



HAL
open science

Techniques d'augmentation transversale du volume osseux à visée implantaire

Marion Fradin

► **To cite this version:**

Marion Fradin. Techniques d'augmentation transversale du volume osseux à visée implantaire. Chirurgie. 2019. dumas-02103208

HAL Id: dumas-02103208

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02103208>

Submitted on 18 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Techniques d'augmentation transversale du volume osseux à visée implantaire

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la
Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 08 mars 2019

par

FRADIN Marion
née le 07 août 1993
à AIX-en-PROVENCE

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Madame le Professeur A. RASKIN

Assesseurs : Monsieur le Professeur M. RUQUET
Monsieur le Docteur P. ROCHE-POGGI
Monsieur le Docteur P. LAURENT

Techniques d'augmentation transversale du volume osseux à visée implantaire

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la
Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)
Le 08 mars 2019

par

FRADIN Marion
née le 07 août 1993
à AIX-en-PROVENCE

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : Madame le Professeur A. RASKIN

Asseseurs : Monsieur le Professeur M. RUQUET
Monsieur le Docteur P. ROCHE-POGGI
Monsieur le Docteur P. LAURENT

ADMINISTRATION

Mise à jour : février 2019

DOYENS HONORAIRES	Professeur	R. SANGIUOLO†
	Professeur	H. ZATTARA
	Professeur	A. SALVADORI
DOYEN	Professeur	J. DEJOU
VICE – DOYEN CHARGE DES ENSEIGNEMENTS DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE	Professeur	J.D. ORTHLIEB
VICE – DOYEN CHARGE DE LA RECHERCHE DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE LA RECHERCHE	Professeur	C. TARDIEU
DIRECTEUR DU DEPARTEMENT DE FORMATION CONTINUE	Professeur	V. MONNET-CORTI
CHARGES DE MISSION RELATIONS INTERNATIONALES	Professeur	A. RASKIN
RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS ET TECHNIQUES	Madame	K. LEONI

LISTE DES ENSEIGNANTS

56^{ème} SECTION :
DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

56.01 ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE

<i>Professeur</i>	C. TARDIEU *	<i>Assistant</i>	H. AL AZAWI
<i>Maître de Conférences</i>	D. BANDON	<i>Assistant</i>	E. CASAZZA
<i>Maître de Conférences</i>	A. CAMOIN		
<i>Maître de Conférences</i>	A. CHAFAIE		
<i>Maître de Conférences</i>	I. BLANCHET		
<i>associé</i>			

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

<i>Maître de Conférences</i>	M. LE GALL *	<i>Assistant</i>	M. BARBERO
<i>Maître de Conférences</i>	J. BOHAR	<i>Assistant</i>	I. CAMBON
<i>Maître de Conférences</i>	J. GAUBERT	<i>Assistant</i>	D. DORISON-BACHET
<i>Maître de Conférences</i>	C. PHILIP-ALLIEZ	<i>Assistant</i>	L. LEVY
		<i>Assistant</i>	R. MATTERA
		<i>Assistant</i>	M. VINAÏ

56.02 PRÉVENTION - ÉPIDÉMIOLOGIE - ÉCONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE

<i>Professeur</i>	B. FOTI *	<i>Assistant</i>	T. DRAUSSIN
<i>Professeur</i>	D. TARDIVO		

57^{ème} SECTION :

CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

57.01 CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

CHIRURGIE ORALE

<i>Maître de Conférences</i>	P. ROCHE-POGGI*	<i>Assistant</i>	R. CASTRO
<i>Maître de Conférences</i>	J. H. CATHERINE	<i>Assistant</i>	M. HADJ-SAÏD
<i>Maître de Conférences</i>	D. BELLONI	<i>Assistant</i>	Y. ROMANET
<i>Maître de Conférences</i>	F. CAMPANA		
<i>Maître de Conférences associé</i>	R. LAN		

PARODONTOLOGIE

<i>Professeur</i>	V. MONNET-CORTI *	<i>Assistant</i>	A. BOYER
		<i>Assistant</i>	C. DUMAS
		<i>Assistant</i>	S. MELLOUL
		<i>Assistant</i>	L. THOLOZAN

BIOLOGIE ORALE (Responsable Pr. Imad ABOUT)

<i>Maître de Conférences</i>	P. LAURENT	<i>Assistant</i>	C. LE FOURNIS
------------------------------	------------	------------------	---------------

58^{ème} SECTION :

REHABILITATION ORALE

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

<i>Professeur</i>	F. BUKIET *	<i>Assistant</i>	B. BALLESTER
<i>Professeur</i>	H. TASSERY	<i>Assistant</i>	H. DE BELENET
<i>Maître de Conférences</i>	G. ABOUDHARAM	<i>Assistant</i>	A. DEVICTOR
<i>Maître de Conférences</i>	M. GUIVARC'H	<i>Assistant</i>	S. MANSOUR
<i>Maître de Conférences</i>	C. PIGNOLY	<i>Assistant</i>	L. MICHEL-ROLLET
<i>Maître de Conférences</i>	L. POMMEL	<i>Assistant</i>	V. PILLIOL
<i>Maître de Conférences</i>	E. TERRER		

PROTHÈSE

<i>Professeur</i>	M. RUQUET *	<i>Assistant</i>	N. CHAUDESAYGUES
<i>Maître de Conférences</i>	G. LABORDE	<i>Assistant</i>	M. DODDS
<i>Maître de Conférences</i>	M. LAURENT	<i>Assistant</i>	C. MANSUY-DALMAS
<i>Maître de Conférences</i>	G. MAILLE	<i>Assistant</i>	C. MENSE
<i>Maître de Conférences</i>	B.E. PRECKEL	<i>Assistant</i>	A. REPETTO
<i>Maître de Conférences</i>	G. STEPHAN	<i>Assistant</i>	A. SETTE
<i>Maître de Conférences</i>	P. TAVITIAN	<i>Assistant</i>	F. SILVESTRI
<i>Maître de Conférences</i>	A. TOSELLO		

FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX

<i>Professeur</i>	J. DEJOU	<i>Assistant</i>	M. JEANY
<i>Professeur</i>	J. D. ORTHLIEB *		
<i>Professeur</i>	A. RASKIN		
<i>Maître de Conférences</i>	T. GIRAUD		
<i>Maître de Conférences</i>	A. GIRAUDEAU		
<i>Maître de Conférences</i>	B. JACQUOT		
<i>Maître de Conférences</i>	J. P. RÉ		

65^{ème} SECTION : BIOLOGIE CELLULAIRE

PROFESSEUR

I. ABOUT

RESPONSABLE PROFIL BIOLOGIE ORALE

A Madame la présidente, le Professeur Anne RASKIN

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites d'avoir accepté avec enthousiasme de présider mon jury de thèse.

Bien que je n'aie pas eu souvent l'opportunité de travailler à vos côtés, vous m'avez toujours inspiré un parfait équilibre de douceur et de rigueur dans notre profession et je suis très honorée de votre présence en ce jour si particulier et important pour moi.

A Monsieur le membre du jury, le Professeur Michel RUQUET

Je vous remercie de m'avoir accompagnée dans mon apprentissage clinique durant 3 ans, de m'avoir épaulée pour une grande partie de mes cas de prothèse, d'avoir toujours été disponible et à l'écoute.

Vous avez tout de suite su me faire aimer votre discipline par la qualité de vos enseignements et votre soutien dès mes premiers pas de chirurgien-dentiste.

A Monsieur le membre du jury, le Docteur Philippe ROCHE-POGGI

Je vous remercie pour votre gentillesse et votre bienveillance avec l'ensemble des étudiants.

Votre disponibilité constante pour apporter aide et conseils, votre accueil toujours souriant et chaleureux sont le reflet de votre vocation à transmettre votre savoir aux générations futures.

Pendant ces 6 années, vous m'avez toujours encouragée, valorisée et appris à soigner avec habilité et rigueur.

A Monsieur le directeur de thèse, le Docteur Patrick LAURENT

Je vous remercie tout particulièrement de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse avec patience et assiduité.

Vos précieux conseils à chaque étape de la rédaction, votre disponibilité et votre implication dans la réussite de mon travail m'ont beaucoup apporté. J'espère avoir rendu un ouvrage à la hauteur de vos attentes.

Veillez trouver aujourd'hui le témoignage de ma plus grande reconnaissance.

Je remercie infiniment **Mes Parents** pour tout l'amour que vous me donnez, pour l'immense soutien et l'implication apportés dans ce travail comme dans tous les autres, pour la patience incroyable dont vous avez fait preuve pendant mes années d'études.

Merci d'avoir toujours cru en ma réussite et de m'avoir permis d'accéder à la vie que j'ai aujourd'hui. Merci d'être là au quotidien, de m'avoir fait voyager dans le monde entier, de m'avoir transmis le goût de la danse et du chocolat. Merci d'avoir toujours le bon petit mot qui donne le sourire et de partager tous les 3 une si grande complicité

Merci d'être tout simplement les meilleurs parents qui soient.

Je vous aime

Je remercie aussi :

Marie-Claude & Claude chez qui la vocation est née lors d'un stage de fin de collège. Je garde d'excellents souvenirs de cette semaine passée avec vous, merci encore pour tout.

Les filles, oh oui les filles, nous avons fait nos études main dans la main, nos premiers pas en clinique et ce n'est pas rien !! Je garde de ces 6 belles années ; nos fou-rires sur SOL³, notre entraide sans faille, la première installation de bloc implanto avec Marie, nos bons petits plats, sans oublier nos nombreuses soirées chez Giu et Jenn, le stand coiffure d'avant gala, votre patience dans mon apprentissage de la contrée, et bien évidemment notre escapade à Madrid... A nos prochains moments ensemble, je les espère nombreux

Marie, Hervé, Sam, Maud, les Max², Justine & Lucas pour tous nos merveilleux et innombrables moments passés ensemble, nos escapades d'un jour, nos plus belles vacances... Merci d'être mes plus proches amis, mes piliers, mes confidents pour certains, notre amitié est si précieuse depuis toujours ; que celle si soit éternelle! A Max, pour ton soutien quotidien, ta compréhension dans les épreuves et tes attentions nombreuses et chaleureuses.

Nico pour m'avoir apporté autant, pour m'avoir supportée aussi, tu m'as faite rire, souvent, puis reprendre confiance en moi petit à petit, je t'en suis éternellement reconnaissante.

Dr Yannick Dinardo, merci pour ces 6 mois passés à 4 mains, j'y ai énormément appris et je ne cesserai de mettre en application chaque jour toutes vos astuces ingénieuses et vos bons conseils. Merci aussi pour l'accueil que vous m'avez fait, je me suis sentie très vite et bien intégrée au sein de la belle équipe formée par Marjorie, Marie-Claude et Vous-même, c'était un réel plaisir.

Dr François Mahuteaux, merci de m'avoir fait confiance et de me permettre de débiter ma carrière au sein de votre cabinet. J'ai la chance de travailler dans des conditions idéales pour progresser dans la pratique de mon exercice tout en ayant bénéficié de temps pour travailler sereinement ma thèse.

A Myrtille, qui m'a accompagnée depuis ma plus tendre enfance, à mes cotés dans toutes mes joies, enlacées dans toutes mes peines, contre mon cœur chaque nuit jusqu'à la dernière. En 19 ans, pas un devoir fait sans ta présence sur le bureau, on en a passé du temps... les poésies, les tables de multiplications, les partitions de flûte, les leçons d'histoire puis les textes de sciences U... Toujours là lors des premières lignes de ma thèse, je te dédis l'accomplissement de ces 20 ans d'apprentissage

A mon plus beau soutien

Sommaire

Introduction.....	1
1 Diagnostic de l'insuffisance transversale du volume osseux.....	2
1.1 L'examen clinique : un pré-diagnostic subjectif	6
1.2 Examens radiographiques.....	8
1.2.1 Concordance entre le volume osseux et le projet prothétique	8
1.2.2 Distances de sécurité, positionnement 3D de l'implant.....	10
2 Techniques d'augmentation transversale du volume osseux.....	16
2.1 Greffe d'apposition d'os autogène.....	16
2.1.1 Origine du greffon	16
2.1.2 Indications :.....	18
2.1.3 Protocoles opératoires [35].....	19
2.1.4 Suites opératoires	27
2.2 Expansion crestale	29
2.2.1 Caractéristiques d'une crête candidate à l'expansion crestale	29
2.2.2 Protocoles opératoires	30
2.2.3 Avantages et limites.....	39
2.3 Régénération Osseuse Guidée (R.O.G).....	41
2.3.1 Indications[41].....	42
2.3.2 Elements de la ROG, facteurs de réussite	42
2.3.3 Protocole opératoire [41].....	47
3 Avantages et limites de ces techniques : diagramme décisionnel	50
Conclusion.....	52
Sommaire Image / Figure	A
Bibliographie.....	I

Introduction

Cela fait maintenant plusieurs décennies que l'implantologie fait partie intégrante des solutions de réhabilitation prothétique des secteurs édentés. Cette discipline apporte aux patients une solution fixe, esthétique et confortable pour remplacer une ou plusieurs dents jusqu'à la totalité des arcades dentaires.

Cette alternative moderne contourne le recours aux bridges qui nécessitent parfois le délabrement de dents saines ou aux prothèses amovibles pas toujours bien supportées tant sur le plan psychologique que fonctionnel.

Cependant les réhabilitations supra-implantaires ne sont pas toujours réalisables en première intention. L'insuffisance du volume osseux dans les 3 dimensions, la proximité d'éléments anatomiques tels que les nerfs, les sinus, les racines dentaires adjacentes sont autant d'obstacles à la mise en place d'implants.

L'objectif de cette thèse est de présenter les différentes techniques chirurgicales permettant de modifier transversalement le volume osseux de la crête édentée, cela afin de passer d'une situation clinique contre-indiquant la pose d'implant à une crête osseuse favorable à la réhabilitation prothétique supra-implantaire.

Nous verrons, dans un premier temps, comment diagnostiquer une insuffisance osseuse chez un patient souhaitant recourir aux traitements implantaires, quels sont les critères cliniques et radiologiques décisifs.

Nous détaillerons dans un deuxième temps les techniques utilisées actuellement pour regagner du volume osseux dans le sens transversal, à savoir : les greffes d'apposition, la régénération osseuse guidée et les expansions crestales. Pour chacune d'elle, nous mettrons en avant leurs indications essentielles, leurs avantages et limites.

Enfin, deux diagrammes récapitulatifs mettront en lumière les techniques les plus appropriées aux situations cliniques courantes afin d'orienter au mieux les chirurgiens-dentistes dans leur pratique quotidienne.

1 Diagnostic de l'insuffisance transversale du volume osseux.

La mise en place d'un implant a toujours pour objectif une réhabilitation prothétique esthétique et fonctionnelle. Il ne faut donc pas réaliser la prothèse en fonction de l'axe implantaire, lui-même imposé par le volume osseux présent. Mais au contraire il faut positionner l'implant en fonction de la future prothèse.[1]

Nous considèrerons alors que nous sommes en présence d'une insuffisance transversale du volume osseux lorsque celui-ci ne nous permet pas une mise en place de l'implant dans un axe cohérent avec le projet prothétique étudié en amont.

Lorsque les contextes anatomique et prothétique divergent peu, il est possible de les faire coïncider grâce à des piliers angulés. Mais lors d'écart importants, il faudra recourir aux techniques chirurgicales d'augmentation du volume osseux telles que les greffes d'apposition, les ROG ou les expansions de crête.[1]

Afin de diagnostiquer une insuffisance du volume osseux, plusieurs examens seront effectués :

Tout d'abord le questionnaire médical peut donner des informations cruciales sur les circonstances de la perte des dents. Il est important de connaître l'origine de la perte des dents, celle-ci peut être carieuse, parodontale, traumatique ou suite à un traitement iatrogène. [2]



Image 1: patient atteint de parodontite localisée [3].

En présence d'une maladie parodontale [3], les dents deviennent peu à peu mobiles et leur perte est intimement liée avec la résorption de l'os de soutien.

Certaines addictions comme le tabac ou pathologies comme le diabète sont à identifier en amont, car ces patients sont plus sujets aux maladies parodontales.[4]–[7] Ceci donne une indication sur leur volume osseux certainement diminué mais aussi sur leur potentiel de cicatrisation amoindri en cas de chirurgie implantaire avec un risque de péri-implantite plus élevé. Lors de la phase chirurgicale, le diabète doit être équilibré et le tabac diminué à moins de 5 cigarettes par jour pour limiter le risque d'échec implantaire.

Une autre maladie est liée avec le phénomène de résorption osseuse, c'est **l'ostéoporose**. Elle est très présente chez les femmes ménopausées. Les patients qui en sont atteints ont un os de plus faible densité et de ce fait plus sensible au phénomène de résorption.[8] Ceux qui sont traités, peuvent l'être par les biphosphonates. Ces traitements peuvent contre-indiquer la chirurgie implantaire, il faudra alors envisager d'autres propositions de traitement prothétique.[9]

Que la dent soit condamnée suite à une maladie carieuse ou parodontale, **l'extraction** peut s'avérer **complexe**, il est parfois nécessaire de réaliser une alvéolectomie ce qui diminue le volume osseux, connaître le déroulement de cet acte chirurgical peut apporter des informations sur un défaut osseux éventuel.

