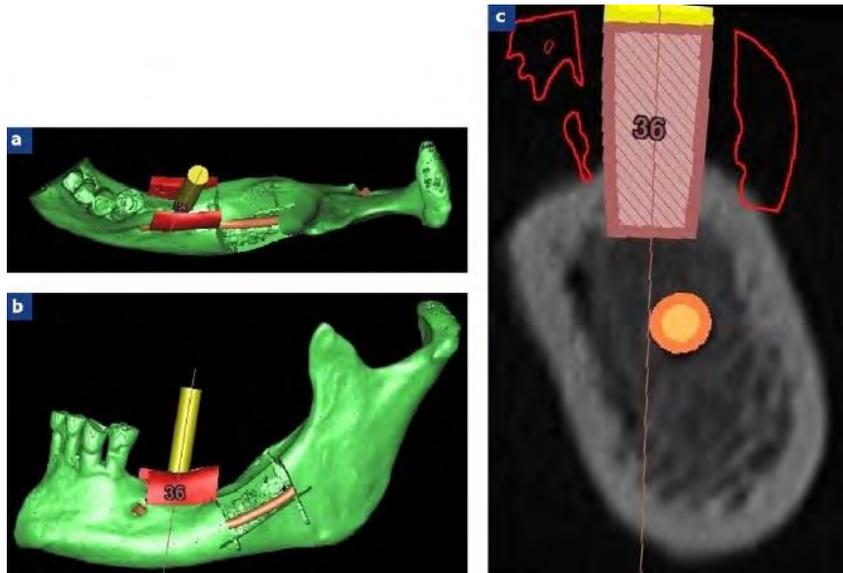


Figure 85 : Simulation simplant d'une greffe d'apposition avec la technique du coffrage. Vue en 3D craniale (a), vue latérale face externe (b), coupe vestibulo-linguale (c). **Pascual (51)**

D'après la modélisation simplant, la technique du coffrage est celle qui permet d'approcher la meilleure géométrie crestale, ceci, quelle que soit la forme initiale de la crête alvéolaire. Elle présente aussi le gain de hauteur le plus important. Lors des simulations de la technique d'apposition, le positionnement du greffon a posé problème dans les cas où la crête alvéolaire est saillante, ce qui imposait une régularisation de crête importante et diminuait ainsi le gain vertical. Pour la technique de l'ostéotomie segmentaire, le gain de hauteur est directement lié à l'axe de l'ostéotomie, plus elle sera verticale, et plus le gain en hauteur sera important (aux dépends du volume global). Cette technique ne modifiera pas la géométrie de la crête alvéolaire. Une régularisation secondaire de la crête peut permettre de convertir un gain en hauteur en gain de diamètre implantaire.

Cette étude reste purement virtuelle, elle n'étudie que la géométrie finale de la crête sans tenir compte des contraintes chirurgicales (patient, gestion des tissus mous, cicatrisation ...), du taux de complications, de la résorption et du taux de survie des implants.

3.3. ETUDE DE COHORTE

Le groupe de travail Cochrane (20) a réalisé en 2009 une étude bibliographique la plus complète possible sur l'efficacité des différentes techniques d'augmentation verticale et horizontale. Les essais thérapeutiques randomisés réalisés sont divisés en deux catégories : techniques d'augmentation horizontales et techniques d'augmentation verticales. 13 essais cliniques sur 18 ont été retenus dont 10 études cliniques concernent les techniques d'augmentation verticale, soit 218 patients. Une méta analyse a comparé les techniques d'augmentation verticale à la pose d'implant court. Elle révèle un risque plus important d'échec implantaire lors de l'utilisation de techniques d'augmentations verticales avec un odd ratio de 5.74 ainsi qu'un taux de complications plus élevé (odd ratio de 4.97).

Lors de la comparaison des différentes techniques d'augmentation verticale, trois études révèlent un gain de hauteur plus important pour la distraction osseuse (gain supérieur de 3.25 mm vis-à-vis des autres techniques). L'utilisation de substituts osseux semble plus efficace que celle d'os autogène (gain de 0.6 mm). Dans la plupart des situations, les patients ont une préférence pour un substitut osseux.

3.4. L'ALTERNATIVE DES IMPLANTS COURTS

Dans certaines situations, une alternative à la chirurgie osseuse d'aménagement reposera sur l'utilisation d'implants « courts » (56). Un déficit osseux postérieur mandibulaire empêche généralement la mise en place d'implant de 10 mm. Ces dernières années ont ainsi vu l'avènement des implants dit de courte longueur (de 6 à 9 mm) avec des études montrant un taux de réussite élevé (17). Le taux de survie d'un implant court sera lié aux facteurs suivants (47) :

- son association avec des implants plus longs au sein de la reconstruction prothétique,
- l'utilisation d'une supra-structure prothétique afin de répartir les forces de mastication,
- l'utilisation d'un large diamètre implantaire,

- l'ancrage de l'implant dans une corticale et un os spongieux suffisamment denses (60).