Dans le cas de **traumatisme dentaire**[10], il est possible que la table osseuse externe ait été fracturée lors du choc, il faut vérifier l'intégrité de celle-ci grâce à un examen clinique et radiographique.



Image 2: perte de la table osseuse externe lors d'un trauma [10].

L'ancienneté de la perte permet d'estimer le stade de résorption de l'os sous-jacent, un os qui ne soutient pas de dent et qui n'est pas soumis à des contraintes mécaniques a tendance à se résorber avec le temps.

La croissance osseuse alvéolaire est intimement liée à l'éruption dentaire. En effet, le développement osseux se fait conjointement à l'apparition de la dent sur l'arcade. Chez les patients atteints d'**oligodontie** ou d'**agénésie**, certaines dents ne sont pas présentes et l'os en regard de celles-ci ne se développe pas ou peu dans le sens transversal. [11]

Il peut même s'affaisser après la chute des dents temporaires lorsqu'il perd sa fonction d'ancrage.[12]



Image 3 : patient atteint d'agénésies 12/22 [11].

Tous ces facteurs ont comme conséquence commune la résorption osseuse. Celle-ci connaît différents stades consécutifs, avec une quantité osseuse qui diminue avec le temps. Ils sont répertoriés dans la classification proposée par Lekholm et Zarb [13]

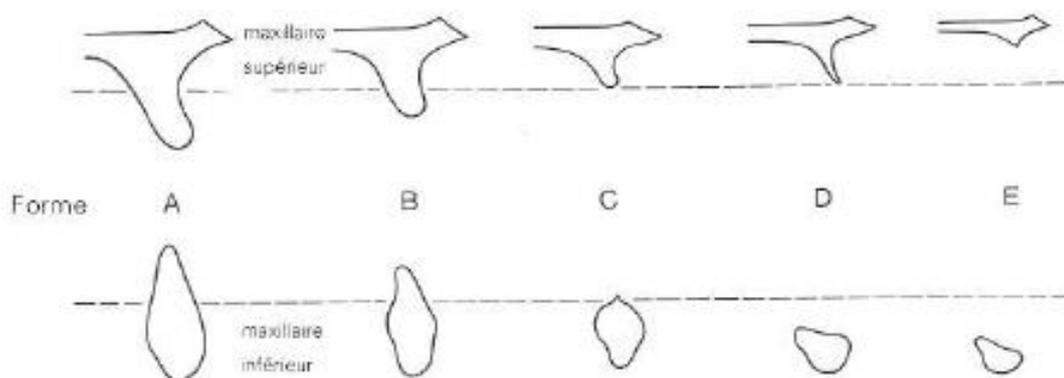


Figure 1:classification de la résorption osseuse selon Lekholm et Zarb [13]

Os de type A: il est abondant et possède une crête alvéolaire quasiment intacte malgré une résorption naissante du processus alvéolaire. Cet os est caractérisé par:

- une largeur supérieure à 6 mm
- une hauteur supérieure à 12 mm
- une hauteur prothétique disponible d'environ 15 mm

Un implant moyen a un diamètre d'environ 4mm et doit être stabilisé par un os périphérique d'au moins 1mm d'épaisseur. [14][15]. C'est pourquoi, un volume transversal de 6mm est le minimum requis pour réaliser un forage implantaire sans risque de perforation des parois corticales.[12][13][18]

- ⇒ Cet os ne nécessite en théorie pas d'augmentation du volume osseux car son volume disponible est suffisant.

Os de type B: la résorption de la crête alvéolaire est présente mais modérée.

Elle touche essentiellement la corticale vestibulaire, car elle est souvent la plus fine, en particulier dans le secteur antérieur. Il est estimé qu'après l'extraction ou la perte de la dent il existe une perte transversale de 25% la première année et 40% au cours des trois années suivantes.

C'est au niveau des maxillaires postérieurs que la résorption est la plus importante et rapide. Parallèlement une expansion du sinus maxillaire édentée se produit réduisant conjointement la hauteur d'os disponible dans ces régions.

- ⇒ Cet os est le candidat idéal aux techniques d'augmentation osseuse qui sont indiquées pour les crêtes dont l'épaisseur est inférieure à 6mm. [12][13][18]

Os de type C: il présente une résorption quasi complète de la crête alvéolaire dans le sens transversal et vertical.

La résorption se produit premièrement en largeur et par la suite en hauteur. L'os de classe C se caractérise par:

- une largeur de 0 à 2,5 mm
- une hauteur inférieure à 12 mm
- une hauteur prothétique disponible supérieure à 15 mm

- ⇒ Cet os peut être réhabilité même s'il représente une limite à certaines techniques d'augmentation osseuse transversale

Os de type D: Le processus alvéolaire a disparu, le maxillaire est plat et une résorption de l'os basal apparaît. La hauteur prothétique est alors souvent supérieure à 20mm.

Os de type E: il présente une résorption marquée de l'os basal.

Le questionnaire médical permet également de connaître les pathologies d'ordre générales et les traitements pris par les patients. Parmi ceux-ci il faut identifier la présence de contre-indications à la mise en place d'implants. [9]

Dans ce cas, les techniques d'augmentation du volume osseux n'ont plus d'indication et il faut s'orienter vers un projet thérapeutique alternatif (bridge / prothèse amovible...).

En effet, l'augmentation du volume osseux se justifie lorsqu'une mise en place implantaire est envisagée et que la crête osseuse du patient ne le permet pas.

1.1 L'examen clinique : un pré-diagnostic subjectif

A l'examen clinique il est déjà possible, par l'analyse visuelle et la palpation des crêtes, d'établir un pré-diagnostic dans les cas de défauts osseux très marqués.



Image 4: visualisation aisée d'un défaut osseux transversal [19]

Une crête étroite évoque un défaut transversal tandis qu'une concavité dans le plan sagittal évoque un défaut vertical. [19]

A contrario, lorsqu'une crête osseuse paraît large, il faut se méfier car la muqueuse peut être épaisse et recouvrir un os très fin.[20]

Lors du questionnaire médical, plusieurs facteurs ont été mentionnés pouvant causer une perte osseuse dont la maladie parodontale elle-même favorisée par le tabagisme. A l'examen clinique cette maladie parodontale peut être diagnostiquée grâce à un sondage qui met en évidence des poches parodontales et/ou des saignements ainsi qu'à l'existence de récessions ou mobilités. La teinte des dents, un tartre abondant ou une hyposialie sont des signes évocateurs d'un tabagisme important.

Un autre facteur cité est le traumatisme dentaire, celui-ci peut être mis en évidence par des contusions muqueuses, des mobilités des dents adjacentes et douleurs si le traumatisme est récent. S'il est ancien, des fêlures sur les dents voisines doivent nous y faire penser.

Après avoir diagnostiqué les facteurs favorisant la perte osseuse et visualisé en bouche les volumes osseux résiduels, il est possible de réaliser un « Bone mapping » [16].

Cette technique permet de mesurer l'épaisseur de la muqueuse en plusieurs points et de la reporter sur un modèle d'étude scié. Ceci peut nous donner une idée du volume osseux ainsi que de sa forme dans la zone à implanter. La technique est simple à réaliser, il suffit de piquer et transpercer la muqueuse jusqu'au contact osseux avec un aiguille agrémentée d'un stop et de plaquer ce dernier à la surface de la gencive pour en connaître l'épaisseur.



Image 5: illustration de la technique du Bone Mapping [16]

Lors de cet examen, il peut être intéressant d'avoir un cliché panoramique récent du patient. Cette radiographie d'ensemble donne déjà une idée de la hauteur d'os disponible. Il indique certains éléments anatomiques dont il faudra rester à distance, limitant ainsi un peu plus le volume d'os disponible dans certains secteurs.

- Sinus maxillaire
- Fosse nasale
- Nerf mandibulaire
- Trou mentonnier

1.2 Examens radiographiques

1.2.1 Concordance entre le volume osseux et le projet prothétique

Jusqu'à présent nous avons parlé de volume osseux disponible mais il faut différencier le volume disponible, le volume nécessaire et le volume utile : [21]

- Le volume disponible correspond au volume osseux anatomique total dans lequel un implant pourrait être mis sans tenir compte du projet prothétique.
- Le volume nécessaire est le volume osseux théorique minimum dans les 3 dimensions de l'espace pour obtenir un ancrage de l'implant en respectant les distances de sécurité.
- Le volume utile est le seul qui tienne compte du projet prothétique. Il représente le volume osseux nécessaire pour visser un implant de façon cohérente avec le projet thérapeutique, dans le but de satisfaire les paramètres esthétiques et fonctionnels imposés par celui-ci.

Comme il a été dit précédemment, pour connaître l'axe implantaire idéal, il faut partir du projet prothétique.[1] Pour cela des dents du commerce sont montées au niveau des édentements sur les moulages d'étude de façon à obtenir une occlusion fonctionnelle. Les dents sont fixées grâce à des cires qui restituent les volumes tissulaires manquants.[20][22]. Plus le volume de cire nécessaire à l'ancrage des dents est important, plus l'insuffisance osseuse transversale et/ou verticale est conséquente.

Ce montage directeur permet de pré visualiser la prothèse finale avec une occlusion fonctionnelle, un alignement des dents et une ligne des collets esthétique.



image 6: montage directeur qui préfigure le projet prothétique [16]

Des provisoires sont élaborés à partir de ce montage et sont réglés pour s'intégrer parfaitement esthétiquement et fonctionnellement en bouche.[2][20]

Le patient passera ensuite un scanner avec le guide radiologique fait à partir d'un duplicata des provisoires. Ce guide comporte des dents radio-opaques qui seront visibles sur l'examen radiologique. Pour que l'analyse soit la plus précise possible, le guide doit être parfaitement adapté en bouche et d'une stabilité irréprochable. [22]

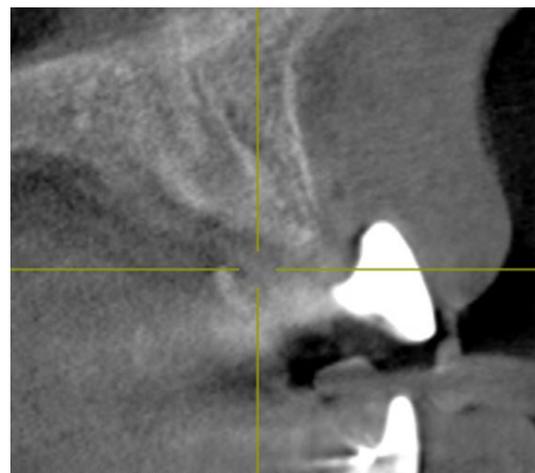


image 7: guide radiologique radio-opaque et visualisation du rapport « projet prothétique / situation anatomique » sur une planche transversale de scanner [16]

Sur les planches du scanner il est donc possible de visualiser le rapport anatomique entre le projet prothétique et le volume osseux. Ceci permet d'apprécier le volume osseux disponible pour la mise en place de l'implant ou au contraire d'appréhender les insuffisances osseuses en évaluant la géométrie des défauts à reconstruire.[20]

Soit à l'aide de logiciels de planification implantaire soit grâce à des planches de superposition, il faut réussir à positionner l'implant de telle sorte qu'il ait :[1]

- son corps dans l'axe de l'os alvéolaire en étant centré au sein des corticales vestibulaire et palatine.
- sa tête en regard de la couronne radio-opaque, idéalement, le pilier supra implantaire sera droit.

Si nous n'y parvenons pas, nous nous trouvons en présence d'une insuffisance osseuse.

1.2.2 Distances de sécurité, positionnement 3D de l'implant

Pour envisager la mise en place d'un implant, il faut disposer d'un volume osseux suffisant dans les 3 plans de l'espace : le volume nécessaire. Celui-ci est analysé de façon tridimensionnelle grâce à la radiographie panoramique ainsi qu'aux planches du scanner ou cone-beam.

La radiographie panoramique n'est pas un examen de précision mais il offre une vue d'ensemble et permet le dépistage de nombreux éléments anatomiques notamment [23]:

- La hauteur d'os résiduelle sous sinusienne
- La position du NAI ou des foramens mentonniers
- Les orientations radiculaires des dents bordant l'édentement
- La présence de dents incluses ou ectopiques
- Des lésions dentaires ou lésions tumorales osseuses
- Des défauts osseux ou atteintes parodontales
- La quantité osseuse de certaines régions potentiellement « site donneur »

Cet examen manque de précision du fait d'une déformation des volumes et se doit d'être complété d'un scanner ou d'un cone beam où le défaut osseux peut être analysé de façon précise dans les 3 dimensions grâce à 3 coupes[23]:

La coupe panoramique donne une vue d'ensemble, elle est graduée et permet de repérer la localisation des coupes coronales.

Les coupes coronales montrent l'épaisseur et la hauteur d'os présentes à chaque millimètre. Le nerf mandibulaire, le trou mentonnier et le plancher sinusal sont aisément repérables. L'épaisseur des corticales et la densité osseuse peuvent être examinées.

Les coupes axiales mettent en évidence des instruments fracturés dans les racines, des lésions apicales, et en ce qui nous concerne, les résorptions osseuses transversales.

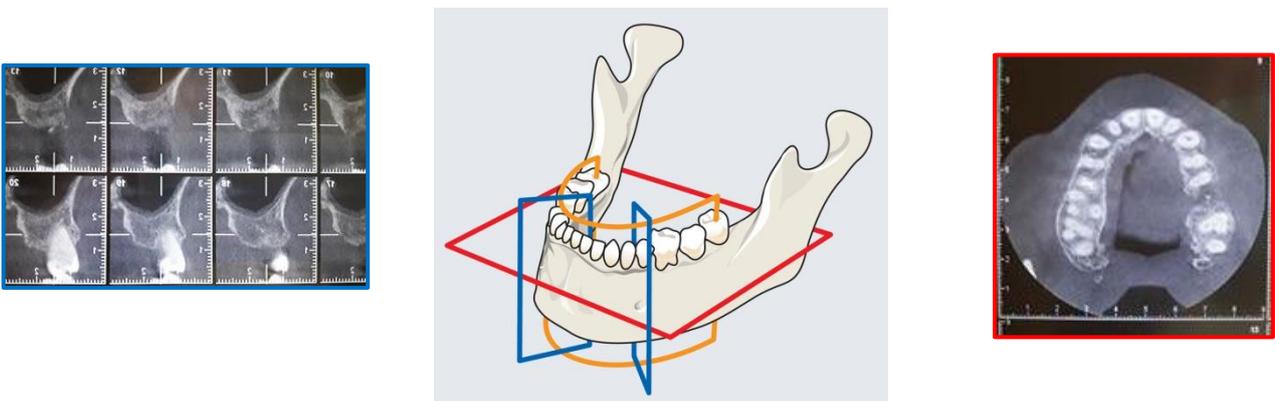


Figure 2: Schéma des 3 coupes d'un scanner accompagné de 3 planches illustratives.



Le cone beam est considéré comme l'examen radiologique de choix pour l'analyse pré-implantaire tant pour déterminer les insuffisances volumétriques que pour identifier les éléments anatomiques à respecter et analyser les sites susceptibles d'être prélevés.[23]

En fonction du diamètre de l'implant et de la position du forage, les volumes osseux à conserver autour de l'implant sont définis ; ce sont les « distances de sécurité ».

Les implants sont classés selon leur diamètre, il existe :

- L'implant de petit diamètre $\varnothing \approx 3.5\text{mm}$
- L'implant standard de $\varnothing \approx 4\text{mm}$
- L'implant large de $\varnothing \approx 5\text{mm}$

1.2.2.1 Sens mésio-distal

La longueur de l'édentement comprise entre les dents bordantes détermine le nombre et le diamètre d'implants envisageables pour la réhabilitation prothétique.[24]

Pour un implant de petit ou moyen diamètre, il est impératif de laisser 1,5 mm en mésial et en distal de l'implant pour permettre la formation d'une papille entre l'implant et la dent adjacente. Pour un implant large cette distance de sécurité est de 2mm en proximal.

L'axe implantaire devra être choisi de façon à rester à distance des racines des dents adjacentes jusqu'à leur apex. [1][14][15][24]



Image 8: distance de sécurité à respecter dans le sens mésio-distal [34]

Dans le cas de deux implants contigus, une distance de 3 mm est recommandée. Dans le cas contraire, une disparition de la papille et une récession gingivale peuvent apparaître. [1][14][24]

1.2.2.2 Sens vestibulo-lingual

Il est important, dans l'analyse de cette dimension, de différencier un os cicatrisé d'un os post-extractionnel car c'est une dimension soumise au phénomène de résorption. [24]

Pour un os cicatrisé dont l'épaisseur vestibulo-lingual devrait rester stable, il est recommandé de laisser une épaisseur crestale de 1 mm en vestibulaire et 1 mm en palatin/lingual de l'implant pour éviter les fenestrations.[1][14][15]

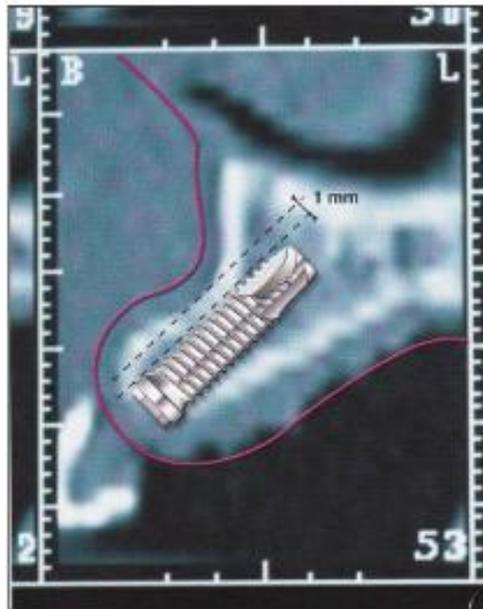


Image 9: distance de sécurité à respecter dans le sens vestibulo-lingual [34]

Cette épaisseur d'os est nécessaire pour assurer une vascularisation acceptable lors de l'ostéointégration de l'implant. De plus, centrer l'implant dans le sens vestibulo-lingual participe à l'obtention d'un résultat esthétique [1]:

Un implant trop palatin donnera une impression d'une couronne posée sur la gencive et non pas émergente. Un implant trop vestibulé donnera une teinte grisée au parodonte par un effet de transparence.

L'axe implantaire doit permettre une émergence de la tête de l'implant au niveau du cingulum des dents antérieures ou au cœur de la face occlusale des dents pluricuspidées.[1][15]

En zone esthétique (de 14 à 24) une épaisseur crestale résiduelle de 2mm en vestibulaire est préférée car c'est une zone plus soumise à la résorption crestale centripète. De cette façon le risque de lyse osseuse péri implantaire est anticipé.[1][14][24]

En présence d'un site post-extractionnel, il faut s'attendre à un remodelage osseux difficilement prédictible. La largeur de l'alvéole, même comblée de substitut osseux ne doit pas être prise en compte dans le calcul d'épaisseur crestale, seule l'épaisseur réelle des tables osseuses compte. Si celles-ci ne sont pas suffisantes, il faudra recourir aux techniques d'augmentation de volume osseux. [24][25]

1.2.2.3 Sens corono-apical

Il faut noter la présence d'éléments anatomiques à ne pas léser lors du forage ou de la mise en place des implants, notamment :

- Le NAI
- Le foramen mentonnier
- Les fosses nasales
- Les sinus maxillaires

Au maxillaire, la hauteur d'os disponible doit être égale à la longueur de l'implant. En effet, l'apex de l'implant peut se trouver au contact du plancher des sinus ou des fosses nasales, il peut même pénétrer le sinus de 1 à 2 mm sans le léser [14][26][27]. Cependant, maintenir une distance de sécurité de 1 à 1,5 mm entre l'extrémité de l'implant et les éléments vasculo-nerveux reste la situation idéale. [28]

A la mandibule, un implant peut être posé si la hauteur d'os disponible entre le sommet de la crête et le plancher du canal où passe le nerf alvéolaire inférieur est égale à la longueur de l'implant + 2mm de distance de sécurité supra-NAI.[14]

En cas de faible hauteur disponible, il est envisageable de mettre en place des implants plus courts. Cela ne devant pas nuire à la stabilité primaire de l'implant, sa faible longueur peut être compensée par le choix d'un implant conique ou le choix d'un implant auto-forant [24]. Ils ne présentent alors pas plus d'échec que des implants plus longs. [29]

2 Techniques d'augmentation transversale du volume osseux

2.1 Greffe d'apposition d'os autogène

2.1.1 Origine du greffon

Dans cette partie, nous parlerons essentiellement de la greffe autogène, c'est-à-dire d'un prélèvement osseux effectué sur le patient lui-même.

Celui-ci peut être intra-oral ; il a pour avantage ;

- d'être réalisé sous anesthésie locale
- de faire intervenir un seul opérateur
- les sites prélevés en intra-oral sont denses avec une faible résorption post-opératoire.[30][31]

Mais la quantité d'os disponible permet de corriger seulement des défauts osseux de petite ou moyenne étendue.

Les sites intra-oraux les plus fréquents sont la région ramique et la symphyse mentonnière :

Au niveau de la **symphyse mentonnière**, il est préférable de réaliser des **petits prélèvements**. Ces greffons parasymphysaires sont prélevés de part et d'autre de la zone médiane du menton pour ne pas modifier l'esthétique du profil du patient. Si l'ensemble de la symphyse est concernée, le défaut osseux devra être comblé par un substitut osseux, sans quoi le patient verra son profil modifié et sentira le défaut à la palpation[18]. L'os y est souvent très dense et sa quantité dépend du développement de la symphyse qui est propre à chaque individu.

Le **corps de la mandibule** offre lui une quantité osseuse favorable à des prélèvements cortico-spongieux de **moyenne étendue**. Ce site présente généralement un os de type II c'est-à-dire une corticale résistante laissant place en son centre à un tissu spongieux

de bonne qualité [32]. Il présente l'avantage de ne pas impacter l'esthétique du patient et de provoquer moins de troubles sensoriels ou inconfort postopératoire que les prélèvements symphysaires. Néanmoins la visibilité et l'accessibilité du site sont plus délicates. [30]

Site de prélèvement	Avantages	Inconvénients	Complications éventuelles
Greffon para-symphysaire	<ul style="list-style-type: none"> • Accès chirurgical • Qualité bloc cortico-spongieux • Traitement espace de 2-3 dents 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantité variable selon patient • Sutures complexes • Modification possible esthétique visage 	<ul style="list-style-type: none"> • Œdème • Hypoesthésie • Cicatrices visibles • Brides cicatricielles
Greffon ramique	<ul style="list-style-type: none"> • Quantité relativement abondante • Qualité bloc cortico-spongieux • Traitement espace 3-4 dents • Ø impact esthétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès chirurgical • Ø traitement implantaire envisageable sur site de prélèvement 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque lésion nerf lingual ou NAI • Trismus post-opératoire • Brides cicatricielles

Pour parer à cette limite quantitative, il est envisageable de réaliser un prélèvement extra-oral autogène notamment au niveau de la crête iliaque ou de la voûte crânienne.[32]

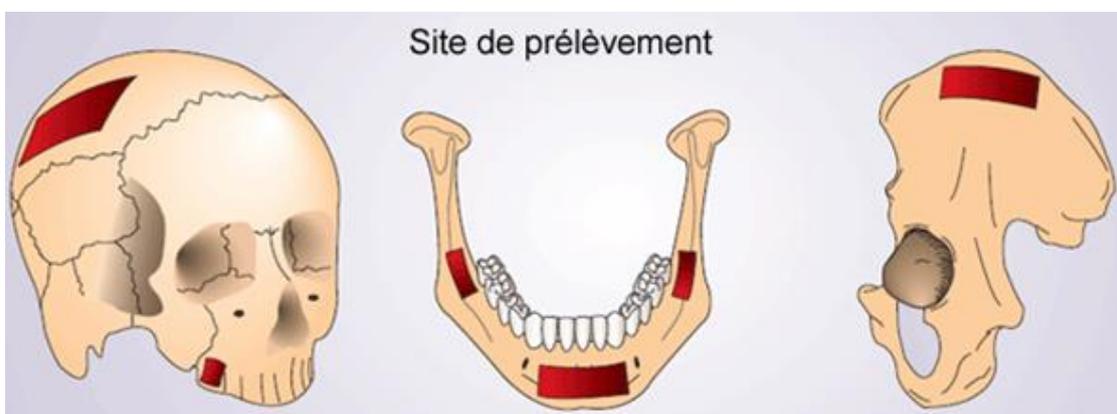


Figure 3: les sites de prélèvement intra et extra oraux.[1]

Le greffon autogène présente de nombreux avantages :

- il est le seul à avoir à la fois un pouvoir ostéogénique (cellules osseuses vivantes), ostéoinducteur (protéines matricielles et facteurs de croissance) et ostéoconducteur (trame osseuse guidant le remodelage) ; sa revascularisation et sa cicatrisation sont rapides.
- les sites donneurs énoncés sont d'origine membranaire et présentent un taux de survie cellulaire plus important, une concentration plus forte de certains facteurs de croissance, une homologie embryologique avec les sites receveurs buccaux et de ce fait un plus faible taux de résorption [33]
- le patient étant à la fois donneur et receveur, le risque de rejet ou de transmission de maladies infectieuses est minimisé [34]
- le prélèvement et la mise en place de la greffe peuvent se faire en un temps opératoire.
- le cout est raisonnable

Mais il présente également des limites :

- les prélèvements intra-oraux sont limités en quantité
- les prélèvements extra-oraux nécessitent l'intervention d'un deuxième opérateur.
- le temps opératoire est plus long, l'ajustage du greffon à la forme du site receveur (garantie de la réussite de l'intervention) peut être délicat
- le prélèvement génère un second site opératoire pouvant engendrer lui aussi des complications ou désagréments post-op.

Cette technique est réservée à des praticiens expérimentés souvent spécialisés en chirurgie orale.

2.1.2 Indications :

Cette technique est aussi bien indiquée pour des défauts osseux maxillaires que mandibulaires [35]:

- Perte osseuse importante de la corticale externe
- Résorption verticale sévère
- Défaut de la crête avancé

Selon l'indication, la nature de l'os prélevé sera différente. Un os spongieux a de bonnes capacités de cicatrisation dues à une porosité facilitant la revascularisation, il sera donc très utilisé pour le comblement de cavités (sinus, défaut à 3 parois). L'os cortical est très dense et se résorbe peu, il montre de meilleurs résultats dans la reconstruction de reliefs osseux.[36][37]

Le ratio « os spongieux / os cortical » doit être réfléchi en fonction de la situation clinique et du résultat attendu.

2.1.3 Protocoles opératoires [35]

La chirurgie se déroule en deux temps :

- le greffon est prélevé du site donneur choisi
- puis il est ajusté, positionné et fixé au niveau du site receveur.

Avant tout prélèvement, le volume du greffon nécessaire doit être connu grâce aux mesures faites sur le site receveur et un scanner préopératoire permet d'estimer les volumes osseux disponibles.

Concernant le site receveur [38]:

L'incision se fait au sommet crestal voire légèrement déportée en palatin, elle est complétée d'une décharge verticale. Le lambeau est décollé en pleine épaisseur et le périoste est sectionné à sa base selon la technique de Hooper pour donner de l'élasticité à la muqueuse [39][40]. Celle-ci devra recouvrir un volume osseux plus conséquent en fin de chirurgie. Les incisions et le décollement doivent permettre une bonne visibilité du site receveur.

L'os cortical est cureté pour éliminer des tissus de granulation éventuels et assaini à l'aide d'ultrasons et d'un rinçage à la Chlorhexidine [40]. En cas de corticale épaisse (os de type I) elle peut être perforée pour favoriser le saignement et donc la cicatrisation.[12]

Ce site est analysé pour déterminer la forme idéale du greffon nécessaire, il est possible d'utiliser un patron qui sera ensuite reporté sur le site donneur pour réaliser l'ostéotomie.

Concernant le site donneur [38][41]:

Deux tracés d'incision sont envisageables :

Un tracé sulculaire, complété de deux décharges verticales en distale des premières molaires mandibulaires dans le cas d'un prélèvement symphysaire. Ceci permet une très bonne visualisation des foramens mentonniers. Il est complété d'une seule décharge en mésiale dans le cas d'un prélèvement de l'angle mandibulaire.

Cette technique n'est pas recommandée en cas de biotype gingival fin du fait d'un risque de récession postopératoire.

L'autre tracé, dit « en V » au niveau de la symphyse, suit la ligne muco-gingivale de 33 à 43 et est aussi complété d'une ou deux décharges plus réduites.

Au niveau du ramus, l'incision suit la ligne oblique externe du bord antérieur de la branche montante jusqu'à la face postérieure de la deuxième prémolaire mandibulaire.

Le lambeau est disséqué en épaisseur partielle jusqu'au fond du vestibule puis en épaisseur totale jusqu'au rebord basilaire pour une parfaite visibilité du site.[32][41][42]

Le tracé d'ostéotomie est d'abord repéré grâce à des perforations de la corticale à intervalles réguliers [32]. Il est ensuite réalisé à l'aise d'une fraise tronconique fine ou d'un disque (scie circulaire) toujours sous irrigation abondante pour limiter l'échauffement de l'os. Il peut également être réalisé à l'aide d'inserts ou d'une scie coudée sur piézotomes. [32]

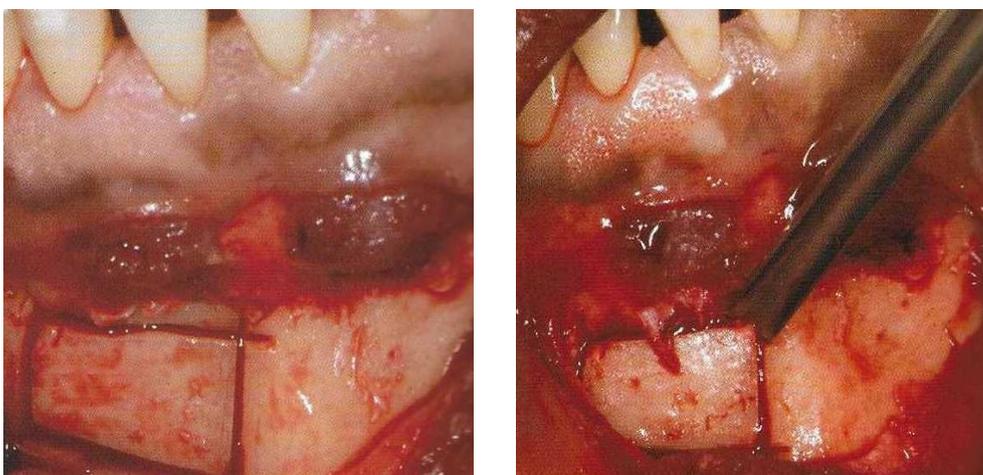


Image 10: tracé d'ostéotomie puis décollement du greffon [32]

Une fois la fenêtre réalisée, le décollement du greffon se fait grâce à un ciseau-burin à os percuté par un maillet chirurgical, la mandibule doit être bien maintenue [32].

Le greffon doit être relativement épais pour concerner la corticale vestibulaire (souvent épaisse au niveau mentonnier) ainsi que le corps spongieux de l'os basal.

Il doit être légèrement surdimensionné pour anticiper son façonnage ultérieur mais ne doit jamais impacter les racines dentaires ou la corticale linguale ce qui fracturerait la mandibule.

La fenêtre d'ostéotomie symphysaire doit respecter une distance de 3mm avec les racines dentaires sus-jacentes, 5mm avec le rebord basilaire inférieur et 5mm avec les foramens mentonniers [32][42].

Selon Alfred Seban, mieux vaut réaliser deux petits prélèvements latéraux qu'un unique de grande étendue, et ce, pour respecter le profil du patient. Le trait d'ostéotomie médian doit se trouver à 2mm de la ligne médiane symphysaire [32][43].



Image 11: prélèvements parasymphysaires [43]

La fenêtre d'ostéotomie ramique est limitée en épaisseur par les racines vestibulaires des molaires mandibulaires, en hauteur par le canal mandibulaire et en longueur par l'apophyse coronoïde [44]. Si le nerf alvéolaire inférieur est adhérent à la face interne de la paroi vestibulaire, cela représente une contre-indication à cette technique chirurgicale (cf scanner).

Le tracé doit tenir compte de l'anatomie du gonion, le tracé doit être à 5mm et parallèle à la face inférieure du corpus en respectant la courbe de la crosse de l'artère faciale. Il mesure en moyenne 1,5 cm de haut, 4 cm de long et une épaisseur de 3 à 6 mm.

Un prélèvement symphysaire unique de grande étendue permet la reconstruction d'un défaut de 1 à 4 dents mais il est préférable de réaliser 2 prélèvements latéraux corrigeant des espaces de 2-3 dents. Un prélèvement ramique sera indiqué pour un défaut de 1 à 3-4 dents [32][44].

2.1.3.1 Greffe d'apposition en bloc

Dans le cas d'une greffe d'apposition en bloc, le prélèvement reste sous forme d'un bloc corti-spongieux.

Le greffon est percé en 2 points qui permettront sa fixation dans le site à venir et de plusieurs micro perforations pour augmenter sa revascularisation dans le site receveur [12].