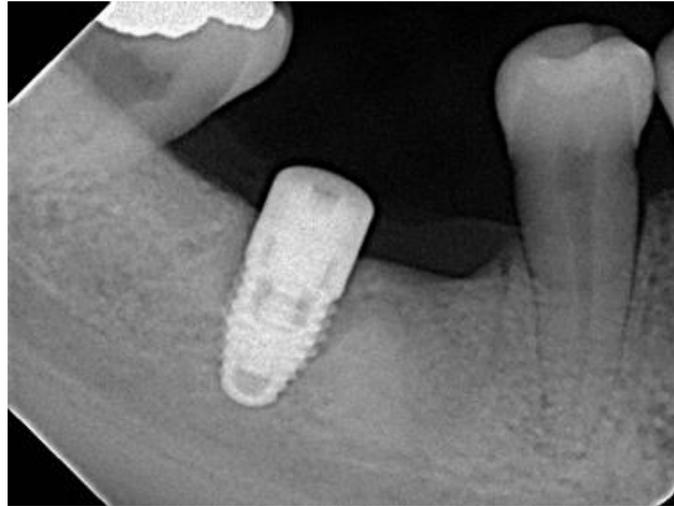


Figure 86 : *Implant court de 8 mm (Pommer) (60)*

En 2011, **Pommer et coll** réalisent une méta-analyse comprenant 54 publications (59). Leur objectif est de comparer la mise en place d'implants de 7 mm à des implants de 10 mm ou plus. En zone postérieure de la mandibule, les auteurs ne trouvent aucune différence significative quant aux taux d'échec. **Jaffin** (1991) étudie le taux d'échec des implants courts en fonction de la densité osseuse (30). Si le taux d'échec reste faible pour les types I, II et III, il est par contre de 35 % pour le type IV. La zone postérieure de la mandibule, ayant en général une densité osseuse de type I ou II, est donc adaptée à la pose d'implants courts.

En 2006, **Blanes** réalise une étude concernant l'influence du ratio « hauteur coronaire / longueur implant » sur la perte de la crête osseuse lors de la mise en place d'implants placés en zone mandibulaire postérieure (5). Le travail porte sur l'étude de 192 implants durant 10 ans. Les implants sont répartis en 3 groupes en fonction du ratio clinique « couronne / implant »: groupe A : 0-0.99; groupe B : 1-1.99; groupe C : ≥ 2 . La perte osseuse moyenne est de 0.34mm dans le groupe A (8 implants), 0.03mm dans le groupe B (133 implants), et 0.02mm dans le groupe C (51 implants). L'auteur retrouve également un taux de survie 94.1% pour le groupe C et conclut ainsi à la viabilité de la mise en place d'implants même si le ratio « couronne / implant » est important dans la région postérieure des maxillaires.

3.4.1. ETUDES COMPARATIVES GREFFES OSSEUSES VS IMPLANTS COURTS

Plusieurs études ont été menées afin de savoir si les greffes osseuses étaient justifiées vis-à-vis des implants courts. Le but de ces dernières étant de comparer les différentes techniques face à différentes longueurs d'implants et de déterminer les taux d'échecs respectifs.

En 2010, **Felice** (22) réalise une étude randomisée chez 60 patients. Tous les patients possèdent une hauteur résiduelle entre le canal mandibulaire et le sommet de la crête osseuse entre 7 et 8 mm. De façon aléatoire, un groupe « A » va subir une ostéotomie segmentaire avec interposition d'une xéno greffe osseuse (os bovin) avec la mise en place 5 mois plus tard d'implants de 10 mm. Le groupe « B » verra la mise en place directe d'implants de 7 mm. La mise en charge est faite 4 mois après la pose des implants. Un contrôle est effectué 1 an après la mise en charge. L'étude révèle un taux de complication plus élevé dans le groupe « A », et un taux de perte osseuse similaire dans les deux groupes. Le taux de paresthésie post-opératoire est de 57 % dans le groupe « A » et de 7% dans le groupe « B ».

Tableau : Résumé des principaux résultats jusqu'à un an après la mise en charge (21)

	Augmentation osseuse	Implants courts
Echecs prothétiques	3 (n=30)	1 (n=29)
Echecs implantaires (avant mise en charge)	3 (n=30)	1 (n=29)
Echecs de l'aménagement osseux	2 (n=30)	/
Complications avant la mise en place de l'implant	4 (n=30)	0 (n=30)
Complications après la mise en place de l'implant	0 (n=30)	0 (n=30)

Les auteurs concluent que lorsque la hauteur d'os est de 7-8mm, la mise en place d'implants courts est un choix thérapeutique plus simple, plus rapide, avec une moindre morbidité.