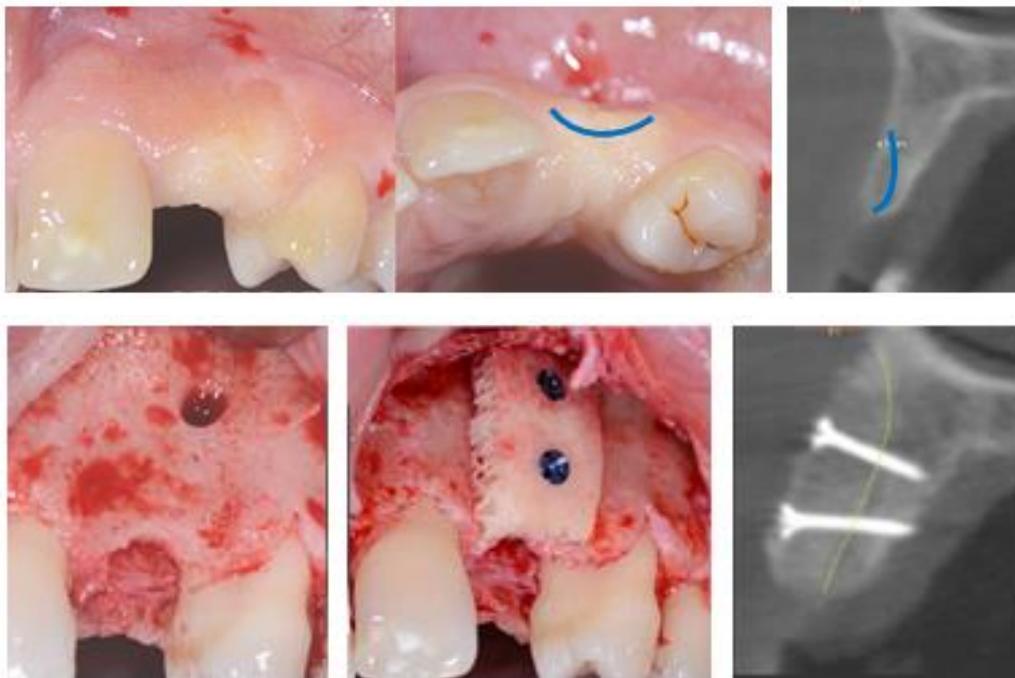


Image 12: apposition d'un bloc cortico-spongieux au prémaxillaire [46]

Il est ensuite façonné pour s'adapter au site receveur car meilleure est leur coaptation, meilleure sera la vascularisation du greffon. Cette étape est la plus minutieuse, il faut y passer du temps pour éliminer les hiatus entre le bloc apposé et le site receveur afin d'obtenir une interface parfaitement ajustée. [12][45][46]

Les minces hiatus résiduels devront être comblés par de l'os sous forme de copeaux. L'idéal est de n'avoir aucun hiatus supérieur à 0.5mm [39]. Les angles du bloc doivent être arrondis pour ne pas risquer la perforation du lambeau muco-périosté.

Le bloc apposé est ensuite fixé par deux vis d'ostéosynthèse en titane pour éviter toute rotation du greffon.

Enfin le lambeau est replaqué contre la greffe en s'assurant préalablement de sa stabilité et les sutures doivent assurer l'étanchéité grâce à des points discontinus et des sutures plans par plans [32].

La technique d'apposition de bloc permet une augmentation du volume osseux dans plusieurs dimensions :

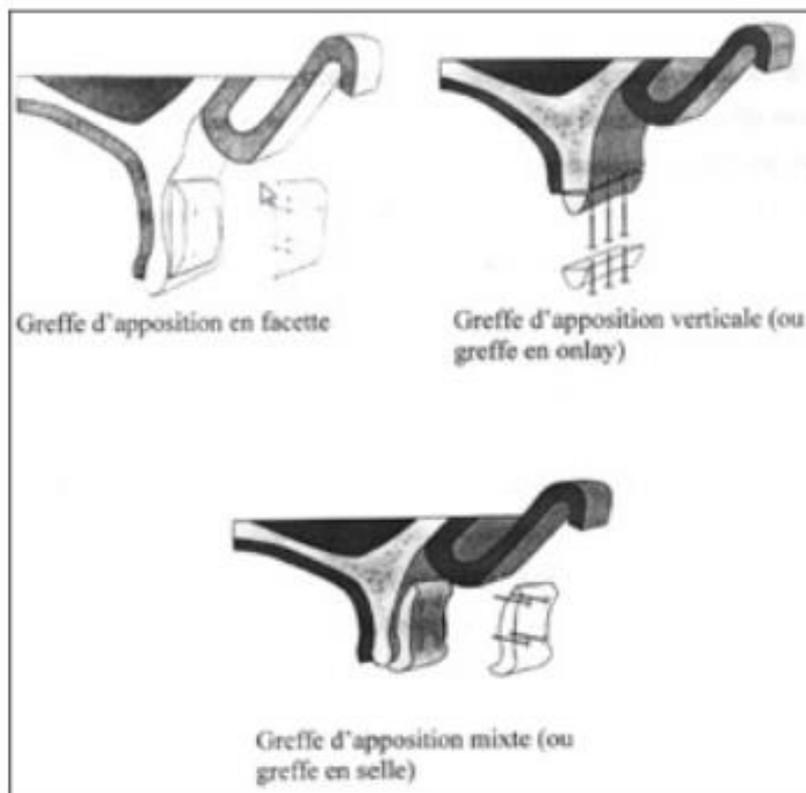


Figure 4: les greffes d'apposition en bloc [34]

Elle est indiquée principalement pour le maxillaire. Ce dernier se résorbe tout en gardant une morphologie courbe, voutée et relativement lisse ce qui rend possible l'adaptation parfaite du greffon.

Elle n'est pas recommandée à la mandibule car sa corticale épaisse et compacte rend difficile la vascularisation de la greffe. Si cette technique est pratiquée à la mandibule, il faut à tout prix perforer la corticale pour activer l'angiogenèse, plaquer le périoste à la surface du greffon et obtenir un contact très intime entre les 2 surfaces osseuses [47].

De plus, en secteur postérieur, de nombreuses insertions musculaire et ligamentaire compromettent la stabilité du greffon. Enfin, sa résorption lui confère une morphologie en lame de couteaux, ce qui complique l'ajustement de l'interface crête/greffe.

Certains auteurs, comme Nicholas Toscano, augmentent l'étanchéité en intercalant une membrane entre le greffon et la muqueuse. La membrane doit être plus large que le greffon de 3 mm et la muqueuse appliquée sans tension [45].

Cependant une récente étude portée sur 553 patients n'a pas démontré de différence significative quant à la présence ou non d'une membrane à partir du moment où l'étanchéité est respectée [48].

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Maxillaire• Défaut transversal et vertical• Gain 7mm [49]	<ul style="list-style-type: none">• Mandibule• Immobilité totale difficile

2.1.3.2 Greffe par coffrage

Dans le cas d'une greffe par coffrage, le greffon est scindé à la jonction cortico-spongieuse. La corticale reste intacte tandis que l'os spongieux est réduit sous forme de copeaux grâce à un moulin à os.

Cette technique, notamment décrite par Khoury, est indiquée lors d'un défaut osseux à trois parois. En effet le greffon cortical va servir de coffrage en formant la quatrième paroi et le défaut sera ensuite comblé avec l'os spongieux stabilisé par cette « membrane autogène » [50].

Une incision sagittale est réalisée apicalement au défaut osseux à reconstruire. Cette tranchée permet le positionnement de la fine couche corticale qui vient cloisonner le défaut alvéolaire. Le pan cortical de la crête résiduelle est perforé pour faciliter l'angiogenèse et des vis d'ostéosynthèse fixent le greffon cortical tout en le maintenant à distance de la crête osseuse.

L'espacement inter-cortical doit correspondre au volume osseux nécessaire à reconstruire en vue d'une réhabilitation prothétique implantaire [51].



Image 13: prélèvement d'un bloc ramique [50]



Image 14: perforation de la corticale et réalisation d'une tranchée apicale [50]



Image 15: fixation du coffrage cortical par 2 vis d'ostéosynthèse [50]

Celui-ci est comblé par de l'os spongieux, qui a de bonnes capacités de revascularisation par sa faible densité et par conséquent une ostéointégration accélérée [50].

Cette technique est à mi-chemin entre la greffe de bloc utilisant de l'os autogène et la ROG qui obtient de très bons résultats grâce à la forme particulière de son greffon. Elle permet un gain maximal en épaisseur de 7mm mais n'autorise pas d'augmentation verticale du volume osseux.

La greffe par coffrage est plus pratiquée à la mandibule que la technique de bloc car la forme particulière de l'os spongieux permet une bonne adaptation aux surfaces des crêtes osseuses en lame de couteaux. Le prélèvement est dans ce cas réalisé en zone ramique, ce qui concentre le geste opératoire sur un site unique [50].

L'implant est posé 4 à 6 mois après la greffe. Il a un bon ancrage primaire car il est encerclé de corticales et son apex fore également la paroi corticale supérieur de l'os résiduel initial [51][52].

En cas de crête saillante et de faible hauteur il est tout de même possible de faire évoluer cette technique pour augmenter le volume osseux dans les deux dimensions, grâce à la technique de double coffrage [53]. Une membrane corticale sera placée en vestibulaire et l'autre en lingual. De la même façon, l'espace créé est comblé par de l'os spongieux en grain.

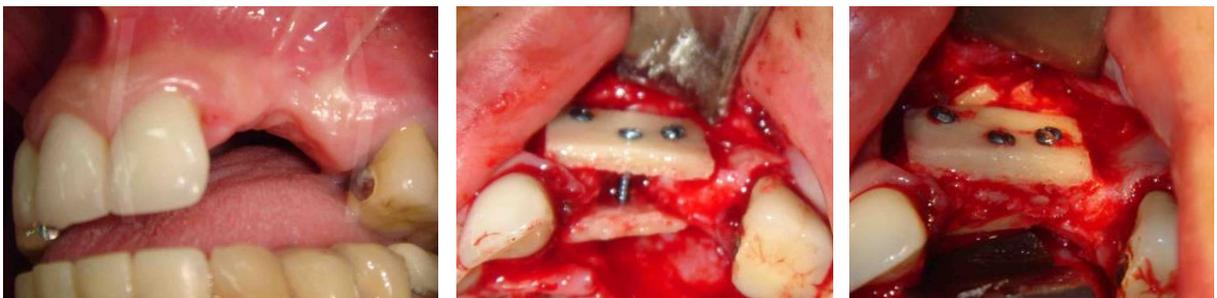


Image 16: technique du coffrage à 2 pans pour traiter une insuffisance osseuse mixte [53]

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Mandibule • Défaut transversal • Gain 7mm • Délai cicat 4 mois • 1 site opératoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Défaut vertical (double coffrage) • Immobilité totale difficile

Les greffes d'apposition sont applicables à un grand nombre de situations : le défaut peut s'étendre sur plusieurs dents, une crête très résorbée combinant des insuffisances mixtes peut être traitées par ces techniques.

2.1.4 Suites opératoires

Dans le cas d'un prélèvement symphysaire de grande étendue, un pansement compressif est systématiquement posé pendant 48 heures.

Quel que soit le prélèvement, une poche de glace est toujours apposée pour limiter l'œdème post-opératoire. Les douleurs sont gérées avec les antalgiques usuels.

Dans ce type d'augmentation osseuse, les implants sont préférentiellement posés dans un second temps opératoire après 4 mois de cicatrisation [35] parfois jusqu'à 6 mois si le cône beam de contrôle montre une ossification incomplète [38].

La chirurgie d'augmentation osseuse transversale par apposition de bloc autogène relate souvent une résorption secondaire, c'est pourquoi il est recommandé par certains auteurs d'interposer une membrane résorbable entre le greffon et le lambeau. Il peut être intéressant de surévaluer la perte de 2-3 mm pour anticiper cette résorption postopératoire.

Lors de la deuxième phase chirurgicale destinée à la mise en place des implants, il faut penser à retirer les 2 vis d'ostéosynthèse sans dépérioster le greffon si possible. Enfin lors du vissage implantaire, il ne faut pas sous-forer car il existe un risque de scission à la jonction greffon-lit receveur si la contrainte est trop forte.

Les techniques d'augmentation osseuse par greffe d'apposition peuvent présenter des complications [42][49] :

- Exposition du greffon en cas de sutures non étanches ou de sutures réalisées en tension.
- Lésion radiculaire (importance de la planification opératoire).
- Fracture mandibulaire à la suite de l'ostéotomie si le greffon prélevé est trop conséquent et fragilise la structure osseuse.
- Hémorragie : lésion d'une artère ou perforation de la table interne avec collection sanguine au niveau du plancher.
- Paresthésies temporaires qui peuvent survenir principalement au niveau des prélèvements mentonniers (quelques semaines ou mois) ou Hypoesthésie définitive en cas de lésion du nerf incisif ou du NAI mais ceci reste très rare.
- Résorption estimée entre 20 et 50%.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Cicatrisation 4 à 6 mois [54] selon technique (moins long que ROG) • Gain 7mm • Greffon dense (corticale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Morbidité du site donneur • Résorption greffon 20 - 50% à 6 mois

2.2 Expansion crestale

La technique d'expansion crestale consiste à augmenter l'épaisseur de la crête osseuse mais n'a aucune incidence sur sa hauteur. Elle trouve son indication lorsque la dimension vestibulo-palatine ou vestibulo-linguale de l'os ne permet pas la mise en place d'implants selon le protocole standard [55].

2.2.1 Caractéristiques d'une crête candidate à l'expansion crestale

Cette technique d'augmentation est applicable aussi bien au maxillaire qu'à la mandibule [54] mais elle est essentiellement pratiquée dans le secteur incisivo-canin maxillaire [56].

La crête idéale pour la réalisation d'une expansion a :

- une hauteur satisfaisante
- un inversé d'articulé inférieur à 3 mm pour retrouver un rapport inter-arcade correct après l'expansion [18]
- une épaisseur minimale de 3 mm permettant de réaliser un trait d'ostéotomie au sein de l'os médullaire sans léser les corticales [18]
- des parois convergentes qui vont se paralléliser pendant l'expansion
- des corticales fines rendant l'os assez malléable pour exercer une expansion sans fracture
- une orientation concordante avec la mise en place d'une prothèse en occlusion : l'axe de vissage de l'implant est imposé par le tracé d'ostéotomie lui-même fixé par l'axe des corticales.

Cette technique, réservée à des crêtes d'épaisseur minimale de 3 mm en préopératoire, permet d'obtenir une épaisseur post-opératoire de 9 mm [57].

Il faut prendre en compte une résorption potentielle de 1.5 mm au cours de la cicatrisation ce qui nous amène à une épaisseur crestale maximale réelle de 7 mm [56].

Avant la phase chirurgicale il est important de connaître la quantité d'expansion souhaitée et de la surévaluer pour anticiper une légère résorption post-opératoire.

La technique de l'expansion crestale permet de gagner une épaisseur transversale moyenne de 4 mm [18][51][58]. Une étude rapporte un gain de 5,6 mm au sommet crestal [59].

Ce résultat autorise la pose d'implants de petit, moyen ou gros diamètre selon l'épaisseur crestale initiale en respectant les distances de sécurité.

2.2.2 Protocoles opératoires

La technique d'expansion crestale est une technique permettant une chirurgie en un temps avec élargissement de la crête et mise en place simultanée des implants [56].

Ceci est surtout vrai au maxillaire car le protocole opératoire est sensiblement différent entre les deux arcades.

Au maxillaire, l'os est de moins bonne qualité, il est plus souple, plus élastique et permet une expansion sans trop de risque de fracture de la table vestibulaire [60]. Cette technique lui est parfaitement appropriée [55].

A la mandibule, la qualité supérieure de l'os le rend fragile, la propagation du trait de fracture est plus difficilement prévisible [61].

Afin d'assurer l'apport sanguin à la table expansée, le lambeau devra le plus souvent être disséqué en laissant le périoste adhérent à l'os.

2.2.2.1 Expansion crestale par clivage « Bone Splitting »

2.2.2.1.1 Protocole de l'expansion MAXILLAIRE en une étape :

L'incision est le plus souvent au sommet de la crête, légèrement déportée en lingual et doit aller jusqu'au contact osseux.

Le décollement est dirigé en vestibulaire pour avoir une bonne visibilité du sommet crestal.

- L'incision peut s'étendre aux deux dents adjacentes à l'édentement et former un **feuillet fermé** ; la chirurgie sera considérée « à l'aveugle » et ne permet pas de corticotomie apicale.
- Elle peut être complétée par deux incisions de décharge limitées à 5 mm de hauteur formant un **feuillet ouvert limité**. Le rabat sera disséqué en épaisseur partielle. Ceci permet de voir plus aisément le sommet crestal et 3 mm d'os vestibulaire mais ne permet pas non plus de corticotomie apicale.

L'os maxillaire est suffisamment élastique pour ne pas imposer de corticotomie apicale, un lambeau ouvert limité reste l'option la plus souvent retenue [60].

La corticotomie est en réalité composée de plusieurs tracés :

- La **corticotomie crestale** est initiée avec une lame de 15, une lame de beaver ou un ciseau à os permettant de passer la corticale sans perdre d'os [62]–[64]. La tranchée est réalisée à l'aide de fraises fissures les plus fines possibles pour économiser au maximum l'os, ou d'instruments piézo-électriques qui coupent les tissus durs tout en préservant les tissus mous [58][59][65][66]. De plus ils permettent une meilleure visibilité du fait de leur ergonomie et la coupe est précise et peu hémorragique [67][58][68].



Image 17: corticotomie crestale à l'aide de la piézochirurgie [68]



Image 18: corticotomie crestale à l'aide d'une scie à os [68]

Plusieurs auteurs utilisent la scie à os qui réalise une coupe très fine et précise. L'inconvénient est que la profondeur de coupe est limitée au rayon du disque [54][56].

Pour plusieurs auteurs, la corticotomie crestale, aussi appelée corticotomie sagittale, peut être suffisante avant d'initier l'expansion transversale [60][66].

- Les **corticotomies verticales** sont limitées par la hauteur du rabat muqueux. Elles permettent de guider la fracture osseuse vers une composante verticale et non horizontale qui risquerait de compromettre la santé parodontale des dents adjacentes [60]. Leur tracé doit alors se situer à une distance de sécurité de 2 mm des dents adjacentes. [70]



Image 19: tracé des corticotomies verticales [79].

L'expansion est obtenue par le passage d'une série d'ostéotomes de diamètres croissants.



Image 20: bone-splitting à l'aide d'un ostéotome piézoélectrique [69].

Ces ostéotomes déplacent progressivement la table vestibulaire et leur progression verticale au sein de l'os médullaire doit être accompagnée d'un maintien des deux corticales par le pouce et l'index. Sentir les tables osseuses permet :

- de diriger l'ostéotome parallèlement à la corticale linguale qui ne doit pas être fracturée.
- de contrôler le déplacement latéral de la corticale vestibulaire en maintenant la position du pan linguale [60].

La table osseuse vestibulaire est celle soumise aux forces d'expansion, elle se scinde au niveau des traits de corticotomies crestales et verticales qui servent de guides. Le fragment se déplace latéralement tout en conservant un axe charnière à sa base ; il s'agit d'un rabat en « livre ».

Si la force exercée dépasse la résistance élastique de l'os, une fracture apicale se produit et le fragment n'est rattaché à la mâchoire que par la muqueuse vestibulaire, il s'agit alors de rabat en « île ». Dans ce cas seul le périoste continuera d'approvisionner le fragment, leur adhérence est indispensable à la survie du volet vestibulaire.

Le pronostic de cicatrisation osseuse est meilleur dans le cas d'un volet en livre [60].

2.2.2.1.2 Protocole d'expansion MANDIBULAIRE en deux étapes :

Plusieurs auteurs, dont Edouardo Anitua, Nicolas Vinay et Len Tolstunov, s'accordent à dire qu'à la mandibule, il est préférable de scinder la procédure d'expansion crestale en 2 étapes ; la corticotomie puis l'expansion à proprement parler. Ceci permet à la fois de mieux guider le trait de fracture grâce à une fenêtre de 4 tracés mais aussi de limiter les risques de nécrose du volet osseux vestibulaire qui sera à nouveau adhérent au périoste au moment de l'expansion [59][61][71].

1- Corticotomie

Du fait de la forte densité osseuse à la mandibulaire, une étape préparatoire est recommandée. Elle consiste à réaliser une corticotomie superficielle n'affectant que la couche corticale [72]. Elle est ici composée de 4 tracés: [54][61][65]

Le **tracé crestal** se situe au sommet de la crête, légèrement déporté en lingual pour ne pas fragiliser le pan vestibulaire qui sera luxé. Celui-ci doit avoir une épaisseur de 2 mm pour limiter sa résorption post-chirurgicale.

Le **tracé apical** est séparé du précédent par une hauteur maximale de 10 à 12 mm pour 3 raisons [61]:

- c'est approximativement la taille des futurs implants et donc la hauteur sur laquelle l'os alvéolaire doit être épaissi
- physiologiquement la crête alvéolaire étant plus large à sa base, il n'est pas utile de pratiquer l'expansion à ce niveau
- la préservation du nerf alvéolaire inférieur.



Image 21: corticotomie en fenêtre à l'étape préliminaire de l'expansion de la mandibule [72].

Son accessibilité nécessite un **décollement muqueux** de pleine épaisseur. Cependant, le fait de décoller le périoste rend la cicatrisation du volet osseux plus difficile car l'apport vasculaire est moins bon.

Les **tracés verticaux** sont séparés d'une distance qui varie selon la longueur de l'édentement et le nombre d'implants prévus.

L'ensemble des tracés doivent être interconnectés avec des angles arrondis formant une fenêtre osseuse légèrement plus petite que le lambeau récliné et de forme

trapézoïdale à base apicale. Chaque tracé a une largeur d'environ 1 mm voire plus étroite grâce aux instruments piézo-électriques et une profondeur suffisante pour traverser la couche corticale soit 1,5 mm en moyenne. La transition de l'os cortical à l'os spongieux est mise en évidence par un saignement et une sensation de chute due à la baisse de densité.

Une fois la fenêtre osseuse dessinée, le lambeau de pleine épaisseur est repositionné et suturé.

Un délai de cicatrisation de **5 semaines** permet d'obtenir une adhérence du périoste à l'os.

2- Fractionnement, expansion et greffe « crest-splitting »

Par soucis de confort et de meilleur accès au tracé de corticotomie crestale, l'opérateur peut réaliser un **feuillet ouvert limité**.

Ce dernier est disséqué en épaisseur partielle pour :

- conserver l'adhérence du périoste à l'os, ce qui assure son apport nutritif
- augmenter l'élasticité du lambeau de façon à pouvoir refermer le site.

Le tracé d'ostéotomie préparé 1 mois en amont est identifié grâce à une lame de 15 insérée dans la rainure en créant une tranchée fine au sein de l'os médullaire sous-jacent.

L'expansion de la crête consiste en l'insertion progressive d'une série d'ostéotomes de diamètres croissants pour amorcer la scission des tables osseuses.



Image 22: série d'ostéotomes piézo-électriques



Image 23: ostéotomes manuel + maillet chirurgical.

Certains auteurs utilisent les ostéotomes manuels insérés à l'aide d'un maillet chirurgical.[56], [61], [65] Ils peuvent également être mécanisés.[58] Les inserts piézo-électriques sont également d'actualité.[67]

Le volet osseux vestibulaire se fracture peu à peu en respectant la fenêtre d'ostéotomie réalisée à cet effet.

L'élargissement de la fente est opéré jusqu'à atteindre la quantité d'expansion souhaitée. Le volet vestibulaire est déplacé latéralement toujours adhérent à la muqueuse vestibulaire, qu'il soit en livre ou en île, ce qui assure sa vascularisation.

2.2.2.1.3 Stabilisation des implants

Au maxillaire comme à la mandibule, plus la tranchée est profonde, plus la luxation du volet osseux vestibulaire sera aisée [73]. Une fois l'expansion souhaitée atteinte, la mise en place de vis de fixation est recommandée pour maintenir le pan vestibulaire immobile en bonne position et éviter qu'il exerce une pression sur les implants.

Ceci est particulièrement vrai pour les crêtes expansées sur une longueur de plusieurs dents. Les vis maintiennent un écart entre les tables osseuses qui est comblé avec du substitut osseux [64]. L'ajout dans la fente d'un plasma riche en facteurs de croissance améliore et accélère l'ostéointégration [54][58].

Cependant il faut s'assurer d'obtenir une stabilité primaire acceptable pour l'implant, laquelle est caractérisée par un vissage de l'implant à au moins 35N/cm. [56][63][74]

Pour y parvenir il faut maintenir 2 mm apicaux d'os non expansé.

- ⇒ La profondeur de la tranchée doit être calculée pour être égale à la longueur de l'implant minorée de 2 mm [56][63][74].

Apicalement à la base de l'expansion, un lit implantaire est préparé sur une hauteur de 2-3mm [63] :

- Grâce aux forets d'implantologie standards de diamètres croissants jusqu'à passer le foret de diamètre correspondant à l'implant. Il est possible de sous-forer en cas d'os de faible densité ou de tarauder en cas d'os très compact.
- Grâce aux ostéotomes coniques filetés mécanisés qui ne forent pas l'os mais le condensent en périphérie permettant d'augmenter la densité osseuse du lit implantaire (cf chapitre 2.2.2.2) [28].

Le site chirurgical est ensuite refermé : La fente créée est comblée avec un substitut osseux qui a de bonnes capacités ostéo-conductrices et est stable dans le temps (maintien de la dimension de la fente). Le biomatériau doit être compacté pour remplir la totalité de la fente d'expansion, puis il est recouvert d'une membrane assurant l'étanchéité [64].

L'idéal reste la suture primaire berge à berge. Elle n'est pas toujours possible car l'élasticité des rabats muqueux ne permet pas de compenser l'écart créé entre les tables osseuses. Suturer les berges en tension risquerait d'entraîner un phénomène de résorption. Dans ce cas une colle biologique peut compléter l'étanchéité [60].

Un délai de 2 à 4 mois de cicatrisation doit être respecté pour mettre en place la prothèse supra implantaire avec dépose des vis et de la membrane si elle n'est pas résorbable [54].

2.2.2.2 Expansion crestale par dilatation « Bone Spreading »

La technique d'expansion par dilatation consiste à condenser l'os en périphérie du lit implantaire. Elle est réalisable aussi bien au maxillaire qu'à la mandibule. Mais elle trouve son indication préférentiellement dans les os de faible densité [75][76].

L'avantage est que l'os ne sera pas foré, l'insertion des ostéotomes va créer l'alvéole pré-implantaire tout en compactant l'os en périphérie. Ces instruments sont peu agressifs et ont un bon effet taraudant [75]. L'os médullaire est compacté contre les

parois corticales ce qui augmente la densité osseuse et la stabilité primaire de l'implant. [76]

Le passage de la corticale supra-crestale se fait d'abord à l'aide d'une fraise boule ou d'un foret cortical permettant de marquer l'emplacement du futur implant. Un foret pilote de petit diamètre (2 mm) peut être passé pour créer la voie d'accès aux ostéotomes tout en imposant la direction de la dilation osseuse [77].

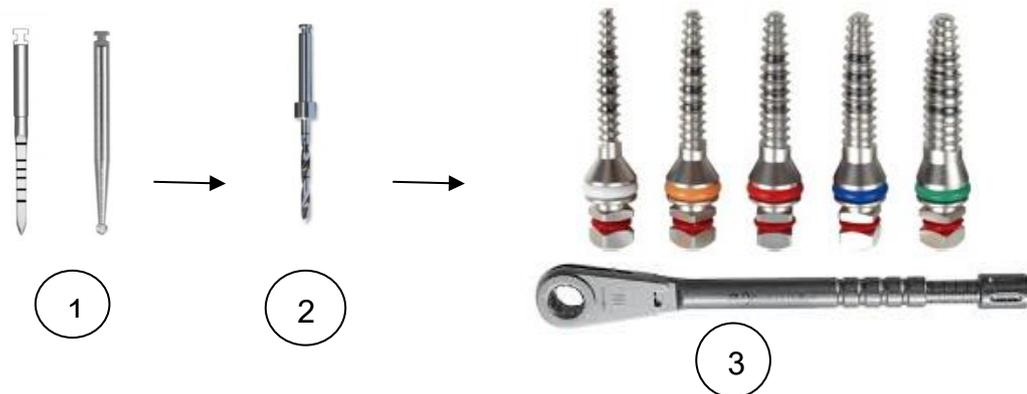


Figure 5: séquence du bone spreading

Le lit implantaire est ensuite progressivement formé grâce à une série d'ostéotomes de diamètres croissants, les expanders, qui sont passés successivement.

Ceux-ci peuvent être manuels et insérés à l'aide d'un maillet ou filetés et insérés grâce à une clé à cliquer. Ces derniers doivent être désinsérés en rotation antihoraire pour ne pas ébrécher les parois osseuses intra-alvéolaires.

Lors de leur passage il est important d'effectuer une compression bidigitale des corticales vestibulaire et linguale afin d'avoir une bonne sensation tactile et ne pas risquer une fracture osseuse [78].

Une fois le lit implantaire réalisé, celui-ci devra avoir un diamètre très légèrement inférieur à celui de l'implant pour obtenir une bonne stabilité primaire lors du vissage de l'implant. Ce dernier doit être mis en place le jour même pour éviter la formation d'un caillot sanguin [77].

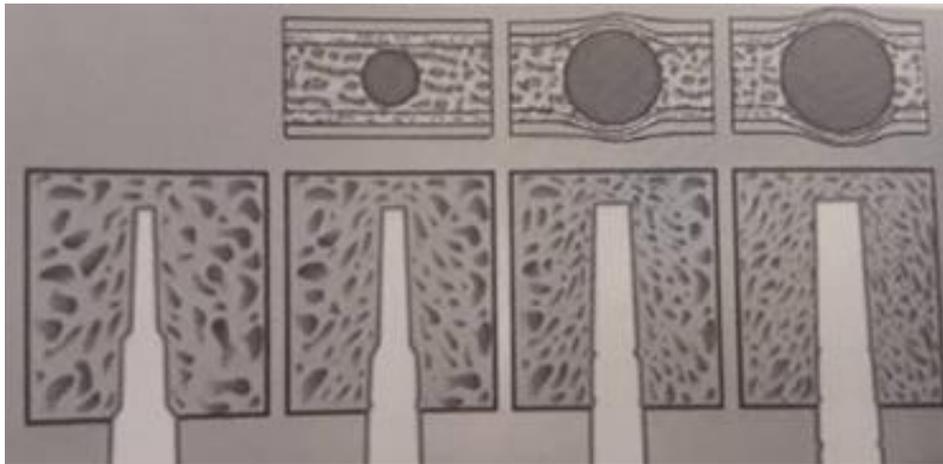


Figure 6: schéma de l'expansion crestale par dilatation.[28]

2.2.3 Avantages et limites

La technique d'expansion crestale trouve son indication à la **mandibule** comme au **maxillaire** [54].

Elle est favorable lorsque la crête :

- présente une **épaisseur résiduelle au sommet de 3 mm** permettant la scission osseuse au sein d'os médullaire
- a une base plus large et des **parois convergentes** pour retrouver une anatomie crestale acceptable après l'expansion
- ses corticales doivent être fines et l'os peu dense pour limiter le risque de fracture.

Elle nécessite **qu'un seul temps opératoire** lorsque la densité osseuse le permet et se concentre sur **un seul site opératoire** contrairement à la technique de greffe d'apposition autogène. Ces deux facteurs conduisent à une **durée de traitement réduite** et un **cout moins important** que les cas traités par greffes [54][56].

La présence d'os spongieux entre les tables corticales supporte l'apport vasculaire et l'activité ostéoinductrice essentiels à la cicatrisation osseuse.

L'expansion par dilatation est recommandée en secteur esthétique du fait de l'absence de décharge et de cicatrice muqueuse.

La préparation osseuse à minima convient aux os de faible densité, elle est alors plus souvent envisagée au maxillaire. Elle est également préconisée lors d'un édentement unitaire trop étroit pour réaliser une fenêtré de corticotomie à distance des dents adjacentes.

L'expansion par clivage trouve plutôt son indication dans les édentements pluraux ou il est possible de réaliser les tracés de corticotomie tout en ménageant une distance de sécurité avec les dents adjacentes.

Les deux techniques d'expansion présentent un taux de succès et un gain en épaisseur similaires [79]. Le gain en épaisseur à espérer est de **5mm** [59][80].

Son délai de cicatrisation avant mise en charge des implants est de **2 à 4 mois** ce qui est relativement rapide en comparaison aux autres techniques [54].

Cette technique est **peu soumise** aux phénomènes de **résorption** ainsi qu'au **complications infectieuses** [56]. **Le taux de succès à 5 ans est de 96.5 - 97%** [57][73]. **Au prémaxillaire il est de 86.2% à 5 ans** [56].

Cette technique présente des limites lorsque :

- **l'os est très dense**, notamment à la mandibule, car le risque de fracture augmente. Cependant le protocole en 2 temps peut permettre de gérer cette complication
- La mise en place immédiate des implants dans une crête expansée peut poser des soucis de stabilité primaire. Ceci doit être géré par la préparation d'un lit implantaire apicalement à la zone fendue et à la mise en place de vis de fixation. Il est également possible de réaliser l'implantation dans un second temps
- la table externe présente des **concavités**. Le risque est la perforation de la corticale lors de l'insertion des ostéotomes de diamètres croissants
- L'épaisseur de crête résiduelle est **inférieure à 3 mm**

- Le patient présente un **inversé d'articulé important** dans le secteur à reconstruire. Le gain en épaisseur est limité à 5 mm ce qui ne permettra pas une reconstruction prothétique esthétique et fonctionnelle
 - cas d'une **insuffisance** transversale et **verticale** combinée. La technique de l'expansion crestale n'a d'effet que sur la dimension transversale de la crête.
- ⇒ Ces 3 dernières limites doivent amener à envisager une autre technique d'augmentation osseuse.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Maxillaire et Mandibule (max++) • 1 temps opératoire • 1 site chirurgical • Corticales fines convergentes • Présence d'os spongieux (apport vascularisation et activité ostéoinductrice) • Taux succès 97% 	<ul style="list-style-type: none"> • Os très corticalisé (type I) • Epaisseur des crêtes < 3 mm • Insuffisance verticale • Risque fracture • Risque d'instabilité primaire → implantation secondaire

2.3 Régénération Osseuse Guidée (R.O.G)

Le principe de la ROG, inspiré de celui de la RTG (régénération tissulaire guidée), est de créer une **barrière mécanique** en ménageant un espace à coloniser et une **barrière physique** en sélectionnant les cellules pouvant y proliférer [81].