Pistilli et **Felice** (2013) réalisent une étude similaire avec des implants de 6 mm de long et un diamètre de 4 mm (56). Un groupe « A » subit la mise en place d'implants courts et un groupe « B » une augmentation osseuse par ostéotomie segmentaire suivi de la mise en place d'implants de 10 mm. Ils trouvent un taux de complications supérieur dans le groupe « B ». Au bout d'un an de mise en charge, la perte osseuse péri-implantaire est de 1.05 mm pour le groupe « A » et de 1.07 mm pour le groupe « B ». D'après les auteurs, la mise en place d'implants courts demeure la méthode présentant le moins de risques. Cependant une étude sur le taux de survie à long terme de ces implants semble nécessaire 5 à 10 ans après la mise en charge.

En parallèle, **Pistilli** et **Felice** (2013) comparent la mise en place d'implants de 5x5 mm (A) à l'ostéotomie segmentaire réalisée avec des particules d'allogreffes osseuses (B)(57). Sur 40 patients, 17 complications sont constatées dans le groupe « B » et 8 dans le groupe « A ». Après un an de mise en charge, la perte osseuse est de 0.87mm pour le groupe A et 1.03 dans le groupe B.

Il faut néanmoins pondérer ces résultats et faire des études à plus long terme afin de valider le taux de survie des implants courts dans la durée. En effet le risque de surcharge dû au mauvais rapport implant/couronne est présent (60).



Figure 86 : Implant court de 8 mm, avec mise en charge prothétique et ratio racine/couronne défavorable (Pommer) (60).

Tableau de synthèse des résultats de la méta-analyse de Pommer et coll (60)

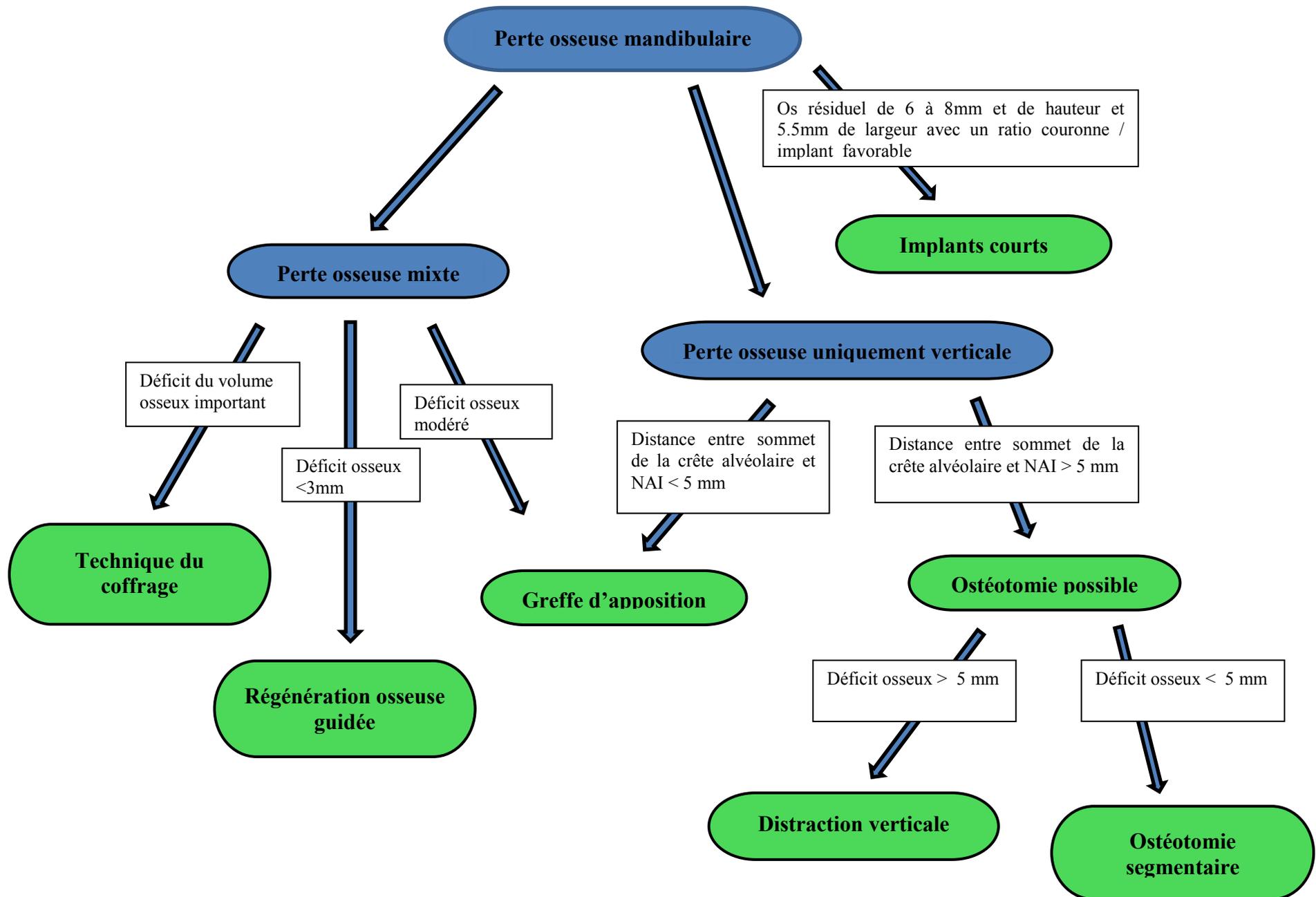
Choix thérapeutique	Taux de survie	Gain en hauteur	Résorption osseuse	Taux de complications
Grefe en onlay	85%	4mm	38%	30%
ROG	98%	3mm	10%	40%
Distraction osseuse	96%	7mm	11%	25%
Ostéotomie segmentaire	92%	5mm	13%	4%
Transposition du nerf alvéolaire	93%	/	/	23%
Implants courts	97%	/	/	/