Dans notre sujet, une membrane endosse ce rôle de barrière. Elle empêche l'invasion des cellules épithéliales et conjonctives à prolifération rapide au sein du caillot sanguin, ce qui entrainerait une résorption osseuse secondaire. Elle permet alors la prolifération plus lente de cellules à fort potentiel ostéogénique et favorise l'ostéogénèse.

2.3.1 Indications [41]

La ROG est indiquée lors de situations cliniques variées :

- insuffisance crestale localisée légère < 3 mm
- déhiscence suite à la pose de l'implant
- fenestrations péri-implantaires
- protection d'une greffe osseuse
- préservation du volume d'une crête post-extractionnelle

La ROG peut être employée seule ou avec adjonction d'un comblement osseux qu'elle stabilise selon l'objectif thérapeutique.

2.3.2 Eléments de la ROG, facteurs de réussite

L'élément principal de la ROG est la MEMBRANE apposée entre le défaut osseux et la muqueuse. Son rôle est triple :

La membrane a tout d'abord un rôle **MECANIQUE**, elle doit ménager un espace au niveau du défaut qui sera le site de la colonisation cellulaire et lit de la néo-ossification. Pour se faire elle doit être suffisamment **rigide** pour ne pas s'affaisser dans le défaut au moment de la fermeture du site chirurgical.

La membrane a ensuite un rôle **PHYSIQUE**, elle représente un **filtre** qui doit empêcher le passage des cellules épithéliales et conjonctives, de cette façon elle inhibe la compétition cellulaire qui serait délétère à la formation osseuse. Le filtre doit cependant laisser passer le sang et les médiateurs biologiques nécessaires à la cicatrisation.

Enfin, elle a un rôle **STABILISATEUR**, il est impératif que cette membrane soit fermement fixée à l'aide de vis pour assurer une immobilisation totale du caillot sanguin et du matériau de comblement le cas échéant.

Deux familles de membranes s'offrent à nous :

- Les membranes non résorbables

Aussi appelées membranes Gore-tex®, elles sont composées de polytétrafluoroéthylène expansé qui les rend résistantes à la déformation et facilement maniables. Les membranes Gore-tex® sont de très bons filtres, elles sont imperméables aux cellules épithélio-conjonctives mais n'empêchent pas la vascularisation du caillot.

Elles ont parfois un renfort en titane leur conférant une rigidité supplémentaire, ce qui s'avère utile si aucun comblement n'est ajouté.



De par leur caractère non résorbable, elles nécessiteront d'être déposées une fois le volume osseux augmenté.

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Résistance à la déformation• Titane• Filtrante• Maniable• ROG seule	<ul style="list-style-type: none">• Dépose nécessaire• Risque d'exposition• Risque d'infections

- Les membranes résorbables

Elles peuvent être collagéniques ou synthétiques.



Leur principal atout est l'absence de ré-intervention du fait de leur résorption autonome. Mais cette particularité est aussi à l'origine d'inconvénients :

Pour pouvoir se résorber, ces membranes sont fines, ceci les rend difficilement manipulables et elles ne peuvent pas assurer le rôle mécanique de coque protectrice et d'espacement nécessaire lors d'une ROG simple.

Leur finesse les rend plus perméables et le rôle de filtre n'est pas toujours parfaitement exécuté.

Leur délai de résorption est imprévisible. S'il est précoce, il peut disparaître avant même la formation osseuse et le défaut se trouvera envahi de cellules épithélio-conjonctives néfastes à toute ossification. S'il est tardif, il peut entraîner une résorption osseuse concomitante à la sienne.

+	-
<ul style="list-style-type: none">• Pas de dépose• ROG combinée	<ul style="list-style-type: none">• Perméabilité• Résistance mécanique• Résorption imprévisible• ROG seule

Dans les cas de ROG combinées, le MATERIAU DE COMPLEMENT OSSEUX est le deuxième élément important.

Il est important de s'intéresser à la nature de cet os de comblement.

Celui-ci peut être de l'os autogène, un greffon est prélevé sur le patient, puis réduit en copeaux grâce à un broyeur.

Il peut aussi être industrialisé et conditionné sous forme de granules d'hydroxyapatite d'origine animale ou humaine ou de matériaux alloplastiques tel que les phosphates tricalciques (TCP).

Le facteur décisif dans le choix du matériau de comblement est **la taille des grains**. Lorsque les granules sont placés dans le défaut à reconstruire, ils occupent l'espace dans les 3 dimensions en laissant plus ou moins d'espaces entre eux [82][83].

Plus les granules sont de petits diamètres (250-1000 μm), plus ils vont se blottir les uns aux autres, ce qui peut rendre le comblement compact et difficilement pénétrable pour les nouveaux vaisseaux sanguins. Des grains de taille inférieure à 300 μm risquent d'empêcher la colonisation vasculaire [82].

Plus les granules sont gros (1000-2000 μm), plus la porosité globale du substitut sera élevée mais la densité du comblement sera amoindrie. Il faut trouver le compromis qui permet d'obtenir une porosité perméable à la vascularisation du site tout en maintenant une densité proche de l'os trabéculaire humain adulte [83].

Selon Chapart (2015), le TCP β de haute porosité forme un échafaudage proche de la microstructure naturelle de l'os trabéculaire. Son caractère synthétique évite les risques possibles de contamination croisée lors de l'utilisation de xéno greffes, bien que ces risques soient très faibles avec les traitements actuels. Lors d'une allogreffe ou xéno greffe, le greffon est traité pour limiter les risques de rejet ou d'infection. Pour ceci, il est lyophilisé et déminéralisé, une structure poreuse qui facilite grandement l'ostéointégration est obtenue. Un risque minime d'infection croisé reste néanmoins présent [83].

Que le matériau de comblement soit allogénique, xénogénique ou alloplastique, le greffon est alors inerte, il présente un potentiel uniquement ostéoconducteur, de ce fait, la cicatrisation tissulaire est plus longue que lors d'une greffe autogène.

En contrepartie, la quantité d'os disponible est importante et l'opération est moins invasive pour le patient [32].

Un troisième élément peut entrer en jeu, c'est le PRF (Platelet Rich Fibrin)

Les facteurs de croissance ont déjà démontré leur fonction d'activateur de la différenciation cellulaire : ils favorisent le passage de l'état de cellules mésenchymateuses indifférenciées à celui d'ostéoblastes puis ostéocytes [12].

De par cette fonction, il est intéressant d'apporter une grande quantité de facteurs de croissance au sein du site de néoformation osseuse.

Ces facteurs de croissance sont contenus dans la matrice de PRF. Grâce à un prélèvement sanguin et une centrifugation de ce dernier, nous obtenons d'un côté le sérum liquide qui surnage et de l'autre une substance gélatineuse bicolore. La partie

rouge qui contient les éléments figurés du sang sera sectionnée, la partie jaune est celle qui nous intéresse : une matrice de fibrine, des cellules sanguines (plaquettes et leucocytes) et de nombreux facteurs de croissance constituant le PRF.

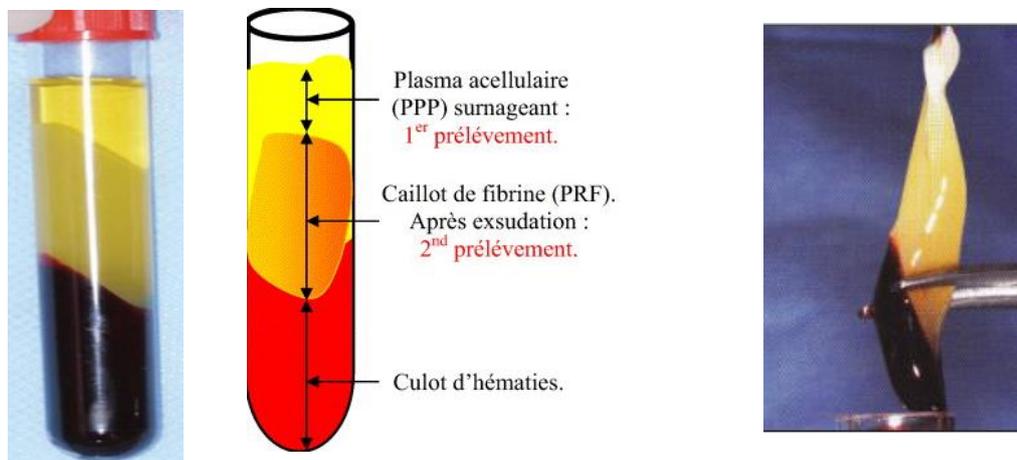


Figure 7: prélèvement sanguin après centrifugation



Image 24: PRF et culot d'hématies

Il peut être utilisé de plusieurs manières :

- En tant que membrane. Pour ceci, le PRF est tranché en fines lamelles et apposé entre le défaut osseux et les tissus mous afin de jouer le rôle de barrière filtrante.
- Mélangé au comblement osseux. Il est alors sectionné en petits morceaux et mêlé aux copeaux d'os qui comblent le défaut afin d'accélérer la formation osseuse et améliorer sa qualité en activant l'angiogénèse [84][85]. Ce mélange doit être apposé en excès car le volume qu'il constitue sera soumis à de légers mouvements de la membrane entraînant une résorption légère [86].

Plus récemment ont été mises au point des matrices plasmatiques minéralisées (MPM) par le laboratoire Atoll*. Elles sont formées d'un concentré de plaquettes, de cellules du culot, de fibrine liquide et de substitut osseux. Contrairement à l'association de substitut osseux et de PRF, nous sommes ici en présence d'un mélange homogène d'éléments

miscibles ne formant qu'un seul matériau stable, d'une viscosité facilement maniable et d'une densité limitant les mouvements parasites [86]–[88].

D'autres matériaux tels que le GTO ou le VGSgel de la firme Ostéobiol* ont été élaborés. Ils sont formés de substitut osseux xénogénique noyé dans une matrice de collagène. Cette substance a la particularité d'avoir une viscosité qui varie selon la température. A basse température elle est très liquide et se mêle très facilement à la greffe en copeaux, mais à température du corps humain (37°), elle devient très visqueuse ce qui la rend facile à modeler, elle devient intimement liée à la greffe qui se trouve emprisonnée dans le gel et ceci la rend très résistante aux mouvements lors de la traction des lambeaux et en post-opératoire [85].

2.3.3 Protocole opératoire [41]

Une incision crestale déportée en linguale est réalisée, puis la muqueuse est décollée en épaisseur totale afin d'accéder à la corticale vestibulaire. Apicalement au défaut osseux à corriger, la muqueuse est disséquée en épaisseur partielle pour gagner en élasticité et permettre une suture sans aucune tension en fin de chirurgie [89].

La crête osseuse édentée est perforée pour activer l'angiogenèse et accélérer les processus de cicatrisation [90][91].

Une fois le site receveur débarrassé de tout tissu de granulation ou tissu fibreux, la membrane est apposée, celle-ci doit être [89]:

- parfaitement appliquée sur le greffon en cas de technique combinée, sinon elle doit être en regard du défaut, rigide (armature en titane) pour ménager un espace libre
- ses dimensions doivent déborder de 3 mm de chaque côté de la greffe pour retenir les particules osseuses
- à distance des incisions du lambeau pour ne pas risquer l'exposition et à distance des dents pour éviter les contaminations infectieuses
- parfaitement stable grâce à l'ajout de vis ou clous car tout mouvement de la membrane entrainerait un échec

- la muqueuse doit recouvrir la totalité de la membrane pour limiter le risque d'exposition, être suturée de façon hermétique par des points discontinus, et sans tension.

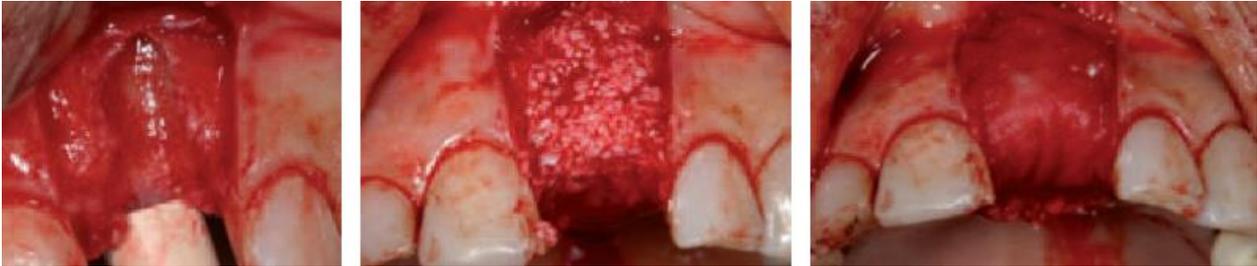


Image 25: visualisation d'un défaut osseux transversal ; mise en place d'un comblement particulaire puis recouvrement par une membrane stabilisatrice [89]



Image 27: sutures étanches [89]



Image 26: contrôle radiologique à 7 mois [89]

Le temps de cicatrisation est relativement long, il faut compter 9 mois sans comblement (vis d'espacement ou membrane titane) et 7 mois de cicatrisation si la membrane est associée à un comblement osseux.

Lors d'une ROG seule (sans comblement osseux), les membranes non résorbables sont à privilégier en raison de leur maniabilité et meilleure résistance à la déformation, laquelle peut être augmentée par la présence d'une armature en titane. Les membranes résorbables ont tendance à s'effondrer dans le défaut [92].

Ces dernières ont cependant prouvé leur efficacité lors de ROG combinée (avec comblement osseux) ou elles n'ont plus à endosser le rôle mécanique [93].

Il est admis qu'un comblement osseux doit être associé lorsque l'espace à endiguer est supérieur à 2 mm [89].

Les membranes non résorbables montrent malgré tout une augmentation du volume osseux supérieur aux membranes résorbables qui peuvent conduire à une résorption osseuse lors de leur propre résorption [94].

La technique de la ROG s'applique à des défauts de 1 mm lorsqu'elle est pratiquée seule, à des défauts de 2 voire 3 mm lorsqu'elle est associée à un comblement. Pour les défauts de taille supérieure, il faudra s'orienter vers l'une des techniques précédemment étudiées [94].

- Suites opératoires et complications

En cas de mise en place d'une membrane non résorbable il faudra réintervenir chirurgicalement pour la déposer [41].

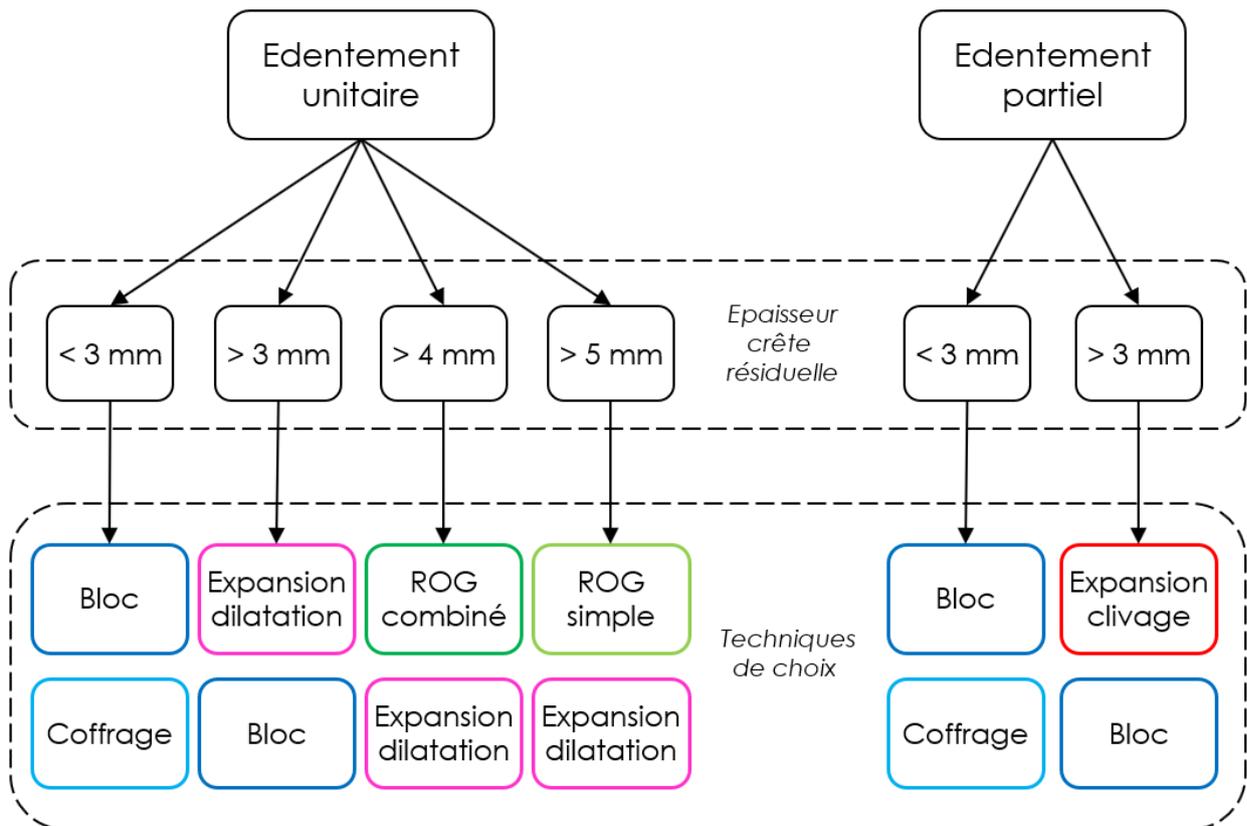
Les membranes assurent la stabilité de la greffe mais elles engendrent en contrepartie certains inconvénients, notamment un risque d'exposition entraînant une inflammation des tissus mous et un risque d'infection du site d'ostéoformation. Cette complication impose le retrait de la membrane et aboutit à l'échec du traitement [41]. Ceci est plus fréquent avec les membranes non résorbables relativement rigides.