B.Pommer (60) a récapitulé dans un tableau les différentes valeurs retrouvées dans sa méta-analyse. Après un an de mise en charge, la pose d'implants courts est la méthode ayant le taux de survie le plus élevé. L'ostéotomie segmentaire (greffe d'interposition) semble être la technique la plus sûre avec un taux de résorption limité.

3.5. ARBRE DECISIONNEL

Pour synthétiser le travail de cette thèse, nous avons effectué un arbre décisionnel qui, en fonction des critères définis, aide le praticien à orienter son choix entre les techniques d'augmentation verticale (71).

Ce tableau ne prend pas en compte la possibilité de réaliser une latéralisation du nerf alvéolaire inférieur, cette technique étant considérée comme trop marginale. Une distance minimum entre le sommet de la crête marginale et le nerf alvéolaire inférieur est donc obligatoire pour réaliser les techniques d'ostéotomie segmentaire et de distraction osseuse.



CONCLUSION

L'implantologie est devenue, depuis maintenant plusieurs années, une discipline incontournable. La demande d'une réhabilitation prothétique impliquant un traitement implantaire a fortement augmenté. Les réponses proposées au patient doivent prendre en compte sa pathologie, les attentes de celui-ci, ainsi que sa motivation au traitement.

La technique d'augmentation osseuse devra être guidée par le plan prothétique initialement établi en tenant compte de la morphologie osseuse et des facteurs généraux du patient.

L'augmentation des crêtes osseuses dans le sens vertical au niveau de la mandibule reste plus délicate à gérer qu'au niveau du maxillaire supérieur à cause de problèmes liés à la vascularisation et à la gestion des tissus mous. Une greffe d'apposition simple par bloc corticospongieux est applicable à la plupart des situations cliniques mais présente un taux d'échecs et de résorptions relativement important. Cette technique est donc choisie lorsque l'emploi d'autres techniques n'est pas envisageable.

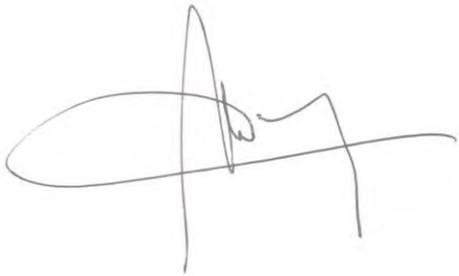
L'utilisation de la régénération osseuse guidée de manière exclusive, semble avoir un intérêt limité, en raison d'un gain de hauteur osseuse relativement faible et d'un risque d'exposition élevée. Cependant l'utilisation combinée de la greffe d'apposition autogène et de la régénération osseuse guidée semble être intéressante du fait de la synergie des deux techniques. La technique du coffrage sera indiquée lorsque la morphologie de la crête osseuse est inadaptée.

L'ostéotomie segmentaire dans le sens vertical paraît être une alternative cohérente à la greffe d'apposition, ainsi qu'à la régénération osseuse guidée. Elle ne nécessite pas de greffon autogène, ne requiert donc qu'une seule zone chirurgicale et permet une meilleure vascularisation primaire du site. De plus, elle octroie une certaine liberté, quant au placement du segment translaté, ce qui peut néanmoins poser un problème pour la cicatrisation et la gestion du déplacement. Une exposition osseuse est possible mais elle ne compromettra pas l'augmentation si elle est prise en charge correctement. Elle paraît donc être une technique de choix pour les défauts osseux de moyenne étendue.

La technique de la distraction osseuse semble avoir une application restreinte du fait d'un taux de complication élevé, de la lourdeur thérapeutique et de l'intérêt limité d'une augmentation osseuse importante, grâce à l'existence des implants courts.

Certaines de ces techniques ont déjà été validées, d'autres nécessitent des études cliniques plus approfondies et comparatives sur le court et le long terme. Elles ouvrent cependant des perspectives implantaire intéressantes dans la zone mandibulaire postérieure. Il reste toutefois à noter que toutes ces techniques augmentent de façon non négligeable le taux de complications et d'échecs des futurs implants. Il sera donc nécessaire que toutes ces techniques soient sagement motivées et opposées à la mise en place d'implants courts.

Vu, président du jury

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop on the left and several vertical and diagonal strokes on the right.

Vu, la directrice de de thèse

A handwritten signature in blue ink, featuring a series of overlapping loops and a long, sweeping horizontal stroke that extends to the right.

ANNEXES

GRADE DE DE PREUVE SCIENTIFIQUES DE L'HAS (80) :

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature (études thérapeutiques)	Grade des recommandations
<p style="text-align: center;">Niveau 1 (NP1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Essais comparatifs randomisés de forte puissance. • Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés • Analyse de décision basée sur des études bien menées 	<p style="text-align: center;">Preuve scientifique établie</p> <p style="text-align: center;">A</p>
<p style="text-align: center;">Niveau 2 (NP2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Essais comparatifs randomisés de faible puissance. • Études comparatives non randomisées bien menées • Études de cohorte 	<p style="text-align: center;">Présomption scientifique</p> <p style="text-align: center;">B</p>
<p style="text-align: center;">Niveau 3 (NP3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Études cas-témoins 	<p style="text-align: center;">Faible niveau de preuve</p> <p style="text-align: center;">C</p>
<p style="text-align: center;">Niveau 4 (NP4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Études comparatives comportant des biais importants • Études rétrospectives • Séries de cas 	
<p>Chaque article sélectionné a été analysé selon les principes de lecture critique de la littérature. Sur la base de cette analyse de la littérature, le groupe de travail a proposé, chaque fois que possible, des recommandations. Selon le niveau de preuve des études sur lesquelles elles sont fondées, les recommandations ont un grade variable, coté de A à C selon l'échelle proposée par la HAS.</p> <p style="text-align: center;">En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un ACCORD PROFESSIONNEL.</p>	

CLASSIFICATION ASA :

Les principaux objectifs de ce protocole sont d'améliorer la sécurité anesthésique et d'évaluer le risque lié à l'intervention chirurgicale. Ainsi les patients seront classés en différentes catégories :

- ASA I : patient n'ayant pas d'autre affection que celle nécessitant l'acte chirurgical.
- ASA II : patient ayant une perturbation modérée d'une grande fonction en relation avec l'indication opératoire ou une autre affection
- ASA III : patient présentant une perturbation sévère d'une grande fonction en relation avec l'acte opératoire ou une autre affection
- ASA IV : patient courant un risque vital du fait de l'atteinte d'une grande fonction
- ASA V : patient moribond
- ASA VI : état de mort clinique

LISTE DES ABREVIATIONS

TGF : Le facteur de croissance de transformation (TGF de l'anglais transforming growth factor)

IGF: insulin-like growth factor.

BMP : born morphogénic protein (Protéine morphogénétique osseuse)

FGF : « fibroblast growth factor » ou facteurs de croissance des fibroblastes. . Ce sont des protéines qui activent la migration et la multiplication de cellules cible

ROG : Régénération osseuse guidée

PRF : Fibrine enrichie en facteurs plaquettaires obtenue par centrifugation d'un prélèvement sanguin

NAI : Nerf alvéolaire inférieur

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

CBCT: Cone Beam Computed Tomography

BIBLIOGRAPHIE

1. Baccar M-N, Laure B, Sury F, Romieux G, Bonin B, Goga D. [Pre-implantation apposition grafts for edentulous anterior maxillary. Retrospective study of 36 patients]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 106: 149-151, 2005.
2. Bettach R. La régénération osseuse guidée. *Clinic focus*. Août 2010.
Lien: <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/310-la-regeneration-osseuse-guidee>
3. Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C. Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 105: 282-292, 2008.
4. Biobank. <http://www.biobank.fr/fr/produits-chirurgies-dentaire.html>. Juin 2014.
5. Blanes RJ. Influence du rapport hauteur couronne/longueur implant sur la résorption osseuse crestale dans les segments postérieurs des maxillaires : une étude prospective sur 10 ans [Internet]. University of Geneva, 2006 [cited 2014 Oct 13]. Available from: <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:581>
6. 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. *Int J Oral Maxillofac Surg* 39: 554-560, 2010.
7. Bormann K-H, Suarez-Cunqueiro MM, von See C, Tavassol F, Dissmann J-P, Ruecker M, et al. Forty sandwich osteotomies in atrophic mandibles: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 69: 1562-1570, 2011.
8. Boven GC, Meijer HJA, Vissink A, Raghoobar GM. Reconstruction of the extremely atrophied mandible with iliac crest onlay grafts followed by two endosteal implants: a retrospective study with long-term follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2014.
9. Boyan BD, Weesner TC, Lohmann CH, Andreacchio D, Carnes DL, Dean DD, et al. Porcine fetal enamel matrix derivative enhances bone formation induced by demineralized freeze dried bone allograft in vivo. *J Periodontol* 71: 1278-1286, 2000.
10. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1: 22-32, 1990.
11. Campan.P, Estrade.L. CAMPAN.P, ESTRADE.L. La chirurgie pré-implantaire: greffes osseuses. *Réal. Clin.*, 2008, 19, 1, p. 57-65. p. 57-65, 2008.
12. Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2-4-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res* 18: 432-440, 2007.
13. Colat-Parros J, Jordana F. Les substituts osseux. Société Francophone de Biomateriaux Dentaires. Université de Nantes 2010. Liens: <http://umvf.univ-nantes.fr/odontologie/enseignement/chap223/site/html/cours.pdf>