Les membranes résorbables sont, elles, remises en cause sur les phénomènes de résorption de l'os nouvellement formé [51].

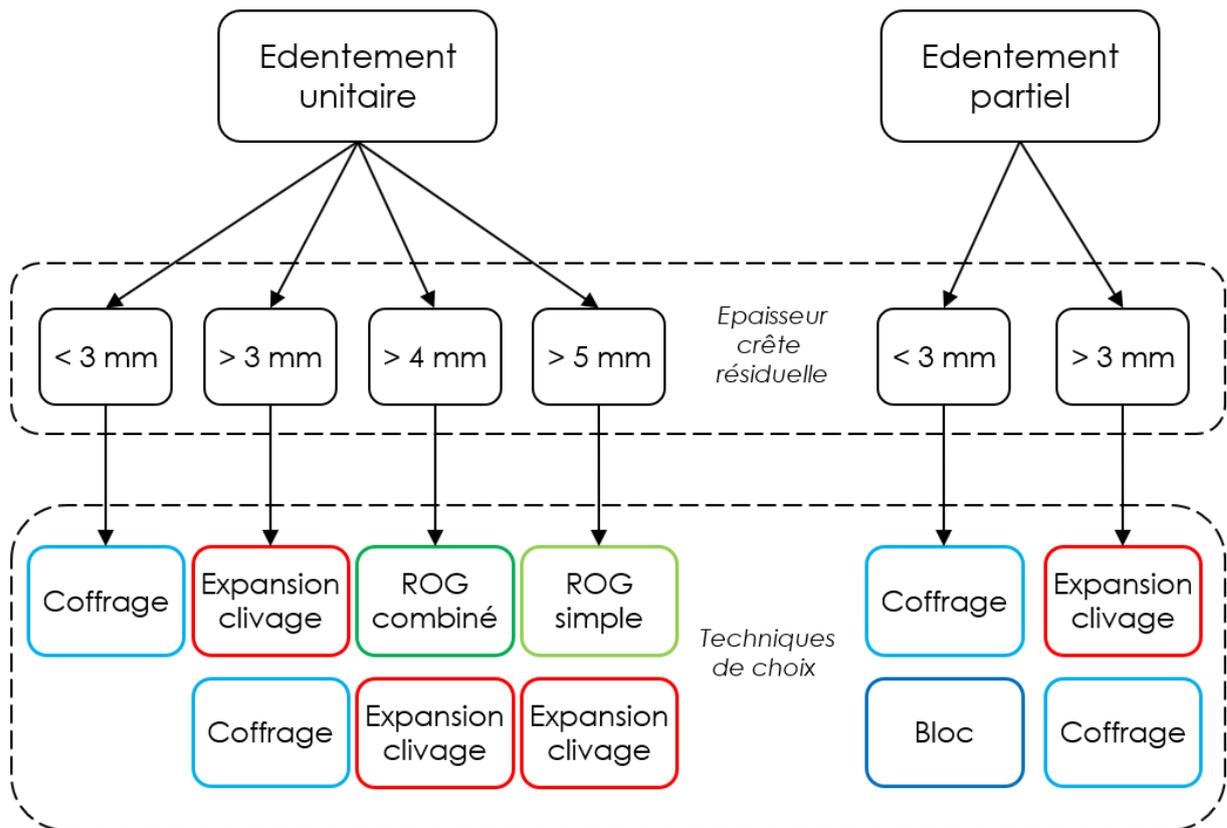
+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Correction de petits défauts localisés • Acte accessible à tout praticien 	<ul style="list-style-type: none"> • Cicatrisation : 7 à 9 mois • Membrane = difficulté • Indication limitée

3 Avantages et limites de ces techniques : diagramme décisionnel

Arcade Maxillaire



Arcade Mandibulaire



Conclusion

L'implantologie est actuellement reconnue comme la solution thérapeutique de choix en ce qui concerne la réhabilitation prothétique des secteurs édentés que ceux-ci soient unitaires, partiels ou totaux.

La perte des dents est fréquemment accompagnée d'une résorption secondaire de l'os de soutien pouvant nuire à la mise en place d'implants endo-osseux, c'est pourquoi plusieurs techniques ont été développées afin de corriger les insuffisances osseuses aussi bien transversales que verticales.

Le volume à reconstruire ainsi que sa position dans les 3 dimensions de l'espace sont dictés par le projet prothétique, lui-même réfléchi en amont de façon à assurer le plus grand confort fonctionnel tout en ayant le meilleur rendu esthétique possible.

Le projet prothétique est élaboré à partir d'éléments anamnestiques, cliniques et radiologiques récoltés lors des examens initiaux. Toute insuffisance osseuse doit impérativement être diagnostiquée à cette étape afin d'intégrer la chirurgie d'augmentation osseuse au plan de traitement prothétique implanto-porté envisagé.

En ce qui concerne l'augmentation transversale des crêtes osseuses atrophiées, plusieurs techniques sont à confronter afin d'élire la ou les plus adaptée(s) à chaque cas clinique.

La greffe d'apposition a fait ses preuves depuis plusieurs décennies, elle est la plus documentée, elle permet de regagner des volumes conséquents au niveau de crêtes résiduelles extrêmement fines. Le greffon étant autogène, c'est une greffe bien tolérée mais qui nécessite un deuxième site chirurgical. Cette technique est celle présentant malheureusement le taux de résorption le plus important.

L'expansion crestale consiste à scinder la crête sagittalement, à écarter les corticales et à regagner du volume osseux par le centre. Elle peut permettre la mise en place d'implants dans le même temps chirurgical mais n'est applicable qu'aux crêtes d'épaisseur résiduelle supérieur à 3 mm. Cette technique est celle ayant le plus fort taux de réussite, mais nous n'avons que peu de recul clinique.

La régénération osseuse guidée est techniquement la plus simple à réaliser même si la manipulation des membranes reste délicate. Ses indications, bien que variées, sont limitées en terme d'augmentation du volume osseux. Sa combinaison à une greffe en broyat permet un gain transversal un peu plus important et un délai de cicatrisation plus court. Elle est très adaptée aux défauts localisés de 1 à 2 mm.

L'ensemble de ces techniques couvrent la quasi-totalité des cas nécessitant une chirurgie pré implantaire d'augmentation du volume osseux transversal. Néanmoins il est important de savoir que ces actes chirurgicaux ne sont pas anodins et augmentent le taux de complications et d'échecs implantaires.

De nouvelles technologies voient le jour et pourraient améliorer le taux de réussite ou élargir les champs d'applications de ces techniques. C'est le cas par exemple de l'imagerie et l'impression 3D, grâce auxquelles il pourrait être envisagé de créer des blocs d'apposition sur mesure parfaitement adaptés à la situation osseuse du patient. L'ingénierie tissulaire fait également des progrès constants quant aux matériaux de comblement. Ceux-ci sont de plus en plus souvent amalgamés à des composants organiques (PRF, MPM, Collagène...) pour les rendre plus performants en termes de vitesse de cicatrisation, de résistance aux déformations et ainsi augmenter la qualité et la quantité de l'os néoformé.

Sommaire Images / Figures

Image 1: patient atteint de parodontite localisée [3].	2
Image 2: perte de la table osseuse externe lors d'un trauma [10]	3
Image 3 : patient atteint d'agénésies 12/22 [11].	4
Image 4: visualisation aisée d'un défaut osseux transversal [19]	6
Image 5: illustration de la technique du Bone Mapping [16]	7
image 6: montage directeur qui préfigure le projet prothétique [16]	9
image 7: guide radiologique radio-opaque et visualisation du rapport « projet prothétique / situation anatomique » sur une planche transversale de scanner [16]	9
Image 8: distance de sécurité à respecter dans le sens mésio-distale [34]	12
image 9: distance de sécurité à respecter dans le sens vestibulo-lingual [34]	13
Image 10: tracé d'ostéotomie puis décollement du greffon [32]	20
Image 11: prélèvements parasymphysaires [43]	21
Image 12: apposition d'un bloc cortico-spongieux au prémaxillaire [46]	23
Image 13: prélèvement d'un bloc ramique [50]	25
Image 14: perforation de la corticale et réalisation d'une tranchée apicale [50]	25
Image 15: fixation du coffrage cortical par 2 vis d'ostéosynthèse [50]	25
Image 16: technique du coffrage à 2 pans pour traiter une insuffisance osseuse mixte [53]	26
Image 17: corticotomie crestale à l'aide de la piézochirurgie [68]	31
Image 18: corticotomie crestale à l'aide d'une scie à os [68]	31
Image 19: tracé des corticotomies verticales.[79]	32
Image 20: bone-splitting à l'aide d'un ostéotome piézoélectrique.[69]	32
Image 21: corticotomie en fenêtre à l'étape préliminaire de l'expansion de la mandibule [72].	34
Image 22: série d'ostéotomes piézo-électriques	35
Image 23: ostéotomes manuel + maillet chirurgical	35
Image 24: PRF et culot d'hématies	46
Image 25: visualisation d'un défaut osseux transversal; mise en place d'un comblement particulaire puis recouvrement par une membrane stabilisatrice [89]	48
Image 26: contrôle radiologique à 7 mois [89]	48
Image 27: sutures étanches [89]	48

Figure 1:classification de la résorption osseuse selon Lekholm et Zarb [13].....	4
Figure 2: Schéma des 3 coupes d'un scanner accompagné de 3 planches illustratives	11
Figure 3: les sites de prélèvement intra et extra oraux [1].	17
Figure 4: les greffes d'apposition en bloc [34]	23
Figure 5: séquence du bone spreading	38
Figure 6: schéma de l'expansion crestale par dilatation.[28]	39
Figure 7: prélèvement sanguin après centrifugation.....	46

Bibliographie

- [1] G. Demurashvili, K. Davarpanah, P. Rajzbaum, S. Szmukler-Moncler, et M. Davarpanah, « Protocoles chirurgicaux en implantologie », in *Manuel d'implantologie clinique: Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes - 3eme édition*, Rueil-Malmaison: CDP, 2012, p. 219-227.
- [2] C. Baudoin et V. Bennani, « L'analyse préimplantaire », in *Un projet prothétique en implantologie*, Paris: Quintessence international, 2003, p. 31-76.
- [3] « Gingivite.fr - Parodontite - Informations et conseils », in *Gingivite*, 2019 [en ligne]. URL: <http://www.gingivite.fr/parodontite/> [Consulté le: 09-févr-2019].
- [4] F. R. M. Leite, G. G. Nascimento, F. Scheutz, et R. López, « Effect of Smoking on Periodontitis: A Systematic Review and Meta-regression », *Am. J. Prev. Med.*, vol. 54, n° 6, p. 831-841, juin 2018.
- [5] M. Kubota *et al.*, « The Effects of Cigarette Smoke Condensate and Nicotine on Periodontal Tissue in a Periodontitis Model Mouse », *PLoS One*, vol. 11, n° 5, p. e0155594, 2016.
- [6] S. Dhir, S. Wangnoo, et V. Kumar, « Impact of Glycemic Levels in Type 2 Diabetes on Periodontitis. - PubMed - NCBI », sept. 2018.
- [7] T. Kocher, J. König, W. S. Borgnakke, C. Pink, et P. Meisel, « Periodontal complications of hyperglycemia/diabetes mellitus: Epidemiologic complexity and clinical challenge », *Periodontol. 2000*, vol. 78, n° 1, p. 59-97, oct. 2018.
- [8] E. Jagelavičienė, I. Vaitkevičienė, D. Šilingaitė, E. Šinkūnaitė, et G. Daugėlaitė, « The Relationship between Vitamin D and Periodontal Pathology », *Med. Kaunas Lith.*, vol. 54, n° 3, juin 2018.
- [9] P. Missika et M. Bert, *Les clés du succès en implantologie: Prévenir les complications et les échecs*. CDP, 2009.
- [10] « Eugenol | contention après trauma ». [En ligne]. Disponible sur: <https://www.eugenol.com/sujets/277494-contention-apres-trauma>. [Consulté le: 17-févr-2019].
- [11] P. Bermot « Cas cliniques : l'édentation ». [En ligne]. Disponible sur: <https://dr-patrick-bermot.chirurgiens-dentistes.fr/ExtraPage.aspx?id=2746> [Consulté le: 17-févr-2019].
- [12] A. Seban, *Greffes osseuses et implants*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2008.
- [13] P.-I. Brånemark *et al.*, *Prothèses ostéo-intégrées: l'ostéo-intégration en pratique clinique*. Paris, France: Éditions CdP, 1988.

- [14] G. Demurashvili, K. Davarpanah, P. Rajzbaum, S. Szmukler-Moncler, et M. Davarpanah, « Eléments du diagnostic pré-implantaire », in *Manuel d'implantologie clinique: Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes - 3eme édition*, Rueil-Malmaison: CDP, 2012, p. 143-169.
- [15] C. Baudoin et V. Bennani, « Facteurs de réussite », in *Un projet prothétique en implantologie*, Paris: Quintessence international, 2003, p. 11-31.
- [16] Collectif, F. Khoury, D. Tarnow, et P. Keller, « Planification et diagnostic », in *Greffe osseuse en implantologie*, Quintessence international, 2010, p. 42-86.
- [17] « La planification implantaire », *Lefildentaire magazine dentaire*, 09-août-2010 [en ligne]. URL: <https://www.lefildentaire.com/interviews/rencontres/la-planification-implantaire/>
- [18] B. Salmon, M. Moret, E. Henriot, J.-F. Gaudy, T. Piral, et G. Princ, *Chirurgie osseuse préimplantaire: 2eme édition*. Place of publication not identified: CDP, 2013.
- [19] « Extraction implantation immédiate. Traitement d'une mandibule en voie d'édentement complet. » [En ligne]. Disponible sur: <https://www.les-implants-dentaires.com/implants-videos/extraction-implantation.htm>. [Consulté le: 17-févr-2019].
- [20] A. Seban et P. Bonnaud, « Modèles d'étude », in *Le bilan préopératoire à visée implantaire*, Issy-les-Moulineaux France: Elsevier Masson, 2009, p. 103-118.
- [21] F. Renouard et B. Rangert, *Prise de décision en pratique implantaire*. Paris: Quintessence international, 2005.
- [22] C. Baudoin et V. Bennani, « Le guide prothétique », in *Un projet prothétique en implantologie*, Paris: Quintessence international, 2003, p. 77-102.
- [23] A. Seban et P. Bonnaud, « Examens radiologiques », in *Le bilan préopératoire à visée implantaire*, Issy-les-Moulineaux France: Elsevier Masson, 2009, p. 125-167.
- [24] G. Demurashvili, K. Davarpanah, P. Rajzbaum, S. Szmukler-Moncler, et M. Davarpanah, « Sélection de la morphologie et du diamètre implantaire », in *Manuel d'implantologie clinique: Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes - 3eme édition*, Rueil-Malmaison: CDP, 2012, p. 95-104.
- [25] D. Buser, K. Dula, H. P. Hirt, et R. K. Schenk, « Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: a clinical study with 40 partially edentulous patients », *J. Oral Maxillofac. Surg. Off. J. Am. Assoc. Oral Maxillofac. Surg.*, vol. 54, n° 4, p. 420-432; discussion 432-433, avr. 1996.
- [26] M. Davarpanah, S. Szmukler-Moncler, K. Davarpanah, et S. de Corbière, *Simplification des greffes sinusiennes*. Paris: Quintessence international, 2011.