14. Colombier ML, Lesclous P, Tulasne JF. La cicatrisation des greffes osseuses. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale* 106: 157-164, 2005.
15. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res* 13: 103-111, 2002.
16. Davarpanah K, Demurashvili G, Daas M, Rajzbaum P, Capelle-Ouadah N, Szmukler-Moncler S, et al. Implantologie assistée par ordinateur. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 113: 259-275, 2012.
17. Deporter D, Todescan R, Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 20: 476-485, 2000.
18. Donovan MG, Dickerson NC, Hellstein JW, Hanson LJ. Autologous calvarial and iliac onlay bone grafts in miniature swine. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 51: 898-903, 1993.
19. Engelke WG, Diederichs CG, Jacobs HG, Deckwer I. Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and microfixation of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12: 310-318, 1997.
20. 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. *Eur J Oral Implantol* 2: 167-184, 2009.
21. 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. *Eur J Oral Implantol* 1: 183-198, 2008.
22. Felice P, Pellegrino G, Checchi L, Pistilli R, Esposito M. Vertical augmentation with interpositional blocks of anorganic bovine bone vs. 7-mm-long implants in posterior mandibles: 1-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 21: 1394-1403, 2010.
23. 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. *Clin Implant Dent Relat Res* 11 Suppl 1: e69-82, 2009.
24. Feuille F, Knapp CI, Brunsvold MA, Mellonig JT. Clinical and histologic evaluation of bone-replacement grafts in the treatment of localized alveolar ridge defects. Part 1: Mineralized freeze-dried bone allograft. *Int J Periodontics Restorative Dent* 23: 29-35, 2003.
25. Fujita A. Vertical alveolar ridge expansion and simultaneous implant placement in posterior maxilla using segmental osteotomy: report of two cases. *J Oral Implantol* 34: 313-318, 2008.
26. Galindo-Moreno P, Hernández-Cortés P, Aneiros-Fernández J, Camara M, Mesa F, Wallace S, et al. Morphological evidences of Bio-Oss® colonization by CD44-positive cells. *Clin Oral Implants Res* 25: 366-371, 2014.

27. Gomez-Brouchet A. Remodelage osseux : Aspects biologiques et moléculaires. Faculté de médecine Paul Sabatier.
Lien : www.medecine.ups-tlse.fr/pcem2/physiologie/doc/remodelage.doc
28. Guillaume B. Latéralisation du nerf alvéolaire inférieur à visée préimplantaire. Rev Stomatol Chir Maxillofac 113: 327-34, 2012.
29. Princ G, Piral T, Gaudy JF. Chirurgie osseuse préimplantaire. Editions CDP, Mémento, Août 2013
30. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. J Periodontol 62: 2-4, 1991.
31. Jordana F, Colat-Parros J. Les membranes. Société Francophone de Biomatériaux Dentaires. Université de Nantes
<http://umvf.univ-nantes.fr/odontologie/enseignement/chap222/site/html/cours.pdf>
32. Nefussi JR. Biologie et physiologie du volume osseux implantable. Article 28-815-M-01, p 1-4, 2011.
33. Kanaan RA, Kanaan LA. Transforming growth factor beta1, bone connection. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res 12: RA164-9, 2006.
34. Kher VK, Bhongade ML, Shori TD, Kolte AP, Dharamthok SB, Shirao TS. A comparative evaluation of the effectiveness of guided tissue regeneration by using a collagen membrane with or without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of infrabony defects: A clinical and radiographic study. J Indian Soc Periodontol 17: 484-9, 2013.
35. Khoury G ; Ostéotomies segmentaires d'augmentation verticale des crêtes alvéolaires atrophiées. 54-8, 2010.
Lien : <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/297-osteotomies-segmentaires-daugmentation-verticale-des-cretes-alveolaires-atrophiées>
36. Khoury F. Greffes osseuse en implatologie. Quintessence International : 160-169, 2010
37. Kim J-W, Cho M-H, Kim S-J, Kim M-R. 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 116: 540-9, 2013.
38. Lakshmiganthan M, Gokulanathan S, Shanmugasundaram N, Daniel R, Ramesh SB. Piezosurgical osteotomy for harvesting intraoral block bone graft. J Pharm Bioallied Sci 4: S165-8, 2012.
39. Laviv A, Jensen OT, Tarazi E, Casap N. Alveolar sandwich osteotomy in resorbed alveolar ridge for dental implants: a 4-year prospective study. J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg 72: 292-303, 2014.
40. Lekholm U, Zarb G. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation in Tissue Integrated Prostheses. Branemark P I, Zarb G A, Albrektsson T (eds). pp199-210. Quintessence.