- [27] R. Nedir, N. Nurdin, L. Vazquez, S. Szmukler-Moncler, M. Bischof, et J.-P. Bernard, « Osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-year prospective study », *J. Clin. Periodontol.*, vol. 37, n° 11, p. 1023-1028, nov. 2010.
- [28] C. Cortin, thèse: « L'expansion crestale: une solution pour les crêtes atrophiées transversalement », sous la direction de J. Amoyel, Université Aix-Marseille, 2014.
- [29] R. Nedir, M. Bischof, J.-M. Briaux, S. Beyer, S. Szmukler-Moncler, et J.-P. Bernard, « A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 15, n° 2, p. 150-157, avr. 2004.
- [30] C. M. Misch, « Ridge augmentation using mandibular ramus bone grafts for the placement of dental implants: presentation of a technique », *Pract. Periodontics Aesthetic Dent. PPAD*, vol. 8, n° 2, p. 127-135; quiz 138, mars 1996.
- [31] C. M. Misch, « Use of the mandibular ramus as a donor site for onlay bone grafting », *J. Oral Implantol.*, vol. 26, n° 1, p. 42-49, 2000.
- [32] A. Seban, « les greffons osseux autogènes et leurs substituts », in *Greffes osseuses et implants*, Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2008, p. 33-47.
- [33] M. Capelli, « Autogenous bone graft from the mandibular ramus: a technique for bone augmentation », *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 23, n° 3, p. 277-285, juin 2003.
- [34] L.-H. Locatelli, thèse: « Greffes osseuses autogènes à visée implantaire », sous la direction de C. Wang, université Nancy-Metz, 2010.
- [35] H. Martinez et Zoghbi, H., « chirurgie: choix thérapeutique selon le contexte résiduel », in *Les implants: chirurgie et prothèse: Choix thérapeutique et stratégique*, Rueil-Malmaison: Cahiers de prothèses éditions, 2008.
- [36] J-F Tulasne, J-F Andréani, *Les greffes osseuses en implantologie*. Paris: Quintessence international, 2004
- [37] M.-L. Colombier, P. Lesclous, et J.-F. Tulasne, « La cicatrisation des greffes osseuses », *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.*, vol. 106, n° 3, p. 157-165, juin 2005.
- [38] Guy Princ et Thierry Piral, « classifications des pertes de substances osseuses » in *Chirurgie osseuse préimplantaire*, Editions CdP, 2013, p. 41-43.
- [39] Y. Roche, B. Illouz, F. Moyal, P. Missika, et H. Tarragano, *La chirurgie orale*. Rueil-Malmaison: CDP, 2010.
- [40] A. Seban et P. Bonnaud, *Pratique clinique des greffes osseuses et implants: Modalités thérapeutiques et prise en charge des complications*. Issy-les-Moulineaux France: Elsevier Masson, 2012.

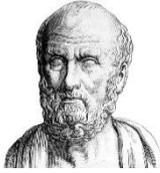
- [41] H. Martinez et R. Abou Ibrahim, « protocole implantaire: choix selon la qualité osseuse », in *Les implants : chirurgie et prothèse : Choix thérapeutique et stratégique*, Rueil-Malmaison: Cahiers de prothèses éditions, 2008.
- [42] Guy Princ et Thierry Piral, « prélèvement mandibulaire antérieur », in *Chirurgie osseuse préimplantaire*, Editions CdP, 2013, p. 65-75.
- [43] H. Tordjman, « La greffe osseuse autogène d'apposition en onlay - Dentiste Meulan ». [en ligne]. URL : <http://www.dr-tordjman-henri.chirurgiens-dentistes.fr/chirurgie-maxillo-buccale-meulan/greffe-osseuse-autogene-dapposition-en-onlay/>
- [44] guy princ et thierry piral, « prélèvement mandibulaire postérieur », in *Chirurgie osseuse préimplantaire*, Editions CdP, 2013, p. 77-85.
- [45] N. Toscano, N. Shumaker, et D. Holtzclaw, *The art of block grafting: A review of the surgical protocol for reconstruction of alveolar ridge deficiency*, *JIACD*, vol. 2, janv. 2010.
- [46] T. Degorce, « Séance B25 : Greffe Osseuse à l'aide de blocs allogéniques : Web Démotv », *Implantologie esthétique*, 19-nov-2015. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.idweblogs.com/e-implanto-esth/seance-b25-greffe-osseuse-a-laide-de-blocs-allogeniques-web-demotv/>. [Consulté le: 17-févr-2019].
- [47] C. Feneyrou, M. Boulanger et Faculté de chirurgie dentaire, thèse: « Le point sur les différentes techniques d'augmentation verticale de la crête osseuse postérieure mandibulaire. » Toulouse: Université Paul Sabatier, Toulouse 3, 2014.
- [48] N. Naenni, H.-C. Lim, S. N. Papageorgiou, et C. H. F. Hämmerle, « Efficacy of lateral bone augmentation prior to implant placement: A systematic review and meta-analysis », *J. Clin. Periodontol.*, janv. 2019.
- [49] J.-F. Tulasne, J. Guiol, et Y. Jebblaoui, « Reconstruction pré-implantaire du secteur mandibulaire postérieur », *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.*, vol. 113, n° 4, p. 307-321, sept. 2012.
- [50] A. Pierrefeu, T. Sauvigné, P. Cresseaux, P.-Y. Jeanniot, et P. Breton, « Technique du coffrage en greffe osseuse préimplantaire mandibulaire postérieure : entre apposition et régénération. », *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.*, vol. 113, n° 4, p. 322-6, sept. 2012.
- [51] Collectif, F. Khoury, D. Tarnow, et P. Keller, *Greffe osseuse en implantologie*. Quintessence international, 2010.
- [52] D. Pascual, R. Roig, et C. Chossegros, « Greffes osseuses des secteurs mandibulaires postérieurs par technique de « coffrage » », in *Revue de stomatologie, de chirurgie maxillo-faciale et de chirurgie orale*, vol 115 n°2 p105-110, avr. 2014.

- [53] Bado, De Labrouhe, et Drikes, « Cas cliniques: greffe osseuse proche Paris au Centre Schneck ». [En ligne]. Disponible sur: <https://www.centreschneck.fr/activites-chirurgicales/chirurgie-pre-implantaire/cas-cliniques.html>. [Consulté le: 17-févr-2019].
- [54] S. Basa, A. Varol, et N. Turker, « Alternative bone expansion technique for immediate placement of implants in the edentulous posterior mandibular ridge: a clinical report », *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 19, n° 4, p. 554-558, août 2004.
- [55] G. Demurashvili, K. Davarpanah, P. Rajzbaum, S. Szmukler-Moncler, et M. Davarpanah, « Techniques chirurgicales spécifiques », in *Manuel d'implantologie clinique: Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes - 3eme édition*, Rueil-Malmaison: CDP, 2012, p. 495-519.
- [56] W. G. Engelke, C. G. Diederichs, H. G. Jacobs, et I. Deckwer, « Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and microfixation of implants », *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 12, n° 3, p. 310-318, juin 1997.
- [57] C. Blus et S. Szmukler-Moncler, « Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 17, n° 6, p. 700-707, déc. 2006.
- [58] E. Anitua, L. Begoña, et G. Orive, « Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: status of soft and hard tissues and implant success », *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, vol. 15, n° 2, p. 176-187, avr. 2013.
- [59] E. Anitua, L. Begoña, et G. Orive, « Controlled ridge expansion using a two-stage split-crest technique with ultrasonic bone surgery », *Implant Dent.*, vol. 21, n° 3, p. 163-170, juin 2012.
- [60] L. Tolstunov, « maxillary single-stage ridge-split procedure », in *Horizontal Alveolar Ridge Augmentation in Implant Dentistry: A Surgical Manual*, John Wiley & Sons, 2015, p. 200-204.
- [61] L. Tolstunov, « mandibular two-stage alveolar ridge-split procedure », in *Horizontal Alveolar Ridge Augmentation in Implant Dentistry: A Surgical Manual*, John Wiley & Sons, 2015, p. 192-198.
- [62] N. Ferrigno et M. Laureti, « Surgical advantages with ITI TE implants placement in conjunction with split crest technique. 18-month results of an ongoing prospective study », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 16, n° 2, p. 147-155, avr. 2005.
- [63] S. Koo, S. Dibart, et H.-P. Weber, « Ridge-splitting technique with simultaneous implant placement », *Compend. Contin. Educ. Dent. Jamesburg NJ 1995*, vol. 29, n° 2, p. 106-110, mars 2008.

- [64] M. Santagata, L. Guariniello, A. D'Andrea, et G. Tartaro, « A modified crestal ridge expansion technique for immediate placement of implants: a report of three cases », *J. Oral Implantol.*, vol. 34, n° 6, p. 319-324, 2008.
- [65] C. Blus et S. Szmukler-Moncler, « Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 17, n° 6, p. 700-707, déc. 2006.
- [66] M. Danza, R. Guidi, et F. Carinci, « Comparison between implants inserted into piezo split and unsplit alveolar crests », *J. Oral Maxillofac. Surg. Off. J. Am. Assoc. Oral Maxillofac. Surg.*, vol. 67, n° 11, p. 2460-2465, nov. 2009.
- [67] A. Moro *et al.*, « Alveolar Ridge Split Technique Using Piezosurgery with Specially Designed Tips », *BioMed Res. Int.*, vol. 2017, p. 4530378, 2017.
- [68] Patrice Margossian, Georges Khoury, « Les ostéotomies transversales en chirurgie implantaire : une alternative aux greffes osseuses », spécial congrès ADF, in *Dental Tribune Édition Française*, Novembre 2017, p 36-37
- [69] « L'expansion crestale une alternative aux greffes osseuses », in *Information Dentaire*. [En ligne]. URL: http://_65430983298_1_1364270400.id.elteg.net/011025-22813-L-expansion-crestale-une-alternative-aux-greffes-osseuses.html. [Consulté le: 09-oct-2018].
- [70] G. W. Coatoam et A. Mariotti, « The segmental ridge-split procedure », *J. Periodontol.*, vol. 74, n° 5, p. 757-770, mai 2003.
- [71] N. Vinay, M.-A. Fauroux, et J.-H. Torres, « Expansion transversale de la crête alvéolaire mandibulaire en deux temps. Illustration par un cas clinique », *Actual. Odonto-Stomatol.*, n° 259, p. 273-276, sept. 2012.
- [72] N. Vinay, M.-A. Fauroux, et J.-H. Torres, « Expansion transversale de la crête alvéolaire mandibulaire en deux temps. Illustration par un cas clinique », *Actual. Odonto-Stomatol.*, n° 259, p. 277, sept. 2012.
- [73] A. Sethi et T. Kaus, « Maxillary ridge expansion with simultaneous implant placement: 5-year results of an ongoing clinical study », *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 15, n° 4, p. 491-499, août 2000.
- [74] A. Scipioni, G. B. Bruschi, et G. Calesini, « The edentulous ridge expansion technique: a five-year study », *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 14, n° 5, p. 451-459, oct. 1994.
- [75] H. Guillemant, A. Mouigha, A. Vienne, J.-C. Libersa, et J. Ferri, « Intérêts et limites des expanseurs vissés de MIS ® aux maxillaires : illustration à partir de cas cliniques et comparaison du volume osseux à partir de clichés radiographiques tridimensionnels », in *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale - Vol. 113 - N° 6 - p. 448-454*, déc. 2012.

- [76] R. S. Nishioka et A. N. Kojima, « Screw spreading: technical considerations and case report », *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 31, n° 2, p. 141-147, avr. 2011.
- [77] F. Demarosi, G. C. Leghissa, A. Sardella, G. Lodi, et A. Carrassi, « Localised maxillary ridge expansion with simultaneous implant placement: a case series », *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.*, vol. 47, n° 7, p. 535-540, oct. 2009.
- [78] L. Dene et S. Condos, « Ridge expansion and immediate implant placement in the esthetic zone », *N. Y. State Dent. J.*, vol. 76, n° 2, p. 28-31, mars 2010.
- [79] D. W. K. Kao et J. P. Fiorellini, « Comparison of ridge expansion and ridge splitting techniques for narrow alveolar ridge in a Swine cadaver model », *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 35, n° 3, p. e44-49, juin 2015.
- [80] J. Lalo, V. Chassignolle, M. Beleh, et M. Djemil, « L'expansion osseuse transversale pré-implantaire de la crête maxillaire par corticotomie alvéolaire », *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.*, vol. 109, n° 5, p. 316-322, nov. 2008.
- [81] D. Buser, U. Brägger, N. P. Lang, et S. Nyman, « Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 1, n° 1, p. 22-32, déc. 1990.
- [82] B. Arbez *et al.*, « Biomaterial granules used for filling bone defects constitute 3D scaffolds: porosity, microarchitecture and molecular composition analyzed by microCT and Raman microspectroscopy », *J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater.*, vol. 107, n° 2, p. 415-423, févr. 2019.
- [83] D. Chappard, L. Terranova, R. Mallet, et P. Mercier, « 3D Porous Architecture of Stacks of β -TCP Granules Compared with That of Trabecular Bone: A microCT, Vector Analysis, and Compression Study », *Front. Endocrinol.*, vol. 6, p. 161, 2015.
- [84] A. Cortese, G. Pantaleo, A. Borri, M. Caggiano, et M. Amato, « Platelet-rich fibrin (PRF) in implant dentistry in combination with new bone regenerative technique in elderly patients », *Int. J. Surg. Case Rep.*, vol. 28, p. 52-56, sept. 2016.
- [85] N. N. Kökdere, T. Baykul, et Y. Findik, « The use of platelet-rich fibrin (PRF) and PRF-mixed particulated autogenous bone graft in the treatment of bone defects: An experimental and histomorphometrical study », *Dent. Res. J.*, vol. 12, n° 5, p. 418-424, 2015.
- [86] J. Périssé, « Du PRF vers les matrices plasmatiques minéralisées en implantologie », in *59ème Congrès de la SFMBCB*, Lyon, France, 2012, p. 02010.
- [87] K. Amine, A. Gharibi, A. Hsaine, et J. Kissa, « Effect of Bone Regeneration with Mineralized Plasmatic Matrix for Implant Placement in Aesthetic Zone », *Case Rep. Dent.*, vol. 2017, p. 2639564, 2017.

- [88] F. Nadon, B. Chaput, J. Périssé, A. de Bérail, F. Lauwers, et R. Lopez, « Interest of Mineralized Plasmatic Matrix in Secondary Autogenous Bone Graft for the Treatment of Alveolar Clefts », *J. Craniofac. Surg.*, vol. 26, n° 7, p. 2148-2151, oct. 2015.
- [89] P. M. Verdalle et R. Colomb, « Régénération osseuse guidée (R.O.G.), implantation immédiate ou différée dans le secteur antérieur maxillaire », *Actual. Odonto-Stomatol.*, p. 357-366, déc. 2010.
- [90] M. Gordh, P. Alberius, L. Lindberg, et O. Johnell, « Bone graft incorporation after cortical perforations of the host bed », *Otolaryngol.--Head Neck Surg. Off. J. Am. Acad. Otolaryngol.-Head Neck Surg.*, vol. 117, n° 6, p. 664-670, déc. 1997.
- [91] I. Nishimura, Y. Shimizu, et K. Ooya, « Effects of cortical bone perforation on experimental guided bone regeneration », *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 15, n° 3, p. 293-300, juin 2004.
- [92] F. Jordana, J. Colat-Parros « Les membranes » Société Francophone de Biomatériaux Dentaires [En ligne]. URL: <https://docplayer.fr/7409271-Les-membranes-societe-francophone-de-biomateriaux-dentaires-f-jordana-j-colat-parros-date-de-creation-du-document-2009-2010.html>. [Consulté le: 18-janv-2019].
- [93] N. U. Zitzmann, R. Naef, et P. Schärer, « Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration », *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 12, n° 6, p. 844-852, déc. 1997.
- [94] M. Simion, A. Scarano, L. Gionso, et A. Piattelli, « Guided bone regeneration using resorbable and nonresorbable membranes: a comparative histologic study in humans », *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 11, n° 6, p. 735-742, déc. 1996.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

FRADIN Marion – Techniques d’augmentation transversale du volume osseux à visée implantaire

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2019

Rubrique de classement : Chirurgie Orale

Résumé :

Ces dernières décennies, les prothèses implanto-portées sont devenues la solution de choix pour réhabiliter tout type d’édentement, cependant le volume osseux résiduel n’autorise pas toujours la mise en place d’implant en première intention. Afin de pallier cet obstacle, une chirurgie pré-implantaire permet d’augmenter le volume osseux pour le rendre compatible avec le projet implantaire. Le travail de cette thèse a pour but de comparer les différentes techniques d’augmentation transversale de la crête osseuse atrophiée afin de faire ressortir les indications de chacune d’elles. Des diagrammes de synthèse guideront les praticiens vers la technique la plus adaptée.

Mots clés :

Augmentation de la crête alvéolaire

Régénération osseuse

Implants dentaires

Procédures de chirurgie maxillo-faciale et bucco-dentaire

FRADIN Marion – Transversal augmentation technics of bone volume with implants aiming

Abstract:

In recent decades, implant-supported prosthesis have become the best solution to rehabilitate any kind of edentulous gaps. However the residual bone volume doesn’t always allow implants set up in first intention. To overcome this obstacle, a pre-implant surgery can increase the bone volume to make it compatible with an implant project. The main objective of this thesis is to compare the different transversal augmentation technics surgeries in order to highlight their indications. Summary diagrams will help practitioners to choose the most suitable technic.

MeSH:

Alveolar ridge augmentation

Bone regeneration

Dental implants

Oral surgical procedures

Adresse de l’auteur :

245 rue Lagreieuse

13090 AIX-EN-PROVENCE