41. Locatelli LH. Thèse : Greffes osseuses autogènes a visée implantaire. Université Henri Poincaré-Nancy 1, Avril 2010
42. Lopez-Cedrun JL. Implant rehabilitation of the edentulous posterior atrophic mandible: the sandwich osteotomy revisited. *Int J Oral Maxillofac Implants* 26: 195-202, 2011.
43. Louis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. Reconstruction of the maxilla and mandible with particulate bone graft and titanium mesh for implant placement. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 66: 235-245, 2008.
44. Manhès L, Faivre S. Nouvelle greffe osseuse pré-implantaire : « l'ulna proximal ». *13-17*, 2010.
45. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 360-366, 1992.
46. Netter F. Atlas d'anatomie humaine Broché. Frank Netter. 2011.
47. Das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJF. Short implants--an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 21: 86-93, 2006.
48. Nicholas Toscano, Nicholas Shumaker, Dan Holtzclaw. The Art of Block Grafting A Review of the Surgical Protocol for Reconstruction of Alveolar Ridge Deficiency. vol 2 , no 2: 50-66, 2010.
49. Nyström E, Nilson H, Gunne J, Lundgren S. Reconstruction of the atrophic maxilla with interpositional bone grafting/Le Fort I osteotomy and endosteal implants: a 11-16 year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38: 1-6, 2009.
50. Nyström E, Nilson H, Gunne J, Lundgren S. A 9-14 year follow-up of onlay bone grafting in the atrophic maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38: 111-116, 2009.
51. Pascual D, Dumont N, Breton P, Cheynet F, Chossegras C. Modélisation des techniques de reconstruction par greffes osseuses des secteurs mandibulaires postérieurs avec le logiciel Simplant®. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 113: 108-114, 2012.
52. Perry M, Hodges N, Hallmon DW, Rees T, Opperman LA. Distraction osteogenesis versus autogenous onlay grafting. Part I: outcome of implant integration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 20: 695-702, 2005.
53. Piattelli A, Scarano A, Corigliano M, Piattelli M. Comparison of bone regeneration with the use of mineralized and demineralized freeze-dried bone allografts: a histological and histochemical study in man. *Biomaterials* 17: 1127-1131, 1996.
54. Pierrefeu A, Sauvigné T, Cresseaux P, Jeannot P-Y, Breton P. Technique du coffrage en greffe osseuse préimplantaire mandibulaire postérieure : entre apposition et régénération. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 113: 322-326, 2012.
55. Pikos MA. Block autografts for localized ridge augmentation: Part II. The posterior mandible. *Implant Dent* 9: 67-75, 2000.

56. Pistilli R, Felice P, Cannizzaro G, Piatelli M, Corvino V, Barausse C, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. One-year post-loading results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 6: 359-372, 2013.
57. Pistilli R, Felice P, Piatelli M, Gessaroli M, Soardi E, Barausse C, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 6: 343-357, 2013.
58. P. Margossian, P. Mariani, G. Laborde. Guides radiologiques et chirurgicales en implantologie. EMC - Médecine buccale 2009:1-6 [Article 28-820-K-10].
59. Pommer B, Frantal S, Willer J, Posch M, Watzek G, Tepper G. Impact of dental implant length on early failure rates: a meta-analysis of observational studies. *J Clin Periodontol* 38: 856-863, 2011.
60. Pommer B, Zechner W, Watzek G, Palmer R. To Graft or Not to Graft? Evidence-Based Guide to Decision Making in Oral Bone Graft Surgery [Internet]. In: Bone Grafting. Zorzi A, ed. . InTech, 2012 [cited 2014 Sep 12]. Available from: <http://www.intechopen.com/books/bone-grafting/evidence-based-guide-to-decision-making-in-oral-bone-augmentation-surgery>
61. Ripamonti U, Heliotis M, Ferretti C. Bone morphogenetic proteins and the induction of bone formation: from laboratory to patients. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am* 19: 575-589, vii, 2007.
62. Russe P, Flament J-B. Latéralisations du nerf alvéolaire inférieur en chirurgie implantaire. *Implantodontie* 12: 49-59, 2003.
63. Saunders. *Reconstructive Plastic Surgery*, Saunders 1977, Vol.1:329. In: 1977, Vol.1:329.
64. Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris GB, Sbordone C, Piombino P, Guidetti F. Volume changes of autogenous bone grafts after alveolar ridge augmentation of atrophic maxillae and mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38: 1059-1065, 2009.
65. Schulte M. <http://www.zahnarzt-team-luzern.ch/francais/implants-reconstruction-osseuse.php>. , 2014.
66. Schwarz N, Schlag G, Thurnher M, Eschberger J, Dinges HP, Redl H. Fresh autogeneic, frozen allogeneic, and decalcified allogeneic bone grafts in dogs. *J Bone Joint Surg Br* 73: 787-790, 1991.
67. Seban A. *Greffes osseuses et implants*. Elsevier Masson, 160-170, 2008.
68. Seban A. *Greffes osseuses et implants*. Elsevier Masson, 2008, 259 p. 258-260
69. 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* 18: 620-629, 2007.

70. Simion M, Scarano A, Gionso L, Piattelli A. Guided bone regeneration using resorbable and nonresorbable membranes: a comparative histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 735-742, 1996.
71. Tulasne J-F, Guiol J, Jebblaoui Y. Reconstruction pré-implantaire du secteur mandibulaire postérieur. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 113: 307-321, 2012.
72. Vail TB, Trotter GW, Powers BE. Equine demineralized bone matrix: relationship between particle size and osteoinduction. *Vet Surg* VS 23: 386-395, 1994.
73. Vance GS, Greenwell H, Miller RL, Hill M, Johnston H, Scheetz JP. Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived xenograft used in ridge preservation: a clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 491-507, 2004.
74. Widmark G, Andersson B, Ivanoff CJ. Mandibular bone graft in the anterior maxilla for single-tooth implants. Presentation of surgical method. *Int J Oral Maxillofac Surg* 26: 106-109, 1997.
75. Zitzmann NU, Naef R, Schärer P. Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12: 844-852, 1997.
76. Site Internet: <http://dossier.univ-st-etienne.fr/lbto/www/tissu-osseux/chapitres/4remod.html>. , juin 2014.
77. Site Internet:
http://highereds.wiley.com/legacy/college/tortora/0470565101/hearthis_ill/pap13_e_ch06_illustr_audio_mp3_am/simulations/hear/histology.html. , juin 2014.
78. Site Internet: <http://imedecin.com/Muscles-de-la-bouche-ou-des-levres/muscle-buccinateur.html>. , 2014.
79. Site Internet: <http://www.chirurgiemaxillofaciale-albi.com/cmfgreffes/iliaque/index.html>. , juin 2014.
80. Site Internet: http://www.cngof.asso.fr/D_PAGES/PUNP_02.HTM. , juin 2014.
81. Site Internet: <http://www.sop.asso.fr/les-journees/comptes-rendus/congres-voyage-aux-antilles-2010/6>. , juin 2014.
82. Site Internet:
<http://www.unifr.ch/anatomy/assets/files/elearning/fr/stuetzgewebe/knochenumbau/fraktur/f-fraktur.php>. , juin 2014.
83. Buser et al. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. Surgical procedure in the Maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993; 13: 29-45.
84. Site Internet:
http://www.maxillosaintlouis.fr/pages/reconstructrice/page_reco_prelevm_greffe_mandib.php.

85. J.-D. Orthlieb, L. Darmouni, A. Pedinielli, J. Jouvin Darmouni. Fonctions occlusales : aspects physiologiques de l'occlusion dentaire humaine. EMC - Médecine buccale 2013;8(1):1-11 [Article 28-160-B-10].
86. J.-D. Orthlieb, L. Darmouni, J. Jouvin, A. Pedinielli. Dysfonctions occlusales : anomalies de l'occlusion dentaire humaine. EMC - Médecine buccale 2013;8(1):1-11 [Article 28-160-B-11].
87. Site internet : L'os alvéolaire: Les facultes medicales. Available from: http://www.medespace.fr/Facultes_Medicales_Virtuelles/los-alveolaire-2/. Juin 2014
88. P. Leclercq, J.-P. Monteil, J.-B. Charrier, P. Colin, C. Zenati, D.M. Dohan Ehrenfest. Greffes osseuses préimplantaires d'origine pariétale : procédures chirurgicales et stratégies prothétiques. EMC - Médecine buccale 2008:1-16 [Article 28-815-M-10].
89. Pascual D, Roig R, Chossegros C. Greffes osseuses des secteurs mandibulaires postérieurs par technique de « coffrage ». Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale 115: 105R10, 2014.

Titre : Le point sur les différentes techniques d'augmentation verticale de la crête osseuse postérieure mandibulaire

Résumé en français :

Ces dernières années, la demande de réhabilitations prothétiques nécessitant la mise en place d'implants a considérablement augmentée. Cependant la pose d'implants n'est pas toujours envisageable en première intention. Les greffes dans le sens vertical sont plus délicates du fait de la difficulté de vascularisation du greffon ainsi que de la gestion des tissus mous. Ce travail consiste à étudier et comparer les différentes techniques d'augmentation osseuse dans le sens vertical dans la zone mandibulaire postérieure, afin d'orienter le praticien vers la technique chirurgicale la plus adaptée.

Titre en anglais : Increasing vertical bone height in back lower jaws: where do we stand?

Résumé en anglais :

In recent years, the demand for prosthetic rehabilitation requiring the establishment of implant has increased considerably. However implant placement is not always possible in defectives crests. This work aims to study and compare various procedures to increase vertical bone height in the back lower jaws to help the practitioner in choosing the most suitable technique according to the clinical presentation.

Discipline administrative : Chirurgie dentaire

Mots clés : greffes osseuses, implantologie, chirurgie pré-implantaire, augmentation verticale, mandibule

Directrice de thèse : Mélanie Boulanger